

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

ANA LÚCIA NASCIMENTO HERMÓGENES

**A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO FENÔMENO DE
ANCORAGEM PARA ABORDAR CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE
IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**

Belo Horizonte

2024

ANA LÚCIA NASCIMENTO HERMÓGENES

**A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO FENÔMENO DE
ANCORAGEM PARA ABORDAR CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE
IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO/UFMG), do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, apresentado como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Macroprojeto 12 - Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia

Linha de Pesquisa: Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Camila Dias Lopes

Belo Horizonte

2024

043

Hermógenes, Ana Lúcia Nascimento.

A resposta imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções alternativas de imunologia no Ensino Médio [manuscrito] / Ana Lúcia Nascimento Hermógenes. – 2024.

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

Orientadora: Profª Drª Camila Dias Lopes.

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

1. Ensino - Biologia. 2. Dengue. 3. Pesquisa científica. 4. Plano de aula. 5. Alergia e Imunologia. I. Lopes, Camila Dias. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ICB - COORDENAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA LOCAL

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL DE ENSINO EM BIOLOGIA

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE **ANA LÚCIA
NASCIMENTO HERMÓGENES**
DEFESA N°. 0017 ENTRADA 1º/2022

No dia **19 de junho de 2024, às 14:00 horas**, reuniram-se, remotamente, na plataforma Google Meet, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: **"A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO FENÔMENO DE ANCORAGEM PARA ABORDAR CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO"**, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o(a) Presidente da Comissão, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao(a) candidato(a) para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do(a) candidato(a). Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do(a) candidato(a) e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO
Profa. Dra. Camila Dias Lopes	UFMG	Aprovada
Profa. Dra. Paola Rocha Gonçalves	UFES	Aprovada
Profa. Dra. Mônica Bucciarelli Rodrigues	UFMG	Aprovada

Pelas indicações, o(a) candidato(a) foi considerado(a): **APROVADA**.

O resultado foi comunicado publicamente ao(a) candidato(a) pelo(a) Presidente da Comissão. Comunicou-se, ainda, ao(a) candidato(a), que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, o(a) Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 09 de julho de 2024.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Camila Dias Lopes, Professora Ensino Básico Técnico Tecnológico**, em 09/07/2024, às 09:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paola Rocha Gonçalves, Usuária Externa**, em 09/07/2024, às 10:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 09/07/2024, às 12:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Monica Bucciarelli Rodriguez, Servidor(a)**, em 10/07/2024, às 11:07, 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 **3361036** e o código CRC **4263AFC0**.

AGRADECIMENTOS À CAPES

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – e incentivo do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Código de Financiamento 001.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar em todos os momentos da minha trajetória.

Aos meus pais, José e Maria Raimunda, pelo legado de ensinamentos deixados por eles, a Vó Elisa pela sabedoria de que mesmo nos momentos mais difíceis ela encontrava uma palavra de alento.

Agradeço ao minhas irmãs pelo apoio, Ritinha, pela simplicidade das palavras mesmo quanto tudo era muito complexo e difícil, Lena pelas orações e Marta pelo apoio incondicional e por sonhar sempre comigo.

A minha pequena, Ana Elisa, pela compreensão e amor incondicional mesmo nos meus momentos de distância e esses não foram poucos. Filha, te Amo mais que tudo!

Ao Alex pelo carinho, compreensão e companheirismo.

Lana, a você minha eterna gratidão! Obrigada por cada detalhe do nosso TCM, pelo carinho, atenção, comprometimento e esmero em cada desenho, foto e tabela construída.

Ao João do Coltec pelo designer e impressão de cada figura da simulação. Obrigada pela dedicação, competência, profissionalismo e carinho pelo meu projeto e por mim.

À direção, aos professores e aos meus queridos alunos da Utramig, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

A Walkíria Strauss e Rogério Massensini pelo incentivo e apoio incondicional.

Ao Rodrigo pela disponibilidade e presteza na elaboração dos desenhos.

A todos os professores e Coordenação ProfBio, pelo profissionalismo, e contribuições em minha aprendizagem.

A minha amiga de caminhada no ProfBio, Elisa da Conceição Moreira muito obrigada pelo apoio.

A todos meus amigos, obrigada pela força e presença sempre.

A Rosimeire pela presteza nas correções e pelo carinho sempre.

À professora Dra. Camila Dias Lopes, minha querida orientadora, pela dedicação, profissionalismo, competência, paciência, incentivo e oportunidade de aprender. Serei eternamente grata. Obrigada por tudo!

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste sonho. Muito obrigada por tudo!

RESUMO

O processo de ensino e de aprendizagem deve levar em consideração a importância e a necessidade de se promover habilidades para além da compreensão do conteúdo, possibilitando que os estudantes se tornem cidadãos críticos, capazes de realizar debates sobre temas científicos e questões ligadas à tecnologia, além da compreensão das interações complexas envolvendo ciência e sociedade. O presente trabalho propôs a construção, desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática com viés investigativo, usando como fenômeno de ancoragem a resposta imune contra a dengue de forma que ela confrontasse concepções equivocadas em Imunologia do ensino médio. O formato dessa seguiu os três momentos pedagógicos: problematização inicial (formulação de hipóteses sobre reinfecção da dengue), análise de dados e coleta de evidência (quebra-cabeça colaborativo com roteiro estruturado para que os alunos pudessem simular respostas imunes com diferentes sorotipos da dengue e o processo de seleção clonal) e aplicação do conhecimento (elaboração de um e-mail). A coleta de dados para avaliar a sequência foi realizada por meio da aplicação em uma escola pública para vinte estudantes e de coleta de registro dos estudantes em folha separada, gravação de áudio, registro no roteiro da aplicação do quebra-cabeça colaborativo e diário de bordo da professora-pesquisadora. Os resultados mostraram que algumas concepções equivocadas, como a ideia de que as células de memória retêm informação sobre o vírus após a infecção, ainda estão presentes nas respostas dos estudantes. Entretanto, 16 estudantes abordaram a especificidade como uma propriedade do sistema imune (80%) e 11 estudantes relataram sobre a produção de anticorpos e geração de memória (55%) em suas respostas. O desenvolvimento da sequência alcançou vários de seus objetivos propostos, tais como: oportunizar a discussão entre pares; estimular a participação ativa dos estudantes em discussões sobre o tema abordado, além de possibilitar a análise crítica de situações-problema e coleta de evidências no processo. Logo, esta SDI contribuiu para a construção e consolidação de novos conhecimentos, conceitos e habilidades e tem potencial para ser usada como material no ensino médio nas escolas brasileiras.

Palavras-chave: Ensino investigativo; Sequência Didática; Concepções Equivocadas; Dengue; Imunologia.

ABSTRACT

The teaching and learning process must consider the importance and need to promote skills that surpass understanding the content, enabling students to become critical citizens, capable of debating scientific themes and issues related to technology, and understanding the complex interactions involving science and society. This work proposed the construction, development and evaluation of a didactic sequence with an investigative bias, using the immune response against dengue fever as the anchoring phenomenon so that it could confront high school students' misconceptions in immunology. The didactic sequence followed three pedagogical moments: initial problematisation (formulation of hypotheses about dengue reinfection), data analysis and collection of evidence (collaborative puzzle with a structured script to students simulate immune responses to different dengue serotypes and the clonal selection process) and application of knowledge (drafting an email). Data was collected to evaluate the sequence by applying it in a public school for twenty students and collecting student records on a separate sheet of paper, audio recordings, a record of the collaborative puzzle application script and the teacher-researcher's logbook. The results showed that some misconceptions, such as memory cells retaining information about the virus after infection, are still present in the students' answers. However, 16 students addressed specificity as a property of the immune system (80%) and 11 students reported on antibody production and memory generation (55%) in their answers. The development of the didactic sequence achieved several of its proposed objectives, such as providing opportunities for discussion between peers; stimulating active student participation in discussions on the topic addressed and enabling critical analysis of problem situations and collecting evidence in the process. Therefore, this didactic sequence contributed to the construction and consolidation of new knowledge, concepts and skills and may be used as material in secondary education in Brazilian schools.

Keywords: Investigative teaching; Didactic Sequence; Misconceptions; Dengue; Immunology.

LISTA DE ABREVIATURAS

Base Nacional Comum Curricular.....	BNCC
Certificado de Apresentação de Apreciação Ética.....	CAAE
Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	CNT
Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.....	CTSA
Ensino de Ciências por Investigação.....	EnCI
Exame Nacional do Ensino Médio.....	ENEM
Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais.....	UTRAMIG
Inventário de Motivação Intrínseca.....	IMI
Organização Mundial da Saúde.....	OMS
Organização Pan-Americana da Saúde.....	OPAS
Programa de Mestrado Profissional em Ensino De Biologia.....	ProfBio
Projeto Político Pedagógico.....	PPP
Sequência Didática.....	SD
Sequência de Ensino Investigativo.....	SEI
Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	TALE
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	TCLE
Trabalho de Conclusão de Mestrado.....	TCM
Universidade Federal de Minas Gerais.....	UFMG

LISTA DE IMAGENS

Figura 1 – Localização da Escola Estadual na qual a SD foi desenvolvida.....	31
Figura 2 – Esboço da circulação do sistema para simular a resposta imune contra a dengue.....	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo da SD.....	34
------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorização das hipóteses elaboradas pelos alunos para explicar a pergunta norteadora.....	78
Tabela 2 - Categorização das hipóteses elaboradas pelos alunos acerca da pergunta norteadora após o roteiro estruturado.....	80
Tabela 3 - Argumentos para explicar as hipóteses iniciais e as hipóteses finais.....	82
Tabela 4 - Hipóteses criadas pelos estudantes para explicar a diferença de resultados no ensaio de diagnóstico entre arboviroses da mesma família.....	86
Tabela 5 - Hipóteses criadas pelos estudantes para explicar como acontece a resposta imune a um sorotipo da dengue.....	87

RELATO DA MESTRANDA

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Mestranda: Ana Lúcia Nascimento Hermógenes

Título do TCM: A resposta imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções alternativas de imunologia no ensino médio

Data da defesa: 19/06/2024

O interesse pela Biologia teve início no cursinho pré-vestibular. As aulas de Ciências com o professor Paulo despertaram em mim o gosto pela ciência e a vontade de lecionar. A alegria com que ele explicava me contagiou e despertou ainda mais a vontade de mergulhar no mundo das descobertas científicas, dos experimentos.

Venho de uma família numerosa, sou a oitava (caçula) e o meu despertar por lecionar ia contra os desejos da minha irmã, que é professora de Matemática. Mas, a minha paixão por lecionar era maior. Então, em 1998, ingressei no curso de Ciências Biológicas na PUC-MG (Pontifícia Universidade Católica). Momentos difíceis, pois sair do conforto da minha cidade natal, Entre Rios de Minas, que tem apenas 16.000 habitantes, para enfrentar Belo Horizonte foi desafiador. O custo para me manter na graduação era alto, mas consegui uma bolsa de estudos da Universidade. Entretanto, um dos pré-requisitos era não ficar retida em nenhuma disciplina. Foram quatro anos de muita dedicação e aprendizado. As aulas de Química e Anatomia me faziam ter a certeza de que tinha escolhido o caminho certo. Ensinar exige amor, doação, troca e respeito, mas acima de tudo disciplina.

Em 2000, ainda durante a graduação, ingressei na Fundação Ezequiel Dias (FUNED), como aluna de iniciação científica no laboratório de Imunologia sob a supervisão do doutor Carlos Chavez. O contato com a pesquisa despertou ainda mais o amor pela ciência, mas também a disciplina, a troca de conhecimento, a possibilidade de participar de congressos, Workshops e seminários na capital mineira e em outros estados. O estágio me proporcionou trabalhar com purificação de proteínas utilizadas na fabricação de soro antiofídico e escorpiônico. Nessa mesma época, trabalhei com um projeto na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em conjunto com a FUNED, para produção de conjugados. Permaneci no laboratório de Imunologia sob a supervisão do doutor Carlos Chavez até o ano de 2001.

Em 2002, trabalhei como Bióloga no laboratório de Bioquímica e Química de Proteínas I e II, sob a supervisão do doutor Eládio Flores, na FUNED. Purificávamos

proteínas do veneno da serpente *Lachesis muta muta* (surucucu). As proteínas purificadas eram utilizadas na fabricação de medicamentos para a coagulação sanguínea. Trabalhar com purificação exigia disciplina, precisão e muita atenção.

Nessa época, eu trabalhava na FUNED durante o dia e a noite lecionava na FUNEC (Fundação de Educação de Contagem), no curso técnico de Análises Clínicas.

Recém-formada, com muita vontade de trabalhar, mas sem nenhuma experiência em sala de aula, encontrei um anjo chamado Orlando (diretor da FUNEC), que me auxiliou, aproveitando meus conhecimentos em Bioquímica, Imunologia e Hematologia trazidos da pesquisa. Passados seis meses, eu já lecionava quatro disciplinas técnicas na instituição. Permaneci lá até meados de 2006, quando fui indicada por uma amiga para lecionar na Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais (UTRAMIG). Trabalho na orientação do curso de Análises Clínicas desde 2015, conciliando com as disciplinas de Bioquímica e Hematologia Clínica. Essas experiências me proporcionaram aprendizado, tanto pelas escolas em que trabalhei, quanto pelos profissionais com quem convivi. Percebi que a capacidade de lecionar demanda cada vez mais dedicação, compartilhamento de saberes com outros profissionais, muito estudo, disciplina e amor pelo que se faz.

Em 2021, despertei para a necessidade de aprimorar mais os meus conhecimentos e, através do site da UFMG, tomei conhecimento do PROFBIO, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. Um dos temas mais desafiadores para compartilhar com os estudantes é o sistema imunológico e, por isso, a temática escolhida para o TCM foram as concepções alternativas da resposta imune contra a dengue. Este trabalho visa auxiliar os professores do ensino médio a abordarem esse tema de forma contextualizada, com o protagonismo dos estudantes durante todo o processo de aprendizagem.

Os ensinamentos e o profissionalismo dos professores aguçaram em mim o desejo de lecionar no ensino fundamental anos finais. Desde 2022, leciono na rede Municipal de Contagem e na rede Estadual. Tem sido uma experiência ímpar, pois todo o aprendizado adquirido com os professores do PROFBIO tem sido utilizado em sala de aula.

Agradeço a todos os funcionários, professores, aos estudantes, à direção e aos colegas que contribuíram significativamente para o desenvolvimento do meu TCM.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Alfabetização científica	18
2.2 Ensino de ciências por investigação (EnCI)	18
2.3 Fenômeno de ancoragem	21
2.4 Dengue	22
2.5 Conceitos atuais de imunologia	23
2.6 Concepções alternativas em imunologia	25
3 OBJETIVOS	28
3.1 Objetivo geral	28
3.2 Objetivos específicos	28
4 METODOLOGIA	29
4.1 Metodologia da pesquisa	29
4.2 O contexto da escola de desenvolvimento da pesquisa	29
4.3 Desenvolvimento da SDI, o recurso educacional deste TCM	31
4.4 Modelo didático da resposta imune a diferentes sorotipos de dengue	32
4.5 Resumo das etapas da SD	34
4.6 Análise de dados	35
5 RESULTADOS	35
5.1 Perfil dos estudantes	76
5.2 Relato da aplicação da sequência, percepções da professora pesquisadora e análise dos dados	76
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICES	97
APÊNDICE A – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)	97
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	101
APÊNDICE C- Quebra-cabeça colaborativo da Resposta Imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia no Ensino Médio.	105
APÊNDICE D- Planejamento da aula: Aplicação do roteiro estruturado sobre a Simulação da Resposta Imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia no ensino médio.	112

APÊNDICE E- Respostas dos grupos com relação às hipóteses da pergunta norteadora	119
APÊNDICE F - Respostas do quebra-cabeça colaborativo	120
APÊNDICE G- Respostas dos grupos com relação às hipóteses da pergunta norteadora após preenchimento do quebra-cabeça colaborativo:	125
APÊNDICE H- Transcrição das cartas escritas em grupo:	127
APÊNDICE I - Assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)	129
APÊNDICE J- Alunos assistindo ao vídeo no Auditório Administrativo :	130
APÊNDICE L - Elaboração das Hipóteses após assistirem ao vídeo:	131
APÊNDICE M - Respondendo ao Quebra-cabeça colaborativo	132
APÊNDICE N - Quebra- cabeça colaborativo	135
APÊNDICE O - Simulação no quebra-cabeça colaborativo	137
APÊNDICE P- Questionário do Mapeamento do Conhecimento	140
ANEXOS	152
ANEXO 1 – Projeto de pesquisa aprovado pelo CEP	152

1 INTRODUÇÃO

A educação é um reflexo da sociedade, do contexto político, histórico e cultural em que está inserida, sendo reformulada de acordo com os interesses da coletividade. No Brasil, assim como em outros países, diversas mudanças no ensino de Ciências foram observadas ao longo do tempo (Moraes; Batista, 2023). O ensino de Ciências se solidificou no Brasil na década de 1950 (Mendes *et al.*, 2016), no entanto, a abordagem pedagógica era predominantemente expositiva, empregando materiais didáticos desatualizados, baseados em textos europeus e com uma escassa incorporação de atividades práticas (Krasilchik, 1988; Lorez, 2008).

A literatura atual mostra que o Ensino de Ciências nas escolas não deve estar apenas relacionado à transmissão de conteúdo, mas sim à interação entre diferentes culturas, novas atitudes e amplificação de diferentes ações na construção do conhecimento científico (Moraes; Batista, 2023). Segundo Strieder (2011), é fundamental que exista uma assimilação do conhecimento, a fim de adquirir habilidades para estabelecer diálogos com diferentes culturas, evidenciando conceitos, estabelecendo uma ligação de convivência entre o âmbito pessoal, educacional e científico. Pretendendo modificar esse cenário, vários pesquisadores na área de Educação em Ciências têm discutido diversas perspectivas sobre o ensino dessa, dentre as quais se destaca o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) (Franco *et al.*, 2018; Munford; Lima, 2007; Rocha, 2014).

O ensino por investigação está muito além da alternância entre aulas expositivas e aulas práticas altamente instrutivas, nas quais a experimentação serve para a confirmação de conteúdos conceituais. Ele é uma abordagem didática através da qual os estudantes são convidados a compreender o fazer científico, possibilitando ir desde a definição do problema da pesquisa, passando pelos procedimentos de coleta e análise de dados até a comunicação das conclusões (Sás *et al.*, 2008). De acordo com Carvalho (2018), é necessário gerar na abordagem investigativa oportunidades para que os estudantes possam falar, pensar, criar e ouvir uns aos outros, se apropriando de critérios utilizados pela ciência e tomando decisões coletivamente.

Sasseron (2018) e Rocha (2019) reforçam uma concepção construtivista do ensino por investigação e a necessidade de repensar os papéis do professor e do estudante em sala de aula, de forma que o estudante tenha oportunidades de interagir com o objeto de estudo e com seus pares para organizar o pensamento e elaborar explicações sobre o mundo, utilizando-se de atos criativos investigativos, o que possibilita analisar dados e conhecer a natureza da ciência. O EnCI nos apresenta possibilidades para o desenvolvimento de um currículo que valorize tanto

o legado conceitual quanto o legado epistêmico da ciência (Kelly; Licon, 2018).

Para atingir tais objetivos é necessário o planejamento e a implementação de um ensino capaz de fazer com que os discentes compreendam os conhecimentos científicos à sua volta, os adventos tecnológicos e saibam tomar decisões sobre questões ligadas às consequências que as ciências e as tecnologias implicam em sua vida, na da sociedade e no meio ambiente (Sasseron, 2008; Sasseron; Carvalho, 2008). Essas considerações norteiam o ensino de Ciências, cujo objetivo é a alfabetização científica dos estudantes.

Um dos eixos importantes do EnCI se refere ao entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA). Porém, apesar da variada investigação que tem mostrado as potencialidades do enfoque CTSA no ensino das ciências, essa abordagem ainda não é suficientemente considerada (Rodrigues, 2012; Vieira, 2012; Vázquez, 2012; Manassero, 2016; Vázquez *et al.*, 2012), nem claramente integrada aos livros didáticos, de forma que as relações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente não são devidamente explicitadas (Fernandes, 2011; Pires, 2013; Ocelli, 2013; Valeiras, 2013; Vázquez, 2012; Manassero, 2012).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (Brasil, 2018). A BNCC aponta que os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, 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, 2018).

Segundo Andrade *et al.* (2014), o livro didático (LD) no cenário brasileiro tornou-se um instrumento de grande acesso nas escolas e aos alunos em virtude do amplo alcance do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), exercendo grande influência no processo educacional e da cidadania. De acordo com o Ministério da Educação, o PNLD é destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estadual, municipal e distrital e também às

instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público (Brasil, 2014).

O livro didático vem sendo objeto de debate e investigação. O LD é frequentemente criticado por difundir ou reforçar ideias equivocadas, tais como: preconceitos e estereótipos raciais e sociais; equívocos em relação a concepções e noções fundamentais na área de ciências e suas tecnologias; por estimular a memorização; por apresentar informações complexas, ao invés de desenvolver no aluno a capacidade de reflexão, criatividade e análise; bem como por não valorizar o conhecimento prévio dos estudantes e não tratar de situações concretas e vividas no seu cotidiano (Leão; Neto, 2003).

O mesmo é observado no conteúdo de Imunologia, tema da sequência didática construída e desenvolvida neste trabalho. Embora seja notável a importância do Sistema Imunitário, ele é geralmente colocado em segundo plano no livro didático e, assim, no Ensino Fundamental e posteriormente no Ensino Médio (Quintans, 2009).

Siqueira-Batista *et al.* (2009) assinalam que os textos sobre Imunologia presentes nos LD comumente adotados pelas escolas de Ensino Médio e Superior encontram-se inscritos, de maneira quase hegemônica, sob o paradigma metafórico marcial, belicoso e beligerante, inerente à concepção teórica usual da medicina ocidental. De acordo com essa perspectiva, as ações decorrentes das interações que acontecem entre o hospedeiro e outro organismo (um microrganismo, por exemplo) são interpretadas como manobras de ataque e/ou de defesa para proteção. Assim, os organismos vivem em guerra, num conflito armamentista inter e intraorganismos. Neste contexto de competição, “vence” quem tiver as melhores armas e/ou estratégias (Siqueira-Batista *et al.*, 2009; Vaz *et al.*, 2011; Andrade *et al.*, 2014).

Com o avanço da ciência e da tecnologia, a Imunologia se faz cada vez mais presente na vida das pessoas. Logo, existe uma grande necessidade de se discutir mais sobre o sistema imunológico, tendo em vista que essa temática é essencial para a compreensão dos fenômenos que estão no entorno (Barreto; Teixeira, 2018).

No entanto, a abordagem sobre o Sistema Imunológico nas escolas nem sempre proporciona um aprofundamento sobre o tema. Esse é tratado superficialmente, desfavorecendo a construção de conhecimentos espontâneos como uma forma de compreender os conceitos que são considerados abstratos pelos alunos. Tais conceitos, na maioria das vezes, são repassados pelo professor através do livro didático, que, na maior parte do tempo, é o único meio de mediação do conteúdo, ainda que nem sempre possua uma linguagem compreensível no dia-a-dia do aluno (Andrade; Paula; Nicolini *et al.* 2015).

O sistema imune humano é um conjunto constituído por órgãos, células e moléculas

que integram o corpo e atuam em prol da manutenção da vida por meio da homeostasia global do organismo humano (Abbas *et al.*, 2003). O conhecimento de sua constituição e de sua atuação se faz relevante para formação do cidadão e para a compreensão de um conjunto de ações que resultam na manutenção da homeostase. Esse fenômeno é entendido como a dinâmica fisiológica variável e relativamente constante de interação do organismo com ele mesmo e com o ambiente para a manutenção da vida do organismo humano (Tortora *et al.*, 2006).

O distanciamento do conhecimento científico referente à Imunologia Básica pode configurar-se como fator limitante para compreensão do organismo humano, da saúde, da doença e dos processos de manutenção da vida, o que gera implicações para o exercício da cidadania no que se refere aos conhecimentos imunológicos necessários para a tomada de decisões acerca do uso indiscriminado de medicamentos como, por exemplo, antiinflamatórios (Andrade *et al.*, 2014).

Diante do que foi exposto acima, foi elaborada e desenvolvida uma Sequência Didática com viés investigativo para os alunos do Ensino Médio, com o objetivo de confrontar concepções alternativas sobre Imunologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alfabetização científica

O debate sobre a alfabetização científica é bastante presente no ensino de ciências, apesar das controvérsias em sua definição. Sasseron e Carvalho (2008) identificaram três eixos estruturantes que servem de apoio aos planejamentos de ensino que têm como foco alfabetizar cientificamente os alunos. O primeiro eixo se refere à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, o segundo se refere à compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e o terceiro se refere ao entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade.

A alfabetização científica, segundo Sasseron e Carvalho (2008), baseia-se no primeiro eixo, visando conduzir o aluno a compreender conceitos científicos de forma a significá-los em sua vivência cotidiana, possibilitando a compreensão da linguagem da ciência para que ele seja capaz de ampliar o universo de conhecimento sobre o mundo de forma consciente. Segundo Young (2007), é necessário aproveitar as vivências trazidas pelos alunos, mas agregar o conhecimento científico para aprimorá-las.

2.2 Ensino de ciências por investigação (EnCI)

Para Scarpa e Silva (2018), O EnCI é proposto como metodologia privilegiada para que os conteúdos de Biologia sejam mais integrados, relevantes, contextualizados e possam contribuir de modo efetivo para o aprendizado de habilidades envolvidas no fazer científico.

Jorde (2009) discute que o EnCI possui características imprescindíveis que possibilitam diversas práticas utilizadas com os alunos. Para o autor, o EnCI é o que envolve os alunos em atividades de aprendizagem baseadas em problemas reais, experimentações e atividades práticas, incluindo a busca de informações através de atividades que priorizam a autonomia dos alunos, a comunicação e a argumentação.

Jiménez-Aleixandre e Fernández-López (2010) alegam que o ensino de Ciências por Investigação é o que promove o desenvolvimento de processos associados à produção do conhecimento científico, especificamente a produção, a validação e a comunicação. Esses processos e suas práticas associadas podem ser utilizados como suportes para desenhar, caracterizar e analisar propostas de ensino. O ensino de Ciências por Investigação, por meio desse contexto, é aquele que possibilita ao aluno, com relação ao processo de produção do

conhecimento, verificar padrões a partir de dados, propor explicações e revê-las com base em evidências, construir modelos e realizar previsões. No que se refere ao processo de validação do conhecimento, os alunos devem selecionar evidências para justificar uma explicação, construir argumentos para relacionar dados e conclusões e empregá-los para tomar decisões. Em relação ao processo de comunicação, eles são estimulados a discutir, escrever e comunicar aos colegas o conhecimento científico.

Erduran (2006) descreve uma estrutura na qual os estudantes são instigados a argumentar e defender suas explicações utilizando evidências empíricas. Já Guisasola e colaboradores (2006) propõem um modelo de Ensino por Investigação que se assemelha aos demais apresentados, porém nesse os estudantes devem utilizar o novo conhecimento, produzido através da investigação, em uma nova situação ou em situações mais complexas, nas quais poderão analisar as limitações de suas explicações.

O ensino de Ciências por Investigação tem a proposta de propiciar o desenvolvimento de um raciocínio com base em modelos causais por meio de situações-problema, cujas resoluções produzem significados negociáveis e uma compreensão socialmente construída (Munford; Lima, 2007). Manz *et al.* (2020) relatam que o engajamento em práticas investigativas vai além de explicar como funcionam os processos da ciência ou desenvolver roteiros experimentais para que os alunos sigam passos do procedimento e confirmem o conhecimento conceitual.

O Ensino por Investigação nos oferece alternativas para o desenvolvimento de um currículo que valorize tanto a base conceitual quanto a base epistêmica da ciência (Kelly; Licona, 2018). O protagonismo envolvido no Ensino por Investigação tem sido chamado de agência epistêmica (Ko; Krist, 2019). Para Duschl (2018), as atividades investigativas têm como norte os objetivos de aprendizagem relacionados aos domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico. O domínio conceitual corresponde aos conjuntos de teorias, princípios, leis e modelos usados pela ciência para explicar eventos naturais e orientar suas investigações (Stroupe, 2015). Enquanto Kelly (2008) aponta que o domínio epistêmico corresponde a critérios epistêmicos usados pela comunidade científica na produção de conhecimento. Em relação ao domínio social, esse corresponde aos modos como o conhecimento científico é comunicado, representado, argumentado e debatido (Duschl, 2008).

Sasseron (2018) enfatiza a importância do planejamento de uma investigação que deve levar em consideração os conhecimentos prévios importantes trazidos pelos alunos para que a discussão ocorra, os materiais oferecidos e/ou solicitados a eles, os problemas que nortearão a investigação, além do gerenciamento da aula que possibilite o incentivo à participação dos

alunos nas atividades e discussões. Ao longo da investigação, o professor deverá oferecer condições para que a argumentação surja, além de permitir e promover situações em que ocorram interações discursivas.

Existe uma variedade grande em relação às metodologias utilizadas pelos pesquisadores no que se refere a Ciências. Em sala de aula, é possível fazer uso dessa diversidade como forma de propor investigação, sendo que o mais importante é que haja um problema a ser resolvido e as condições necessárias para a solução. A condição para a solução deve ser um processo organizado pelo professor, que deve ter ciência das dimensões pedagógicas e epistemológicas (Sasseron, 2018).

De acordo com Moreira (2010), a aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira não-litera e com o conhecimento relevante das concepções prévias dos alunos. O autor relata que a aprendizagem é significativa porque o conhecimento específico é existente na estrutura de conhecimento dos alunos, o que permite dar significado a um novo conhecimento, seja de forma mediada, seja pela própria inferência do aluno.

De acordo com Moreira (2010, p. 2),

[é] importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não litera e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Sem dúvida, com os efeitos da globalização, no que diz respeito às inovações tecnológicas, observamos um grande questionamento: a forma tradicional de ensino ainda é válida e produz os mesmos efeitos de épocas passadas? (Monteiro, 2021).

