

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
Instituto de Química e Biotecnologia
Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
(Profqui-UFAL)

PRODUTO EDUCACIONAL: Uso da metodologia Centros de Interesse no desenvolvimento de competências da BNCC em Ciências da Natureza por meio da temática “Tecnologias aplicadas no combate ao *Aedes aegypti*”.

Me. Jeovani Ferreira Santos
Dra. Laura Cristiane de Souza



Doutora em Química pela Universidade Federal de Alagoas, atuou entre 2015 e 2020 como secretária executiva de educação do estado de Alagoas, sendo titular da pasta entre abril e dezembro de 2018 e junho a setembro de 2020. Entre 2021 e 2022 atuou como Coordenadora de Projetos Públicos e Secretária Municipal de Educação e Esportes de Arapiraca - AL. É professora da Universidade Federal de Alagoas desde 2009, atualmente está vinculada ao Instituto de Química e Biotecnologia da UFAL, na área de Ensino de Química. Áreas de interesse: Química Orgânica, Educação Química, Políticas Públicas para Educação.



Mestre em Química pelo Programa de Pós-graduação Profissional em Química em Rede (PROFQUI) pela Universidade Federal de Alagoas, atua como professor de Química da Rede Estadual de Ensino de Alagoas desde 2022. Áreas de interesse: Química, Ensino de Química, Metodologias Ativas e Avaliação de Competências e Habilidades em Química.

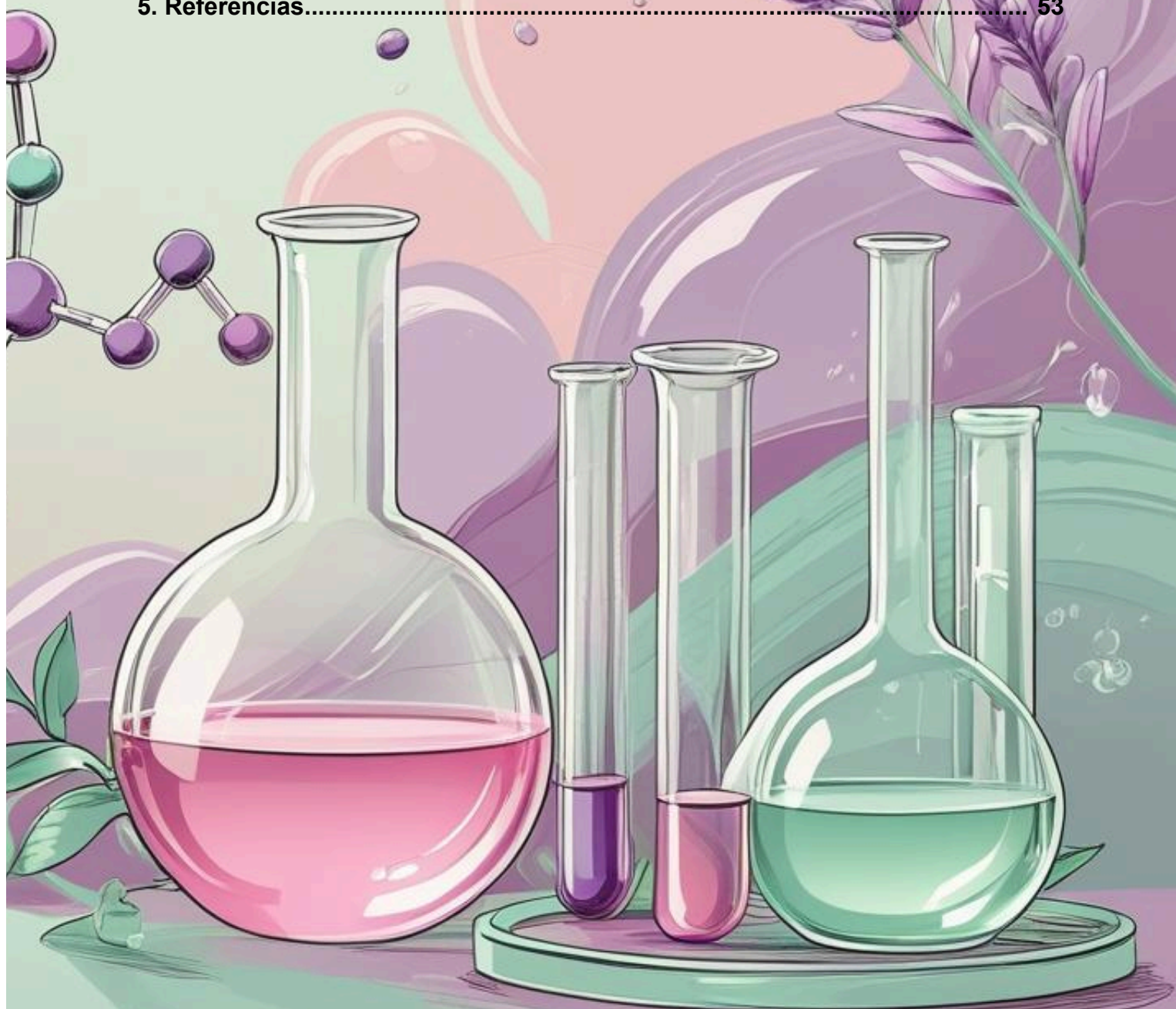


Instituto de Química e Biotecnologia



Sumário

1. Apresentação.....	4
2. Metodologia centros de interesse e o desenvolvimento de competência da BNCC.....	5
3. A dengue como temática globalizadora e de interesse no processo de ensino e aprendizagem.....	8
4. Sequência didática: Tecnologias Aplicadas no Combate ao Aedes aegypti. 11	
5. Referências.....	53



1. Apresentação

Caros professores de Química da educação básica, a seguir serão apresentadas algumas sugestões para o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Currículo (BNCC) na área de Ciências da Natureza. Esse produto educacional foi desenvolvido no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal de Alagoas (Profqui - UFAL) e coloca-se como uma proposição dentro do debate sobre os rumos da educação brasileira.

Ele surge através das minhas dúvidas e questionamentos quanto à prática docente sendo professor de Química do Ensino Médio na Rede Estadual de Alagoas. Em 2022, iniciei minha carreira como professor do estado de Alagoas, um ano após finalizar o curso de licenciatura em Química. Nesse momento, as escolas já seguiam as instruções em relação a BNCC e o novo Ensino Médio, ou seja, se adequavam para o desenvolvimento de competências e habilidades considerando a nova arquitetura do currículo e da distribuição de carga horária de Química nessa etapa da educação básica.

Mesmo recém formado, não me sentia apto para desenvolver minhas ações pedagógicas nas perspectiva da BNCC, uma vez que ela foi aprovada em 2018 e não tive muito contato com as ideias de ensino e avaliação por competências durante a graduação. A partir do contexto em que me encontrava inserido, percebi que poderia ser uma dificuldade de outros professores também.

Assim, por meio da pesquisa de mestrado desenvolvida, construímos esse produto educacional, o qual pode servir de suporte para os professores de Química da educação básica na elaboração e realização das ações de ensino e avaliação como normatiza a BNCC.

O material foi elaborado em uma resposta para o ensino de competências e habilidade da área de ciências da natureza utilizando a metodologia ativa Centros de Interesse proposta por Jean Ovide Decroly tendo como centro de interesse o tema “Tecnologias Aplicadas no Combate ao *Aedes aegypti*” e contempla também o processo avaliativo contínuo e formador através do uso das rubricas. A validação da SD foi realizada com uma especialista, professores de Química e um coordenador da educação básica.

2. Metodologia centros de interesse e o desenvolvimento de competência da BNCC

Nas ideias de Decroly, o ensino deveria se basear em duas esferas: A globalização, que associa-se a forma como os indivíduos aprendem em um contexto real na resolução de problemas do cotidiano, utilizando conhecimentos de diferentes áreas, ou seja, diferente da compartimentação do conhecimento em disciplinas. Além disso, deveria-se buscar relacionar as ações pedagógicas com temas de interesse do aluno, aquele vindo das necessidade fundamentais como agir, defender-se e alimentar-se.

Com essas considerações ele propôs a metodologia Centros de Interesse, a qual se divide em três etapas: Observação, associação e comunicação.

- **Observação:** Etapa inicial em que os alunos são colocados em contato com os elementos que caracterizam a temática globalizadora e de interesse do aluno (centro de interesse), como seres, objetos e acontecimentos que representam o contexto em sua totalidade.
- **Associação:** Durante o processo de associação os alunos irão conseguir ampliar seus conhecimentos por meio da comparação, desenvolvendo a percepção de causa e efeito e desenvolvimento tecnológico.
- **Comunicação:** A última etapa se caracteriza na reformulação pessoal do conhecimento, o qual pode ser expresso por meio de ações concretas na intervenção de um problema social utilizando atividades manuais, desenho, música ou outras habilidades que o aluno possa ter. A expressão do conhecimento também pode ocorrer através de ações abstratas como o uso da linguagem a partir de letras, números ou símbolos.

segundo o objetivo de desenvolvimento das competências e habilidade Zabala; Arnau (2020) surgem a organização da sequência didática a partir da seguinte estrutura:

Quadro 1: Estrutura de uma SD baseada nos centros de interesse

Fase da metodologia Centros de Interesse	Ações desenvolvidas
Observação.	→ Estabelecimento dos objetivos.

	<ul style="list-style-type: none"> → Apresentação motivadora da situação em sua complexidade. → Revisão dos conhecimentos prévios. → Identificação e explicitação dos diferentes problemas ou questões levantadas em função da situação. → Delimitação do objeto de estudo. → Elaboração de hipóteses ou suposições.
Associação.	<ul style="list-style-type: none"> → Definição das estratégias de pesquisa, comparação ou aplicação para comprovar as hipóteses anteriores. → Realização da pesquisa, comparação ou aplicação. → Seleção de dados relevantes em relação à situação-problema inicial e comprovação das hipóteses iniciais.
Expressão/comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> → Comunicação do processo seguido e das informações obtidas. → Descontextualização e teorização sobre as aprendizagens realizadas. → Integração e visão ampliada. → Metacognição sobre o processo e o resultado: autoavaliação. → Estratégias de memorização.