De acordo com Squires e Preece (1996) e Tchounikine (2011), simulações são utilizadas para desenvolver atividades favoráveis para alcançar os objetivos pedagógicos e apoiar a aprendizagem e o ensino. Dessa forma, alunos e professores podem ser beneficiados por essa alternativa, que possibilita experiências novas e mais atrativas do que as oferecidas pelas abordagens tradicionais.

Segundo Ausubel (2003), o que o estudante já sabe é o fator isolado mais relevante e influente no processo da Aprendizagem Significativa. Dessa forma, uma das primeiras preocupações é em relação aos conhecimentos prévios dos estudantes. A primeira parte das simulações é composta pela montagem ou apresentação do aparato experimental e, nesse caso, os itens dispostos nas simulações, por exemplo: recursos disponíveis para a montagem experimental devem apresentar informações que permitam que os alunos associem esses

recursos aos seus conhecimentos prévios, a fim de poderem tomar decisões.

2.3 Fenômeno de ancoragem

Conforme apontam Turner e Schley (2016), nos últimos quarenta anos a pesquisa a respeito da ancoragem recebeu grande atenção devido ao seu efeito resistente e significativo e à sua ampla aplicabilidade em uma infinidade de domínios. Segundo Bazerman (2004), a verificação da ancoragem e do ajustamento é aquela através da qual se avalia a chance de ocorrência de um evento pela colocação de uma base (âncora). É o momento em que os indivíduos começam a realizar suas avaliações, a partir de um valor inicial que é posteriormente ajustado para fins de uma decisão final.

A ancoragem é um dos vieses comportamentais de maior aprofundamento científico (Meub; Proeger, 2015) e não é um processo cognitivo simples. Ela consiste em uma limitação da tomada de decisão que surge em problemas presentes em um contexto de negócios reais e afeta pessoas experientes e inexperientes (Northcraft; Neale, 1987). Para Furnham e Boo (2011), a influência do fenômeno da ancoragem está presente em todos os aspectos do julgamento humano, manifestando-se, portanto, em todas as instâncias desse julgamento.

Segundo Windschitl, Thompson e Braaten (2014), o que faz um bom fenômeno de ancoragem são as seguintes qualidades:

- Basear-se em experiências cotidianas ou familiares dos alunos;
- Desenvolver a compreensão e aplicar várias expectativas de desempenho e, ao mesmo tempo, envolver ações relacionadas à leitura, escrita e comunicação;
- É necessário o ensinamento do conteúdo abordado;
- Observação por parte dos alunos, seja de vídeos, demonstrações, procedimentos científicos ou dispositivos tecnológicos;
- Construção de uma solução para um problema;
- Permitir o uso de ampla sequência de práticas científicas para aprender ciências por meio de investigação;
- E a presença de um público ou comunidade que se preocupa com as descobertas ou produtos.

Para esse trabalho, o fenômeno de ancoragem abordado foi a dengue, pois ela se apresenta como bom fenômeno para abordar concepções equivocadas de Imunologia no Ensino Médio.

2.4 Dengue

A clara relação entre os mosquitos e a transmissão de doenças gerou uma intensa busca na melhoria da qualidade de vida das populações, que perpassaram pelas condições de planejamento urbano, valorização do saneamento básico, da higiene e da saúde pública, que resultou na Reforma Sanitária. Embora tenham sido realizados esforços na busca da erradicação das doenças transmissíveis com base no controle de seus vetores, observa-se, na atualidade, a reincidência de algumas infecções causadas pelos mosquitos *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, zika, chikungunya, malária e febre amarela (Mendonça; Souza; Dutra, 2010).

A dengue consiste em uma doença infecciosa aguda febril, causada por vírus da família *Flaviviridae*, que possui quatro sorotipos, sendo estes DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. A proteção cruzada entre eles é apenas transitória, de forma que uma mesma pessoa pode apresentar a doença até quatro vezes ao longo da sua vida. Pode haver coexistência de diferentes sorotipos em uma mesma região, o que aumenta a chance de se ter complicações como a febre hemorrágica da dengue (Dias, 2010).

A ocorrência das formas hemorrágicas da dengue tem sido, em parte, explicada pela presença de anticorpos devido às infecções sequenciais por diferentes sorotipos do vírus. De acordo com essa teoria, na presença de anticorpos contra um sorotipo, a resposta imunológica do indivíduo sensibilizado seria ampliada pela segunda infecção (Halstead, 1981, 2006). Embora existam algumas evidências clínicas e epidemiológicas (Bravo *et al.*, 1987a) que corroboram essa hipótese, tem-se observado que outros fatores também podem estar relacionados às manifestações clínicas das formas hemorrágicas da dengue, tais como virulência das cepas do agente, comorbidades, aspectos genéticos, estado nutricional, entre outros (Bravo *et al.*, 1987a, 1987b; Guzman; Khouri, 2002; Blanton *et al.*, 2008).

Aspectos como a urbanização, o crescimento desordenado da população, o saneamento básico deficitário e os fatores climáticos mantêm as condições favoráveis para a presença do vetor, com reflexos na dinâmica de transmissão desses arbovírus. A dengue possui padrão sazonal, com aumento do número de casos e risco para epidemias principalmente entre os meses de outubro a maio (Ministério da Saúde, 2024).

Todas as faixas etárias são igualmente suscetíveis à doença, porém as pessoas mais velhas e aquelas que possuem doenças crônicas, como diabetes e hipertensão arterial, têm maior risco de evoluir para casos graves e outras complicações que podem levar à morte (Ministério da Saúde, 2024).

Conforme os dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), nas últimas décadas, houve um aumento no número de casos de dengue em todo o mundo, saltando de 505.430 casos no ano de 2000 para 2,4 milhões em 2010, número esse que se elevou ainda mais em 2019 para 4,2 milhões de casos (WHO, 2020). Em 2020, de acordo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), as Américas alcançaram o maior número de casos já catalogados, correspondendo a mais de 1,6 milhões de casos. O Brasil, por sua vez, foi o país que mais se destacou, revelando um total de 2.070.170 casos notificados (OPAS, 2020).

Em dezembro de 2023 a vacina contra a dengue foi incorporada ao Sistema Único de Saúde (SUS). O Brasil é o primeiro país do mundo a oferecer o imunizante no sistema público de saúde. Recentemente, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou a vacina Qdenga, do laboratório japonês Takeda. É uma vacina de vírus vivo atenuado para a prevenção da dengue causada por qualquer um dos quatro sorotipos do vírus, recomendada para indivíduos de quatro a sessenta anos de idade. A vacina é uma formulação tetravalente de vírus vivos, atenuados, baseada no sorotipo 2 (DENV-2) geneticamente atenuado (TDV-2) com três vírus quiméricos contendo os genes das proteínas pré-membrana e envelope do DENV-1, DENV-3 e DENV-4 dentro da estrutura genética do TDV-2 (Sociedade Brasileira de Pediatria, 2023).

A vacina contra a dengue entrou no Calendário Nacional de Vacinação pela primeira vez em fevereiro de 2024. Embora exista a vacina, o controle do vetor *Aedes aegypti* é o principal método para a prevenção e controle da dengue e de outras arboviroses urbanas, seja pelo manejo integrado de vetores ou pela prevenção pessoal dentro dos domicílios. Períodos fora da sazonalidade da doença requerem ações preventivas que devem ser adotadas. É o momento ideal para manutenção de medidas que visem impedir epidemias futuras (Ministério da Saúde, 2024).

2.5 Conceitos atuais de imunologia

Segundo Teixeira e colaboradores (2016), a Imunologia foi desenvolvida sob a noção de que o sistema imunológico existe apenas para combater patógenos. Entretanto, recentemente, a descoberta de interações com a microbiota comensal, que são essenciais para a saúde humana, iniciou uma mudança nesse antigo paradigma. O sistema imunológico tem papéis fisiológicos importantes que vão muito além da defesa do hospedeiro. As respostas imunológicas e inflamatórias compartilham a propriedade central da percepção, definindo o sistema imunológico também como um sistema sensorial. O modo como o sistema imunitário recolhe,

analisa e armazena informação, ao mesmo tempo em que cria uma identidade própria, colocando-o em estreita relação com o sistema nervoso sugere que esses sistemas podem ter uma profunda ligação evolutiva.

Para Harvill (2013), a imunologia compreende o estudo do sistema imunológico e suas propriedades funcionais, incluindo respostas inatas e adaptativas, memória imunológica e a relação entre o sistema imunológico e as doenças. O dogma atual afirma que uma resposta imune é induzida pelo reconhecimento de padrões moleculares que desencadeiam uma resposta rápida do compartimento inato, que, por sua vez, estimula o desenvolvimento da imunidade adaptativa. Esse mecanismo tem sido extensivamente estudado no contexto de infecção e lesão, a partir do qual foi inferida a compreensão atual do sistema imunológico.

Descobertas recentes demonstram um papel do sistema imunológico em contextos fisiológicos, incluindo a interação com a microbiota bacteriana na gravidez, no metabolismo, na função orgânica, na homeostase óssea, no exercício e na senescência, o que sugere que as funções do sistema imunológico vão muito além da defesa do hospedeiro (Fagundes *et al.*, 2012).

Matzinger (1994) parte da premissa que a inflamação compartilha componentes biológicos com a resposta imune, e vice-versa, e o sistema imunológico deve ser capaz de responder a diferentes estímulos. Mais importante, essa premissa permite que o sistema imune seja responsivo a estímulos derivados das células e tecidos do hospedeiro e não apenas de patógenos.

A capacidade do sistema imunológico de interagir depende de sua capacidade de perceber e gerenciar informações. Com base nas interações benéficas hospedeiro-microbiota, McFall-Ngai (2007) propôs que a imunidade adaptativa evoluiu em parte para reconhecer e gerenciar comunidades complexas de micróbios benéficos, que conferem adaptabilidade e ganho de função ao hospedeiro.

De acordo com Bosch (2014), Medzhitov (2012) e Xu e colaboradores (2015), a compreensão do sistema imunológico mudou drasticamente na última década. Um paradigma homeostático de imunidade já é aceito por uma parcela significativa da comunidade científica, e novas ideias, como a tolerância a doenças, acrescentam perspectivas interessantes ao campo. Assim, descobertas recentes sugerem que o sistema imunológico também mantém interações vírus-hospedeiro.

À medida que o papel do sistema imunológico no suporte às interações hospedeiro-microbiota foi consolidado, os cientistas agora se voltam para o papel do sistema imunológico em outros processos ou sistemas biológicos, como o metabolismo e o sistema nervoso. O campo

da neuroimunologia mostra-se promissor, pois os sistemas imunológico e nervoso parecem intimamente relacionados em função, interação e evolução (Teixeira *et al.*, 2016).

2.6 Concepções alternativas em imunologia

Segundo Carrascosa (2005), as concepções alternativas também denominadas conhecimentos prévios são os conhecimentos construídos pelos alunos sobre determinado tema ou assunto. Essas concepções são construções pessoais que vão sendo desenvolvidas, muitas vezes de forma errônea, através das relações e interações estabelecidas no meio social com outras pessoas ou até mesmo na escola por meio de respostas equivocadas do professor para facilitar a compreensão de um determinado conceito com a vivência pessoal desses alunos.

De acordo com Barreto e Teixeira (2013), estudantes que acabaram de ingressar na universidade apresentam concepções equivocadas sobre a função do sistema imunológico, respondendo que ele atua apenas como condição de defesa e apenas contra agentes infecciosos. Além disso, grande parte dos estudantes, investigados em um estudo com calouros, não consegue compreender a organização do sistema imunológico e 22% dos estudantes entrevistados considera que ele é constituído somente por células, em detrimento de órgãos. Outra resposta dada pela maioria dos alunos entrevistados, e considerada inadequada, é sobre a função dos anticorpos. Eles afirmam que a função dos anticorpos é destruir os antígenos. Sendo assim, esse trabalho visa abordar essas concepções, além da especificidade, memória imunológica e seleção clonal, na construção de uma sequência didática sobre Imunologia para o Ensino Médio.

No Ensino de Biologia, são constantes os vários desafios e barreiras no processo de ensino-aprendizagem, visto que essa disciplina é de grande complexidade e envolve um grande volume de conteúdo (Quintans, 2009). Quintans (2009) relata que os assuntos que estão presentes no cotidiano das pessoas algumas vezes são pouco explorados em sala de aula, como por exemplo, no Ensino Médio, em que o estudo do sistema imunológico não é aprofundado, permitindo que diversas concepções equivocadas sejam obtidas pelos alunos.

Castro e Bejarano (2013) relatam que identificar os conhecimentos prévios que os estudantes possuem pode ser um importante mecanismo de articulação entre as ideias existentes que, embora não sejam corretas, podem servir de base para que haja aquisição de novos conhecimentos. Isso leva os alunos a perceberem que as suas convicções pode não fazer sentido ao se depararem com o conhecimento científico.

Identificar os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes, resultantes da sua vida cotidiana, pode ser uma importante ferramenta à medida que facilita a mediação do conteúdo e de conceitos pelo professor no momento de planejar suas aulas. Além disso, a identificação de tais conhecimentos promove uma articulação entre as ideias existentes que, embora não sejam corretas, podem servir como base para a aquisição de novos conceitos (Castro; Bejarano, 2013). Nesse sentido, Andrade e colaboradores (2016) ressaltam a importância de se conhecer as concepções dos alunos acerca do tema para o seu desenvolvimento e aprendizagem, pois o “conhecimento é construído na escola e fora dela socialmente e historicamente” (p.2) Assim, os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo devem ser vistos pelo docente como um fator que influencia a aprendizagem do aluno. De acordo com Oliveira e colaboradores (2016, p. 261),

[n]o ensino da Biologia ainda são muito comuns as aulas tradicionais nas quais o professor tem os objetivos voltados para o que se considera como transmissão do conteúdo e os alunos, por sua vez, permanecem preocupados com a recepção das informações, que parecem verdades absolutas. Em função dos diferentes ramos abrangidos pela Biologia, os professores geralmente buscam suprir as dificuldades existentes por meio de aulas expositivas, complementando com outras modalidades didáticas para que o ensino não estimule apenas a memorização. Para uma melhor abordagem dos conteúdos da Biologia é necessário prioritariamente um comprometimento por parte dos professores na tentativa de superar algumas dificuldades de aprendizagem por meio de alternativas didáticas que possam tornar as aulas mais agradáveis e interessantes.

As disciplinas de Ciências e Biologia nem sempre despertam interesse nos alunos em vista da sua complexidade e da grande quantidade de conteúdo que, na maioria das vezes, é ensinado de forma que o aluno não consegue compreender os conceitos. Entretanto, o ensino deve ser capaz de oferecer possibilidades para o aluno se apropriar do conhecimento que é imprescindível para o homem (Silveira, 2013). Uma dessas possibilidades, por exemplo, acontece através da problematização de conceitos. Problematizar envolve formular problemas diferentes daqueles que os alunos estão acostumados a elaborar, de forma a proporcionar oportunidades para que novos conhecimentos sejam construídos. Não se trata de propor questões que possibilitem a aplicação de conceitos estudados anteriormente, mas de criar condições para a aprendizagem de novos conteúdos (Delizoicov, 2001).

Para Sasseron (2008), o planejamento de uma investigação deve levar em consideração os materiais oferecidos e/ou solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação e o gerenciamento da aula que inclui, sobretudo, o incentivo à participação dos alunos nas atividades e discussões.

Assim, o presente trabalho de conclusão de mestrado propõe o desenvolvimento de uma sequência didática (SD) com viés investigativo sobre as concepções alternativas sobre a dengue,

para dar mais autonomia aos estudantes na busca de seu conhecimento. Ao final dessa, utilizamos um questionário de sondagem a fim de termos indícios do grau de interesse dos alunos ao longo da SD e se foi possível instigá-los.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Construir e avaliar uma sequência didática com viés investigativo que confronte concepções alternativas em Imunologia, usando como fenômeno de ancoragem a resposta imune contra a dengue.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos do Ensino Médio Integrado sobre resposta imune;
- Construir uma sequência didática que envolva a alfabetização científica dos estudantes, por meio da análise de fenômenos biológicos;
- Elaborar uma sequência sobre circulação de linfócitos e seleção clonal de forma contextualizada para os alunos do Ensino Médio;
- Adicionar o viés investigativo à sequência, propiciando a elaboração de hipóteses, a observação e análise crítica de dados e evidências no processo de aprendizagem;
- Proporcionar, através da sequência construída, a investigação de uma situação problema e aplicação do conhecimento científico para entender o fenômeno e as implicações desse conhecimento na produção de produtos biotecnológicos;
- Avaliar a aplicabilidade do quebra-cabeça colaborativo em relação à assimilação do conteúdo e permanência das concepções alternativas após sua aplicação;
- Propor o uso de recursos didáticos de fácil acesso como ferramenta pedagógica no sentido de facilitar o envolvimento e compreensão dos estudantes na construção, avaliação e justificativa de conclusões de situações-problema sob uma perspectiva científica.

4 METODOLOGIA

4.1 Metodologia da pesquisa

Para alcançar os objetivos de ensino, primeiramente foi proposta a construção, aplicação e avaliação de uma sequência didática investigativa (SDI) cujo foco foi a resposta imune contra a dengue como fenômeno da ancoragem para abordar concepções alternativas de Imunologia no Ensino Médio.

Segundo a BNCC, a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Dentre as habilidades de ciências da natureza previstas na BNCC que poderiam ser desenvolvidas nas atividades propostas, destacam-se as EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT303. Essas competências, que apontam várias propostas de habilidades a serem desenvolvidas com os educandos, foram englobadas durante o desenvolvimento desta SD. São elas:

- (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 (BNCC, 2017).
- (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 (BNCC, 2017).
- (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 (BNCC, 2017).

4.2 O contexto da escola de desenvolvimento da pesquisa

A Sequência Didática foi aplicada em uma escola pública estadual pertencente à cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, que dispõe atualmente de 20 professores, 18 funcionários e

130 alunos frequentes nos turnos vespertino e à noite.

A escola possui uma infraestrutura composta por 12 salas de aula, 4 laboratórios de informática, 3 laboratórios de Análises Clínicas, 1 laboratório de Enfermagem, 1 laboratório de Multimídia. No subsolo fica localizada a copa, a sala dos professores, a cantina, o espaço de convivência dos alunos e o laboratório de Enfermagem. No térreo fica localizada a secretaria, os laboratórios de Análises Clínicas, a biblioteca e as salas de aula dos cursos de Análises Clínicas e Enfermagem. No primeiro andar ficam localizados os laboratórios de Informática e Multimídia e as salas de aula dos respectivos cursos. No terceiro andar fica a sala da coordenação/supervisão e gerência. Todos os andares possuem banheiros masculino e feminino.

A unidade escolar funciona no período da tarde com o Ensino Médio Técnico e à noite para os cursos de Formação Continuada (FIC), além da modalidade em Ensino à Distância (EaD). O acesso ao Curso Técnico em Análises Clínicas é realizado por meio do Programa Nacional de Acesso ao Emprego (Pronatec), inclusive na modalidade Mediotec. Todo o processo de inscrição é gerido pelo Ministério da Educação e pela Secretária Estadual de Educação (SEE), devendo o aluno interessado cumprir os requisitos disponibilizados em edital próprio. Para participar do Pronatec, o aluno deve ter concluído o Ensino Médio e, na modalidade Mediotec, ele deve estar cursando o Ensino Médio regular e ter dezesseis anos completos.

A comunidade escolar é muito diversificada, pois a escola fica localizada no bairro Funcionários, que possui fácil acesso aos meios de transporte. Sendo assim, os estudantes que frequentam a escola pertencem a várias regiões da cidade, incluindo a região metropolitana. O bairro Funcionários é uma referência cultural e histórica no Brasil. É uma região nobre localizada na zona centro-sul de Belo Horizonte. É um dos bairros mais charmosos, tradicionais e bem localizados da cidade, vizinho dos bairros Savassi, Santa Efigênia, São Lucas e Lourdes. É um bairro mineiro cheio de fragmentos históricos e ruas arborizadas. Possui uma localização privilegiada com a presença de comércio local com facilidade para os moradores, muitas opções de lazer, bares, restaurantes e atrações culturais, além de centros de compras, galerias de artes, farmácias, agências bancárias, serviços médicos, academias e fácil acesso para várias avenidas no entorno.

Figura 1- Localização da Escola na qual a SD foi desenvolvida



Fonte: Arquivo da pesquisadora

A maioria dos alunos matriculados na escola pertencem à região metropolitana de Belo Horizonte (Ribeirão das Neves, Vespasiano, Ibirité, Sarzedo, Betim e Contagem). Muitos saem de suas casas por volta das cinco horas da manhã e só retornam por volta das dezenove horas.

A professora-pesquisadora trabalha na docência desde 2002, dando aulas de biologia para turmas do Ensino Médio e Técnico em escolas estaduais. Nessa escola, especificamente, atua desde 2006 nos turnos da manhã e da noite, em sala de aula e na orientação do curso técnico de Análises Clínicas.

4.3 Desenvolvimento da SDI, o recurso educacional deste TCM

A) Contextualização e levantamento de hipóteses

Os alunos assistiram a um vídeo com dados sobre a dengue no Brasil, a fim de instigar sua curiosidade e motivá-los a participar da aula. Os alunos foram divididos em grupos de quatro integrantes. Nesses grupos, uma pergunta norteadora foi distribuída para que os alunos elaborassem hipóteses: Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? As respostas e contribuições dos alunos foram registradas por cada grupo em folha separada.

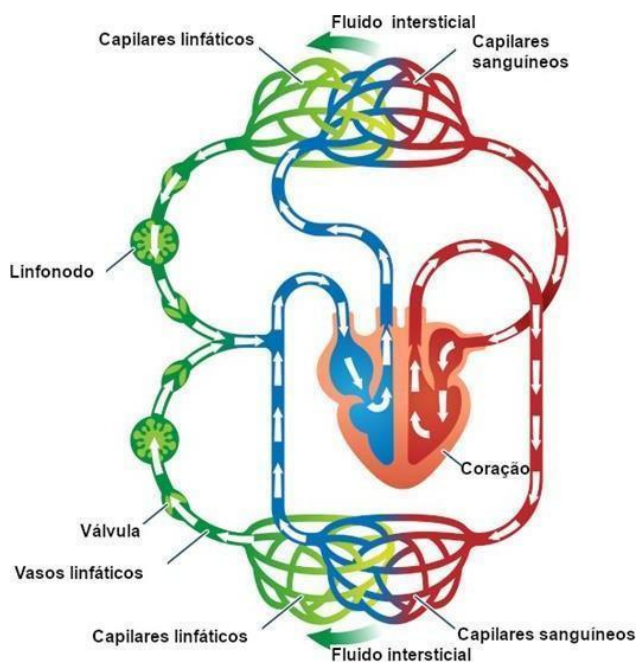
O objetivo dessa etapa da SD foi criar um momento propício para motivar os estudantes sobre o tema, possibilitar o levantamento de hipóteses (que podem ser confirmadas ou refutadas nas etapas seguintes), além de correlacionar o conteúdo do tema abordado com o cotidiano dos alunos e entender sua percepção acerca da dengue e do sistema imune. Esses dados foram arquivados para posterior comparação com os dados do questionário de mapeamento do

conhecimento. Esse último contém as mesmas questões específicas acrescidas de questões que tem como intenção avaliar a motivação gerada pela sequência (Center for Self Determination Theory, 2022).

4.4 Modelo didático da resposta imune a diferentes sorotipos de dengue

Um quebra-cabeça corporativo foi criado no laboratório FABTEC: espaço maker do Colégio Técnico da UFMG (Coltec), que conta com uma impressora de corte a laser no papel Paraná. O intuito do quebra-cabeça corporativo com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem suas concepções alternativas como, por exemplo, a de que o sistema imunológico é formado quase que exclusivamente por células, em detrimento de órgãos. Assim, uma simulação da circulação das células e do vírus da dengue inteiro (ou parte dele) pelos tecidos, linfa e sangue foi demonstrada de forma a permitir a visualização do sistema imune como um sistema integrado. A figura 2 mostra um esboço de um desenho que foi construído para simular a circulação de linfócitos na resposta imune à dengue, usando papel Paraná.

Figura 2 – Esboço da circulação do sistema para simular a resposta imune contra a dengue



Fonte: Mundo Educação (2022)

Outro aspecto que foi abordado na simulação do quebra-cabeça colaborativo é a concepção dos estudantes de que, durante a infecção ou vacinação, os anticorpos são criados para uma determinada doença. Para contrapor essa noção, realizou-se uma simulação no

linfonodo da seleção clonal que foi diferente para cada sorotipo do vírus da dengue. Além disso, nessa simulação estavam presentes anticorpos que respondem a fragmentos do vírus, mostrando que os antígenos nem sempre são corpos ou agentes que provocam infecções.

Com relação à memória imunológica, Barreto e Teixeira (2013) mostram que os estudantes acreditam que ela é estabelecida pela produção de anticorpos no primeiro contato com o antígeno, que ficam armazenados no organismo até um próximo encontro com ele, o que leva a uma resposta rápida. Não há relação com a produção de células de memória.. Essas são outras concepções que avaliaremos para introduzir no roteiro estruturado.

A) Sistematização dos conhecimentos

Após o levantamento de hipóteses e a simulação da resposta imune contra a dengue aplicada com o roteiro estruturado, os estudantes foram reunidos em um grande grupo para realizarem uma discussão, mediada pelo professor, sobre as hipóteses levantadas.

Esta etapa consiste em sistematizar as informações levantadas de forma a confirmar ou refutar suas hipóteses. A pretensão é fornecer condições para que os alunos construam o conhecimento. Até mesmo as hipóteses que forem refutadas são importantes nessa construção, uma vez que as concepções equivocadas podem ser comparadas aos resultados encontrados.

B) Avaliação da aprendizagem coletiva e individual

Como produto final os alunos escreveram duas cartas. Uma carta foi redigida pelo grupo e encaminhada à direção da escola. A carta foi escrita com base em uma indagação hipotética da direção de que uma professora da escola, que estava grávida, estava com receio de estar com zika, já que o resultado do teste no posto de saúde demonstrou que ela apresentava dengue. Os estudantes deveriam explicar porque, apesar da zika e dengue serem da mesma família de vírus, do gênero *Flaviviridae*, quem tem resultado positivo no teste rápido para dengue não necessariamente tem zika. Os alunos precisaram explicar como os anticorpos são produzidos e usados no teste. A segunda carta foi escrita individualmente e endereçada a um amigo com explicações do porquê de ele ainda ter que se proteger contra a dengue, mesmo tendo apresentado a doença no ano passado. Os alunos tiveram que explicar como acontece a resposta imune a um sorotipo da dengue.

As cartas foram trocadas entre os pares para avaliação ética, na qual o leitor analisou se o texto é adequadamente respeitoso e gentil, a fim de não provocar desconforto e dupla

interpretação ao ser recebida. Finda essa reestruturação, elas foram encaminhadas a seus destinatários e, posteriormente, expostas em um mural da escola ou em um site na internet.

4.5 Resumo das etapas da SD

Todas as etapas da SD, bem como seu tempo de duração, as atividades desenvolvidas e os objetivos encontram-se resumidos no Quadro 1.

Quadro 1: Resumo das etapas da SD

Etapa da sequência	Aulas	Atividade desenvolvida	Objetivo	Formas de coleta dos dados para posterior análise
Contextualização e levantamento de hipóteses	1 aula	Vídeo, discussão entre os pares e levantamento de hipóteses	Motivar sobre o tema abordado e levantar hipóteses, além de relacionar o conteúdo do tema ao cotidiano dos alunos	Gravação de áudio, registro em folha separada pelos estudantes e diário de bordo da professora
Simulação	2 aulas	Aplicação do quebra-cabeça colaborativo com roteiro estruturado	Permitir que os alunos confrontem suas concepções alternativas.	Gravação de áudio, registro do produto da simulação e diário de bordo da professora
Elaboração de cartas	1 aula	Redação de carta	Estimular a participação ativa dos alunos e a construção do conhecimento	Entrega das cartas
Questionário de mapeamento do conhecimento	1 aula (20 minutos)	Aplicação do Questionário de mapeamento	Verificar por meio do questionário se houve eficácia no que se refere ao conhecimento	Entrega do questionário

		do conhecimento	sobre o Tema abordado	
--	--	--------------------	--------------------------	--

4.6 Análise de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de atividades (elaboração de hipóteses e questionário de mapeamento do conhecimento) e observações devidamente registradas – diário de bordo da professora e fotos – da execução de todas as etapas da SD.

O roteiro foi fonte de informação para registrar e interpretar as avaliações dos alunos. A interpretação dos dados obtidos durante a pesquisa foi analisada através de leituras do material produzido pelos estudantes. Foi realizada uma análise de conteúdo das cartas e conversas nos grupos organizada em torno de três polos:

1) Pré-análise: É a fase organizacional. Escolha dos documentos a serem analisados, formulação das hipóteses e dos objetivos e elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final.

2) Exploração de material: É a fase de administrar as decisões tomadas. Consiste em uma fase em que ocorrem operações de numeração ou descrição exata das características pertinentes do conteúdo abordado.

3) Tratamento de resultados, inferência e interpretação: Os resultados brutos são tratados de forma a serem significativos e válidos.

Os dados do estudo foram coletados por meio da aplicação de questionários, via *Google Forms*, e do material produzido pelos estudantes.

5 RESULTADOS

Ao refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem, considera-se importante que o conhecimento científico seja construído pelo educando a partir das relações dialógicas que ocorrem em sala de aula. A partir disto, é possível desenvolver a autonomia no estudante, constituindo-o como protagonista na construção de seu próprio conhecimento e para que isso ocorra deve-se romper com a visão simplista de que ensinar se restringe à memorização dos conteúdos (Freire, 2016).

Segundo Zabala (1998), o rompimento do ensino transmissivo deve levar em conta os aspectos da aprendizagem, gerados a partir de conceitos, procedimentos e atitudes. Além disso, a aprendizagem conceitual, os conteúdos e princípios abordados pelo professor devem ser trazidos para o mundo real das ideias, a fim de que se possa utilizá-lo para a interpretação de situações corriqueiras. Segundo Carvalho (2012), na aprendizagem de conceitos, as pesquisas já consolidaram a noção de que o estudante não é uma tábula rasa. Conforme a autora, “é importante que o professor, ao iniciar uma nova sequência didática, leve em consideração o que os alunos já sabem e construa os novos saberes” (Carvalho, 2012, p. 32).