Fonte: Zabala; Arnau (2020), adaptado.

Dessa forma, a metodologia Centros de Interesse promove um processo de ensino e aprendizagem ativo em que o aluno participa da construção do conhecimento, analisando e propondo soluções para situações/problemas reais do seu cotidiano. É nesse aspecto que essa metodologia converge com as orientações da BNCC e busca desenvolver as competências e habilidades de ciências da natureza por meio da ação.

Além disso, observa-se a necessidade do uso de instrumentos avaliativos como as rubricas que apresentem objetivos claros, permitam o acompanhamento da evolução do aluno quanto ao desenvolvimento das competências e que se relacione com a autogestão e autoavaliação, princípios que fundamentam as ações docentes no Ensino Médio.

A partir desse panorama, a proposta de sequência didática apresentada estabelece relação entre os elementos da BNCC, da metodologia Centros de

Interesse e do uso de rubricas pedagógicas com a temática/centro de interesse “Tecnologias Aplicadas no Combate ao *Aedes aegypti*”.

Optou-se por seguir essa configuração metodológica de ensino, aprendizagem e avaliação, pois buscou-se considerar o contexto social, o nível de aprendizagem e interação com as metodologias ativas dos alunos da escola onde o pesquisador atua como professor de Química, bem como a relação dos conhecimentos de ciências da natureza com o combate à dengue, doença que se apresenta como um desafio de saúde global e se conecta com realidades além da cidade de União dos Palmares em Alagoas.

3. A dengue como temática globalizadora e de interesse no processo de ensino e aprendizagem

A dengue é uma arbovirose causada pelos vírus DENV 1, DENV 2, DENV 3 e DENV 4. Sua transmissão ocorre por meio da picada de fêmeas do mosquito *Aedes aegypti* (figura 1).

Figura 1: Mosquito *Aedes aegypti*.



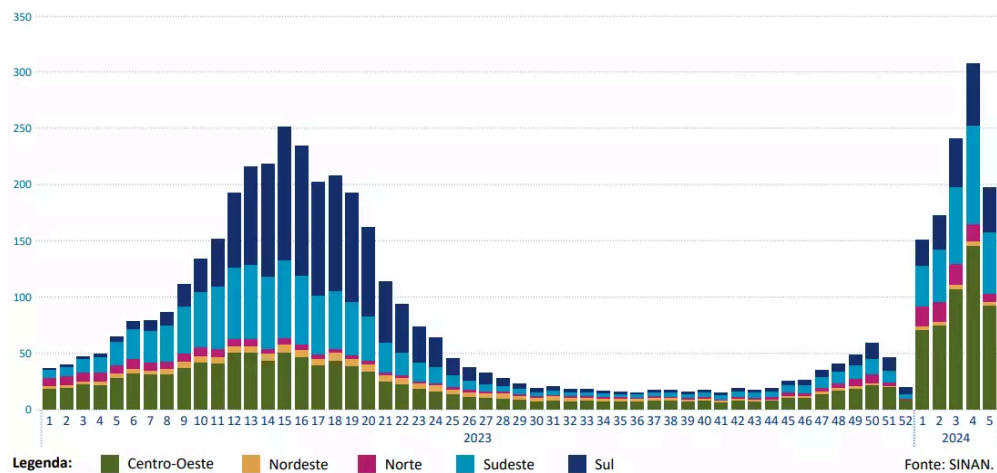
Fonte: Secretaria de saúde do Paraná, 2024.

Acredita-se que o mosquito chegou ao Brasil por meio de navios vindos da África. A primeira epidemia aconteceu em Boa Vista, Roraima, em 1981-1982, pela infecção com os vírus DENV 1 e DENV 4. Porém, até hoje ainda temos ambientes favoráveis para o desenvolvimento dos mosquitos nos ambientes urbanos e consequentemente temos altos índices de incidência da dengue no país (Ministério da saúde, 2025¹).

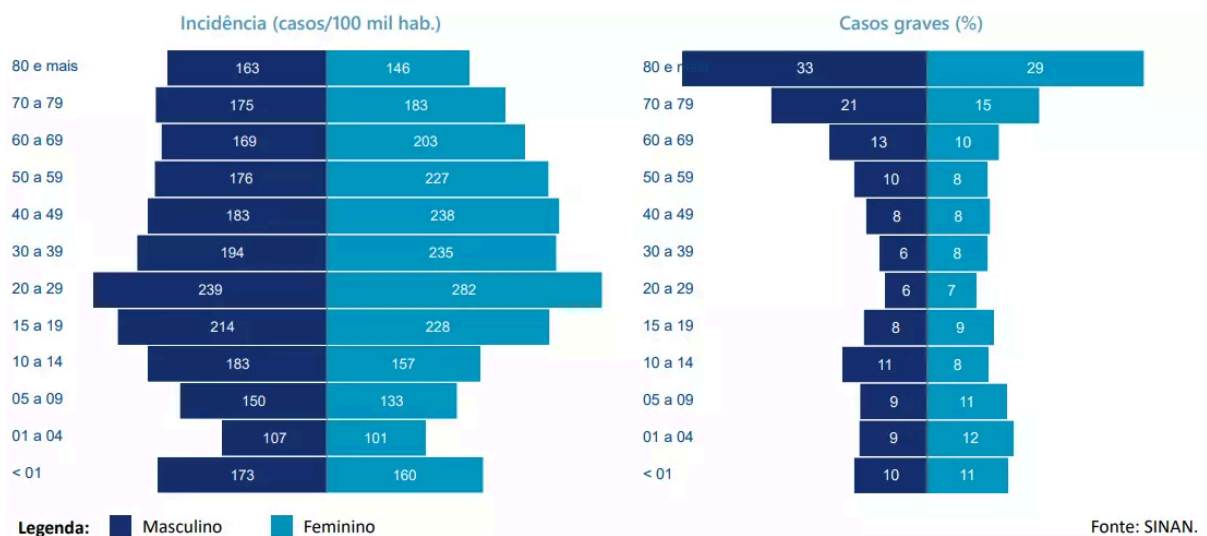
A partir dos dados do coeficiente de incidência da dengue, verifica-se uma distribuição por todas as regiões brasileiras, durante todo o ano, porém há momentos em que o número de casos aumenta substancialmente (gráfico 1). Esses casos estão distribuídos uniformemente entre todas as faixas etárias da população, com valores levemente inferiores para os indivíduos de 1 a 14 anos (gráfico 2) (Secretaria de saúde do Paraná, 2024²; Ministério da saúde, 2024).

¹ <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue>

² <https://www.saudedoviajante.pr.gov.br/Noticia/Dengue-no-Brasil>

Gráfico 1: Coeficiente de incidência da dengue no Brasil por região 2023-2024.

Fonte: Ministério da Saúde, 2024³.

Gráfico 2: Distribuição do coeficiente de incidência da dengue por faixa etária, gênero e risco.

Fonte: Ministério da saúde, 2024.

O coeficiente de incidência da dengue na faixa etária de 15 a 19 anos é um dos maiores, considerando o restante da população. Além disso, a cidade de União dos Palmares foi classificada como área de atenção em 2024 pela Secretaria de Saúde de Alagoas. Dessa forma, o combate à dengue é uma necessidade de toda a sociedade, fato que pode despertar o interesse dos alunos e que se relaciona com as ideias de Decroly e a metodologia Centros de Interesse.

O combate dessa infecção inicia-se pelo manejo do mosquito *Aedes aegypti*, o qual ocorre através de métodos físicos, biológicos e químicos, assim sendo requer