Sendo assim, essa sequência foi construída a partir da avaliação, na literatura, de que os alunos deixam o Ensino Médio sem a compreensão de propriedades gerais do sistema imune, como o conceito concreto de memória, e, também, usando como fenômeno de ancoragem a dengue tão presente no dia-a-dia dos estudantes brasileiros.

O formato da SDI ocorreu seguindo os três momentos pedagógicos: problematização inicial (formulação de hipóteses a partir do conhecimento prévio), organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Segue abaixo o guia com atividades para o ensino de imunologia com foco no estudo da dengue - Recurso Educacional do TCM.

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INVESTIGATIVA**

**Quebra-cabeça colaborativo
da Resposta Imune contra a
dengue**



Produto do TCM de Ana Lúcia N. Hermógenes
Orientadora: Prof. Dra. Camila D. Lopes
PROFBIO/UFMG- 2024

ORIENTAÇÃO

Olá professor(a) !

Este material foi pensado e preparado para facilitar o processo de ensino-aprendizagem sobre concepções alternativas de Imunologia no ensino médio.

A sequência Didática Investigativa (SDI) foi planejada para cinco aulas, porém, poderá ser adequada e adaptada à sua realidade (escola, perfil dos alunos, disponibilidade de tempo e recursos, etc.).



Bom trabalho!



INTRODUÇÃO

Segundo Scarpa e Campos (2018) a Biologia pode ser uma das disciplinas escolares mais interessantes ou mais enfadonhas para os estudantes, dependendo do modo como ela for abordada. A motivação dos estudantes com os temas de ensino é um aspecto fundamental para a promoção da aprendizagem. Explorar os temas fazendo conexões com o cotidiano dos estudantes ou com os debates presentes na mídia é uma forma de gerar interesse levando ao envolvimento afetivo necessário ao engajamento nas atividades.

O processo de ensino-aprendizagem durante muitos anos esteve centrado no entendimento de que os alunos apenas recebiam o conhecimento passado pelos professores em um processo em que a memorização de fatos era priorizada em detrimento do raciocínio lógico, entretanto, ao longo dos últimos anos muitos estudos têm demonstrado que a aquisição de novos conceitos por parte dos alunos está diretamente relacionada as concepções prévias adquiridas por eles sobre determinados assuntos (SCARPA E CAMPOS, 2018).

A partir de observações de concepções alternativas apresentadas por estudantes recém ingressados na Universidade sobre a função do sistema imune é que surgiu a ideia de construir uma sequência didática para abordar concepções alternativas de Imunologia no Ensino Médio usando a resposta imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem.

ALINHAMENTO DA SD COM A BNCC

A Sequência Didática Investigativa (SDI) apresentada neste material está alinhada com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) propondo o desenvolvimento das 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.

Habilidade

.(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

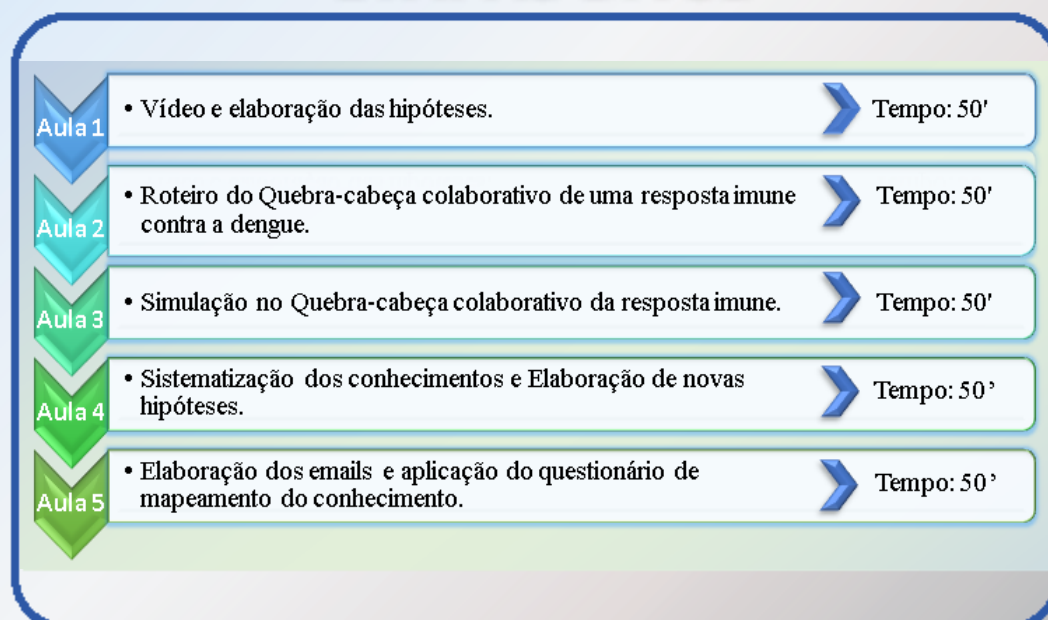
.(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações- problema sob uma perspectiva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

.(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.

CONCEITOS BIOLÓGICOS ABORDADOS NA SD

- Compreender o sistema imune como um sistema do corpo humano;
- Entender os níveis hierárquicos de composição dos seres vivos (anticorpo e célula);
- Entender o processo da seleção clonal;
- Compreender as características do sistema imune como especificidade e memória imunológica;
- Compreender o processo da circulação dos linfócitos pelos linfonodos;
- Aplicar os conhecimentos das características do sistema imune para fenômenos que podem ser observados no seu cotidiano;

ETAPAS DA SD



DESCRIÇÃO DE CADA ETAPA

Aula 1- Contextualização e levantamento de hipóteses

Objetivo da aula: gerar um momento propício para motivar os estudantes sobre o tema, além de fazer o levantamento de hipóteses sobre a memória imunológica.

Orientação para o Professor(a): Nesta aula, os alunos assistirão a um vídeo sobre a dengue intitulado: "Por que a vida do mosquito da dengue depende da nossa? Eis a questão".

Disponível em:

https://youtu.be/kfAafEi6SJo?si=4lr76_vekDVHgWD9.

Acesso em: 21 set. 2023 da tv UFJF no You Tube



"Por que a vida do mosquito da dengue depende da nossa? Eis a questão".

https://youtu.be/kfAafEi6SJo?si=4lr76_vekDVHgWD9.



Após a projeção do vídeo. Os estudantes deverão ser divididos em grupos de quatro integrantes para que através da pergunta norteadora possam elaborar hipóteses. A pergunta e espaço para a resposta estão na página a seguir.



Integrantes do Grupo

Nome: _____ Nome: _____

Nome: _____ Nome: _____

ELABORAÇÃO DAS HIPÓTESES

Grupos de quatro integrantes

Pergunta norteadora:



- Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

Justificativa argumentada - 1

Justificativa argumentada - 2

Aula 2 - Roteiro da simulação no quebra-cabeça colaborativo de uma resposta imune contra a dengue.

Objetivo da aula: O intuito do quebra-cabeça colaborativo com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem suas concepções alternativas acerca do sistema imunológico através de perguntas e recursos disponibilizados no roteiro.

Orientação para o Professor(a): Nesta aula, os estudantes continuarão nos mesmos grupos para responderem ao roteiro estruturado sobre a resposta imune contra a dengue (página a seguir).

É importante que o(a) professor(a) dê um suporte aos alunos com relação ao processo de preenchimento do roteiro, registro dos dados e formulação das hipóteses a partir da realização da simulação. Recomenda-se que o professor fique atento aos grupos em que os estudantes estão sem progresso ou parados e aborde o grupo nestes casos.



Os registros feitos pelos grupos deverão ser recolhidos pelo(a) professor(a) que deverá fazer um compilado de forma comparativa para a apresentação aos alunos na próxima aula, juntamente com outras evidências científicas.

Segue abaixo o roteiro estruturado para ser impresso pelo professor(a) e entregue aos estudantes!



Roteiro estruturado sobre a resposta Imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia no Ensino Médio.

A dengue é uma doença causada por vírus que é transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti* infecta 390 milhões de pessoas a cada ano no mundo inteiro (BHATT et al, 2013).

Imagine que um mosquito *Aedes aegypti* picou uma pessoa infectada pelo vírus da dengue DENV-1. O vírus DENV-1 multiplica-se no seu intestino médio e infecta outros tecidos e chega até as glândulas salivares do mosquito. Uma vez infectado o mosquito transmite durante o seu período de vida (FIOCRUZ, 2010). Este mesmo mosquito infectou Antônio (um personagem hipotético desta simulação) na mão, o corpo de Antônio está representado no seu tabuleiro.



Figura 1: Indivíduo sendo picado na mão por uma fêmea do mosquito *Aedes aegypti*.
Fonte: Pixabay,2019.

De acordo com Bach e Rice (2001), o vírus DENV-1 contém uma fita simples de RNA coberto por um capsídeo (camada externa contendo proteínas) que é cercado por um envelope (estrutura que reveste o vírus). O RNA codifica para uma proteína grande que é processada e gera três proteínas estruturais (capsídeo, envelope (E) e membrana (M) mais sete proteínas não estruturais (chamadas de NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B e NS5), veja a figura 2A.

Na nossa simulação o vírus DENV-1 é representado pela Figura 2B.

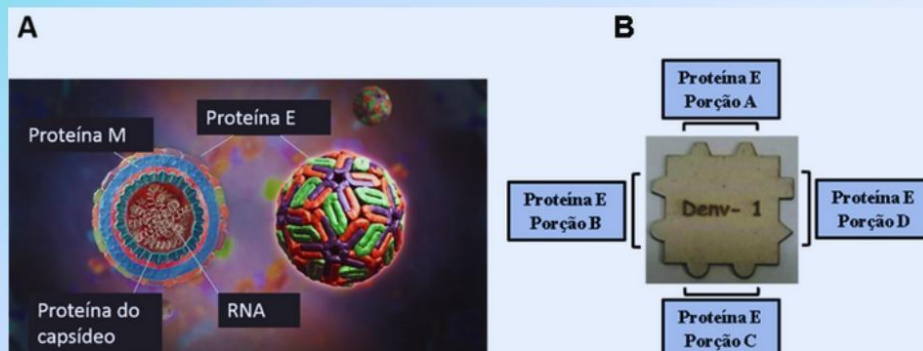


Figura 2: Representações do vírus da dengue. Em A, representação esquemática das localizações das proteínas estruturais e do RNA do vírus. Em B, uma peça da simulação que corresponde ao vírus DENV-1 com a representação das mesmas proteínas.
 Fonte: Figura 2 A-Girish Khera,Scientific Animations/Wikimedia Commons.

A proteína do envelope (E) ajuda a entrada viral nas células que ele infecta e estas proteínas são o principal alvo de anticorpos após infecção e vacinação.

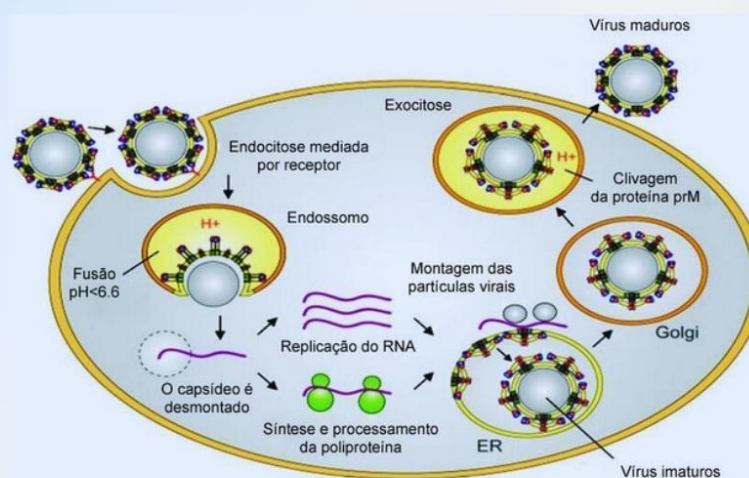


Figura 3: Ciclo replicativo do DENV. As partículas virais se ligam aos receptores na superfície da célula e são transportados para dentro da célula (endocitose). Ocorre a fusão do endossoma com o envelope viral, levando a liberação do capsídeo. O RNA viral é replicado e traduzido em uma proteína grande no citoplasma. No retículo endoplasmático, ocorre a produção e maturação de novas partículas virais que são liberadas para o exterior através da membrana da célula.
 Fonte: BORGES; CONDE; MENEZES, 2017.

O vírus da dengue apresenta 4 sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. A proteína do envelope (proteína E) tem cerca de 495 aminoácidos. Na figura 4, está a sequência dos aminoácidos de 1 a 60 da proteína E, de cada um dos sorotipos da dengue. A sequência de aminoácidos está representada por letras.

DEN-1	MRCVGI GN RDFVEGLSGATWVDVVLEHGSCVTTMAKDKPTLDI ELLKTEVTNPAVLRKLC 60
DEN-2	MRCIGISNRDFVEGVSGGSWVDIVLEHGSCVTTMAKNKPTLDFELIKTEAKQPATLRKYC 60
DEN-3	MRCVGVGNRDFVEGLSGATWVDVVLEHGGCVTTMAKNKPTLDIELQKTEATQLATLRKLC 60
DEN-4	MRCVGVGNRDFVEGVSGGAWVDLVLEHGGCVTTMAQCKPTLDFELTKT TAKEVALLR TYC 60

Figura 4: Alinhamento múltiplo da proteína E dos quatro sorotipos do vírus da dengue. Fonte: ResearchGate.

1) Marque na imagem com caneta marca texto (amarela) os aminoácidos (representados por letras) que são iguais na sequência da proteína E em todos os sorotipos.

2) As sequências de aminoácidos da proteína E são idênticas nos diferentes sorotipos?

No nosso modelo também existem porções idênticas e não idênticas entre as proteínas E nos diferentes sorotipos de dengue. Observe na figura 5.

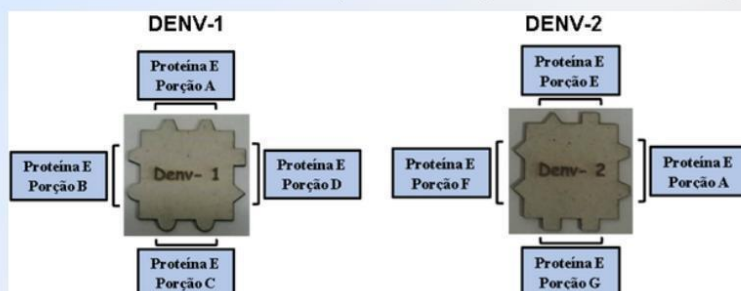


Figura 5: Em A, a peça da simulação que representa DENV-1 e, em B, a peça que representa DENV-2. Observe que a porção B e D da proteína E são idênticas em formato nos 2 sorotipos, enquanto a porção A, C, E e F são diferentes.

Humanos podem adquirir infecção sintomática por DENV mais do que uma vez na vida devido à circulação de quatro sorotipos distintos, DENV1, DENV2, DENV-3 e DENV4, que torna o combate a esta doença complexo.

A infecção por DENV-1 começa com uma picada do mosquito no Antônio. Na figura 6, está representado um gráfico com o tempo e algumas alterações no corpo de Antônio após a picada do mosquito (veja no dia -5, a indicação de picada do mosquito).



Figura 6: Evolução temporal da infecção aguda e resposta imune durante a infecção sintomática pelo vírus da dengue.

Fonte: FRIBERG et al.,2011.

- A) Procure com seus colegas o significado de viremia e escreva aqui.
- B) Após quantos dias da picada o pico da curva de viremia foi atingido?
- C) A febre é uma elevação normal da temperatura que ocorre como fator de proteção de uma infecção. Quantos dias levou para aparecer a febre em Antônio após a picada?
- D) Elabore uma hipótese para explicar esta demora.
- E) E as células e anticorpos do sistema imune do indivíduo? Quantos dias após a picada do mosquito eles começaram a aparecer?

Vamos fazer uma simulação no quebra-cabeça colaborativo entregue para vocês, faça a viremia acontecer no local da picada do mosquito que vocês escolheram com o sorotipo correspondente a picada. Durante a resposta inicial, os vírus existentes no local da infecção, e fragmentos deles (como a proteína E, veja figura X), são captados pela linfa até linfonodos mais próximo do local da infecção. Localizem o linfonodo mais próximo da picada e transportem estes componentes até lá.

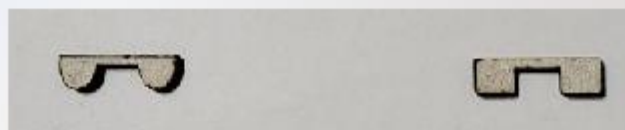


Figura X: Proteína E em fragmentos.

Pelos linfonodos passam os linfócitos B e T. Vamos focar aqui nos linfócitos B, mas saiba que também existem células T. Cada linfócito B que carrega um anticorpo diferente na sua superfície é chamado de clones. Veja que a simulação tem diferentes clones de linfócitos (Figura Y).

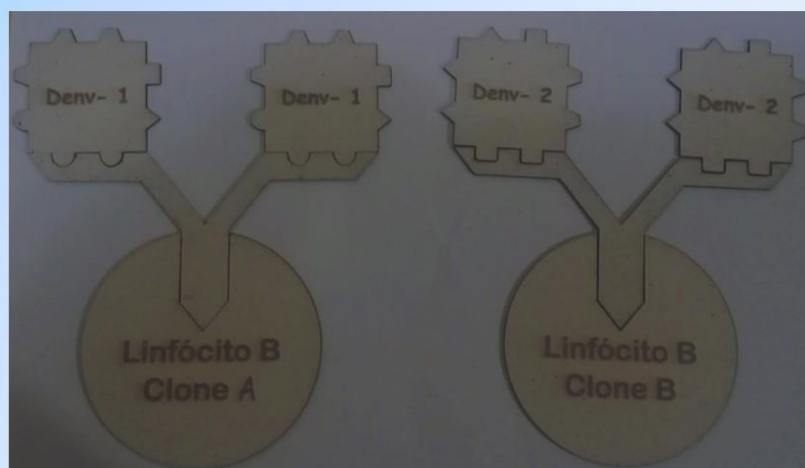


Figura Y: Clones dos Linfócitos B.

Os clones de linfócitos estão circulando nos linfonodos e podem ter contato com o antígeno (vírus ou fragmentos da proteína E). Este processo de circulação dos clones é chamado de circulação de linfócitos. Prepare neste linfonodo os clones de linfócitos disponíveis na sua simulação.

- A) Quais clones reconhecem o DENV-1?
- B) Todos os clones reconhecem DENV -1? Para que existem tantos clones?
- C) Todos os clones que reconhecem DENV-1, reconheceriam também o DENV-2?

Existem duas características muito conhecidas da resposta imune:
Especificidade: o sistema imunológico reconhece os diversos antígenos e produz uma resposta imunológica específica para cada um deles.
Diversidade: o sistema imune é capaz de reconhecer milhares de antígenos diferentes e produzir uma resposta adequada para cada um deles.

Explique através da simulação como o sistema imune é específico e diverso?

Depois do reconhecimento dos clones contra o sorotipo DENV-1, chamado de seleção clonal, acontece a proliferação e diferenciação dos clones selecionados. Estas células se multiplicam e ao se diferenciar (em plasmócitos) passam a liberar o anticorpo para fora da célula. Estes anticorpos podem entrar na circulação e ir até o local da infecção (célula de memória).

Faça a proliferação dos clones e liberação dos anticorpos na circulação e o caminho para a neutralização do vírus dentro do organismo.

A memória imunológica ocorre porque cada exposição a um antígeno gera células de memória de vida longa específicas para o antígeno. As células de memória se acumulam e se tornam mais numerosas que os linfócitos que nunca entraram em contato com um dado antígeno (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI,2023,p.5).

Antônio foi novamente picado pelo mosquito da dengue, só que agora a infecção foi por DENV-2. Na figura 7, está representado um gráfico com o tempo e algumas alterações que ocorreram no corpo de Antônio após a picado do mosquito.

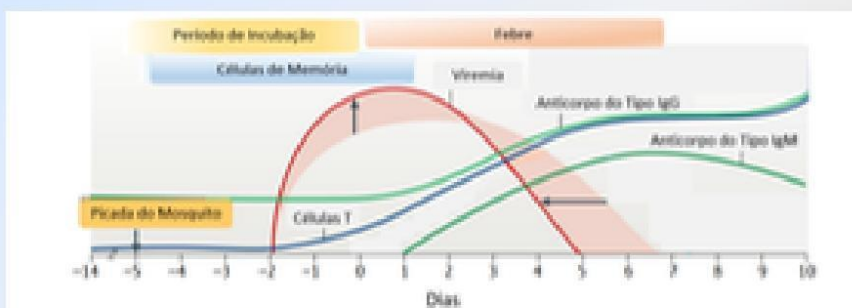


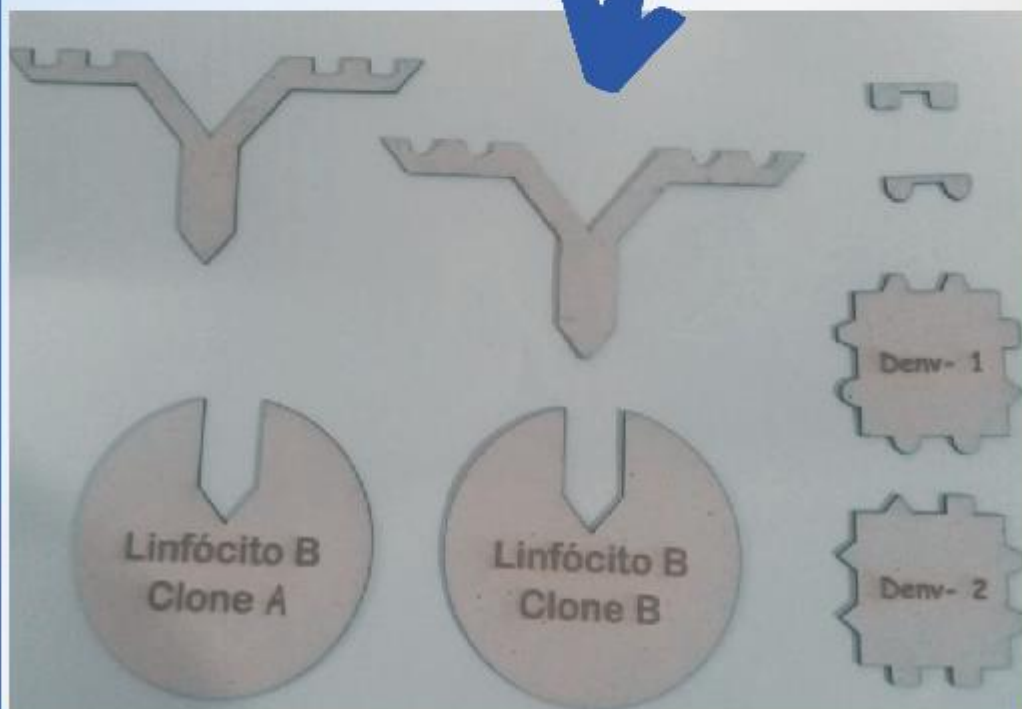
Figura7: Evolução temporal da resposta imune a uma segunda infecção pelo vírus da dengue. Fonte: FRIBERG et al.,2011.

Observe as linhas em vermelho e verde. A linha em vermelho representa a viremia e a linha em verde a produção de anticorpos.

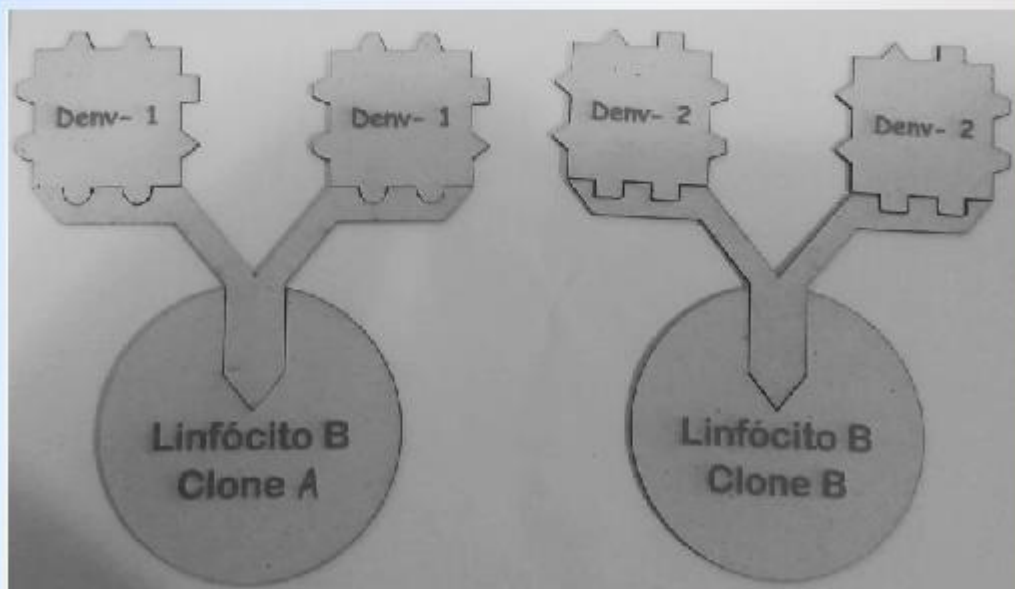
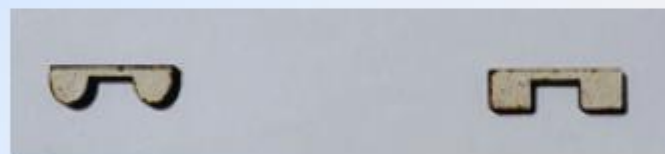
- Comparando com a primeira infecção (com a DENV-1), a viremia encerra antes ou depois?
- Faça a seleção clonal para o vírus DENV-2 (repita os passos anteriores).
- Os clones de linfócitos selecionados são os mesmos?
- O que poderia explicar uma pessoa apresentar novamente todos os sintomas da dengue quando ela é infectada com um sorotipo diferente?

Peças do quebra-cabeça colaborativo para impressão e entrega aos estudantes

Segue abaixo as peças utilizadas na simulação.
As peças podem ser impressas pelo professor(a) em cartolina, EVA ou papel Paraná.



Peças do quebra-cabeça colaborativo

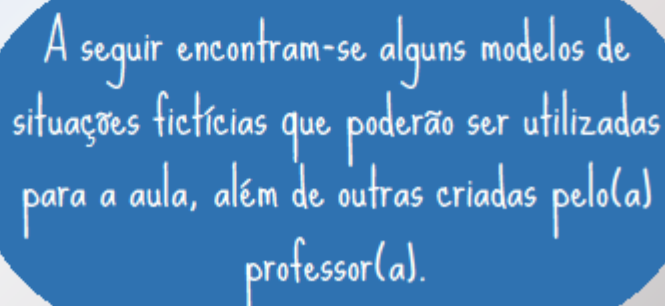


Aulas 3 -Simulação no quebra-cabeça colaborativo

Objetivo da aula: O intuito do quebra-cabeça colaborativo com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem suas concepções equivocadas.

A simulação será feita pelos mesmos grupos que responderam ao roteiro estruturado e as contribuições dos alunos serão registradas por cada grupo em folha separada.

Orientação para o professor(a): Nesta aula os alunos farão a simulação seguindo os passos contidos no roteiro estruturado com a utilização das peças que serão entregues pelo professor(a). Propor situações fictícias sobre seleção clonal e resposta imune.



A seguir encontram-se alguns modelos de situações fictícias que poderão ser utilizadas para a aula, além de outras criadas pelo(a) professor(a).

Aulas 3 - Simulação no quebra-cabeça colaborativo

Situação 1

Vamos fazer uma simulação no quebra-cabeça colaborativo entregue para vocês, faça a viremia acontecer no local da picada do mosquito que vocês escolheram com o sorotipo correspondente a picada. Durante a resposta inicial, os vírus existentes no local da infecção, e fragmentos deles (como a proteína E, veja figura X), são captados pela linfa até linfonodos mais próximo do local da infecção.

Localizem o linfonodo mais próximo da picada e transportem estes componentes até lá.

Orientação: Cada etapa da simulação no quebra-cabeça colaborativo deve ser fotografada pelos alunos.



Aulas 3 - Simulação no quebra-cabeça colaborativo

Situação 2

Depois do reconhecimento dos clones contra o sorotipo DENV-1, chamado de seleção clonal, acontece a proliferação e diferenciação dos clones selecionados.

Estas células se multiplicam e ao se diferenciar (em plasmócitos) passam a liberar o anticorpo para fora da célula. Estes anticorpos podem entrar na circulação e ir até o local da infecção (célula de memória).

Faça a proliferação dos clones e liberação dos anticorpos na circulação e o caminho para a neutralização do vírus dentro do organismo.

Os alunos poderão trabalhar em trios ou grupos maiores, conforme a realidade da turma.

O roteiro estruturado contendo a simulação poderá ser impresso e entregue aos alunos.



Aula 4- Sistematização dos conhecimentos.

Objetivo da aula: Consiste em sistematizar as informações levantadas de forma a confirmar ou refutar suas hipóteses.

Ela pretende fornecer condições para que os alunos construam conhecimento, e até mesmo as hipóteses que forem refutadas, também são importantes nesta construção, uma vez que as concepções equivocadas podem ser comparadas com os resultados encontrados.

Orientação para o Professor(a): Nesta aula, os alunos em grupos reformularão as hipóteses a cerca da pergunta norteadora.

Os estudantes deverão ser divididos em grupos de quatro integrantes para que através da pergunta norteadora possam elaborar hipóteses. A pergunta e espaço para a resposta estão na página a seguir.



Integrantes do Grupo

Nome: _____ Nome: _____

Nome: _____ Nome: _____

NOVA ELABORAÇÃO DAS HIPÓTESES

Após a simulação no quebra-cabeça colaborativo com roteiro estruturado, elabore uma nova hipótese para a pergunta norteadora.

Grupos de quatro integrantes.



Pergunta norteadora:

- Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

Justificativa argumentada - 1

Justificativa argumentada - 2

Aula 5- Elaboração dos Emails

Objetivo da aula: Estimular a participação ativa dos alunos e a construção do conhecimento.

Orientação para o Professor(a): Nesta aula os alunos devem escrever dois emails baseados em situações fictícias sobre a resposta imune contra a dengue.