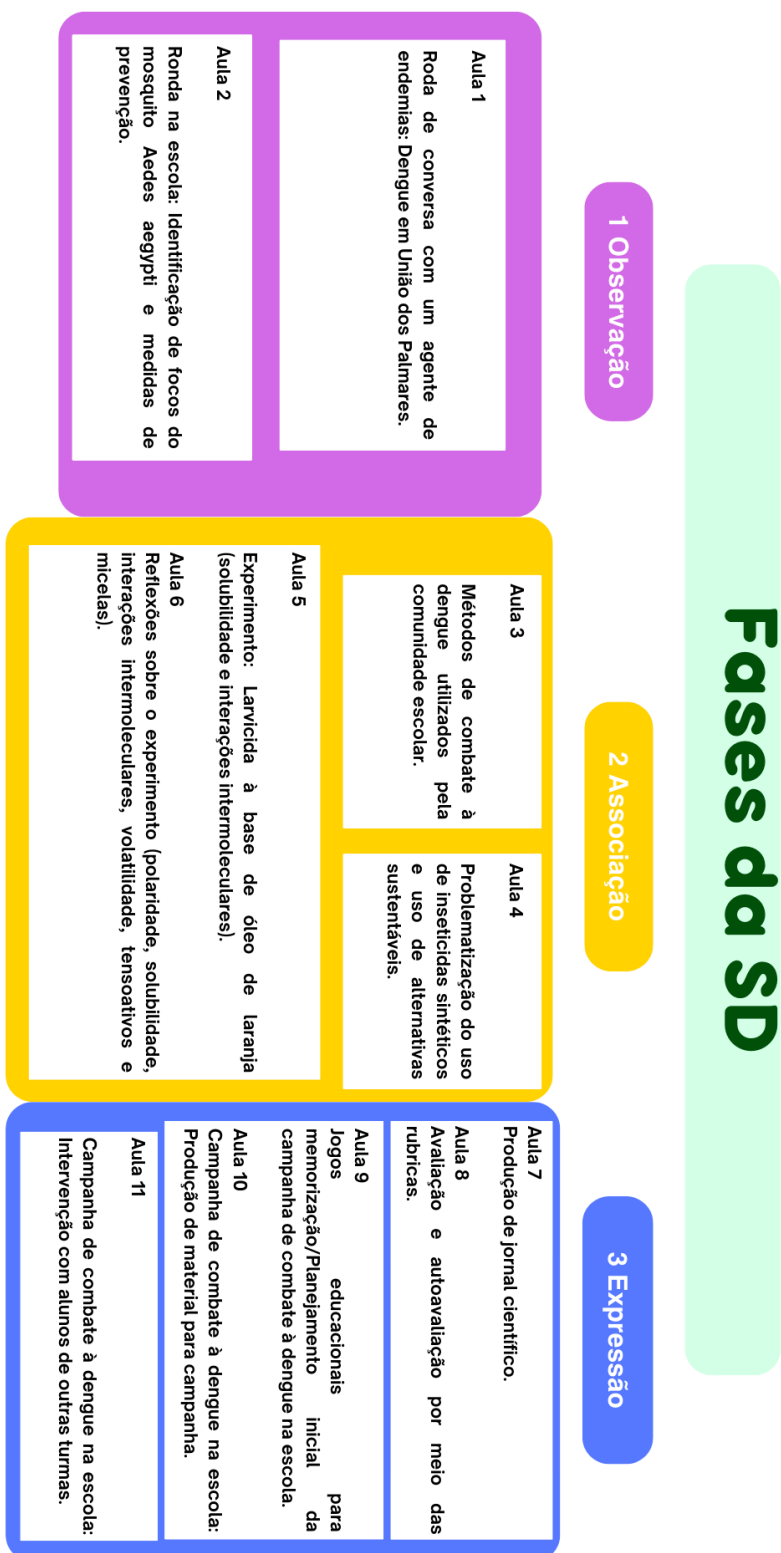
³ file:///C:/Users/jeova/Downloads/COE%20Dengue%20-%20Informe%2001%20-%20LEd_.pdf

conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais sobre o desenvolvimento do mosquito e sua relação com o meio ambiente, uso de predadores naturais e substâncias químicas que possam auxiliar no enfrentamento ao mosquito, bem como utilizar essas possibilidades de forma consciente preservando a natureza e minimizando os impactos ambientais.

Dessa forma, o centro de interesse Tecnologias Aplicadas no Combate do *Aedes aegypti* estabelece uma relação globalizadora/interdisciplinar no processo de ensino e aprendizagem, considerando as normas da BNCC para um ensino interdisciplinar, que discuta, analise e proponha ações no enfrentamento de problemas sociais reais do contexto dos alunos como será apresentado a seguir na sequência didática.

4. Sequência didática: Tecnologias Aplicadas no Combate ao *Aedes aegypti*.

As atividades foram estruturadas em três fases: Observação, associação e expressão como apresentado no esquema a seguir.



Sequência Didática

1. Identificação da Sequência Didática

Título: Dengue: Tecnologias aplicadas no combate do Aedes aegypti.

Tema:

Polaridade Molecular

- Momento dipolar
- Polaridade e propriedades físicas (ponto de fusão, ebulição e solubilidade)

Interações Intermoleculares

- Forças de Van der Waals (dipolo-induzido, dipolo-permanente e forças de London)
- Interações dipolo-dipolo
- Ligações de hidrogênio
- Influência das interações intermoleculares nas propriedades das substâncias (ponto de ebulição, viscosidade, tensão superficial)

Tensoativos

- Estrutura molecular dos tensoativos (parte hidrofílica e hidrofóbica)
- Classificação dos tensoativos (aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros)
- Mecanismo de ação dos tensoativos
- Aplicações em detergentes, sabões, cosméticos e indústria farmacêutica

Micelas

- Formação e estrutura das micelas
- Papel das micelas na solubilização de substâncias apolares
- Aplicações das micelas (limpeza, remoção de gorduras, transporte de fármacos)

Série/Ano: 1ª série

Carga horária: 11 aulas (60 minutos cada)

2. Problematização:

A dengue continua sendo um dos principais desafios de saúde pública no Brasil, especialmente em estados como Alagoas. Em 2024, foram registrados 17.752 casos da doença no estado, resultando em 20 óbitos, incluindo um em União dos Palmares⁴. Esses números evidenciam não apenas a gravidade da situação, mas também a necessidade de estratégias eficazes para o controle do *Aedes aegypti*, vetor responsável pela propagação do vírus DENV.

No âmbito científico, o combate ao mosquito transmissor enfrenta desafios cada vez mais complexos. A resistência do *Aedes aegypti* a inseticidas amplamente utilizados compromete a eficácia das medidas tradicionais de controle, exigindo novas abordagens baseadas em evidências científicas. Além disso, o uso indiscriminado de produtos químicos para controle do vetor levanta preocupações ambientais e de saúde, pois esses inseticidas podem afetar outros organismos e causar impactos a longo prazo. Técnicas inovadoras, como a modificação genética de mosquitos para reduzir sua capacidade de transmitir patógenos, surgem como alternativas promissoras⁵. No entanto, sua implementação requer estudos aprofundados sobre segurança e viabilidade, além da aceitação da comunidade para que sejam eficazes.

Além dos desafios científicos, o combate à dengue depende diretamente da participação da população. O sucesso das ações preventivas está intrinsecamente ligado à conscientização e ao engajamento da comunidade, uma vez que pequenos descuidos, como deixar água parada em recipientes ao ar livre, criam condições ideais para a proliferação do mosquito.

Nesse contexto, a atuação dos agentes de endemias se torna fundamental para orientar a comunidade e promover ações preventivas, mas essas iniciativas enfrentam desafios, como a resistência de parte da população em adotar hábitos adequados e as limitações estruturais de algumas regiões. A resistência ou a falta de adesão às orientações de saúde pública podem comprometer os esforços de controle, tornando essencial a implementação de campanhas educativas que reforcem a responsabilidade coletiva na prevenção da doença.

Esse cenário se agrava quando considerado o impacto ambiental e sanitário de outros problemas urbanos. Recentemente, a cidade enfrentou uma infestação de

⁴ <https://alagoas.al.gov.br/noticia/sesau-convoca-alagoanos-para-o-dia-d-de-combate-a-dengue-neste-sabado>

⁵

https://cadenaser.com/nacional/2025/01/07/una-nueva-tecnica-genetica-reduce-la-capacidad-de-los-mosquitos-d-e-transmitir-enfermedades-infecciosas-cadena-ser/?utm_source=chatgpt.com

moscas, levando à interdição de uma granja na área urbana devido aos riscos à saúde pública⁶. Esse episódio reforça a necessidade de ações conjuntas entre autoridades locais e a população para garantir práticas ambientais adequadas que reduzam a proliferação de vetores de doenças.

Diante desse panorama, torna-se fundamental envolver os estudantes de União dos Palmares no enfrentamento da dengue por meio de atividades educativas. A sequência didática proposta estimula os alunos a refletirem sobre seu papel na prevenção da dengue e a investigarem, na própria escola, possíveis focos do mosquito *Aedes aegypti*. Atividades como promoção de rodas de conversa com agentes de endemias e inspeções no ambiente escolar pode capacitá-los a identificar potenciais focos do mosquito e a propor intervenções eficazes. Mais do que transmitir conhecimento, essas iniciativas incentivam o desenvolvimento de uma postura ativa e responsável na comunidade.

Assim, ao integrar conhecimentos científicos com a realidade local e promover a participação social, a escola pode contribuir para que União dos Palmares avance no controle da dengue e na melhoria das condições sanitárias da cidade. O enfrentamento desse problema exige um esforço coletivo que combina ciência, educação e engajamento da população, contribuindo para a construção de um ambiente mais saudável para todos.

3. Justificativa

A abordagem da dengue no Ensino Médio é essencial para a formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de compreender a relação entre ciência, saúde pública e sociedade. A escola, ao incorporar essa temática em suas práticas pedagógicas, possibilita que os estudantes analisem esse problema sob múltiplas perspectivas, compreendendo não apenas os aspectos científicos do controle e da transmissão da doença, mas também as condições sociais e ambientais que favorecem sua disseminação.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta o Ensino Médio para uma formação integrada e contextualizada, incentivando a aplicação do conhecimento científico em situações do cotidiano. A Competência Geral 2 da BNCC, que enfatiza o pensamento científico, crítico e criativo, pode ser desenvolvida ao engajar os

6

https://www.alagoasagora.com.br/noticia/91263/alagoas-supera-17-mil-casos-de-dengue-e-registra-20-obitos-est-e-ano?utm_source=chatgpt.com

alunos na investigação sobre os fatores que influenciam a incidência da dengue e na proposição de estratégias de prevenção baseadas em evidências. Além disso, a Competência Geral 7, que trata da argumentação fundamentada em fatos científicos, pode ser mobilizada por meio de discussões sobre políticas públicas de combate ao mosquito e a responsabilidade coletiva no controle da doença.

No componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as competências e habilidades previstas na BNCC reforçam a importância de trabalhar essa temática. A Competência Específica 1, que trata da compreensão de fenômenos naturais e processos biológicos, permite relacionar o ciclo de vida do mosquito com fatores ambientais e sanitários que favorecem sua proliferação. Já a Competência Específica 3, voltada para a aplicação do conhecimento científico na tomada de decisões, pode ser desenvolvida ao estimular os alunos a elaborarem propostas para minimizar a propagação da dengue em suas comunidades.