A seguir encontram-se alguns modelos de situações fictícias que poderão ser utilizadas para a aula, além de outras criadas pelo(a) professor(a).



Situação 1

O email deverá ser redigido baseado em uma indagação hipotética da direção de que uma professora da escola, que estava grávida, estava com receio de estar com zika, já que o resultado do teste no posto demonstrou que ela apresentava dengue. Os estudantes deverão explicar porque apesar da zika e dengue serem da mesma família de vírus, do gênero Flaviviridae, quem tem resultado positivo no teste rápido para dengue, não necessariamente, tem zika.

Os alunos deverão explicar como os anticorpos são produzidos e usados no teste.

O espaço para que os estudantes possam escrever a mensagem está na página a seguir.

*O email deverá ser escrito em grupo.
As respostas e contribuições dos alunos serão registradas por cada grupo em folha separada.*

DICA

Situação 2

O email deverá ser enviado a um amigo, explicando o porquê ele ainda deve se proteger contra dengue mesmo tendo apresentado a doença no ano passado.

O aluno deverá explicar ao amigo, como acontece a resposta imune a um sorotipo da dengue.



O e-mail deve ser escrito individualmente.

DICA

O espaço para escrever o email está na página a seguir.

Os emails serão trocadas entre os pares para avaliação ética, onde o leitor analisará se o texto é adequadamente respeitoso e gentil, afim de não provocar desconforto e dupla interpretação ao ser recebida.

Finda essa reestruturação, devem ser encaminhadas a seus destinatários e, posteriormente, expostas em um mural da escola ou em um site na internet.



Aplicação do questionário de Mapeamento do conhecimento.

Os alunos responderão individualmente ao questionário que tem como objetivo verificar se houve eficácia no que se refere ao conhecimento sobre o tema abordado.

Segue o Questionário :



A Resposta Imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia no Ensino Médio.

Projeto de Mestrado - Ana Lúcia Nascimento Hermógenes

Questionário FINAL PÓS - ATIVIDADE

Identificação do(a) aluno(a): (opcional) _____

E-mail: _____

Matrícula: _____ Idade: _____

Você está sendo convidado (a), como voluntário (a), a participar da pesquisa:

"A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO FENÔMENO DE ANCORAGEM PARA ABORDAR CONCEPÇÕES EQUIVOCADAS DE IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO".

A pesquisa seguirá todos os preceitos éticos estabelecidos nas Resoluções 466/2012 e 510/2016, ambas do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFMG (CEP/UFMG) e a direção do COLTEC foi informada e consultada sobre a pesquisa, dando anuência para que este convite fosse encaminhado a você. Pedimos a sua autorização para a coleta dos seus dados sócio econômicos, a participação de um questionário investigativo sobre seus conhecimentos prévios sobre o sistema imunológico, motivação intrínseca e a gravação de áudio e imagens durante as aulas deste conteúdo. A utilização dos seus dados da pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa ou se você concordar em outros futuros.

Nesta pesquisa pretendemos "Construir e avaliar uma sequência didática com olhar investigativo para o ensino médio sobre a resposta imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia". "A presente pesquisa consiste em analisar uma sequência didática, através de avaliações críticas, com a finalidade de descrever como tal metodologia de ensino foi desenvolvida, bem como inferir se ela foi capaz de promover a aprendizagem dos alunos.

Para isso, vamos acompanhar o desenvolvimento de cada etapa da sequência didática, realizar registros pessoais contendo os pontos relevantes a serem relatados e descritos, e nossas impressões sobre a eficácia do método.

Além disso, inserimos na sequência didática, como primeira e última etapa, um pré e pós teste, respectivamente, a fim de comparar os resultados de ambos para obtermos dados qualitativos e quantitativos do processo de aprendizagem dos estudantes.

No decorrer da execução da sequência didática, pretende-se analisar se a metodologia de ensino é adequada e suficiente para alcançar seu objetivo, se há relação direta entre a dinâmica das atividades e a problematização, verificar se as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento das questões proposta, se promovem contextualização com os conteúdos a serem aprendidos e, por fim, se a dinâmica das atividades possibilita a participação ativa dos alunos. Além disso, será realizada uma análise de conteúdo das cartas e respostas nos grupos”.

Nestes grupos, perguntas norteadoras serão distribuídas para que os alunos elaborem hipóteses. 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.

Uma simulação em madeira será criada usando o laboratório FABTEC: espaço maker do Coltec, que conta com uma impressora de corte a laser e MDF para construção do material de simulação. O intuito da simulação com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem seus conceitos inadequados como, por exemplo, a de que o sistema imunológico é formado quase que exclusivamente por células, em detrimento de órgãos. Assim, uma simulação da circulação das células e o vírus da dengue inteiro (ou parte dele) pelos tecidos, linfa e sangue será demonstrada de forma a permitir a visualização do sistema imune como um sistema integrado.”

No momento da intervenção poderemos gravar em áudio e imagem e esperamos que você possa participar normalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: “A pesquisa apresenta riscos mínimos. A participação na atividade pode gerar sentimentos e sensações como estresse, constrangimento, ansiedade e entre outros, devido a experiência e exposições de ideias entre as interações sociais, onde o estudante passa de passivo para ativo”.

A pesquisa contribuirá para: “Proporcionar autonomia e conhecimento dos alunos através do método científico investigativo, propiciar condições para a construção de hipóteses, coleta e análise de dados e interação social. Proporciona a construção de argumentos científicos e consequentemente uma introdução na alfabetização científica”.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira, você terá que responder um formulário elaborado com questões relacionadas ao sistema imunológico. 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.

Para isso você poderá enviar um e-mail ao pesquisador (anahermogenes@yahoo.com.br). 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.

Na primeira seção do formulário, AQUI, será solicitado a você que coloque e-mail do seu responsável/tutor, além da sua matrícula. Isto não significa que você ou seus pais serão identificados na pesquisa; esse procedimento é necessário pois não temos outra maneira de confirmar o consentimento dos seus pais (ou responsável). Apesar dessa identificação inicial, informamos que o pesquisador responsável por esta pesquisa, entregou ao CEP/UFMG um Termo de Compromisso no qual garante a adoção de medidas para impedir a identificação de estudantes participantes da pesquisa ou de seus pais ou responsáveis, compromisso que reiteramos neste momento.

Declaro que fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa “A resposta Imune contra a dengue como evento apoiador para abordar conceitos inadequados de Imunologia no Ensino Médio” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Concordo que meus dados obtidos no questionário e nas gravações das aulas sejam utilizados somente para esta pesquisa.

Declaro que fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa “A resposta Imune contra a dengue como evento apoiador para abordar conceitos inadequados de Imunologia no Ensino Médio” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Concordo que meus dados obtidos no questionário e nas gravações das aulas 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.

Não concordo com a utilização dos dados obtidos nessa pesquisa.

Sobre o aluno

Gênero com o qual se identifica

- Mulher cis (se identifica com o gênero dado no nascimento)
 Homem cis (se identifica com o gênero dado no nascimento)
 Mulher trans (se identifica com o gênero diferente do dado no nascimento)
 Homem trans (se identifica com o gênero diferente do dado no nascimento)
 Não-binário (não se identifica exclusivamente com um gênero)
 Prefiro não dizer

Outro: _____

Onde concluiu o ensino fundamental?

- Escola Particular
 Escola Pública Municipal
 Escola Pública Estadual
 Escola Pública Federal

Sobre o ENEM:

- Estou fazendo cursinho
 Não estou me dedicando ao ENEM esse ano
 Estou estudando sozinho(a)

Qual curso superior pretendo fazer? Se não pretende fazer nenhum coloque nenhum como resposta.

Sua resposta: _____

Sobre nosso sistema imune:

Responda a pergunta abaixo com o máximo de detalhes possível.

Quem já teve dengue está imune à doença para sempre?

Sua resposta: _____

Responda seu grau de concordância com as seguintes afirmativas:

1) O sistema imunológico tem como componentes apenas os glóbulos brancos, macrófagos e anticorpos, não apresenta órgãos que compõe o sistema.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

2) Os anticorpos são células que se unem ao antígeno para impedi-lo de causar danos ao organismo.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

3) O anticorpo tem a função de destruir o antígeno, como uma bala de revólver.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

4) Em resposta infecção o corpo desenha e constrói anticorpos para determinada doença.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

5) Na memória imunológica, os anticorpos produzidos no primeiro contato com o antígeno, são armazenados no organismo até que encontrem novamente com o mesmo antígeno, possibilitando, então, uma ação rápida.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

6) Na memória imunológica, o corpo guarda a fórmula de responder o antígeno.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

7) Um mesmo anticorpo pode reconhecer diferentes sorotipos de um vírus.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

8) Um mesmo anticorpo pode não reconhecer diferentes sorotipos de um vírus.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

9) Podemos produzir mais de um tipo de anticorpo contra um agente infeccioso.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo

Discordo totalmente

10) O sistema imunológico tem como componentes apenas os glóbulos brancos, macrófagos e anticorpos, não apresenta órgãos que compõe o sistema.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

11) Os anticorpos são células que se unem ao antígeno para impedi-lo de causar danos ao organismo.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

12) O anticorpo tem a função de destruir o antígeno, como uma bala de revólver.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

13) Em resposta infecção o corpo desenha e constrói anticorpos para determinada doença.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

14) Na memória imunológica, os anticorpos produzidos no primeiro contato com o antígeno, são armazenados no organismo até que encontrem novamente com o mesmo antígeno, possibilitando, então, uma ação rápida.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

15) Na memória imunológica, o corpo guarda a fórmula de responder o antígeno.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

16) Um mesmo anticorpo pode reconhecer diferentes sorotipos de um vírus.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

17) Um mesmo anticorpo pode não reconhecer diferentes sorotipos de um vírus.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

18) Podemos produzir mais de um tipo de anticorpo contra um agente infeccioso.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo
 Discordo totalmente

Sobre a atividade

Classifique de 1 a 7 conforme apresentado a seguir. Sendo 1 para "Não verdadeiro" até 7 para "Muito verdadeiro"

1	2	3	4	5	6	7
Não é verdadeiro			Razoavelmente verdadeiro			Muito verdadeiro

- Em uma aula como esta, eu prefiro um material que realmente desafie para que eu possa aprender coisas novas.
- Acho que poderei usar o que aprendi nesta atividade em outra etapa da minha carreira acadêmica e/ou profissional.
- Se eu estudar de maneira adequada, serei capaz de aprender o conteúdo desta aula.
- Quando faço essa atividade, penso em como estou me saindo mal em comparação com outros alunos.
- Esta atividade foi divertida de fazer.
- Depois de trabalhar nessa atividade por um tempo, me senti muito competente.
- Eu me esforcei muito nessa atividade.
- Não me senti nem um pouco nervoso enquanto fazia esta atividade.
- Eu acredito que tive alguma escolha sobre fazer esta atividade.
- Acho que fazer esta atividade é útil para minha formação profissional.
- Em uma aula como esta, eu prefiro um material que desperta minha curiosidade, mesmo que seja difícil de aprender.
- Estou muito interessado na área de conteúdo desta atividade.
- É minha própria culpa se eu não aprender o conteúdo dessa aula.
- Quando faço essa atividade, penso nas consequências do fracasso.
- Achei que era uma atividade chata.
- Estou satisfeito com meu desempenho nesta tarefa.
- Não me esforcei muito para ir bem nessa atividade.
- Eu me senti muito tenso ao fazer essa atividade.
- Fiz essa atividade porque não tinha escolha.
- Eu acho que esta atividade é importante.
- A coisa mais gratificante para mim nesta atividade foi compreender o conteúdo da forma mais profunda possível.
- Acho que o material deste conteúdo foi útil para minha aprendizagem.
- Se eu me empenhar, entenderei o material desta aula.
- Tenho uma sensação desconfortável e fico chateado(a) quando faço essa atividade.
- Essa atividade não prendeu em nada minha atenção.
- Eu fui muito habilidoso nessa atividade.
- Era importante para mim me sair bem nessa tarefa.
- Eu estava ansioso enquanto trabalhava nesta tarefa.
- Eu senti que tinha que fazer essa atividade.
- Eu penso que fazer essa atividade pode me ajudar na compreensão do conteúdo.
- Quando eu tive oportunidade nessa aula, eu escolhi tarefas que eu possa aprender mesmo se elas não me garantam uma boa nota.
- Compreender o assunto desta aula é muito importante para mim.
- Se eu não entendi o material dessa aula, é porque não tentei o suficiente.
- Sinto meu coração acelerado quando faço essa atividade.
- Eu descreveria esta atividade como muito interessante.
- Essa era uma atividade que eu não consegui fazer muito bem.
- Eu não coloquei muita energia nessa atividade.
- Eu me senti pressionado enquanto fazia a atividade.
- Fiz essa atividade porque quis.
- Eu acredito que fazer esta atividade pode trazer um benefício para mim.

Sistematização coletiva dos conceitos trabalhados em sala de aula.

Objetivo da aula: Esta etapa consiste em sistematizar as informações levantadas de forma a confirmar ou refutar suas hipóteses. A pretensão é fornecer condições para que os estudantes construa o conhecimento, e até mesmo as hipóteses que forem refutadas, também são importantes nesta construção, uma vez que as concepções equivocadas podem ser comparadas com os resultados encontrados.

Orientação para o Professor(a): O professor(a) deverá imprimir um cartão de atividades para cada grupo. Depois da elaboração do produto, os grupos deverão apresentar para a sala toda e, em seguida, após escutar todos os grupos o professor deve reforçar as respostas corretas e fazer pontuações de forma a explicar os conceitos de imunologia.



Cartão de Atividade: e-mail:

Olá amigo, tudo bem com vc?

A dengue tem quatro sorotipos, portanto quando você contraiu a doença no ano passado, quando o vírus entrou no seu corpo, seu corpo construiu um anticorpo contra aquele sorotipo.

O anticorpo é uma proteína que é fabricada do zero no próprio sangue, sem a necessidade de células. Este anticorpo fica circulando para sempre no sangue.

Então se você for infectado com o mesmo vírus, ele estará lá pronto e imediatamente eliminará o vírus, sem apresentação de nenhum sintoma, como a febre por exemplo. Este anticorpo produzido não reconhece o outro sorotipo e aí quando você entrar em contato com um novo sorotipo é a mesma coisa de começar o processo todo novamente.

Por isso, se proteja!



Chave de respostas para o professor (a):

**DICA PARA O(A)
PROFESSOR(A)**



Segue abaixo um gabarito para avaliação das respostas dadas aos conceitos corretos sobre o email que está no cartão de atividade.

Frase incorreta do e-mail	Explique o conceito de forma correta
1. "...seu corpo construiu um anticorpo contra aquele sorotipo."	Após reconhecem a porção antigênica do sorotipo, as células contendo anticorpos específicos são ativadas e proliferam gerando clones idênticos e produzindo imunoglobulinas com a mesma especificidade para a porção antigênica inicial (Ou seja, ocorre a seleção clonal)
2. "O anticorpo é uma proteína que é fabricada do zero no próprio sangue, sem a necessidade de células."	São glicoproteínas solúveis capazes de se ligarem a antígenos, essas proteínas são produzidas pelos plasmócitos selecionados nos órgãos linfoides.
3. "Então se você for infectado com o mesmo vírus, ele estará lá pronto e imediatamente eliminará o vírus, sem apresentação de nenhum sintoma, como a febre por exemplo."	Na maioria dos casos, é necessário haver ativação e proliferação das células de memória levando a uma produção maior na quantidade de anticorpos específicos, e pode haver a apresentação de algum sintoma, como a febre por exemplo, decorrente do processo inflamatório.

AGRADECIMENTOS



Fundação de Inovação para o Trabalho em Minas Gerais



PROFBIO

Mestrado Profissional
em ensino de Biologia



REFERÊNCIAS

ABBAS, A.; LITCHMAN, A. e PILLAI, S. *Imunologia Celular e Molecular*. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 2023.

BHATT, S. et al. A distribuição global e a carga da dengue. *Natureza*, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013.

BORGES, R.M; CONDE, J.N; MENEZES, J.L. Estudo da interação entre as proteínas NS1 do vírus da dengue tipo2 e Plasminogênio Humano.2017.50f. Trabalho de conclusão do curso de graduação de Ciências Biológicas, Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro,2017.

Lindenbach, B. D. & Rice, C. M. in *Campos Virologia 4ª edn* (eds Knipe, D. M. & Howley, P. M.) 991–104 (Lippincott Williams & Wilkins, 2001).

QUANDO FICAR ALERTA SE FOR PICADO POR UM MOSQUITO? O GLOBO, 16 ago.2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/itapetininga-regiao/especial-publicitario/fullrepel/maxima-protecao-nao-custar-caro/noticia/2019/08/16/quando-ficar-alerta-se-for-picado-por-um-mosquito.ghhtml>. Acesso: 29 jun.2023.

Ruhul Amin, M., Mahbub, A. H. M., Sikder, A. R., & Karim, M. M. (2010). Prediction of the post-translational modification sites on dengue virus E protein and deciphering their role in pathogenesis. *International Journal of Bioinformatics Research and Applications*, 6(5), 508–521. <https://doi.org/10.1504/IJBRA.2010.037989>.

St John, A. L., & Rathore, A. P. S. (2019). Adaptive immune responses to primary and secondary dengue virus infections. *Nature Reviews Immunology*, 19(4), 218–230. <https://doi.org/10.1038/s41577-019-0123-x>

YOUNG, E. et al. Identificação de sítios antigênicos específicos do vírus da dengue sorotipo 3 visados por anticorpos neutralizantes humanos. **Hospedeiro celular & micróbio**, v. 27, n. 5, p. 710- 724.e7, 2020.

Aplicação e avaliação do Guia

A sequência foi desenvolvida com uma turma do terceiro ano do Ensino Médio Técnico do curso de Análises Clínicas de uma escola pública estadual de Belo Horizonte, composta por vinte alunos. O projeto foi aprovado no comitê de ética (CEP/UFMG) com numeração no CAEE: 67580223.6.0000.5149. Todos os alunos apresentaram os documentos Termo de assentimento para criança e adolescente (TALE) assinados por seus pais ou responsáveis e o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) devidamente assinado.

5.1 Perfil dos estudantes

O perfil dos estudantes foi traçado pelas respostas obtidas no questionário de mapeamento do conhecimento. Dos estudantes participantes dessa pesquisa, 78,9% se declaram do gênero feminino, 15,8% se declaram do gênero masculino e 5,3% não declaram com qual gênero se identificam. A faixa etária dos alunos obtida foi de 17 anos (15,7%), a maioria 18 anos (57,9%), 19 anos (21,1%) e 39 anos (5,3%, 1 estudante). Com relação à formação escolar referente ao Ensino Fundamental, 78,9% dos alunos frequentaram Escola Pública Estadual, 10,5% Escola Particular e 10,5% Escola Pública Municipal.

Em relação à preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), 57,9% dos alunos relataram que não se dedicaram ao ENEM para o ano de 2023 e 42,1% estudaram sozinhos para o exame. Acredito que o alto percentual de alunos que relataram não ter se dedicado para as provas do ENEM deve-se ao fato de estarem cursando o terceiro ano do Ensino Médio Técnico ao mesmo tempo. O perfil apresentado pelos estudantes com relação aos cursos superiores que pretendem fazer apresentou grande diversidade, com maior destaque para Biomedicina e Biologia, ambos com 21,1%.

5.2 Relato da aplicação da sequência, percepções da professora pesquisadora e análise dos dados

Como resultado do trabalho realizado, construímos uma SD com viés investigativo para alunos do Ensino Médio, que utilizou a resposta imune contra a dengue como evento de ancoragem para abordar as concepções alternativas em Imunologia. A SD se mostrou adequadamente contextualizada nas disciplinas Biologia e Ciências da Natureza e suas Tecnologias, em turma do terceiro ano do Ensino Médio Técnico.

A coleta de dados foi realizada por meio de questionário de mapeamento de conhecimento e de observações devidamente registradas da execução de todas as etapas da SD. Além disso, foram utilizados registros pessoais da professora-pesquisadora em manuscritos no diário de bordo, bem como a análise das respostas dos alunos às questões presentes no questionário estruturado e o conteúdo das cartas redigidas.

Os 20 alunos foram levados ao laboratório de informática da escola para o preenchimento do formulário do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Dos 20 alunos que participaram da pesquisa, 4 alunos menores de 18 anos levaram o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelos pais ou responsáveis. Eles receberam o link de acesso ao formulário (apêndice P). Finalizada a leitura do termo, os discentes tiveram a oportunidade de escolher se aceitavam participar do presente projeto de pesquisa. Todos os vinte discentes aceitaram participar do projeto e seus resultados foram contabilizados e analisados.

Em um primeiro momento, para instigar a curiosidade e motivar o interesse dos alunos sobre o assunto abordado foi utilizado o vídeo “Por que a vida do mosquito da dengue depende da nossa?” da TV da Universidade Federal de Juíz de Fora (UFJF) com roteiro de Laís Cerqueira e Daniel Madão¹. O vídeo relata quais doenças são transmitidas pelo *Aedes aegypti*, conta um breve histórico, desde 1990 até 2016, da doença, além dos órgãos afetados pelo vírus e suas consequências no organismo. Aborda também a subnotificação dos casos. Além disso, o vídeo mostra como foi a chegada do mosquito *Aedes aegypti* no Brasil, por meio dos navios negreiros, e seu crescimento nas áreas urbanas, bem como as formas de controle, ações de educação ambiental e a importância da manutenção dos mosquitos na tríade homem, mosquito e ambiente. O objetivo inicial neste momento é retomar o tema do dia-a-dia dos estudantes sem trabalhar os conceitos de imunologia ainda, uma vez que se trata de uma sequência com viés investigativo e não uma aula expositiva.

Após os alunos assistirem o vídeo, eles foram encaminhados ao laboratório de Análises Clínicas, local onde formaram os grupos para que pudessem elaborar hipóteses a partir da pergunta norteadora: Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Eles foram divididos em grupos que continham quatro integrantes. As respostas e contribuições foram registradas por cada grupo em folha separada.

Com relação à pergunta norteadora, todos os cinco grupos responderam que a imunidade da doença não é para sempre. Três grupos (A, C e E) justificaram a existência de sorotipos

¹ Disponível em: https://youtu.be/kfAafEi6SJo?si=4lr76_vekDVHgWD9.

diferentes de vírus enquanto dois grupos (B e D) utilizaram o termo cepa ao invés de sorotipo, e dois grupos (B e E) comentaram sobre especificidade (característica da resposta imune). A tabela 1 mostra a categorização das hipóteses, assim como exemplos de repostas para cada categoria.

Tabela 1 - Categorização das hipóteses elaboradas pelos alunos para explicar a pergunta norteadora: Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

CATEGORIAS	EXEMPLO DE RESPOSTA
1. A existência de sorotipos diferentes sem explicar detalhes da R.I.	“Por existirem diversas cepas, uma pessoa pode sim pegar uma cepa”X” e seu sistema imune irá definir mecanismos de defesa específicos para esta, porém para outras cepas “Y” seu sistema não estará pronto para agir de forma específica contra esse agente”.
2. A existência de sorotipos diferentes tendo como justificativa a adaptação do corpo a um sorotipo específico.	“Pois pode acontecer uma reefeção, e a forma que seu corpo irá reagir vai ser mais branda de como foi antes e agora existe um anticorpo preparado para combater tal infecção viral”.
3. A existência de sorotipos diferentes tendo na sua justificativa argumentos que incluem especificidade, células de memória, menção a linfócito B e T, anticorpos específicos.	“A memória ocorre por causa da Imunoglobulina IgG que funciona como um backup do sistema imune, e quando entra em contato com o vírus já conhecido, o anticorpo consegue agir com mais rapidez e facilidade por reconhecer o antígeno que já esteve presente no corpo”.
4. A existência de cepas diferentes e células de memória	“Pois a mesma doença possui várias cepas e cada cepa gera uma memória imunológica diferente”.
5. A existência de sorotipos diferentes, especificidade e produção de anticorpos.	“Existem 4 sorotipos da dengue, conseqüentemente é possível contrair a doença a partir de antígenos diferentes. Na teoria, ao contrair o mesmo antígeno pela segunda vez a resposta imune deveria ser mais rápida, pois os anticorpos que foram produzidos para combater a doença já estão em circulação. Entretanto, um anticorpo não combate sorotipos diferentes, como no caso da dengue o anticorpo que foi produzido para combater o sorotipo 1, não combate o 2,3 e 4”.

O termo cepa é definido como agrupamento viral em que uma mutação altera pelo menos uma das suas características observáveis, chamadas fenotípicas. Assim, quando um agrupamento viral desenvolve uma capacidade de transmissão, de se multiplicar, de produzir sintomas nos infectados, ou de estimular resposta no organismo que difere do seu ascendente, ele constitui uma cepa (FIOCRUZ, 2021). Segundo o dicionário Epidemiológico da USP, sorotipos são diferentes linhagens de um patógeno distinguidas pelos diferentes anticorpos que eles induzem no hospedeiro, ou com os quais reagem *in vitro*. Para a dengue, o termo correto é sorotipo. Acreditamos que é difícil para o aluno fazer a distinção desses termos porque os conceitos são complexos e envolvem a compreensão de vários conteúdos da Biologia.

Com relação à segunda parte da pergunta norteadora: Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo, os argumentos para explicar a memória após a primeira infecção encontrados nas explicações dos alunos foram:

1. Grupo A: Memória no sentido mais abstrato (sem menção a moléculas e células).
2. Grupo B: Não menciona a memória, relata como uma adaptação do corpo.
3. Grupos C, D, E: Memória incluindo células e/ou moléculas (anticorpos).

Após a análise pela professora-pesquisadora, foi observada a presença de algumas concepções alternativas a respeito da resposta imune nas hipóteses elaboradas pelos grupos, listadas a seguir:

- 1- “E vale lembrar que é impossível saber qual o sorotipo específico essa pessoa contraiu”;
- 2- “Após a infecção as células de memória retém informação sobre o vírus”;
- 3- “Quando uma pessoa é infectada pela dengue, o sistema imune produz células para combater o vírus”;
- 4- “O sistema imune produz células para combater o vírus”;
- 5- “Quando alguém contrai a doença ela “produz” memória permanente apenas para o sorotipo selecionado, e não para os demais”.

Barreto e Teixeira (2013) relatam também algumas concepções alternativas, semelhantes às desse trabalho, sobre a memória imunológica que estudantes recém-ingressados na graduação. Eles acreditam que a memória é ou se estabelece por:

1. Anticorpos produzidos no primeiro contato com o antígeno, como se eles fossem armazenados no organismo até que encontrem novamente com o mesmo antígeno, possibilitando, então, uma ação rápida (“são anticorpos produzidos em uma primeira infecção que reconhecem os antígenos em infecções posteriores”);
2. Guardar a fórmula de responder a antígenos (“a memória que guarda a “receita” para produção de anticorpos é a imunológica”).

Não foi verificada qualquer relação com mudança na fisiologia celular muito menos do linfócito T, responsável pela imunidade celular. (Barreto; Teixeira, 2013, p. 8-9).

A professora-pesquisadora observou que na sondagem prévia também não apareceu a relação citada acima.

Após a aplicação do roteiro estruturado com a simulação, os alunos elaboraram uma nova hipótese, levando em consideração a mesma pergunta norteadora: Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo. As respostas e contribuições dos alunos foram registradas por cada grupo em folha separada. O objetivo da atividade é verificar se as concepções alternativas observadas na pesquisa prévia dos conhecimentos se modificaram após a aplicação do roteiro estruturado com a simulação.

Todos os cinco grupos continuaram respondendo “não” com relação à imunidade permanente da doença.

Quatro grupos (A, B, C e E) justificaram a existência de sorotipos diferentes enquanto um grupo (D) permaneceu com o uso do termo cepa ao invés de sorotipo e dois grupos (B e C) comentaram sobre especificidade (característica da resposta imune).

A tabela 2 apresenta as categorias encontradas após a análise das hipóteses elaboradas pelos alunos sobre a mesma pergunta norteadora, após a aplicação da sequência didática.

Tabela 2 - Categorização das hipóteses elaboradas pelos alunos após o roteiro estruturado acerca da pergunta norteadora: Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

CATEGORIAS	EXEMPLO DE RESPOSTA
1. A existência de sorotipos diferentes sem explicar detalhes da R.I.	“Pois existe sorotipos diferentes. A memória imunológica na dengue ocorre principalmente devido a resposta do sistema imunológico após a infecção pelo vírus da dengue”.
2. A existência de sorotipos diferentes tendo como justificativa a adaptação do corpo a um sorotipo específico.	“O indivíduo pode até ter pegado um sorotipo específico, porém o corpo acaba se adaptando somente a este sorotipo específico e como a dengue possui quatro sorotipos diferentes isso faz com que uma pessoa não esteja adaptada para estes outros. E vale lembrar que é impossível saber qual o sorotipo específico essa pessoa contraiu”.

3. A existência de sorotipos diferentes tendo na sua justificativa argumentos que incluem especificidade, células de memória, menção a linfócito B e T, anticorpos específicos.	“A memória imunológica ocorre quando o sistema imunológico lembra de um patógeno que já entrou em contato com o sistema imunológico anteriormente. Envolvendo assim as células de memória (linfócitos B e T). Quando um corpo é infectado por um patógeno, o sistema imunológico produz anticorpos específicos para combatê-lo. Após a infecção as células de memória retem informação sobre o vírus. Assim quando infectado o organismo terá uma resposta mais rápida e eficaz”.
4. A existência de cepas diferentes e células de memória	“Pois existem cepas diferentes. A memória imunológica ocorre principalmente devido à resposta do sistema imune após a infecção pelo vírus da dengue. Quando uma pessoa é infectada pela dengue, o sistema imune produz células para combater o vírus”.
5. A existência de sorotipos diferentes, especificidade e produção de anticorpos.	“A dengue tem quatro sorotipos, portanto quando alguém contrai a doença ela “produz” memória permanente apenas para o sorotipo selecionado, e não para os demais. Portanto ao ter um segundo contato com a doença o processo seria o mesmo da primeira. Após alguns dias com viremia é iniciada a produção de IgG que após a diminuição do antígeno sua porcentagem no organismo é diminuída ficando apenas uma pouca parcela do anticorpo no organismo para uma possível reinfecção a resposta imune ser mais rápida. Entretanto cria-se memória apenas para o sorotipo que infectou e não existe memória para os demais”.

Os argumentos para explicar a memória após a segunda infecção encontrados nas explicações dos alunos foram:

- 1- Grupo A: Memória no sentido mais abstrato (sem menção a moléculas e células).
- 2- Grupo B: Não menciona a memória, relata como uma adaptação do corpo.
- 3- Grupos C, D, E: Memória incluindo células e/ou moléculas (anticorpos).

Após análise da professora-pesquisadora sobre a aplicação do roteiro estruturado e da elaboração da hipótese acerca da pergunta norteadora, foi observado quais as concepções alternativas que ainda permaneceram:

- 1- “O sistema imune não cria memória o suficiente para combater o vírus novamente, ou seja, dando abertura para uma dengue mais agressiva”;
- 2- “Seu corpo irá reagir vai ser mais branda de como foi antes”;

3- “A memória ocorre por causa da Imunoglobulina IgG que funciona como um backup do sistema imune”.

Analisamos os argumentos presentes nas categorias pré e pós aplicação do roteiro estruturado e construímos uma tabela comparativa (Tabela 3) para explicar a imunidade ou falta de imunidade na primeira e segunda infecção. Podemos observar pela tabela que, apesar de termos apenas um grupo ao final que usa a existência de sorotipos diferentes e especificidade do sistema imune com menção a moléculas e células, tivemos alguma concepções alternativas que não foram mais observadas. Nenhum grupo comentou que o vírus não gera memória suficiente, nem que a reação do corpo é mais branda devido à presença de anticorpos.

Tabela 3- Argumentos para explicar as hipóteses iniciais e as hipóteses finais .

CATEGORIAS	HIPÓTESES INICIAIS (GRUPOS)	HIPÓTESES FINAIS (GRUPOS)
1. Vírus não gera memória o suficiente	A	_____
2. A existência de cepas diferentes	B e D	D
3. Menção à especificidade do sistema imune de forma abstrata	B e D	A
4. Reação do corpo é mais branda pela presença de anticorpos	C	_____
5. A existência de sorotipos diferentes e especificidade do sistema imune com menção aos anticorpos	E	E
6. A existência de sorotipos diferentes e especificidade do sistema imune com menção aos anticorpos e células	D	D

Depois da elaboração das hipóteses iniciais pelos grupos, os alunos responderam às questões do questionário estruturado da simulação da resposta imune contra a dengue. A simulação foi realizada pelos mesmos grupos que elaboram as hipóteses. As contribuições dos alunos foram registradas por cada grupo em folha separada.

Inicialmente, o roteiro apresentava uma definição sobre a dengue, os sorotipos e um caso hipotético de infecção pelo mosquito *Aedes aegypti* além da descrição do vírus DENV-1,

suas proteínas estruturais e o ciclo reprodutivo.

A figura 4 do roteiro estruturado (apêndice C) continha o alinhamento da proteína E dos quatro sorotipos do vírus da dengue. Com relação ao comando: Marque na imagem com caneta marca texto (amarela) os aminoácidos (representados por letras) que são iguais na sequência da proteína E em todos os sorotipos, a professora-pesquisadora observou que os cinco grupos foram capazes de reconhecer nas figuras os aminoácidos que são iguais nos quatro sorotipos. Já quando a pergunta era: As sequências de aminoácidos da proteína E são idênticas nos diferentes sorotipos?, com relação às sequências de aminoácidos, o grupo A deixou a resposta em branco, enquanto os grupos B, C, D e E responderam que as sequências de aminoácidos da proteína E não são idênticas nos diferentes sorotipos. Segundo os estudantes desses grupos, a diferença está na sequência de aminoácidos presente em cada sorotipo.

O roteiro continha as figuras dos vírus DENV-1 e DENV-2 e mostrava as porções idênticas da proteína E e as porções diferentes nos dois sorotipos. O objetivo era que os alunos pudessem observar que os aminoácidos diferentes estavam presentes nas porções que diferem um sorotipo do outro.

Com relação à infecção aguda por um sorotipo da dengue, os alunos foram instigados a responder algumas perguntas sobre a evolução temporal, baseado em um caso hipotético de uma picada no corpo de Antônio. Primeiramente os alunos foram motivados a procurar com seus pares o significado de viremia. De acordo com o dicionário Epidemiológico da USP, viremia é a presença de vírus circulante no corpo do animal. Os cinco grupos definiram de forma correta o termo.

A segunda pergunta foi com relação a quantos dias após a picada do mosquito o pico da curva de viremia foi atingido. Apenas o grupo C respondeu de forma correta (7^o dia), o grupo A ficou entre 6^o e 7^o dia, grupo D 6^o dia e grupos B e E 8^o dia. Com relação ao aparecimento da febre em Antônio após a picada, quantos dias levou para aparecer, de acordo com o gráfico, foi observado uma variação na resposta dos grupos. A professora-pesquisadora observou que os grupos B, D e E apresentaram dificuldade na interpretação do gráfico, enquanto os grupos A e C interpretaram corretamente. Observou-se também que a dificuldade na interpretação de gráficos apresentada pelos grupos B, D e E está relacionada a uma defasagem ao longo dos anos escolares. Não é comum, na matriz escolar, trabalhar a interpretação de gráficos e tabelas.

Com relação à elaboração da hipótese para explicar a demora no aparecimento da febre, os grupos C e E conseguiram responder corretamente correlacionando com o período de incubação do vírus, os demais grupos (A, B e D) responderam de forma inadequada. O grupo A relacionou a demora do aparecimento da febre ao fato de que “o vírus em contato com a

corrente sanguínea pode ter passado despercebido pelo sistema imune”. Já o grupo B relatou que, ao tentar combater o vírus, o organismo se adapta à carga viral e, como não consegue uma resposta devido à presença dessa carga, ocorre a elevação da temperatura. O grupo D explicou a demora ao reaparecimento dos antígenos, enquanto os grupos C e E relataram que é devido ao período de incubação. Nenhum dos grupos correlacionou a febre à produção de moléculas próprias do organismo, decorrentes da inflamação.

No roteiro estruturado continha uma pergunta relacionada ao reconhecimento dos clones em relação ao DENV-1. Os grupos A e B responderam que ele é reconhecido pelos dois clones e os grupos C, D e E responderam que somente o clone A reconhece o DENV-1. A outra pergunta era com relação ao reconhecimento do DENV-1 pelos clones A e B. Em relação a essa pergunta, os grupos C, D e E responderam que somente o Clone A reconhece o DENV-1 enquanto os grupos A e B responderam que o DENV-1 é reconhecido pelos clones A e B. A segunda parte da pergunta em relação aos clones que reconhecem DENV-1 estava relacionada ao porquê de existirem tantos clones. Os grupos A e B relacionaram essa existência à diversidade de antígenos existentes, o grupo E relacionou aos vários tipos de sorotipos existentes e os grupos C e D relacionaram à especificidade dos clones na produção de anticorpos contra determinado antígeno.

Para a pergunta do roteiro estruturado relacionada aos clones que reconhecem DENV-1, se também reconheceriam DENV-2, os grupos A, B e E responderam não, enquanto os grupos C e D responderam sim. A resposta correta foi dada pelos grupos A, B e E. Segundo Abbas e colaboradores (2023), existem duas características muito conhecidas da resposta imune: especificidade e diversidade. A especificidade é quando o sistema imunológico reconhece os diversos antígenos e produz uma resposta imunológica específica para cada um deles e diversidade é quando o sistema imune é capaz de reconhecer milhares de antígenos diferentes e produzir uma resposta adequada para cada um deles. A professora-pesquisadora observou que os grupos A, B e E conseguiram identificar as diferenças conceituais e aplicá-las na simulação contida no roteiro estruturado, bem como responder acerca do reconhecimento dos clones em relação aos sorotipos.

Após o reconhecimento dos clones contra determinado sorotipo, evento chamado de seleção clonal, acontece a proliferação e diferenciação dos clones selecionados. A multiplicação e diferenciação dessas células passa a liberar o anticorpo para fora da célula. São essas células que podem entrar na circulação e ir até o local da infecção (célula de memória).

A memória imunológica ocorre porque cada exposição a um antígeno gera células de memória de vida longa específicas para o antígeno. As células de memória se acumulam e se tornam mais numerosas que os linfócitos que nunca entraram em

contato com um dado antígeno” (Abbas, Lichtman; Pillai, 2023, p. 5).

Baseado nos conceitos acima, foi descrito uma situação hipotética em que Antônio foi infectado novamente, mas só que pelo DENV-2. O gráfico do roteiro estruturado (apêndice C) apresenta algumas alterações que ocorreram no corpo de Antônio após a picada do mosquito. Os alunos foram instigados a responder o que poderia explicar uma pessoa apresentar novamente todos os sintomas da dengue quando ela é infectada com um sorotipo diferente, a partir de observações do gráfico sobre o período de encerramento da viremia e comparações com a primeira infecção pelo DENV-1, sobre qual clones de linfócitos foram selecionados.

Com relação à pergunta do roteiro estruturado sobre o aparecimento da viremia, os grupos A, B, D e E responderam que ela termina antes, enquanto o grupo C respondeu que a viremia aparece a partir do sexto dia. Com relação à pergunta que trata dos clones de linfócitos selecionados como sendo os mesmos da infecção pelo DENV-1, o grupo A respondeu que sim, enquanto os grupos B, C, D e E responderam não aos clones de linfócitos selecionados na segunda infecção serem diferentes dos selecionados na primeira infecção. A percepção da professora-pesquisadora é que os estudantes do grupo A não levaram em consideração a especificidade e diversidade do sistema imune em relação à seleção clonal. A pergunta do roteiro estruturado com relação aos sintomas apresentados serem os mesmos de quando uma pessoa é infectada por um sorotipo diferente, foi observado que o grupo A respondeu que o DENV-1 e DENV-2 compartilham da mesma proteína E na porção B e D. Já o grupo B atribuiu que o aparecimento dos sintomas estaria relacionado ao sorotipo diferente e não à existência de uma resposta específica para esse sorotipo. O grupo C relatou que os sintomas são iguais devido ao fato das cepas serem diferentes, enquanto o grupo D relatou os diferentes clones existentes e o grupo E relatou que o sorotipo 1 já apresenta memória enquanto o sorotipo 2 ainda não apresenta.

No projeto inicial constava como produto a elaboração de duas cartas pelos estudantes (uma carta em grupo e outra individual). No decorrer do projeto, substituímos as cartas por e-mails, uma sugestão acatada por nós após a banca de qualificação, por ser uma forma mais atual de comunicação.

Após a sistematização do conteúdo com os alunos e dos esclarecimentos acerca das concepções alternativas, cada grupo elaborou um e-mail para ser encaminhado à direção da escola. O e-mail foi redigido baseado em uma indagação hipotética de que uma professora da escola, que estaria grávida, estava com receio de estar com zika, já que o resultado do teste no posto de saúde apontou que ela apresentava dengue. Os estudantes deveriam explicar por que, apesar da zika e dengue serem da mesma família de vírus, do gênero *Flaviviridae*, quem tem

resultado positivo no teste rápido para dengue não necessariamente tem zika. Os alunos deveriam explicar como os anticorpos são produzidos e usados no teste.

E o produto 2 foi uma carta individual encaminhada a um amigo. A carta continha explicações do porquê de ele ainda ter que se proteger contra dengue mesmo tendo apresentado a doença no ano passado. O aluno tinha que explicar como acontece a resposta imune a um sorotipo da dengue.

Das cartas elaboradas pelos alunos, a avaliação é que os grupos mencionaram os anticorpos específicos para diferenciar os antígenos da zika e da dengue e falaram sobre especificidade e memória, mas de forma bem sucinta. A professora-pesquisadora observou que a resposta pode estar relacionada à dificuldade de argumentação dos estudantes, bem como a dificuldade de ordenar os conceitos com o contexto abordado. Foi observado que, nas categorias analisadas, os grupos A e C abordaram a morfologia, enquanto os grupos B, C, D e E abordaram a presença dos anticorpos específicos.

Analisamos os argumentos presentes nas cartas enviadas à direção da escola e construímos uma tabela para explicar como os anticorpos são produzidos e usados no teste para detectar a dengue (Tabela 4).

Tabela 4 - Hipóteses criadas pelos estudantes para explicar a diferença de resultados no ensaio de diagnóstico entre arboviroses da mesma família.

CATEGORIAS	EXEMPLO DE RESPOSTA
1. Antígenos da dengue e zika são diferentes devido as mutações no DNA.	“Os antígenos da dengue e da zika vírus são diferentes mutações no DNA, é exatamente por isso que existe um teste para essa doença, por causa da morfologia do vírus”.
2. Anticorpos específicos produzidos para o vírus.	“Quando o corpo é exposto ao vírus, o sistema imunológico começa a produzir anticorpos específicos para combater esse vírus invasor”.

A análise das cartas individuais elaboradas pelos estudantes para serem encaminhadas a um amigo explicando o porquê de ele ainda ter que se proteger contra dengue mesmo tendo apresentado a doença no ano passado e como acontece a resposta imune a um sorotipo da dengue, mostrou que os seguintes conceitos foram abordados: 16 estudantes abordaram a

especificidade como uma propriedade do sistema imune que permite uma reinfecção (80%), 11 estudantes relataram a produção de anticorpos e geração de memória (55%), 20 estudantes mencionaram a existência dos quatro sorotipos da dengue (100%) e 6 estudantes mencionaram especificamente a produção de Imunoglobulina M, Imunoglobulina G e a presença de macrófagos. Foi observado pela professora-pesquisadora que 100% dos estudantes abordaram as medidas de prevenção para proteção das pessoas e da comunidade.

Analisamos os argumentos presentes nas cartas encaminhadas para um amigo e construímos uma tabela para explicar como a resposta imune é produzida para um sorotipo da dengue.

CATEGORIAS	EXEMPLO DE RESPOSTA
1. Resposta imune específica para cada sorotipo.	“Isso ocorre porque a resposta imune gerada após uma infecção é específica para o sorotipo do vírus que o infectou”
2. Presença de memória imunológica	“Você precisa saber que a dengue apresenta 4 sorotipos (DENV-1, 2, 3 e 4) e ao contrair um deles você fica imune permanentemente para aquele sorotipo do vírus, mas não para os outros.
3. Ação das células de memória como linfócitos B e T.	“Envolvendo assim células de memória, como linfócitos B e T. Quando o corpo é infectado por um patógeno, o sistema imunológico produz anticorpos específicos para combatê-lo.”
4. Antígenos diferentes nos sorotipos	“Existem quatro sorotipos diferentes, e a imunidade adquirida para um sorotipo não protege contra os outros”.

Tabela 5: Hipóteses criadas pelos estudantes para explicar como acontece a resposta imune a um sorotipo da dengue.

Após a aplicação da SD, vimos que havia a necessidade de uma sistematização coletiva para revisar as concepções alternativas que apareceram na elaboração das hipóteses após assistirem ao vídeo e ao responderem o roteiro estruturado com a simulação. Ela foi introduzida na sequência didática final apresentada neste trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos atuais que versam sobre a natureza da Ciência divulgam que o conhecimento científico é construído em um processo histórico e social. Possuindo a marca de um processo, logo, se conclui que os produtos da Ciência são construções que se materializam pela dimensão processual, ou seja, se constituem pelo saber fazer. Nessa acepção, cabe acentuar a necessidade do Ensino de Ciências ter como um de seus objetivos “[...] a prática de ajudar os alunos a aprender e fazer Ciência, ou, em outras palavras, ensinar aos alunos procedimentos para a aprendizagem de Ciências” (Pozo; Crespo, 2009, p. 47).

Segundo Andrade (2011), a proposição de conduzir o aluno à compreensão da natureza do conhecimento científico é uma das pretensões do ensino de Ciências por investigação. Esse ideal, em termos didáticos, pode, em grande medida, se constituir no objetivo de conduzir o aluno a desenvolver uma concepção crítica da Ciência, percebendo seus processos como atividade humana diretamente relacionada às construções sociais e culturais.

Construímos uma SDI com viés investigativo para ser aplicada aos estudantes do Ensino Médio sobre a resposta imune contra a dengue. Identificamos que a SD apresentou caráter investigativo, com a participação ativa dos estudantes na elaboração de hipóteses e na busca por respostas que ratificassem ou refutassem suas suposições. No entanto, foram observadas dificuldades na execução de atividades que demandavam análise e interpretação de questões e gráficos.

É possível que haja uma defasagem no desenvolvimento das habilidades dos estudantes em relação a interpretação de gráficos, uma vez que eles demonstram dificuldade e insegurança em executar essas ações. Reformulações no Projeto Político Pedagógico (PPP), juntamente com a equipe docente da escola, no qual tais habilidades sejam contempladas e aplicadas frequentemente, pode ser uma solução a esse problema.

A presente pesquisa demonstrou que os discentes apresentam conhecimentos prévios acerca dos cuidados que devem ser tomados para evitar o contágio da dengue, bem como apresentam conhecimentos sólidos sobre a resposta imune contra a dengue. Apesar disso, algumas concepções alternativas, como, por exemplo, de que o sistema imune se lembra de um antígeno, mesmo após a aplicação da SD, não foram alteradas. Tal concepção alternativa não pôde ser alterada nem com o desenvolvimento da SD, o que demonstra que ela se encontra muito arraigada nos estudantes participantes. Entretanto, o conceito e a ação do sistema imune com a presença de células de memória foram relatados e explicados pela maioria dos estudantes.

Apesar de observar que alguns conceitos prévios alternativos não puderam ser revertidos

para alguns estudantes, concordamos que o desenvolvimento da presente SD alcançou vários de seus objetivos propostos, tais como: oportunizar a discussão entre pares; estimular a participação ativa dos estudantes em discussões sobre problemas sociais e ambientais nos quais estão inseridos sua escola e comunidade, a fim de colocar em prática os conhecimentos adquiridos a partir da abordagem CTSA, além da análise crítica de dados e evidências no processo. Logo, pode-se perceber que esta SD contribuiu para a construção e consolidação de novos conhecimentos, conceitos e habilidades.

Na escola onde foi desenvolvida a SD, há a perspectiva da aplicação dessa para os cursos da área da saúde de forma geral. Além disso, projetos subsequentes que abordem análise e interpretação de textos, questões, gráficos e tabelas, de forma interdisciplinar, investigativa e contínua durante os três anos do Ensino Médio, se tornam uma proposta interessante e até mesmo necessária, a fim de realmente proporcionar a incorporação de tais habilidades aos estudantes.

É possível que a presente SD seja adaptada para desenvolvimento no Ensino Médio, de acordo com a realidade local. Com esse intuito, foi disponibilizada uma SD com orientações para os professores utilizarem nas aulas. Sendo assim, a SD pode ser usada em outras escolas e o material produzido nesse trabalho pode ser adaptado e utilizado nas disciplinas de biologia, dentro do currículo padrão e CNT, dentro da proposta do novo Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A.; LITCHMAN, A.; POBER, J. **Imunologia Celular e Molecular**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2005.
- ABBAS, A.; LITCHMAN, A.; PILLAI, S. **Imunologia Celular e Molecular**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 2023.
- AMIN, M. R.; MAHBUB, A. H. M.; SIKDER, A. R.; KARIM, M. M. Prediction of the post-translational modification sites on dengue virus E protein and deciphering their role in pathogenesis. *International Journal of Bioinformatics Research and Applications*, vol. 6, n. 5, pp. 508–521, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJBRA.2010.037989>. Acesso em: 10 fev.2024
- ANDRADE, V. A.; JORGE, T. C. A.; SILVA, R. C. Concepções Discentes sobre Imunologia e Sistema Imune Humano. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 21, n. 3, pp. 01-22, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p1>. Acesso em: 11 marc.2024
- ANDRADE, V. A.; JORGE, T. C. A.; SILVA, R. C. O sistema imune no organismo humano segundo os livros didáticos da Educação Básica Brasileira. **Lat. Am. J. Sci. Educ**, vol. 1, n. 22026, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n3p1>. Acesso em: 2 abril.2024
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 5ª ed. São Paulo: Edições 70, 281p, 2020.
- BARRETO, C. M. B.; TEIXEIRA, G. A. P. Concepções prévias de universitários sobre o sistema imunológico. **R. Bras. de Ensino de C&T**, vol. 6, n. 1, 2013.
- BAZERMAN, M. H. **Processo decisório: Para cursos de administração e economia**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- BHATT, S. *et al.* A distribuição global e a carga da dengue. **Natureza**, v. 496, n. 7446, pp. 504-507, 2013.
- BIASSOTI, A.; ORTIZ, M. A. L. Diagnóstico Laboratorial da Dengue. **Revista UNINGÁ Review**, vol. 29, n. 1, pp. 122-126, 2017.
- BLANTON, R. *et al.* Genetic ancestry and income are associated with dengue hemorrhagic fever in a highly admixed population. **European Journal of Human Genetics**, vol. 13, pp. 15-8, 2008. Disponível em: [10.1038/ejhg.2008.4](https://doi.org/10.1038/ejhg.2008.4). Acesso em: 12 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano para Enfrentamento da dengue**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/maio/ministerio-da-saude->

[elabora-plano-para-enfrentamento-da-dengue-2024-2025](#). Acesso em: 22 jan.2024.

BRAVO, J. R. et al. Why dengue haemorrhagic fever in Cuba? Individual risk factors for dengue haemorrhagic fever/dengue shock syndrome (DHF/DSS). **Transactions of the Royal Society of the Tropical Medicine and Hygiene**, vol. 81, pp. 816-20, 1987.

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, 2018.

BORGES, R. M.; CONDE, J. N.; MENEZES, J. L. **Estudo da interação entre as proteínas NS1 do vírus da dengue tipo 2 e Plasminogênio Humano**. 2017. 50f. Trabalho de conclusão do curso de graduação de Ciências Biológicas, Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2017.

BOSCH, T. C. Rethinking the role of immunity: lessons from Hydra. **Trends Immunol**, vol. 35, n. 10, pp. 495–502, 2014. doi: 10.1016/j.it.2014.07.008. Acesso em: 3 jun.2024

BROPHY, Jere. **Motivating students to learn**. Michigan State University. Taylor & Francis Group. 3rd edition. 2010.

CARRASCOSA, A. *et al.* **El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I)**. Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. 2005. Disponível em: [10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i2.06](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i2.06). Acesso em: 02 abr. 2024

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, pp. 765-794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 13 jan. 2024.

CARVALHO, A. M. P. **Os Estágios nos Cursos de Licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CASTRO, D. R.; BEJARANO, N. R. R. Conhecimentos prévios sobre seres vivos dos estudantes das séries iniciais da Cooperativa de Ensino de Central-COOPEC-BA. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, vol. 6, n. 1, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269886507_Conhecimentos_Previos_sobre_Seres_vivos_dos_Estudantes_das_Series_Iniciais_da_Cooperativa_de_Ensino_de_Central_-_COOPEC-BA. Acesso em: 10 mar. 2024

COSTA *et al.*. Processo de Desenvolvimento de Simulações Virtuais de Experimentos Históricos para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0016>. Acesso em: 13 jan.2024

DIAS, L. B. A. *et al.* Dengue: transmissão, aspectos clínicos, diagnóstico e tratamento. **Simpósio: Condutas em enfermagem de clínica médica de hospital de média complexidade**. Parte 1, Capítulo VI, 2010.

Dicionário de Epidemiologia, Saúde Pública e Zoonoses. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/glossary/view.php?g=530>.

DUSCHL, R. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. **Review of Research in Education**, vol. 32, n. 1, pp. 268-291, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>. Acesso em: 13 jan.2024

ERDURAN, S. Promoting ideas, evidence and argument in initial Science teacher training. **School Science Review**, v. 87, n. 321, pp. 45-50, 2006.

FAGUNDES, C. T.; AMARAL, F. A.; TEIXEIRA, A. L.; SOUZA, D. G.; TEIXEIRA, M. M. Adapting to environmental stresses: the role of the microbiota in controlling innate immunity and behavioral responses. **Immunol Rev**, vol. 245, n. 1, pp. 250–264, 2012. doi: 10.1111/j.1600-065X.2011.01077. Acesso em: 18 abril 2024

FRANCO, L. G., & MUNFORD, D. O ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 20, n. único, pp. 687-719, 2020.

FURNHAM, A.; BOO, H. C. A literature review of the anchoring effect. **The Journal of Socio-Economics**, vol 40, n. 1, pp. 35-42, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.socec.2010.10.008>. Acesso em: 5 jan.2024.

GUISASOLA, J.; FURIÓ, C.; CEBERIO, M. Science education based on developing guided research. In: THOMASE, M. V. (Org.) **Science Education in Focus**. New York: Nova Science Publishers, pp. 173-201, 2006.

GUZMAN, M. G.; KOURI, G. Dengue: an update. **Lancet Infect. Dis**, vol. 2, pp. 33-42, 2002. Disponível em: [10.1016/s1473-3099\(01\)00171-2](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(01)00171-2). Acesso em: 11 fev. 2024

HALSTEAD, S. B. Dengue in the Americas and Southeast Asia: do they differ? **Revista Panamericana Salud Publica**, vol. 20, n. 6, pp. 407-415, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000300005>. Acesso em: 6 jan. 2024.

HALSTEAD, S. B. The pathogenesis of dengue. **Molecular Epidemiology in Infections Disease. American Journal of Epidemiology**, vol. 114, n. 5, pp. 632-48, 1981.

HARVILL, E. T. Cultivating our “frienemies”: viewing immunity as microbiome management. **MBio**, vol. 4, n. 2, pp. 13-27, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/mbio.00027-13>. Acesso em: 15 abr. 2024.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; FERNÁNDEZ LÓPEZ, L. What are authentic practices? Analysis of students' generated projects in secondary school. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 6^a ed., Cengage Learning, 2010.

KELLY, G. J.; LICONA, P. R. Epistemic practices and Science education. In: MATHEWS, M. R. (ed.). **History, philosophy and Science teaching: New perspectives** (139-165). Cham, Switzerland: Springer, pp. 139-165, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-62616-1>. Acesso em: 15 jan.2024

- KO, M-L. M.; KRIST, C. Opening up curricula to redistribute epistemic agency: A framework for supporting Science teaching. *Science Education*, vol. 103, n. 4, pp. 979-1010, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.21511>. Acesso em: 15 jan.2024
- LEMKE, J. Aprender a Hablar Ciência. Lenguaje, Aprendizaje y Valores. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* (org.). **Ensino de ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. 1ª ed. Barcelona: Paidós, 1997
- LIN, T. C.; LIN, T. J.; TSAI, C. C. Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. **International Journal of Science Education**, vol. 36, n. 8, pp. 1346–1372, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.864428>. Acesso em: 20 jan.2024
- MATZINGER, P. Tolerance, danger, and the extended family. **Annu Rev Immunol**, vol. 12, n. 991–1045, 1994. doi: 10.1146/annurev.iy.12.040194.005015. Acesso em: 3 jun.2024
- MCFALL-NGAI, M. Adaptive immunity: care for the community. **Nature** (2007) vol. 445, n. 7124, p. 153, 2007. doi: 10.1038/445153a. Acesso em: 3 jun.2024
- MEDRONHO, R. de. A. Dengue e o Ambiente Urbano. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, vol. 9, n. 2, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2006000200002>. Acesso em: 21 fev. 2024.
- MEDZHITOV, R.; SCHNEIDER, D. S.; SOARES, M. P. Disease tolerance as a defense strategy. **Science**, vol. 335, n. 6071, pp. 936–941, 2012. doi: 10.1126/science.1214935. Acesso em: 25 maio 2024
- MENDONÇA, F. A; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & Natureza**, vol. 23, n. 3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132009000300003>. Acesso: 23 jan.2024
- MEUB, L.; PROEGER, T. E. Anchoring in social context. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, vol. 55, pp. 29-39, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.socec.2015.01.004>. Acesso em: 5 jan. 2024.
- MILANI, M. R. Representações sociais da dengue: aproximações e afastamentos entre o discurso da comunidade e da mídia impressa. Tese. 2012. Número de folhas? João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/6905>. Acesso em: 21 jan.2024
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: Em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 9, n. 1, pp. 89-111, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>. Acesso em: 7 jan.2024
- NORTHCRAFT, G. B.; NEALE, M. A. Experts, amateurs, and real estate: An anchoring-and adjustment perspective on property pricing decisions. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, vol. 39, n. 1, pp. 84-97, 1987. Disponível em: [http://doi.org/10.1016/0749-5978\(87\)90046-X](http://doi.org/10.1016/0749-5978(87)90046-X). Acesso em: 5 jan. 2024.
- O Globo. **Quando ficar alerta se for picado por um mosquito?** 16 ago. 2019. Disponível

em: <https://g1.globo.com/sp/itapetininga-regiao/especial-publicitario/fullrepe/maximum-protecao-nao-custa-caro/noticia/2019/08/16/quando-ficar-alerta-se-for-picado-por-um-mosquito.ghtml>. Acesso: 29 jun. 2023.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; NETO, L. S. Concepções alternativas sobre microorganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. 2014. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect>. Acesso em: 28 fev. 2024

PINTO, M. I. de M.; SOUZA, F. S.; ARANDA, C. S. Sistema imunológico: desenvolvimento e aquisição da competência imunológica. **Jornal de Pediatria**, vol. 97, n. 1, 2021.

POMPEO, C. M. **Dengue**: Caracterização clínica e variáveis associadas ao agravamento. Dissertação. 2016. 72f. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/2786>. Acesso em: 03 jan.2024.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. Artmed: Porto Alegre, 2009

QUINTANS, A. P. **O que os Alunos do Ensino Médio sabem sobre Sistema Imunitário**. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Departamento de Ensino de Ciências e Biologia. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: www.decb.uerj.br/arquivos/monografias/alexandraquintans.pdf. Acesso em: 03 jan. 2024.

RITA, A. B.; FREITAS, R.; NOGUEIRA, R. M. R. Dengue. Disponível em: <https://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue>. Acesso em: 08 dez. 2023.

ROCHA, C. J. T.; FARIAS, S. A. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. **Revista REAMEC**, vol. 8, n. 2, pp. 69- 87, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.9422>. Acesso em: 27 jul. 2022.