A relevância do tema também se manifesta na vivência cotidiana dos estudantes, muitos dos quais já tiveram contato direto com a doença ou conhecem pessoas afetadas por ela. O ensino contextualizado possibilita que compreendam, por exemplo, a relação entre saneamento básico, mudanças climáticas e o aumento dos casos de dengue. Além disso, ao analisarem dados epidemiológicos locais, os alunos exercitam a leitura e interpretação de gráficos e estatísticas, desenvolvendo competências matemáticas e fortalecendo sua alfabetização científica.

A interdisciplinaridade é outro aspecto relevante na abordagem desse tema no Ensino Médio. A Biologia contribui para a compreensão do ciclo do *Aedes aegypti* e dos impactos do vírus no organismo humano, enquanto a Química permite explorar os mecanismos de ação dos inseticidas e repelentes, bem como a toxicidade desses produtos no meio ambiente. A Geografia auxilia na análise das condições climáticas e urbanísticas que influenciam a disseminação da dengue, e a Sociologia possibilita a discussão sobre a relação entre saúde pública, políticas governamentais e desigualdade social.

Dessa forma, ao integrar o estudo da dengue ao currículo escolar, os estudantes não apenas ampliam seu repertório científico, mas também se tornam protagonistas na promoção da saúde pública. Compreender a doença e suas implicações socioambientais permite que tomem decisões mais informadas e atuem de forma responsável na prevenção e no combate ao mosquito, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida em sua comunidade.

4. Objetivos de Ensino: Os objetivos de ensino desta sequência didática consistem em orientar e mediar o aprendizado dos alunos por meio da problematização, investigação e aplicação dos conceitos científicos relacionados ao combate à dengue. Tem-se como propósito apresentar e contextualizar os conteúdos de química, como solubilidade, polaridade, interações intermoleculares e ação dos tensoativos, relacionando-os à formulação de um larvicida sustentável à base de óleo de laranja. Além disso, pretende-se estimular a reflexão crítica sobre o uso de inseticidas sintéticos, promovendo discussões que integrem saúde pública, meio ambiente e inovação tecnológica. Durante a sequência, o docente conduzirá atividades experimentais, produção de materiais educativos, comunicação científica e intervenção escolar, garantindo que os alunos desenvolvam habilidades investigativas, argumentativas e colaborativas.

5. Objetivos de Aprendizagem: Os objetivos de aprendizagem dessa sequência didática pretendem que os alunos desenvolvam conhecimento científico, habilidades analíticas e experimentais, capacidade de aplicar o conhecimento em contextos reais, o pensamento crítico e a aprendizagem ativa. Deste modo, os alunos deverão ser capazes de:

- a) Aplicar métodos científicos para coletar, analisar e comunicar informações, elaborando hipóteses e apresentando conclusões baseadas em evidências.
- b) Criar e divulgar materiais de conscientização (vídeos, podcasts, cartazes) sobre o combate à dengue, utilizando linguagem acessível, porém fundamentados em base científica.
- c) Avaliar e argumentar sobre as políticas públicas de combate à dengue, sugerindo alternativas inovadoras e sustentáveis
- d) Analisar e discutir os impactos sociais, ambientais e econômicos da dengue, defendendo posicionamentos embasados em evidências.
- e) Elaborar e defender argumentos científicos sobre os desafios e soluções no combate à dengue, considerando múltiplas perspectivas.
- f) Trabalhar em equipe de forma colaborativa, demonstrando autonomia, responsabilidade e iniciativa na resolução de problemas.
- g) Refletir e justificar a importância da ciência no desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas de saúde pública.

6. Competências e Habilidades da BNCC

Competência Geral 2: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem científica para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Competência Geral 7: Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos.

Competências Específicas: C1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

C3 - 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: (EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e

comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

7. Avaliação da Aprendizagem

Para garantir a coerência entre os objetivos de aprendizagem e as estratégias avaliativas, bem como que os alunos sejam avaliados de maneira processual e diversificada, a sequência didática equilibrará avaliação formativa e somativa, contemplando diferentes instrumentos (relatórios, experimentos, vídeos, jogos, autoavaliação). Desta forma, serão avaliados não apenas a assimilação de conteúdos, mas também o desenvolvimento de habilidades científicas, analíticas e críticas. Além disso, a variação nos instrumentos avaliativos permitirá atender diferentes perfis de aprendizagem, assegurando que todos tenham oportunidades de demonstrar seu conhecimento e habilidades.

8. Metodologia

A fim de tornar o processo educativo mais significativo, a presente sequência didática fez a opção de empregar uma abordagem pedagógica interdisciplinar e baseada na metodologia dos centros de interesse, proposta por Ovide Decroly (Zabala A; Arnau L, 2020). Essa abordagem parte do princípio de que a aprendizagem deve estar conectada aos interesses e experiências dos alunos, sendo construída a partir da observação, investigação, associação e aplicação do conhecimento.