ROCHA, C. J. T. **Desenvolvimento Profissional Docente em Perspectiva do Ensino por Investigação em um Clube de Ciências da UFPA**. Tese. 2019. 185f. Belém: Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Universidade Federal do Pará. Disponível em: repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/13285/3/Tese_DesenvolvimentoProfissionalDocente.pdf . Acesso em: 22 jan.2024

ROCHA, C. J. T. **Ensino da química na perspectiva investigativa em escolas públicas do município de Castanhal-Pará**. Dissertação. 2015. 109 f. Santo André: Universidade Federal do ABC. Disponível em: https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UFBC_23337e3014f9e7a1a171d7fc6dd3b32c
Acesso em:26 ago.2023

SAFÁDI, M. A. Nova Vacina Dengue: Recomendações da Sociedade Brasileira de Pediatria. **Departamento Científico de Imunizações**, n. 89, 2023. Disponível em: <http://adolesc.com.br/nova-vacina-contradengue-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 4 maio 2023.

SANTOS, V. S. Sistema linfático. **Mundo Educação**, 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/sistema-linfatico.htm>. Acesso em: 15 set. 2022.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, vol.18 n.3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, vol. 18, n. 3, pp. 1061–1085, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>. Acesso em: 8 jan. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 6, n.1, pp.59-77, 2011.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, pp. 25-41, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>. Acesso em: 9 jan. 2024.

SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABIB, M. L. V. S.; BRICCIA, V. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. Lat. Am. J. Sci. Educ.** vol. 1, n. 22026, 2014.

SILVA-BATISTA, I. C. da; MORAES, R. R.. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, vol. 19, n. 26, 2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/26/historia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica-no-brasil-do-imperio-ate-os-dias-atuais>. Acesso em: 3 jan.2024

SILVEIRA, M. L. D. (2013). **Dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas em biologia: a visão de professores em formação sobre o conteúdo de citologia**. Dissertação. 197f. 2013. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16104/1/MarianaLS_DISSERT.pdf. Acesso em: 16 abr. 2024

SILVERSTEIN, A. M. History of Immunology. San Diego, California: Academic Press, 1989. 422 p.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A. P.; ALBUQUERQUE, V. S.; MADALON-FRAGA, R. *et al.* Ensino de imunologia na educação médica: lições de Akira Kurosawa. **Rev Bras Edu Med**, vol. 33, pp. 186-190, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-55022009000200004>. Acesso em: 9 dez. 2023.

Sorotipos. Dicionário de Epidemiologia, Saúde Pública e Zoonoses. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/glossary/showentry.php?eid=11627>.

SQUIRES, D.; PREECE, J. Usability and learning: Evaluating the potential of educational software. **Computers & Education**, vol. 27, n. 1, pp.15-22, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0360-1315\(96\)00010-3](https://doi.org/10.1016/0360-1315(96)00010-3). Acesso em: 10 fev.2024

ST JOHN, A. L.; RATHORE, A. P. S. Adaptive immune responses to primary and secondary dengue virus infections. **Nature Reviews Immunology**, vol. 19, n. 4, pp. 218–230, 2019.

Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41577-019-0123-x>. Acesso em: 11 jan. 2024.

STROUPE, D. Describing “Science Practice” in Learning Setting. **Science Education**, vol. 99, n. 6, pp. 1033-1040, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.21191>.

SANTOS, C. S. **Ensino de Ciências**: abordagem histórico crítica. Campinas: Armazém do Ipê, 2005.

TCHOUNIKINE, P. **Computer Science and Educational Software Design**: A resource for Multidisciplinary Work in Technology Enhanced Learning. Berlim: Springer, 2011.

TURNER, B. M.; SCHLEY, D. R. The anchor integration model: A descriptive model of anchoring effects. **Cognitive Psychology**, vol. 90, pp. 1-47, 2016. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.07.003>. Acesso: 4 jan. 2024.

VALVERDE, R. O que são mutações, linhagens, cepas e variantes? **Agência Fiocruz de Notícias**. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/o-que-sao-mutacoes-linhagens-cepas-e-variantes-1>. Acesso em: 6 fev. 2024.

VAZ, A. B. M.; ROSA, L. H.; VIEIRA, M. L. A.; GARCIA V. *et al.* The diversity, extracellular enzymatic activities and photoprotective compounds of yeasts isolated in Antarctica. **Braz J Microbiol**, vol. 42, pp. 937-947, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220210540>. Acesso: 15 jan. 2024.

WINDSCHITL, M.; THOMPSON, J.; BRAATEN, . **Ambitious Science Teaching**. Harvard Education Press, 2018.

World Health Organization. **Definition of health**. 2016. Disponível em: <http://www.who.int/about/definition/en/print.html>. Acesso em: 20 jan.2024

XU, G. J.; KULA, T.; XU, Q.; LI, M. Z. *et al.* Viral immunology. Comprehensive serological profiling of human populations using a synthetic human virome. **Science**, vol. 348, n. 6239, 2015. doi: aaa0698.10.1126/science.aaa0698. Acesso em: 22 maio 2024

YOUNG, E. *et al.* Identificação de sítios antigênicos específicos do vírus da dengue sorotipo 3 visados por anticorpos neutralizantes humanos. **Hospedeiro celular & micróbio**, vol. 27, n. 5, pp. 710-724, 2020.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**, vol. 13, n. 3, pp. 67-80, 2011.



APÊNDICES

APÊNDICE A – 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 **“A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO EVENTO APOIADOR PARA ABORDAR CONCEITOS INADEQUADOS DE IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO.”** A pesquisa seguirá todos os preceitos éticos estabelecidos nas Resoluções 466/2012 e 510/2016, ambas do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFMG (CEP/UFMG) e a direção do COLTEC foi informada e consultada sobre a pesquisa, dando anuência para que este convite fosse encaminhado a você. A utilização dos seus dados da pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa. **“A presente pesquisa consiste em analisar uma sequência didática, através de avaliações críticas, com a finalidade de descrever como tal metodologia de ensino foi desenvolvida, bem como inferir se ela foi capaz de promover a aprendizagem dos alunos. Para isso, vamos acompanhar o desenvolvimento de cada etapa da sequência didática, realizar registros pessoais contendo os pontos relevantes a serem relatados e descritos, e nossas impressões sobre a eficácia do método. Além disso, inserimos na sequência didática, como primeira e última etapa, um pré e pós teste, respectivamente, a fim de comparar os resultados de ambos para obtermos dados qualitativos e quantitativos do processo de aprendizagem dos estudantes. No decorrer da execução da sequência didática, pretende-se analisar se a metodologia de ensino é adequada e suficiente para alcançar seu objetivo, se há relação direta entre a dinâmica das atividades e a problematização, verificar se as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento das questões propostas, se promovem contextualização com os conteúdos a serem aprendidos e, por fim, se a dinâmica das atividades possibilita a participação ativa dos alunos. Além disso, será realizada uma análise de conteúdo das cartas e respostas nos grupos”. Nestes grupos, perguntas norteadoras serão distribuídas para que os alunos elaborem hipóteses. 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. Uma simulação em madeira será criada usando o laboratório FABTEC: espaço maker do Coltec, que conta com uma impressora de corte a laser e MDF para construção do material de simulação. O intuito da simulação com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem seus conceitos inadequados como, por exemplo, a de que o sistema imunológico é formado quase que exclusivamente por células, em detrimento de órgãos. Assim, uma simulação da circulação das células e o vírus da dengue inteiro (ou parte dele) pelos tecidos, linfa e sangue será demonstrada de forma a permitir a visualização do sistema imune como um sistema integrado.”** No momento da intervenção poderemos gravar em áudio e esperamos que você possa participar naturalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: **“A pesquisa apresenta riscos mínimos. A participação na atividade pode gerar sentimentos e sensações como estresse, constrangimento, ansiedade e entre outros devido a experiência e exposições de ideias entre as interações sociais, onde o estudante passa de passivo para ativo. Caso haja desconforto você pode optar em não responder qualquer questão”**. A pesquisa contribuirá para: **“Proporcionar autonomia e conhecimento dos alunos através do método científico**

investigativo, propiciar condições para a construção de hipóteses, coleta e análise de dados e interação social. Proporciona a construção de argumentos científicos e consequentemente uma introdução na alfabetização científica”.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, 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 poderá enviar um e-mail ao pesquisador (camiladlopes@gmail.com). 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.

Na primeira seção do formulário, será solicitado a você que coloque o e-mail do seu responsável/tutor, além da sua matrícula e ano de nascimento. Isto não significa que você ou seus pais serão identificados na pesquisa; esse procedimento é necessário pois não temos outra maneira de confirmar o consentimento dos seus pais (ou responsável). Apesar dessa identificação inicial, informamos que o pesquisador responsável por esta pesquisa, entregou ao CEP/UFMG um Termo de Compromisso no qual garante a adoção de medidas para impedir a identificação de estudantes participantes da pesquisa ou de seus pais ou responsáveis, compromisso que reiteramos neste momento.

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 com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos (**ou até 10 (dez) 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 N° 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, “**A resposta imune contra a dengue como evento apoiador para abordar conceitos inadequados de Imunologia no Ensino Médio**”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

() Concordo que meus dados obtidos no questionário e nas gravações dos áudios das aulas sejam utilizados somente para esta pesquisa.

() Não concordo com a utilização dos dados obtidos nessa pesquisa.

Declaro que concordo em participar 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.

Nome completo do participante

Data

Assinatura do estudante

Nome completo do Pesquisador Responsável: Camila Dias Lopes

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha.

Colégio Técnico.

CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG

Telefones: (31) 3409-4983/3409-2653

E-mail: camiladlopes@gmail.com

Assinatura do pesquisador responsável

Data

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Nome completo do Pesquisador: Ana Lúcia Nascimento Hermógenes

Endereço: Rua Ipuera, 258, apt 302 – Novo Eldorado

CEP: 32340240 / Contagem – MG
Telefones: (31) 991288631
E-mail: anahermogenes@yahoo.com.br

Assinatura do pesquisador

Data

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005.
Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.
E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 3409-4592.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

APÊNDICE B – 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 **“A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO EVENTO APOIADOR PARA ABORDAR CONCEITOS INADEQUADOS DE IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO.”** A pesquisa seguirá todos os preceitos éticos estabelecidos nas Resoluções 466/2012 e 510/2016, ambas do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFMG (CEP/UFMG) e a direção do COLTEC foi informada e consultada sobre a pesquisa, dando anuência para que este convite fosse encaminhado a você. Pedimos a sua autorização para a coleta de dados sócio econômicos e a gravação de áudio do seu filho(a). A utilização dos dados de seu filho (a) na pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa. Se o(a) Sr(a) concordar com a participação de seu(sua) filho(a) na pesquisa, ele será convidado a responder um formulário, onde pretendemos **“Construir e avaliar uma sequência didática com olhar investigativo para o ensino médio sobre a resposta imune contra a dengue como evento apoiador para abordar conceitos inadequados de Imunologia”**. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: **“A presente pesquisa consiste em analisar uma sequência didática, através de avaliações críticas, com a finalidade de descrever como tal metodologia de ensino foi desenvolvida, bem como inferir se ela foi capaz de promover a aprendizagem dos alunos. Para isso, vamos acompanhar o desenvolvimento de cada etapa da sequência didática, realizar registros pessoais contendo os pontos relevantes a serem relatados e descritos, e nossas impressões sobre a eficácia do método. Além disso, inserimos na sequência didática, como primeira e última etapa, um pré e pós teste, respectivamente, a fim de comparar os resultados de ambos para obtermos dados qualitativos e quantitativos do processo de aprendizagem dos estudantes. No decorrer da execução da sequência didática, pretende-se analisar se a metodologia de ensino é adequada e suficiente para alcançar seu objetivo, se há relação direta entre a dinâmica das atividades e a problematização, verificar se as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento das questões proposta, se promovem contextualização com os conteúdos a serem aprendidos e, por fim, se a dinâmica das atividades possibilita a participação ativa dos alunos. Além disso, será realizada uma análise de conteúdo das cartas e respostas nos grupos”. Nestes grupos, perguntas norteadoras serão distribuídas para que os alunos elaborem hipóteses. 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. Uma simulação em madeira será criada usado o laboratório FABTEC: espaço maker do Coltec, que conta com uma impressora de corte a laser e MDF para construção do material de simulação. O intuito da simulação com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem seus conceitos inadequados como, por exemplo, a de que o sistema imunológico é formado quase que exclusivamente por células, em detrimento de órgãos. Assim, uma simulação da circulação das células e o vírus da dengue inteiro (ou parte dele) pelos tecidos, linfa e sangue será demonstrada de forma a permitir a visualização do sistema imune como um sistema integrado.”** Na intervenção pedagógica poderemos gravar em áudio e esperamos que seu filho(a) possa participar naturalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: **“A pesquisa apresenta riscos mínimos. A participação na atividade pode gerar sentimentos e sensações como estresse, constrangimento, ansiedade e entre outros devido a experiência e exposições de ideias entre as interações sociais, onde o estudante passa de passivo para ativo. Caso haja desconforto ele pode optar em não responder qualquer questão”**. A pesquisa contribuirá para: **“Proporcionar autonomia e conhecimento dos alunos através do método científico investigativo, propiciar condições para a construção de hipóteses, coleta e análise de dados e interação social. Proporciona a construção de argumentos científicos e conseqüentemente uma introdução na alfabetização científica”**.

Para participar deste estudo não terá nenhum custo para seu filho (a), 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 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.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do responsável: _____

A participação do seu filho(a) é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade, você poderá enviar um e-mail ao pesquisador (camiladlopes@gmail.com).

Em função da necessidade de confirmação de que o(a) Sr(a) tenha dado o consentimento para a participação do seu filho(a), logo na primeira seção do formulário que será respondido pelo seu filho(a), será solicitado a ele(a) que coloque o nome completo de um dos pais ou do responsável, ano de nascimento e a matrícula. Por outro lado, precisamos que o(a) Sr(a) também nos confirme o consentimento, o que poderá ser feito de duas maneiras, ou assinando esse documento e enviando de volta para o pesquisador ou enviando um e-mail copiando o corpo desse documento dando autorização para o pesquisador responsável.

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 Sr. (a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos (**ou até 10 (dez) 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 Nº 466/12; 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 _____ sendo o responsável legal autorizo meu filho _____, portador do documento de identidade _____ a participar da pesquisa mencionada. Fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, "**A resposta imune contra a dengue como evento apoiador para abordar conceitos inadequados de Imunologia no Ensino Médio**" de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão do meu filho (a) participar, se assim desejar.

() Concordo que os dados obtidos no questionário e nas gravações de áudios das aulas sejam utilizados somente para esta pesquisa..

() Não concordo com a utilização dos dados obtidos nessa pesquisa.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do responsável: _____

Declaro que concordo em participar 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.

Nome completo do participante

Data

Assinatura do responsável

Nome completo do Pesquisador Responsável: Camila Dias Lopes

Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha.

Colégio Técnico.

CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG

Telefones: (31) 3409-4983/3409-2653

E-mail: camiladlopes@gmail.com

Assinatura do pesquisador responsável

Data:

Nome completo do Pesquisador: Ana Lúcia Nascimento Hermógenes

Endereço: Rua Ipuera, 258, apt 302 – Novo Eldorado

CEP: 32340240 / Contagem – MG

Telefones: (31) 991288631

E-mail: anahermogenes@yahoo.com.br

Assinatura do pesquisador

Data:

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do responsável: _____

COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005.
Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.
E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do responsável: _____

APÊNDICE C- Quebra-cabeça colaborativo da Resposta Imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia no Ensino Médio.

A dengue é uma doença causada por vírus que é transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti* infecta 390 milhões de pessoas a cada ano no mundo inteiro (Bhatt *et al*, 2013).

Imagine que um mosquito *Aedes aegypti* picou uma pessoa infectada pelo vírus da dengue DENV-1. O vírus DENV-1 multiplica-se no seu intestino médio e infecta outros tecidos e chega até as glândulas salivares do mosquito. Uma vez infectado, o mosquito transmite a doença durante o seu período de vida (FIOCRUZ, 2010). Este mesmo mosquito infectou Antônio (um personagem hipotético desta simulação) na mão, o corpo de Antônio está representado no seu tabuleiro.

Figura 1: Indivíduo sendo picado na mão por uma fêmea do mosquito *Aedes aegypti*.

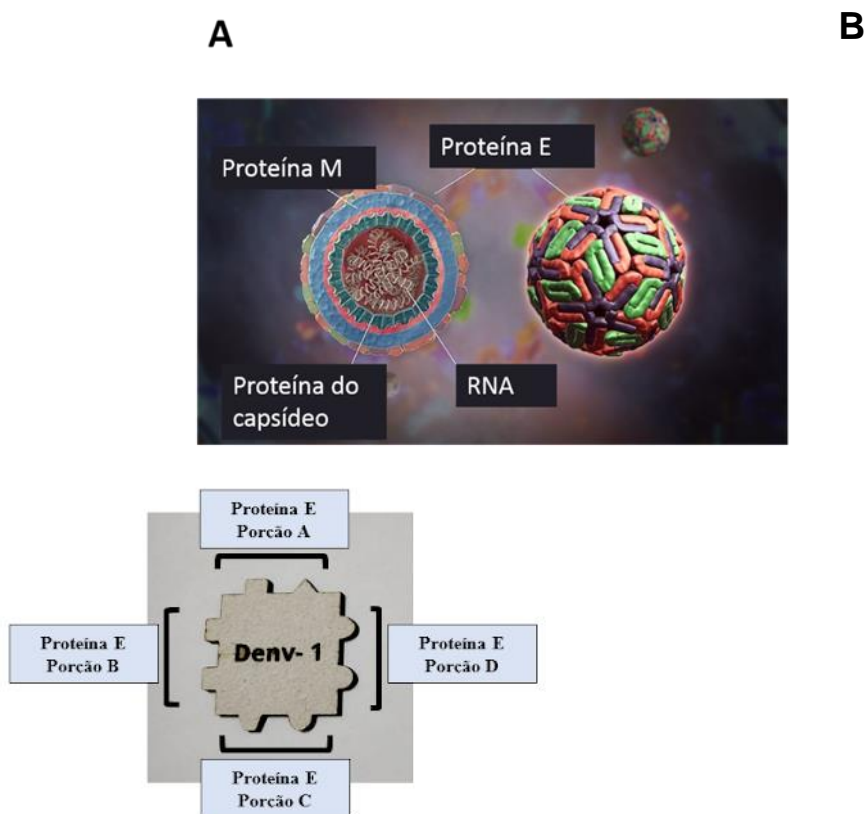


Fonte: Pixabay, 2019.

De acordo com Bach e Rice (2001), o vírus DENV-1 contém uma fita simples de RNA coberto por um capsídeo (camada externa contendo proteínas) que é cercado por um envelope (estrutura que reveste o vírus). O RNA codifica para uma proteína grande que é processada e gera três proteínas estruturais (capsídeo, envelope (E) e membrana (M) mais sete proteínas não estruturais (chamadas de NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B e NS5), veja a figura 2A.

Na nossa simulação o vírus DENV-1 é representado pela Figura 2B.

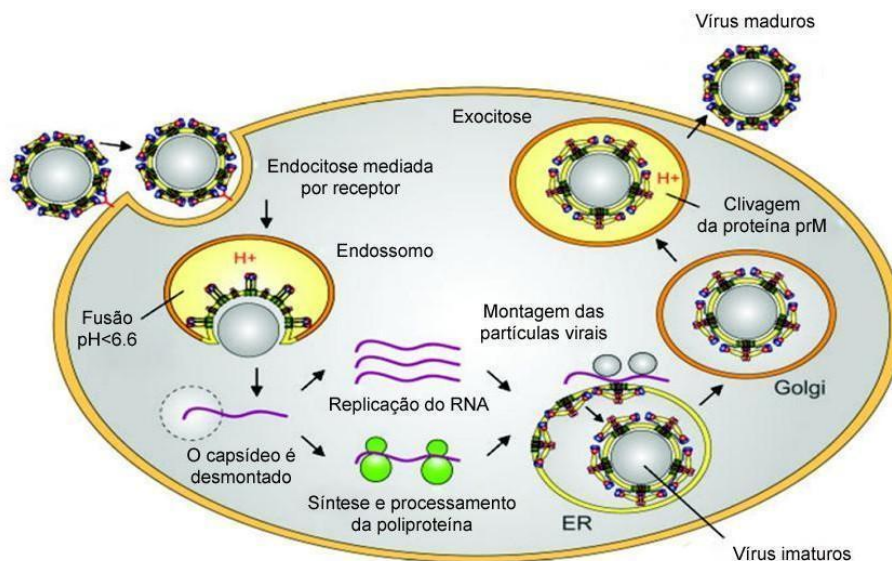
Figura 2: Representações do vírus da dengue. Em A, representação esquemática das localizações das proteínas estruturais e do RNA do vírus. Em B, uma peça da simulação que corresponde ao vírus DENV-1 com a representação das mesmas proteínas.



Fonte: Figura 2 A-Girish Khera,Scientific Animations/Wikimedia Commons.

A proteína do envelope (E) ajuda a entrada viral nas células que ele infecta e estas proteínas são o principal alvo de anticorpos após infecção e vacinação.

Figura 3: Ciclo replicativo do DENV. As partículas virais se ligam aos receptores na superfície da célula e são transportados para dentro da célula (endocitose). Ocorre a fusão do endossoma com o envelope viral, levando a liberação do capsídeo. O RNA viral é replicado e traduzido em uma proteína grande no citoplasma. No retículo endoplasmático, ocorre a produção e maturação de novas partículas virais que são liberadas para o exterior através da membrana da célula.



Fonte: Borges; Conde; Menezes (2017).

O vírus da dengue apresenta 4 sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. A proteína do envelope (proteína E) tem cerca de 495 aminoácidos. Na figura 4, está a sequência dos aminoácidos de 1 a 60 da proteína E, de cada um dos sorotipos da dengue. A sequência de aminoácidos está representada por letras.

Figura 4: Alinhamento múltiplo da proteína E dos quatro sorotipos do vírus da dengue.

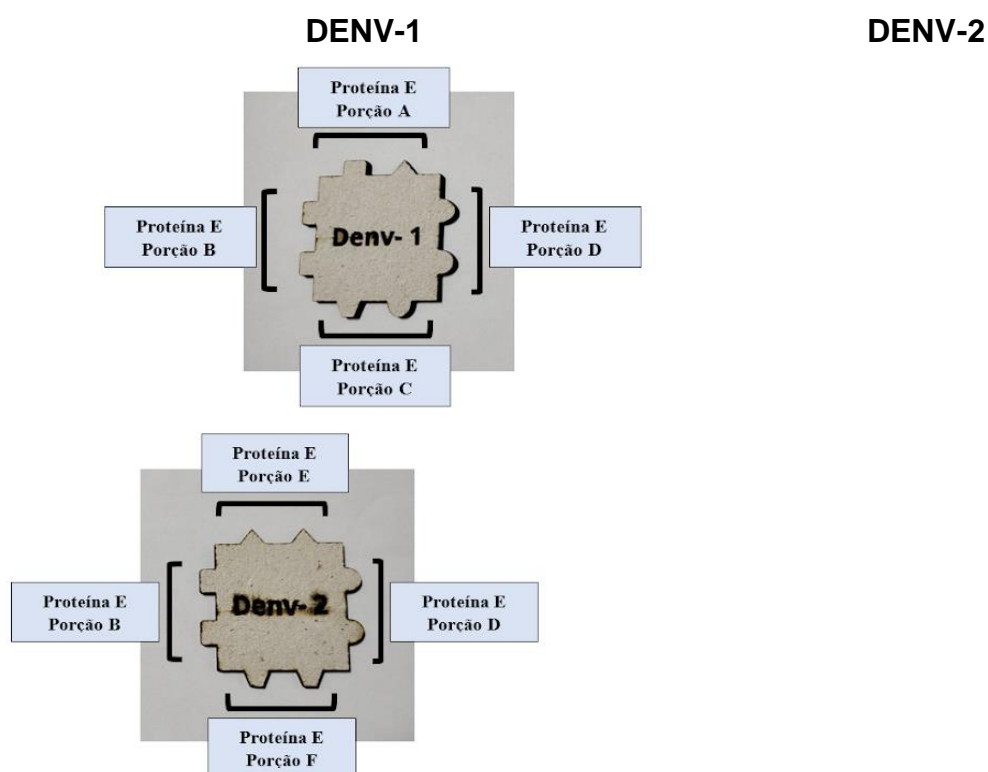
DEN-1	MRCVGI ¹ GN ² RD ³ FVE ⁴ GL ⁵ SGAT ⁶ W ⁷ VD ⁸ VVLE ⁹ HG ¹⁰ SC ¹¹ V ¹² TTMA ¹³ KD ¹⁴ KP ¹⁵ TL ¹⁶ DI ¹⁷ EL ¹⁸ LK ¹⁹ TE ²⁰ V ²¹ TN ²² PA ²³ VL ²⁴ RK ²⁵ LC ²⁶	60
DEN-2	MRCIG ¹ IS ² NR ³ DF ⁴ VE ⁵ GV ⁶ SGGS ⁷ W ⁸ VD ⁹ IVLE ¹⁰ HG ¹¹ SC ¹² V ¹³ TTMA ¹⁴ KN ¹⁵ KP ¹⁶ LD ¹⁷ FEL ¹⁸ IK ¹⁹ TE ²⁰ AK ²¹ QP ²² AT ²³ LR ²⁴ K ²⁵ YC ²⁶	60
DEN-3	MRCVGV ¹ GN ² RD ³ FVE ⁴ GL ⁵ SGAT ⁶ W ⁷ VD ⁸ VVLE ⁹ HG ¹⁰ GC ¹¹ V ¹² TTMA ¹³ KN ¹⁴ KP ¹⁵ TL ¹⁶ DI ¹⁷ EL ¹⁸ Q ¹⁹ TE ²⁰ AT ²¹ QL ²² AT ²³ LR ²⁴ K ²⁵ LC ²⁶	60
DEN-4	MRCVGV ¹ GN ² RD ³ FVE ⁴ GV ⁵ SGGAW ⁶ VD ⁷ IVLE ⁸ HGG ⁹ C ¹⁰ V ¹¹ TTMA ¹² Q ¹³ G ¹⁴ KP ¹⁵ LD ¹⁶ FEL ¹⁷ TK ¹⁸ TTAKE ¹⁹ VALL ²⁰ RT ²¹ YC ²²	60

Fonte: ResearchGate.

- 1) Marque na imagem com caneta marca texto (amarela) os aminoácidos (representados por letras) que são iguais na sequência da proteína E em todos os sorotipos.
- 2) As sequências de aminoácidos da proteína E são idênticas nos diferentes sorotipos?

No nosso modelo também existem porções idênticas e não idênticas entre as proteínas E nos diferentes sorotipos de dengue. Observe na figura 5.

Figura 5: Em A, a peça da simulação que representa DENV-1 e, em B, a peça que representa DENV-2. Observe que a porção B e D da proteína E são idênticas em formato nos 2 sorotipos, enquanto a porção A, C, E e F são diferentes.

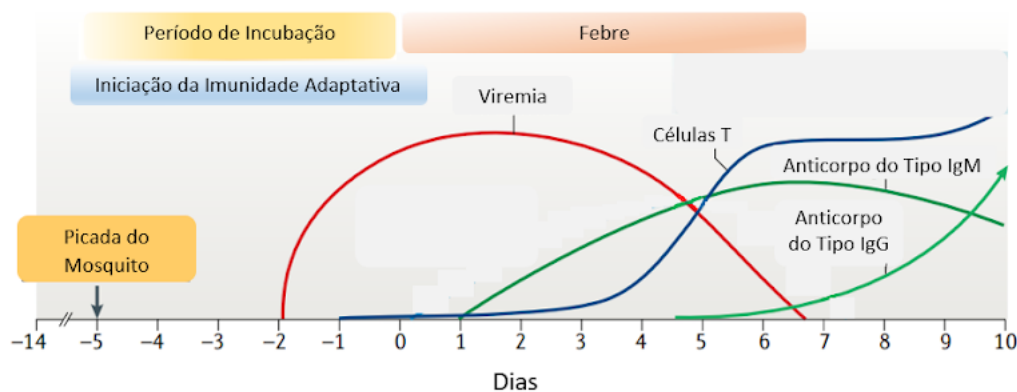


Fonte: Arquivo da pesquisadora

Humanos podem adquirir infecção sintomática por DENV mais do que uma vez na vida devido à circulação de quatro sorotipos distintos, DENV1, DENV2, DENV-3 e DENV4, que torna o combate a esta doença complexo.

A infecção por DENV-1 começa com uma picada do mosquito no Antônio. Na figura 6, está representado um gráfico com o tempo e algumas alterações no corpo de Antônio após a picada do mosquito (veja no dia -5, a indicação de picada do mosquito).

Figura 6: Evolução temporal da infecção aguda e resposta imune durante a infecção sintomática pelo vírus da dengue.

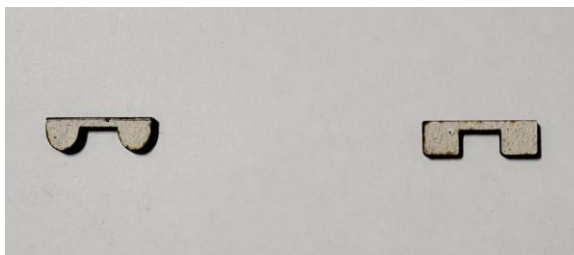


Fonte: Friberg *et al.*, 2011.

- A) Procure com seus colegas o significado de viremia e escreva aqui.
- B) Após quantos dias da picada o pico da curva de viremia foi atingido?
- C) A febre é uma elevação normal da temperatura que ocorre como fator de proteção de uma infecção. Quantos dias levou para aparecer a febre em Antônio após a picada?
- D) Elabore uma hipótese para explicar esta demora.
- E) E as células e anticorpos do sistema imune do indivíduo? Quantos dias após a picada do mosquito eles começaram a aparecer?

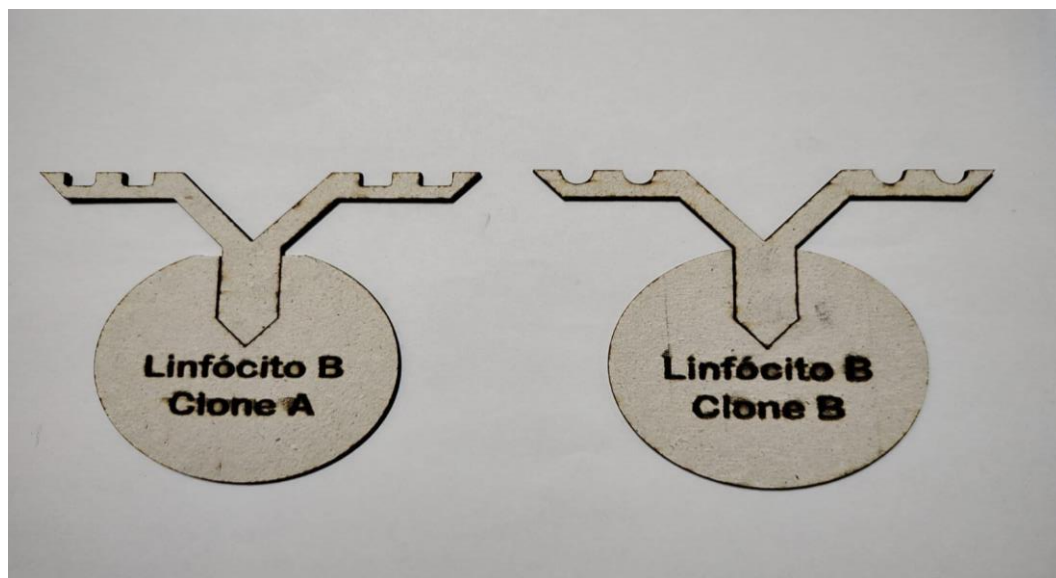
Vamos fazer uma simulação no tabuleiro entregue para vocês, faça a viremia acontecer no local da picada do mosquito que vocês escolheram com o sorotipo correspondente a picada. Durante a resposta inicial, os vírus existentes no local da infecção, e fragmentos deles (como a proteína E, veja figura X), são captados pela linfa até linfonodos mais próximo do local da infecção. Localizem o linfonodo mais próximo da picada e transportem estes componentes até lá.

Figura 7: Proteína E em fragmentos.



Pelos linfonodos passam os linfócitos B e T. Vamos focar aqui nos linfócitos B, mas saiba que também existem células T. Cada linfócito B que carrega um anticorpo diferente na sua superfície é chamado de clones. Veja que a simulação tem diferentes clones de linfócitos (Figura 8).

Figura 8: Clones dos Linfócitos B.



Os clones de linfócitos estão circulando nos linfonodos e podem ter contato com o antígeno (vírus ou fragmentos da proteína E). Este processo de circulação dos clones é chamado de circulação de linfócitos. Prepare neste linfonodo os clones de linfócitos disponíveis na sua simulação.

- A) Quais clones reconhecem o DENV-1?
- B) Todos os clones reconhecem DENV -1? Para que existem tantos clones?
- C) Todos os clones que reconhecem DENV-1, reconheceriam também o DENV-2?

Existem duas características muito conhecidas da resposta imune:

Especificidade: o sistema imunológico reconhece os diversos antígenos e produz uma resposta imunológica específica para cada um deles.

Diversidade: o sistema imune é capaz de reconhecer milhares de antígenos diferentes e produzir uma resposta adequada para cada um deles.

Explique através da simulação como o sistema imune é específico e diverso?

Depois do reconhecimento dos clones contra o sorotipo DENV-1, chamado de seleção clonal, acontece a proliferação e diferenciação dos clones selecionados. Estas células se multiplicam e ao se diferenciar (em plasmócitos) passam a liberar o anticorpo para fora da célula. Estes anticorpos podem entrar na circulação e ir até o local da infecção (célula de memória).

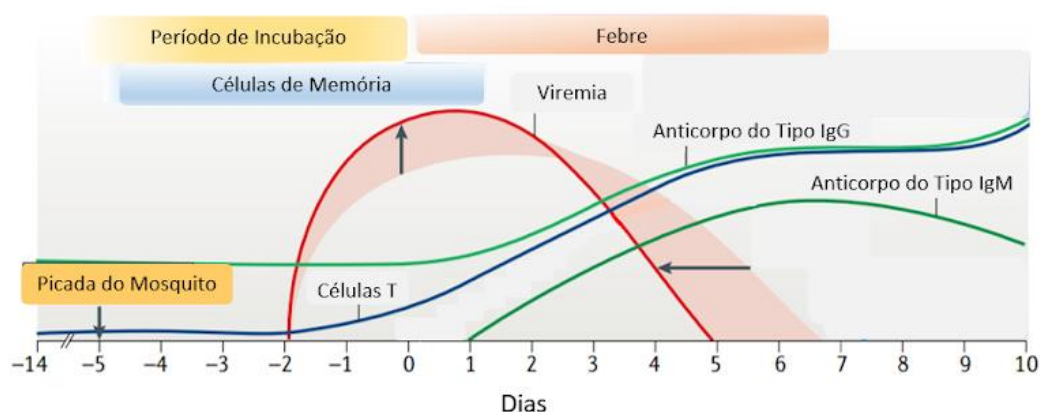
Faça a proliferação dos clones e liberação dos anticorpos na circulação e o caminho para a neutralização do vírus dentro do organismo.

A memória imunológica ocorre porque cada exposição a um antígeno gera células de memória de vida longa específicas para o antígeno. As células de memória se acumulam e se

tornam mais numerosas que os linfócitos que nunca entraram em contato com um dado antígeno (Abbas, Lichtman; Pillai, 2023, p. 5).

Antônio foi novamente picado pelo mosquito da dengue, só que agora a infecção foi por DENV-2. Na figura 9, está representado um gráfico com o tempo e algumas alterações que ocorreram no corpo de Antônio após a picada do mosquito.

Figura 9: Evolução temporal da resposta imune a uma segunda infecção pelo vírus da dengue.



Fonte: FRIBERG *et al.*, 2011.

Observe as linhas em vermelho e verde. A linha em vermelho representa a viremia e a linha em verde a produção de anticorpos.

- Comparando com a primeira infecção (com a DENV-1), a viremia encerra antes ou depois?
- Faça a seleção clonal para o vírus DENV-2 (repita os passos anteriores).
- Os clones de linfócitos selecionados são os mesmos?
- O que poderia explicar uma pessoa apresentar novamente todos os sintomas da dengue quando ela é infectada com um sorotipo diferente?

APÊNDICE D- Planejamento da aula: Aplicação do quebra-cabeça colaborativo sobre a Simulação da Resposta Imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia no ensino médio.

Interlocuções com as habilidades do BNCC – Ensino Médio.

- (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.
- (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.
- (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.

Estágio 1. Objetivos de aprendizagem desta aula

Ao final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Extrapolar os conhecimentos das características do sistema imune para fenômenos que podem ser observados no seu cotidiano;
- Compreender o sistema imune como um sistema;
- Entender os níveis de organização da célula (anticorpo, molécula e não célula);
- Entender o processo da seleção clonal;
- Compreender as características do sistema imune, especificidade e memória imunológica;
- Compreender o processo da circulação dos linfócitos pelos linfonodos;

Estágio 1.1. Vídeo com dados da dengue no Brasil.

O objetivo da leitura individual é instigar a curiosidade e motivar o interesse dos alunos sobre o assunto abordado.

Vídeo: https://youtu.be/kfAafEi6SJo?si=4Ir76_vekDVHgWD9

Estágio 1.2. Elaboração das hipóteses.

Os alunos serão divididos em grupos de quatro integrantes para que através da pergunta norteadora possam elaborar hipóteses. As respostas e contribuições dos alunos serão registradas por cada grupo em folha separada.

O objetivo dessa etapa da sequência didática é gerar um momento propício para motivar sobre o tema, gerar o levantamento de hipóteses (que podem ser confirmadas ou refutadas) além de correlacionar o conteúdo do tema abordado com o cotidiano dos alunos, e saber sua percepção acerca dos impactos gerados pela dengue na qualidade de vida da população.

Pergunta norteadora:

Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

Estágio 1.3. Simulação da resposta imune.

O intuito da simulação com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem suas concepções. A simulação será feita pelos mesmos grupos do estágio 1.3 e as respostas e contribuições dos alunos serão registradas por cada grupo em folha separada.

Estágio 1.4. Nova elaboração das hipóteses.

Utilizando os mesmos grupos do estágio 1.3, elabore uma nova hipótese para a pergunta norteadora. As respostas e contribuições dos alunos serão registradas por cada grupo em folha separada.

Pergunta norteadora:

Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

Estágio 1.5. Sistematização dos conhecimentos.

Nos grupos formados no estágio 1.3, os alunos reformularão as hipóteses e as respostas dos alunos serão registradas por cada grupo em folha separada. Após essa etapa, os alunos serão

dispostos em círculo para realizarem uma discussão mediada pelo professor sobre as hipóteses levantadas.

Toda a discussão dos estudantes sobre as hipóteses levantadas será gravada em áudio para a análise dos diálogos. Esta etapa consiste em sistematizar as informações levantadas de forma a confirmar ou refutar suas hipóteses. Ela pretende fornecer condições para que os alunos construam conhecimento, e até mesmo as hipóteses que forem refutadas também são importantes nesta construção, uma vez que as concepções equivocadas podem ser comparadas com os resultados encontrados.

Estágio 2. Verificações de aprendizagem

Como produto os alunos devem escrever duas cartas.

Produto 1 - Em grupo: Uma carta encaminhada à direção da escola. A carta será redigida baseada em uma indagação hipotética da direção de que uma professora da escola, que estaria grávida, está com receio de estar com zika, já que o resultado do teste no posto de saúde demonstrou que ela apresentava dengue. Os estudantes devem explicar por que, apesar da zika e dengue serem da mesma família de vírus, do gênero *Flaviviridae*, quem tem resultado positivo no teste rápido para dengue não necessariamente tem zika. Os alunos deverão explicar como os anticorpos são produzidos e usados no teste.

Produto 2 - Individual: Encaminhada para um amigo. A carta deverá conter explicações do porquê ele ainda deve se proteger contra dengue mesmo tendo apresentado a doença no ano passado. O aluno deverá explicar ao amigo como acontece a resposta imune a um sorotipo da dengue.

As cartas devem ser trocadas entre os pares para avaliação ética, onde o leitor analisará se o texto é adequadamente respeitoso e gentil, a fim de não provocar desconforto e dupla interpretação ao ser recebida. Finda essa reestruturação, essas devem ser encaminhadas a seus destinatários e, posteriormente, expostas em um mural da escola ou em um site na internet. Aplicação do diagnóstico final.

Estágio 3. Planejamento da aprendizagem

TEMPO (minutos)	RESUMO DA AULA
20'	Assinatura dos termos.

05'	Vídeo: "Por que a vida do mosquito da dengue depende da nossa? Eis a questão". https://youtu.be/kfAafEi6SJo?si=4Ir76_vekDVHgWD9
50'	Em grupos de 04 integrantes: Resposta das perguntas norteadoras e elaboração de hipóteses
100'	Quebra-cabeça colaborativo com roteiro estruturado
50'	Sistematização dos conhecimentos
50'	Avaliação da aprendizagem coletiva e individual
20'	Aplicação do questionário de mapeamento do conhecimento

Integrantes do Grupo

Nome: _____ Nome: _____

Nome: _____ Nome: _____

Estágio 1.3- ELABORAÇÃO DAS HIPÓTESES

Grupos de quatro integrantes;

Pergunta norteadora:

✓ Quem já teve dengue está imune à doença para sempre?

Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

Justificativa argumentada – 1

Justificativa argumentada – 2

Integrantes do Grupo

Nome: _____ Nome: _____

Nome: _____ Nome: _____

Estágio 1.5- NOVA ELABORAÇÃO DAS HIPÓTESES

Após a simulação no quebra-cabeça colaborativo com roteiro estruturado, elabore uma nova hipótese para a pergunta norteadora.

Grupos de quatro integrantes;

Pergunta norteadora:

✓ Quem já teve dengue está imune à doença para sempre?

Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

Justificativa argumentada – 1

APÊNDICE E- Respostas dos grupos com relação às hipóteses da pergunta norteadora

Pergunta norteadora:

- Quem já teve dengue está imune à doença para sempre? Explique como essa memória ocorre no corpo do indivíduo.

Grupo A

“Não, por ser um vírus o sistema imune não cria memória o suficiente para combater o vírus novamente, ou seja, dando abertura para uma dengue mais agressiva”.

Grupo B

“Não. Por existirem diversas cepas, uma pessoa pode sim pegar uma cepa”X” e seu sistema imune irá definir mecanismos de defesa específicos para esta, porém para outras cepas “Y” seu sistema não estará pronto para agir de forma específica contra esse agente”.

Grupo C

“Não, pois pode acontecer uma reinfecção, e a forma que seu corpo irá reagir vai ser mais branda de como foi antes e agora existe um anticorpo preparado para combater tal infecção viral.

A memória ocorre por causa da Imunoglobulina IgG que funciona como um backup do sistema imune, e quando entra em contato com o vírus já conhecido, o anticorpo consegue agir com mais rapidez e facilidade por reconhecer o antígeno que já esteve presente no corpo”.

Grupo D

“Não. Pois a mesma doença possui várias cepas e cada cepa gera uma memória imunológica diferente.

Os macrófagos reconhecem microrganismos e estímulos, dessa forma eles alertam o sistema imune sobre a presença de antígenos. Após o reconhecimento o sistema imune inicia um mecanismo de defesa para combater o imunógeno e proteger o organismo”.

Grupo E

“Não, porque existem 4 sorotipos da dengue, consequentemente é possível contrair a doença a partir de antígenos diferentes.

Na teoria, ao contrair o mesmo antígeno pela segunda vez a resposta imune deveria ser mais rápida, pois os anticorpos que foram produzidos para combater a doença já estão em circulação. Entretanto, um anticorpo não combate sorotipos diferentes, como no caso da dengue o anticorpo que foi produzido para combater o sorotipo 1, não combate o 2, 3 e 4”.

APÊNDICE F - Respostas do quebra-cabeça colaborativo

A) Procure com seus colegas o significado de viremia e escreva aqui.

Grupo A: Presença de vírus no sangue.

Grupo B: Elevação da quantidade viral na circulação sanguínea.

Grupo C: É a presença do vírus no sangue.

Grupo D: Vírus no sangue.

Grupo E: Presença de vírus no sangue.

B) Após quantos dias da picada o pico da curva de viremia foi atingido?

Grupo A: Entre o 6^o e 7^o dia.

Grupo B: 8^o dia.

Grupo C: 7^o dia.

Grupo D: 6^o dia.

Grupo E: 8^o dia.

C) A febre é uma elevação normal da temperatura que ocorre como fator de proteção de uma infecção. Quantos dias levou para aparecer a febre em Antônio após a picada?

Grupo A: 3 dias.

Grupo B: 6 dias.

Grupo C: Entre o 4^o e 5^o dia.

Grupo D: 6 dias.

Grupo E: 5 dias.

D) Elabore uma hipótese para explicar esta demora.

Grupo A: O vírus em contato com a corrente sanguínea pode ter passado despercebido pelo sistema imune.

Grupo B: O organismo estava tentando combater e se adaptar a carga viral e acaba não conseguindo e em resposta a isso há a elevação da temperatura como último recurso.

Grupo C: Pois estava no período de incubação e o corpo estava identificando o vírus.

Grupo D: O reaparecimento dos antígenos.

Grupo E: Período de incubação.

E) E as células e anticorpos do sistema imune do indivíduo? Quantos dias após a picada do mosquito eles começaram a aparecer?

Grupo A: Ela começou a aparecer após 4 dias, mas só começou a ... após 8 dias. E as células de defesa reagiram após o 10^o dia.

Grupo B: Demorou 5 dias. Há a iniciação da resposta em combate pelas células T, em 7 dias o Ig M inicia uma resposta mais específica por estar próximo ao ponto de viremia e por fim IgG age dentro de 11 dias estabelecendo uma memória específica contra o sorotipo.

Grupo C: Células T= 4^o dia; IgM= 6^o dia e IgG= 8^o e 9^o dia.

Grupo D: Células T no 4^o dia; IgM= 6^o dia e IgG= 9^o dia.

Grupo E: 6 dias.

F) Quais clones reconhecem o DENV-1?

Grupo A: Clone A e clone B.

Grupo B: Os dois clones reconhecem o Denv-1

Grupo C: Clone A

Grupo D: Os dois clones

Grupo E: Clone A

G) Todos os clones reconhecem DENV -1? Para que existem tantos clones?

Grupo A: Sim. Pois existe um anticorpo diferente para cada antígeno.

Grupo B: Sim. Para poder multiplicar-se e poder agir de forma mais específica.

Grupo C: Não. Pois tem alguns anticorpos que possui clone específico.

Grupo D: Não. Para um maior reconhecimento dos antígenos.

Grupo E: Não. Porque são vários tipos de sorotipo.

H) Todos os clones que reconhecem DENV-1, reconheceriam também o DENV-2?

Grupo A: Não. Apenas os clones A e B.

Grupo B: De imediato não, mas o corpo a partir dos clones se multiplica e própria para tal sorotipo e faz uma resposta própria reconhecendo o Denv-2 dessa forma tendo novos clones para este.

Grupo C: Sim

Grupo D: Sim

Grupo E: Não

Existem duas características muito conhecidas da resposta imune:

Especificidade: o sistema imunológico reconhece os diversos antígenos e produz uma resposta imunológica específica para cada um deles.

Diversidade: o sistema imune é capaz de reconhecer milhares de antígenos diferentes e produzir uma resposta adequada para cada um deles.

Explique através da simulação como o sistema imune é específico e diverso?

Grupo A: Não respondeu.

Grupo B: De forma que existem os sorotipos Denv-1 e Denv-2 e o sistema imune pode reconhecer ambos e a partir disso agir da forma específica direta contra o sorotipo correspondente isso sendo a explicação do porque de sua especificidade e diverso por mesmo que não sejam esses sorotipos ele pode reconhecer e determinar formas de defesa.

Grupo C: O clone reconhece diversas cepas e vírus específicos. Só que tem algumas cepas que não reconhece de primeira, sendo necessário produzir uma resposta adequada para ele.

Grupo D: Ele é específico pois produz uma resposta imunológica para cada antígeno e é diverso pois o mesmo linfócito tem a capacidade de reconhecer mais de um sorotipo.

Grupo E: Porque ele encaixa no sorotipo desejado e não nos diferentes.

A) Comparando com a primeira infecção (com a DENV-1), a viremia encerra antes ou depois?

Grupo A: Ela encerra antes.

Grupo B: Antes

Grupo C: A partir do 6^o dia

Grupo D: Antes

Grupo E: Antes

B) Faça a seleção clonal para o vírus DENV-2 (repita os passos anteriores).

C) Os clones de linfócitos selecionados são os mesmos?

Grupo A: Sim. São os mesmos.

Grupo B: Não

Grupo C: Não

Grupo D: Não

Grupo E: Não

D) O que poderia explicar uma pessoa apresentar novamente todos os sintomas da dengue quando ela é infectada com um sorotipo diferente?

Grupo A: Pois elas compartilham da mesma proteína E na porção B e D.

Grupo B: Pela estrutura de sorotipo ser diferente da anterior de forma que o organismo não está pronto para agir de forma específica como estaria para agir contra um já conhecido.

Grupo C: Os sintomas são iguais, o que muda são as cepas que são diferentes.

Grupo D: os diferentes clones.

Grupo E: O sorotipo 1 já apresenta memória e já o 2 não.

APÊNDICE G- Respostas dos grupos com relação às hipóteses da pergunta norteadora após preenchimento do quebra-cabeça colaborativo:

Grupo A

“Não, pois existe sorotipos diferentes. A memória imunológica na dengue ocorre principalmente devido a resposta do sistema imunológico após a infecção pelo vírus da dengue”.

Grupo B

“Não. O indivíduo pode até ter pegado um sorotipo específico, porém o corpo acaba se adaptando somente a este sorotipo específico e como a dengue possui quatro sorotipos diferentes isso faz com que uma pessoa não esteja adaptada para estes outros. E vale lembrar que é impossível saber qual o sorotipo específico essa pessoa contraiu”.

Grupo C

“Não. Pois mesmo que já tenho pegado algum dos quatro sorotipos diferentes, a infecção com um determinado sorotipo, não te garante imunidade sobre os outros, sendo que a imunidade adquirida após a infecção pode diminuir com o tempo, tornando-se uma pessoa susceptível a se reinfectar.

A memória imunológica ocorre quando o sistema imunológico lembra de um patógeno que já entrou em contato com o sistema imunológico anteriormente. Envolvendo assim as células de memória (linfócitos B e T). Quando um corpo é infectado por um patógeno, o sistema imunológico produz anticorpos específicos para combater-ló . Após a infecção as células de memória retem informação sobre o vírus. Assim quando infectado o organismo terá uma resposta mais rápida e eficaz”.

Grupo D

“Não. Pois existem cepas diferentes. A memória imunológica ocorre principalmente devido à resposta do sistema imune após a infecção pelo vírus da dengue. Quando uma pessoa é infectada pela dengue, o sistema imune produz células para combater o vírus”.

Os macrófagos reconhecem microrganismos e estímulos, dessa forma eles alertam o sistema imune sobre a presença de antígenos. Após o reconhecimento o sistema imune inicia um mecanismo de defesa para combater o imunógeno e proteger o organismo”.

Grupo E

“A dengue tem quatro sorotipos, portanto quando alguém contrai a doença ela “produz” memória permanente apenas para o sorotipo selecionado, e não para os demais. Portanto ao ter um segundo contato com a doença o processo seria o mesmo da primeira. Após alguns dias com

viremia é iniciada a produção de IgG que após a diminuição do antígeno sua porcentagem no organismo é diminuída ficando apenas uma pouca parcela do anticorpo no organismo para uma possível reinfecção a resposta imune ser mais rápida. Entretanto cria-se memória apenas para o sorotipo que infectou e não existe memória para os demais”.

APÊNDICE H- Transcrição das cartas escritas em grupo:

Produto 1: Em grupo: Uma Carta encaminhada à direção da escola

Grupo A: "Caro diretor, venho informar que tem uma professora que está preocupada pelo fato de estar gestante, e se caso teste positivo para o zika vírus pode causar microcefalia no bebê. Os antígenos da dengue e da zika vírus são diferentes mutações no DNA, é exatamente por isso que existe um teste para essa doença, por causa da morfologia do vírus.

Então não necessariamente o teste que mostra se a doença é positiva para dengue, vai indicar que a pessoa tem zika vírus e vice-versa. Dede já agradeço.

Grupo B: "Anticorpos do tipo IGM são os responsáveis pela identificação primária dos anticorpos da dengue e zika e desse modo nos testes rápidos, por eles serem da mesma família vão acabar se positivando, mas dessa forma se um teste rápido de dengue der positivo não necessariamente vai ter zika também.

Grupo C: "Prezada direção da escola, estamos cientes da recente preocupação levantada por uma das professoras. Primeiramente, vamos entender que, embora a dengue e a zika compartilhem semelhanças em suas classificações elas são causadas por diferentes tipos de vírus dentro do gênero Flaviviridae. A dengue é causada pelo vírus da dengue, enquanto a zika é causada pelo vírus da zika. Embora ambos sejam transmitidos pelo mesmo vetor, o mosquito *Aedes aegypti*, eles têm características distintas. O teste rápido para dengue geralmente detecta a presença de anticorpos específicos produzidos pelo sistema imunológico em respostas à infecção pelo vírus da dengue. No entanto, esses anticorpos são específicos para a dengue e não reagem diretamente ao vírus da zika. Portanto, um resultado para dengue indica apenas a exposição ou infecção pelo vírus da dengue e não significa necessariamente que a pessoa esteja infectada pelo vírus da zika.

Grupo D: Prezada direção da escola.

Gostaríamos de esclarecer que, embora a zika e a dengue seja da mesma família de vírus, um resultado positivo no teste rápido para dengue não necessariamente indica a presença do vírus da zika. Isso ocorre porque os anticorpos produzidos pelo organismo para combater a dengue são específicos para esse vírus em particular. O teste para zika requer a detecção de anticorpos específicos para o vírus da zika." Atenciosamente, Alunos.

Grupo E: "Prezada Direção, gostaria de abordar um tema importante que surgiu recentemente na escola à saúde da nossa professora que está grávida. Há uma preocupação de que ela possa estar com zika, pois seu teste rápido para a dengue apresentou um resultado positivo. Entretanto é fundamental entender que, embora o zika e a dengue pertençam a mesma

família de vírus, um resultado positivo para a dengue não implica necessariamente em uma infecção por zika. quando o corpo é exposto ao vírus, o sistema imunológico começa a produzir anticorpos específicos para combater esse vírus invasor. No entanto, os anticorpos podem ser semelhantes entre diferentes vírus da mesma família, como a dengue e o zika, devido às semelhanças em sua estrutura.

Agradecemos a atenção de todos para este assunto e esperamos que nossa professora obtenha um diagnóstico preciso e recupere sua saúde."

APÊNDICE I - Assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

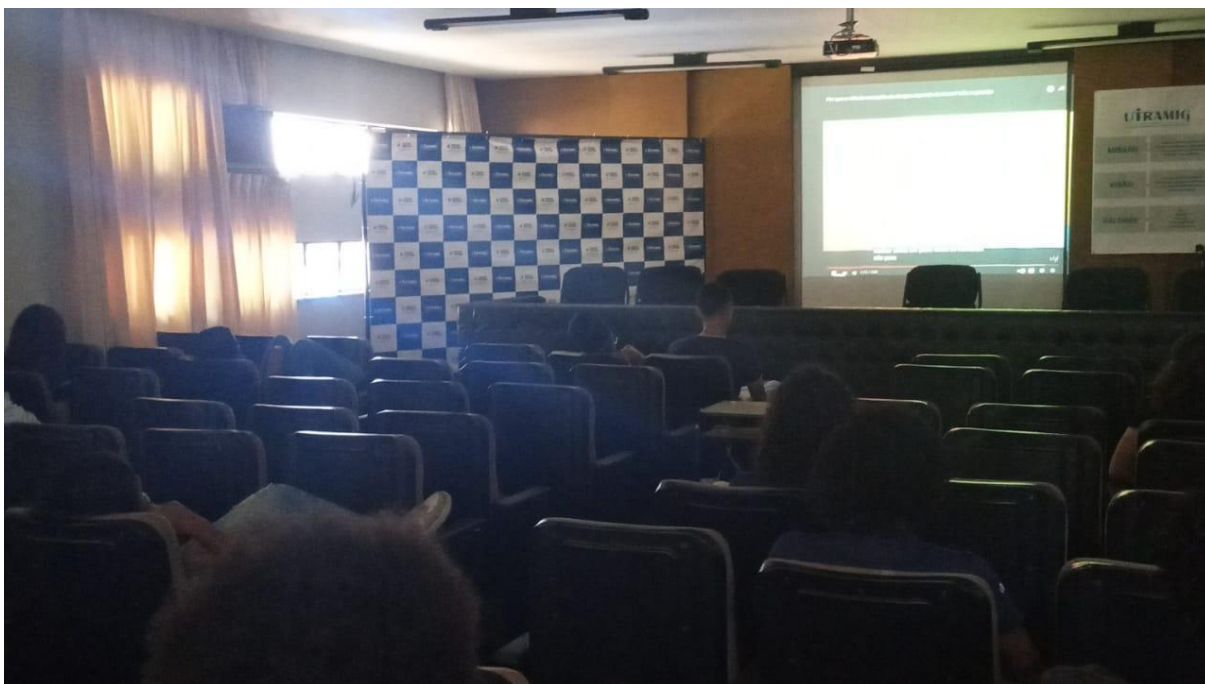


Fonte: Arquivos da pesquisadora



Fonte: Arquivos da pesquisadora

APÊNDICE J- Alunos assistindo ao vídeo no Auditório Administrativo :



Fonte: Arquivos da pesquisadora



Fonte: Arquivos da pesquisadora

APÊNDICE L - Elaboração das Hipóteses após assistirem ao vídeo:



Fonte: Arquivos da pesquisadora



Fonte: Arquivos da pesquisadora

APÊNDICE M - Respondendo ao Quebra- cabeça colaborativo com roteiro estruturado



Fonte: Arquivos da pesquisadora

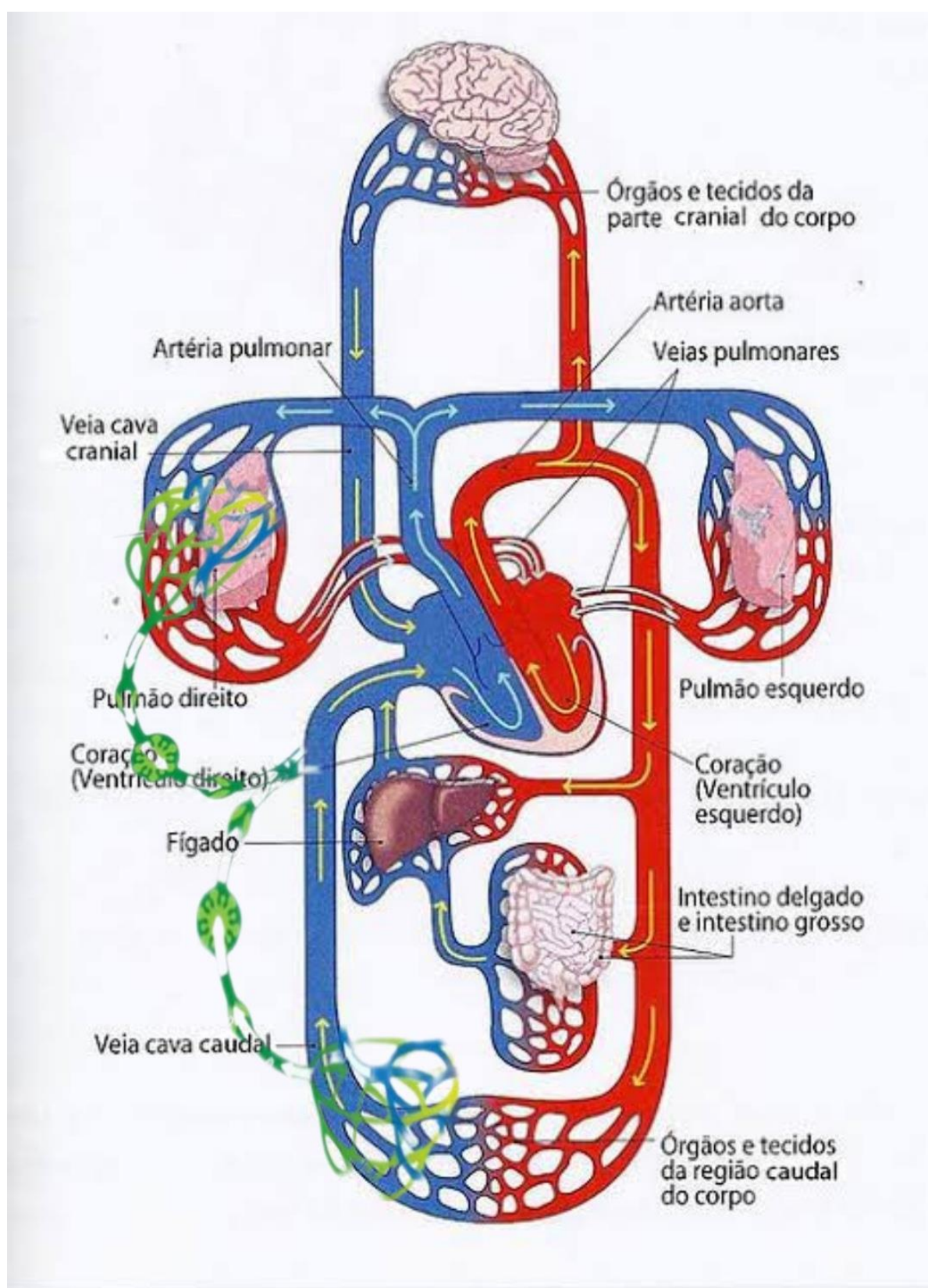


Fonte: Arquivos da pesquisadora



Fonte: Arquivos da pesquisadora

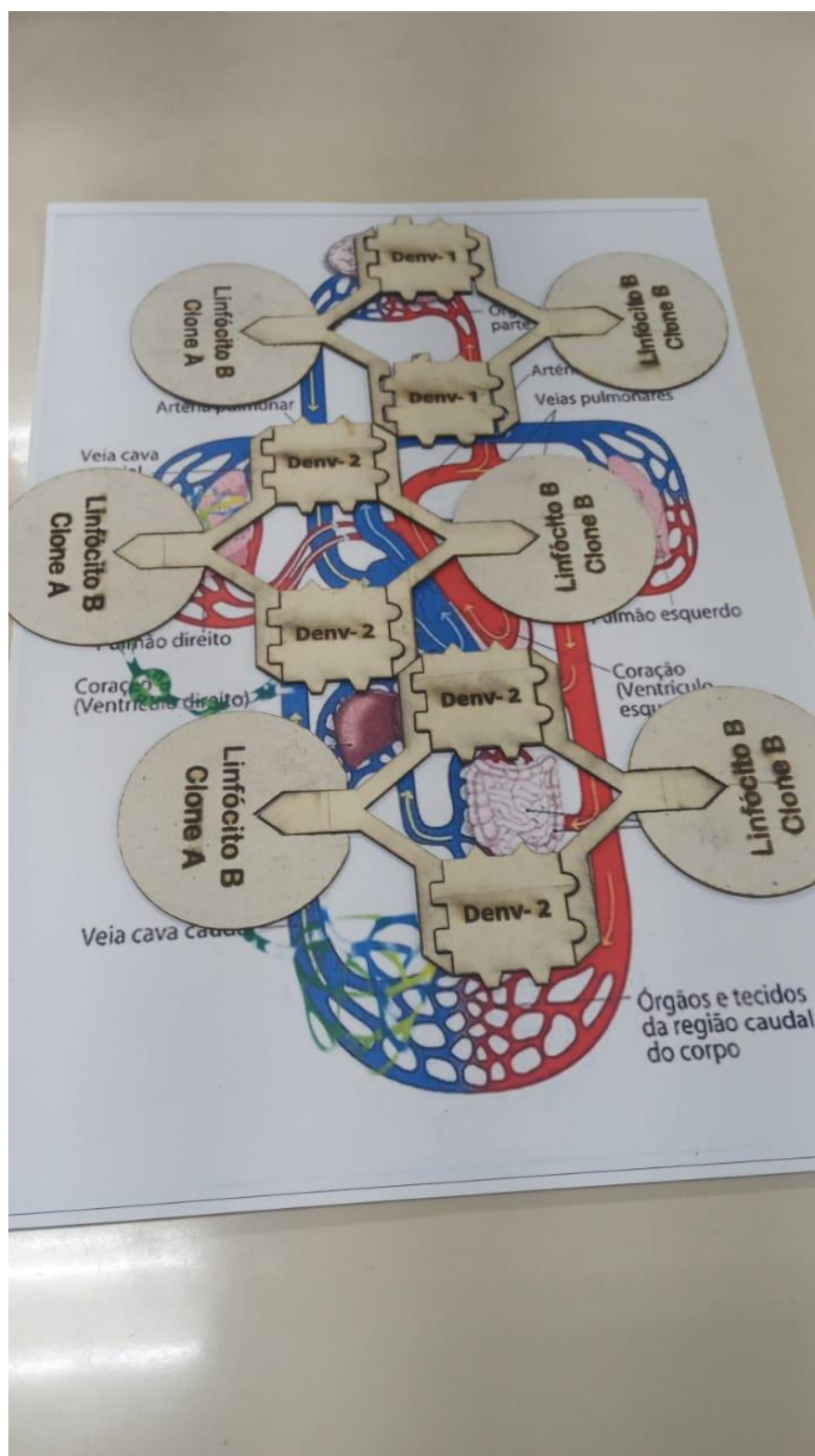
APÊNDICE N - Quebra-cabeça colaborativo

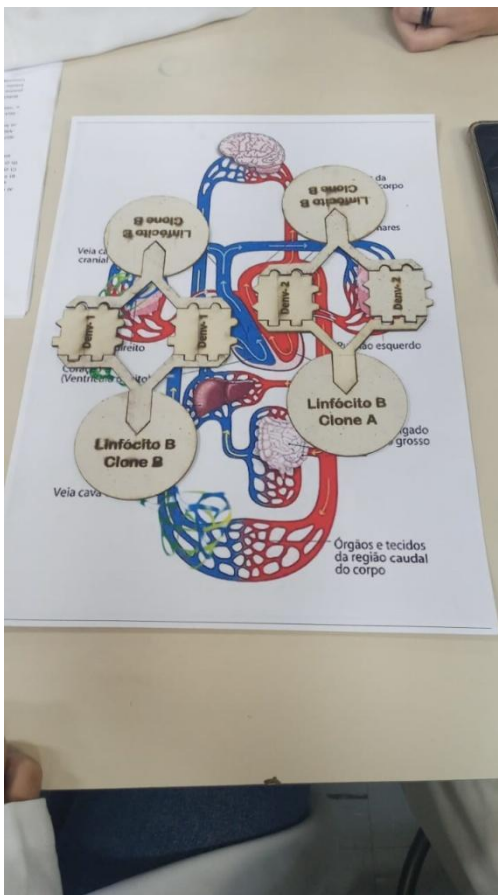




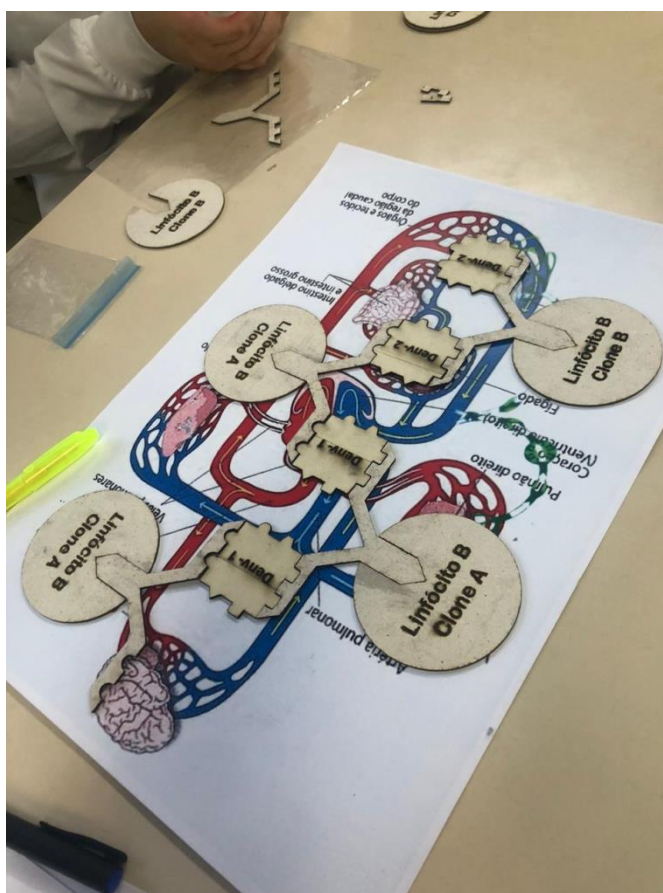
Fonte: Arquivos da pesquisadora

APÊNDICE O - Simulação no quebra-cabeça colaborativo





Fonte: Arquivos da pesquisadora



Fonte: Arquivos da pesquisadora

APÊNDICE P- Questionário do Mapeamento do Conhecimento

A Resposta Imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia no Ensino Médio.

Projeto de Mestrado - Ana Lúcia Nascimento Hermógenes

Questionário FINAL PÓS - ATIVIDADE

Identificação do(a) aluno(a): (opcional) _____

E-mail: _____

Matrícula: _____ Idade: _____

Você está sendo convidado (a), como voluntário (a), a participar da pesquisa:

“A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO FENÔMENO DE ANCORAGEM PARA ABORDAR CONCEPÇÕES EQUIVOCADAS DE IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO”.

A pesquisa seguirá todos os preceitos éticos estabelecidos nas Resoluções 466/2012 e 510/2016, ambas do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFMG (CEP/UFMG) e a direção do COLTEC foi informada e consultada sobre a pesquisa, dando anuência para que este convite fosse encaminhado a você. Pedimos a sua autorização para a coleta dos seus dados sócio econômicos, a participação de um questionário investigativo sobre seus conhecimentos prévios sobre o sistema imunológico, motivação intrínseca e a gravação de áudio e imagens durante as aulas deste conteúdo. A utilização dos seus dados da pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa ou se você concordar em outros futuros.

Nesta pesquisa pretendemos **“Construir e avaliar uma sequência didática com olhar investigativo para o ensino médio sobre a resposta imune contra a dengue como fenômeno de ancoragem para abordar concepções equivocadas de Imunologia”**. **“A presente pesquisa consiste em analisar uma sequência didática, através de avaliações críticas, com a finalidade de descrever como tal metodologia de ensino foi desenvolvida, bem como inferir se ela foi capaz de promover a aprendizagem dos alunos.**

Para isso, vamos acompanhar o desenvolvimento de cada etapa da sequência didática, realizar registros pessoais contendo os pontos relevantes a serem relatados e descritos, e nossas impressões sobre a eficácia do método.

Além disso, inserimos na sequência didática, como primeira e última etapa, um pré e pós teste, respectivamente, a fim de comparar os resultados de ambos para obtermos dados qualitativos e quantitativos do processo de aprendizagem dos estudantes.

No decorrer da execução da sequência didática, pretende-se analisar se a metodologia de ensino é adequada e suficiente para alcançar seu objetivo, se há relação direta entre a dinâmica das atividades e a problematização, verificar se as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento das questões proposta, se promovem contextualização com os conteúdos a serem aprendidos e, por fim, se a dinâmica das atividades possibilita a participação ativa dos alunos. Além disso, será realizada uma análise de conteúdo das cartas e respostas nos grupos”.

Nestes grupos, perguntas norteadoras serão distribuídas para que os alunos elaborem hipóteses. 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.

Uma simulação em madeira será criada usando o laboratório FABTEC: espaço maker do Coltec, que conta com uma impressora de corte a laser e MDF para construção do material de simulação. O intuito da simulação com roteiro estruturado é permitir que os estudantes confrontem seus conceitos inadequados como, por exemplo, a de que o sistema imunológico é formado quase que exclusivamente por células, em detrimento de órgãos. Assim, uma simulação da circulação das células e o vírus da dengue inteiro (ou parte dele) pelos tecidos, linfa e sangue será demonstrada de forma a permitir a visualização do sistema imune como um sistema integrado.”

No momento da intervenção poderemos gravar em áudio e imagem e esperamos que você possa participar normalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: “A pesquisa apresenta riscos mínimos. A participação na atividade pode gerar sentimentos e sensações como estresse, constrangimento, ansiedade e entre outros, devido a experiência e exposições de ideias entre as interações sociais, onde o estudante passa de passivo para ativo”.

A pesquisa contribuirá para: “Proporcionar autonomia e conhecimento dos alunos através do método científico investigativo, propiciar condições para a construção de hipóteses, coleta e análise de dados e interação social. Proporciona a construção de argumentos científicos e conseqüentemente uma introdução na alfabetização científica”.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira, você terá que responder um formulário elaborado com questões relacionadas ao

sistema imunológico. 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.

Para isso você poderá enviar um e-mail ao pesquisador (anahermogenes@yahoo.com.br). 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.

Na primeira seção do formulário, AQUI, será solicitado a você que coloque e-mail do seu responsável/tutor, além da sua matrícula. Isto não significa que você ou seus pais serão identificados na pesquisa; esse procedimento é necessário pois não temos outra maneira de confirmar o consentimento dos seus pais (ou responsável). Apesar dessa identificação inicial, informamos que o pesquisador responsável por esta pesquisa, entregou ao CEP/UFMG um Termo de Compromisso no qual garante a adoção de medidas para impedir a identificação de estudantes participantes da pesquisa ou de seus pais ou responsáveis, compromisso que reiteramos neste momento.

Declaro que fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa “A resposta Imune contra a dengue como evento apoiador para abordar conceitos inadequados de Imunologia no Ensino Médio” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Concordo que meus dados obtidos no questionário e nas gravações das aulas sejam utilizados somente para esta pesquisa.

Declaro que fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa “A resposta Imune contra a dengue como evento apoiador para abordar conceitos inadequados de Imunologia no Ensino Médio” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Concordo que meus dados obtidos no questionário e nas gravações das aulas 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.

Não concordo com a utilização dos dados obtidos nessa pesquisa.

Sobre o aluno

Gênero com o qual se identifica

- Mulher cis (se identifica com o gênero dado no nascimento)
 Homem cis (se identifica com o gênero dado no nascimento)
 Mulher trans (se identifica com o gênero diferente do dado no nascimento)
 Homem trans (se identifica com o gênero diferente do dado no nascimento)
 Não-binário (não se identifica exclusivamente com um gênero)

Prefiro não dizer

Outro: _____

Onde concluiu o ensino fundamental?

- Escola Particular
 Escola Pública Municipal
 Escola Pública Estadual
 Escola Pública Federal

Sobre o ENEM:

- Estou fazendo cursinho
 Não estou me dedicando ao ENEM esse ano
 Estou estudando sozinho(a)

Qual curso superior pretendo fazer? Se não pretende fazer nenhum coloque nenhum como resposta.

Sua resposta: _____

Sobre nosso sistema imune:

Responda a pergunta abaixo com o máximo de detalhes possível.

Quem já teve dengue está imune à doença para sempre?

Sua resposta: _____

Responda seu grau de concordância com as seguintes afirmativas:

1) O sistema imunológico tem como componentes apenas os glóbulos brancos, macrófagos e anticorpos, não apresenta órgãos que compõe o sistema.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

2) Os anticorpos são células que se unem ao antígeno para impedi-lo de causar danos ao organismo.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

3) O anticorpo tem a função de destruir o antígeno, como uma bala de revólver.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

4) Em resposta infecção o corpo desenha e constrói anticorpos para determinada doença.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

5) Na memória imunológica, os anticorpos produzidos no primeiro contato com o antígeno, são armazenados no organismo até que encontrem novamente com o mesmo antígeno, possibilitando, então, uma ação rápida.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

6) Na memória imunológica, o corpo guarda a fórmula de responder o antígeno.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

7) Um mesmo anticorpo pode reconhecer diferentes sorotipos de um vírus.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

8) Um mesmo anticorpo pode não reconhecer diferentes sorotipos de um vírus.

Concordo totalmente Concordo Não concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente

- Em uma aula como esta, eu prefiro um material que realmente desafie para que eu possa aprender coisas novas.
- Acho que poderei usar o que aprendi nesta atividade em outra etapa da minha carreira acadêmica e/ou profissional.
- Se eu estudar de maneira adequada, serei capaz de aprender o conteúdo desta aula.
- Quando faço essa atividade, penso em como estou me saindo mal em comparação com outros alunos.
- Esta atividade foi divertida de fazer.
- Depois de trabalhar nessa atividade por um tempo, me senti muito competente.
- Eu me esforcei muito nessa atividade.
- Não me senti nem um pouco nervoso enquanto fazia esta atividade.
- Eu acredito que tive alguma escolha sobre fazer esta atividade.
- Acho que fazer esta atividade é útil para minha formação profissional.
- Em uma aula como esta, eu prefiro um material que desperta minha curiosidade, mesmo que seja difícil de aprender.
- Estou muito interessado na área de conteúdo desta atividade.
- É minha própria culpa se eu não aprender o conteúdo dessa aula.
- Quando faço essa atividade, penso nas consequências do fracasso.
- Achei que era uma atividade chata.
- Estou satisfeito com meu desempenho nesta tarefa.
- Não me esforcei muito para ir bem nessa atividade.
- Eu me senti muito tenso ao fazer essa atividade.
- Fiz essa atividade porque não tinha escolha.
- Eu acho que esta atividade é importante.
- A coisa mais gratificante para mim nesta atividade foi compreender o conteúdo da forma mais profunda possível.
- Acho que o material deste conteúdo foi útil para minha aprendizagem.
- Se eu me empenhar, entenderei o material desta aula.
- Tenho uma sensação desconfortável e fico chateado(a) quando faço essa atividade.
- Essa atividade não prendeu em nada minha atenção.
- Eu fui muito habilidoso nessa atividade.
- Era importante para mim me sair bem nessa tarefa.
- Eu estava ansioso enquanto trabalhava nesta tarefa.
- Eu senti que tinha que fazer essa atividade.
- Eu penso que fazer essa atividade pode me ajudar na compreensão do conteúdo.
- Quando eu tive oportunidade nessa aula, eu escolhi tarefas que eu possa aprender mesmo se elas não me garantam uma boa nota.
- Compreender o assunto desta aula é muito importante para mim.
- Se eu não entendi o material dessa aula, é porque não tentei o suficiente.
- Sinto meu coração acelerado quando faço essa atividade.
- Eu descreveria esta atividade como muito interessante.
- Essa era uma atividade que eu não consegui fazer muito bem.
- Eu não coloquei muita energia nessa atividade.
- Eu me senti pressionado enquanto fazia a atividade.

Fiz essa atividade porque quis.

Eu acredito que fazer esta atividade pode trazer um benefício para mim.

APÊNDICE Q - Transcrição das cartas enviadas a um amigo

Estudante 1: “Olá, é importante ter conhecimento de que mesmo que você tenha contraído dengue no passado, a resposta imune dessa patologia é diferente. Para entender você precisa saber que a dengue apresenta 4 sorotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4) e ao contrair um deles você fica imune permanentemente para aquele sorotipo do vírus, mas não para os outros. Então ao contrair a doença novamente você continuará apresentando sintomas como na primeira vez, pois possivelmente você contraiu um sorotipo diferente, o qual seu organismo não possui memória. Os IgM neutralizam o antígeno minimizando a viremia e entre 7 e 10 dias inicia-se a produção e IGG, que após o fim da presença do antígeno no organismo, ele é diminuído ficando apenas em baixas quantidades no corpo e essa memória não confere imunidade para os quatro sorotipos, somente para o contraído. Portanto é necessário proteger e tomar todas as medidas profiláticas para que a possibilidade de contrair a doença novamente diminua”.

Estudante 2: “Caro amigo,

Venho por meio dessa carta te alertar sobre a dengue, por mais que você já tenha contraído antes, ainda é perigoso, pelo fato de que há vários sorotipos da dengue. Vou tentar te explicar de forma resumida: O nosso sistema imune não tem uma resposta igual para todos os sorotipos da dengue, ou seja, se você já contraiu o sorotipo 1 e após um período pegar o 2, não estará imune, pois ele é uma variante. Peço para você, cuide-se! Não deixe água parada e use repelente! Com carinho...

Estudante 3: “Caro amigo, fiquei sabendo que pegou dengue ano passado. Mas mesmo que já tenha se curado, não se engane, pois, você pode pegar de novo, mas com outro sorotipo. A dengue apresenta 4 sorotipos, se no ano passado você pego o tipo 1, nesse ano você pode adquirir novamente o vírus, mas dessa vez será o 2, 3 ou 4. Então se previna para não pegar os outros sorotipos! Mas, caso você peque um dos sorotipos novamente, você terá os linfócitos de memória no organismo para aquele tipo de sorotipo, então a resposta imunológica será mais rápida porque a produção de IgG inicia rápida e mais forte. Espero que tenha ajudado.”

Estudante 4: “Prezada Bruna, você deverá continuar se protegendo da dengue, mesmo já tendo pegado algum dos sorotipos pois a imunidade à dengue não é permanente, e a ter-lá uma vez não garante imunidade vitalícia. Na verdade, existem 4 sorotipos diferentes, e a infecção com um sorotipo, não protege o outro, podendo também a imunidade adquirida após infecção com o tempo diminuir, tornando uma pessoa susceptível a reinfectar-se com a mesma linhagem do vírus. A memória imunológica vem quando o sistema imunológico “lembra” de

um patógeno que já encontrou anteriormente. Envolvendo assim células de memória, como linfócitos B e T. Quando o corpo é infectado por um patógeno, o sistema imunológico produz anticorpos específicos para combatê-lo. Após a infecção, as células de memória retêm informações sobre o vírus, permitindo uma resposta mais rápida e eficaz se a pessoa for exposta novamente ao mesmo patógeno no futuro.”

Estudante 5: “Querida Ana, mesmo que você tenha tido dengue no ano passado, é essencial continuar se protegendo contra a doença. Isso ocorre porque a resposta imune gerada após uma infecção específica para o sorotipo do vírus que o infectou. Existem quatro sorotipos diferentes, e a imunidade adquirida para um sorotipo não protege contra os outros. Portanto, você ainda pode ser infectada por um sorotipo diferente e desenvolver a doença novamente. Para evitar novas infecções, é fundamental adotar medidas de prevenção para eliminar o mosquito no dia a dia, usando repelentes.”

Estudante 6: “Dear Marcella,

Venho por meio desta carta dizer a importância de se proteger contra a dengue mesmo tendo pegado ano passado. Pelo fato da dengue possuir vários sorotipos diferentes seu sistema imune pode não reconhecer aquela variante do sorotipo e responder de forma diferente, com isso você não fica imune a doença.

Tentei te explicar de forma mais simples como funciona, espero que você entenda!

Qualquer dúvida me mande uma carta de volta.

Estudante 7: “Ele deve se proteger porque existe 4 tipos de sorotipos da dengue, ele pegando o DENV-1 ele poderá pegar o mesmo sorotipo novamente, mas os sintomas podem ou não ser o mesmo.”

Estudante 8: “Oie tudo bem com você? Você viu que a dengue voltou a circular? Então tome cuidado já que você já apresentou a doença e é muito perigoso contrair pela segunda vez. Pois a segunda contaminação não é igual e seu corpo vai demorar um tempo para conseguir combater a segunda contaminação por serem sorotipos diferentes, então o seu corpo não tem todos os antígenos já prontos. Mas é isso, se cuida!”

Estudante 9: “Devo me proteger contra a dengue mesmo tendo essa doença no passado, ao contrair a pessoa fica imunizado para aquele sorotipo do vírus, mas não para os outros. Sendo assim ela deve se proteger principalmente para não agravar em dengue hemorrágica”.

Estudante 10: “Caro amigo, venho informar que mesmo que já tenha pegado o vírus, você não está imune contra a doença e nem o vírus e caso pegue várias vezes você pode ter uma dengue hemorrágica. É que você só está imune para o sorotipo que você já pegou e não dos outros sorotipos”.

Estudante 11: “Você deve continuar se cuidando porque não estamos imunes a dengue, existem 4 sorotipos diferentes (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4) e você pode ter cada um deles com sintomas diferentes, a resposta imunológica vai depender de qual variante vai ser infectado”.

Estudante 12: “Oi amigo, então, como me preocupo com você quero te explicar um pouco sobre a dengue para sua segurança. Sei que você pegou ano passado e foi horrível, por isso gostaria de comunicar que você não está imune para sempre, você tem anticorpos para apenas um tipo de dengue é para obter imunidade ou resposta imune, só já ter tido contato com o antígeno. Então, se cuide, quero ver você saudável”.

Estudante 13: “Prezado amigo, visto que você não sabe se defender da dengue, lhe ensinarei maneiras de se cuidar e porque você vai se cuidar. A dengue cresce em água parada, em qualquer lugar mesmo. Portanto, dê uma olhada em casa e evite. Caso você pegue dengue, deve se cuidar com extrema cautela pois a dengue é parecida com o Covid. Várias variantes para um corpo só, então se você se curar de uma haverá outras para entrar em contato com você e CUIDADO. Eles são piores a cada contaminação. Bom, se cuida e boa sorte”.

Estudante 14: “Querido amigo, é ótimo saber que você superou a dengue. Isso significa que seu corpo desenvolveu uma resposta imune contra um dos sorotipos do vírus da dengue. No entanto, entenda que existem 4 sorotipos diferentes: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, ter sido infectado por um sorotipo pode aumentar o risco de complicações graves se você for infectado por outro sorotipo, em um fenômeno conhecido como “aumento dependente de anticorpos”. Por isso é tão importante continuar se protegendo, aqui vão algumas dicas: usar repelentes, eliminar criadouros e uso de roupas protetoras. Lembre-se de que a dengue pode ser uma doença grave, e a prevenção é a melhor maneira de evitar complicações. Cuide-se e saiba que estou aqui para ajudá-lo”.

Estudante 15: “Prezado amigo, É importante se proteger da dengue mesmo após ter tido a doença pois pode haver reinfecção pois você ainda pode ser infectado por um sorotipo diferente, pode ocorrer uma dengue grave, consulte um profissional, use sempre repelente. A resposta imune a um sorotipo de dengue ocorre em várias etapas: as células do sistema imune adaptativo são os linfócitos frente a uma infecção viral por dengue, os antígenos presentes no vírus ativam os linfócitos B que produzem estão anticorpos neutralizantes IgM e IgG que se ligam ao envelope viral, impedindo a sua entrada nas células alvo e a dispersão pelo organismo.

Estudante 16: “Prezado amigo, embora você já tenha tido dengue, ainda corre o risco de contrair a doença novamente, pois existem quatro sorotipos diferentes do vírus da dengue. Se ele for infectado por um sorotipo diferente, pode desenvolver uma forma mais grave da doença,

chamada dengue grave, que pode ser fatal. Quando uma pessoa é infectada pela primeira vez seu sistema imune cria uma resposta imunológica para aquele sorotipo específico. No entanto se a pessoa for posteriormente infectada por um sorotipo diferente a resposta imunológica pode ser menos eficaz. Portanto sempre se proteja”.

Estudante 17: “Olá amigo,

Mesmo tendo tido dengue no ano passado é essencial que você se proteja contra a doença, há riscos de reinfecção e de complicações mais graves. Para se proteger, evite água parada, use repelente, instale telas e colabore com iniciativas de combates à dengue.

Sua resposta imune esta relacionada a um sorotipo da dengue que envolve a ativação de células do sistema imunológico, como macrófagos, células T auxiliares e células B. Essa resposta visa neutralizar o vírus e eliminar o que está infectado. A infecção por um sorotipo não gera proteção total contra os outros sorotipos, então se cuide. Abraços!

Estudante 18: “Pois ao contrair a dengue, a pessoa fica imunizada por apenas aquele sorotipo do vírus e não para os outros que são: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, ficando susceptível a reinfecção pelos demais e por isso a proteção é essencial, pois o vírus tem possibilidade de se multiplicar, quanto maior a quantidade de vírus se multiplicando, maior o comprometimento de nossas células, agravando a doença e afetando por fim os órgãos”.



Estudante 19: “Olá amigo, eu sei que você acha que está seguro contra a dengue sendo que você já pegou, mas tenho uma notícia um pouco ruim para te dar. Você ter pegado no ano passado por exemplo um sorotipo da dengue chamado DENV-1 não garante com que você esteja protegido contra os outros sorotipos. Isso acontece porque como resposta a essa reação do DENV-1 seu organismo pode e vai se adaptar contra o sorotipo, mas como dito existem outros sorotipos que o seu organismo não vai estar pronto para defender, sendo mais três onde cada um se diferencia por conter na proteína E um aminoácido diferente um do outro e conseqüentemente a reação a esse vírus vai acontecer em cada sorotipo de forma diferente, não sendo possível saber qual você pegou e portanto o melhor a se fazer é tomar medidas profiláticas afim de evitar a alta disseminação do mosquito transmissor da dengue”.

Estudante 20: “Prezada Kézia, espero que quando receber essa carta você esteja bem. Venho por meio desta carta explicar a importância de você se proteger contra a dengue mesmo que já tenha pegado. Ao contrair dengue seu sistema imunológico cria anticorpos para combater tal vírus, porém é importante que você entenda que existem sorotipos diferentes do vírus da dengue e por esse motivo você pode contrair novamente o vírus variando as cepas, já que você já contraiu esses vírus antes, os sintomas serão mais brandos. Lembre-se que a prevenção é a melhor forma desse proteger da dengue. Espero que essas informações tenham sido úteis de

alguma forma. Fique bem”.

ANEXOS

ANEXO 1 – Projeto de pesquisa aprovado pelo CEP

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA	
— DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa: A RESPOSTA IMUNE CONTRA A DENGUE COMO FENÔMENO DE ANCORAGEM PARA ABORDAR CONCEPÇÕES EQUIVOCADAS DE IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO	
Pesquisador Responsável: Camila Dias Lopes	
Área Temática:	
Versão: 2	
CAAE: 67580223.6.0000.5149	
Submetido em: 18/04/2023	
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS	
Situação da Versão do Projeto: Aprovado	
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável	
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio	
Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_2032512	

Fonte: Plataforma Brasil