- Observação da realidade: O tema da dengue será introduzido por meio de uma roda de conversa com um agente de endemias, permitindo que os alunos partam de suas vivências e percepções.
- Investigação ativa: Os alunos realizarão uma ronda na escola para identificar criadouros do mosquito, assumindo um papel investigativo e ativo no aprendizado.
- Associação de conhecimentos: A sequência didática conecta conteúdos da Biologia (ciclo do *Aedes aegypti*), Química (solubilidade e interações

intermoleculares) e Ciências da Saúde (prevenção e políticas públicas), promovendo um aprendizado interdisciplinar.

- Expressão e aplicação: A produção de vídeos e a intervenção na comunidade escolar permitem que os alunos transformem o conhecimento adquirido em ações concretas, desenvolvendo senso crítico e responsabilidade social.

As estratégias de ensino utilizadas consideram a realidade social da escola e da cidade de União dos Palmares, articulando o conhecimento científico com os desafios locais no combate à dengue. Além disso, a metodologia está estruturada de modo a permitir um equilíbrio entre investigação científica, experimentação prática, discussão crítica e avaliação contínua, garantindo a consolidação do aprendizado.

A sequência didática está dividida em três fases principais, cada uma com dinâmicas e abordagens pedagógicas específicas:

- a. Fase 1 - Observação, Levantamento da Realidade e Problematização (Aulas 1 e 2): tem o objetivo de apresentar a temática, fazer com que os alunos percebam o problema da dengue em sua comunidade e reflitam sobre suas causas e impactos.
- b. Fase 2 - Investigação e Construção do Conhecimento (Aulas 3 a 6): tem o objetivo de desenvolver habilidades analíticas, experimentais e argumentativas.
- c. Fase 3 - Aplicação, Comunicação e Intervenção (Aulas 7 a 11): tem o objetivo de aplicar o conhecimento construído em ações concretas e reforçar a conscientização da comunidade escolar.

9.Desenvolvimento da Sequência Didática

9.1. Aula 01 (Fase 01): Roda de conversa com um especialista (Agente de endemias).

Objetivos de Ensino

O professor deverá:

- Apresentar as características físicas do *Aedes aegypti*, destacando aspectos que o diferenciam de outros insetos.
- Explicar as etapas do ciclo de vida do *Aedes aegypti*, enfatizando os fatores ambientais que influenciam sua reprodução.
- Diferenciar o vetor da doença (mosquito) do agente etiológico (vírus da dengue), esclarecendo seus papéis na transmissão.

- Introduzir e discutir os principais métodos de combate à dengue em União dos Palmares, relacionando-os ao ciclo de vida do mosquito.
- Descrever os sintomas da dengue, diferenciando os casos leves e graves da doença.
- Incentivar os alunos a relacionarem o conhecimento adquirido com a realidade local, promovendo reflexões sobre o combate à dengue na escola e na comunidade.

Objetivos de Aprendizagem

Os alunos deverão ser capazes de:

- Identificar e descrever as características físicas do *Aedes aegypti*, diferenciando-o de outros mosquitos.
- Explicar as etapas do ciclo de vida do *Aedes aegypti*, compreendendo sua relação com a proliferação da doença.
- Diferenciar o vetor (*Aedes aegypti*) do agente etiológico (vírus da dengue), compreendendo seus respectivos papéis na transmissão da doença.
- Relacionar os métodos de combate ao mosquito às diferentes fases do seu ciclo de vida, avaliando a eficácia de cada abordagem.
- Identificar e classificar os principais sintomas da dengue, diferenciando casos leves e graves.
- Analisar criticamente a situação da dengue em União dos Palmares, propondo medidas de prevenção e combate na escola e na comunidade.

Descrição da aula:

A roda de conversa com o agente de endemias proporcionará um momento de troca entre os alunos e o profissional, estimulando a curiosidade, a formulação de perguntas e a conscientização sobre a dengue no contexto de União dos Palmares. A atividade busca estabelecer uma conexão entre a realidade local e a fundamentação científica, preparando os estudantes para as etapas subsequentes da sequência didática, que envolvem investigação e aplicação do conhecimento.

Por meio da escuta ativa dos relatos do agente de endemias, os alunos serão conduzidos à compreensão do impacto da dengue na comunidade, bem como das estratégias adotadas para seu controle e prevenção. Dessa forma, a abordagem didática insere a dengue como um problema concreto e contextualizado, possibilitando que os estudantes percebam a relevância do tema para a sua

realidade e compreendam a necessidade de ações individuais e coletivas no combate à doença.

Antes da roda de conversa, os alunos receberão o texto a seguir como apoio para a discussão.

Desafios no combate à dengue em União dos Palmares.

A dengue é uma doença infecciosa causada pelo vírus da dengue (DENV). Existem 4 sorotipos diferentes: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, todos eles são transmitidos ao homem por meio da picada da fêmea do mosquito *Aedes Aegypti* (figura 1). Os principais sintomas iniciais são febre elevada, manchas vermelhas na pele, dor de cabeça, dor nas articulações e atrás dos olhos (Harapan H et al, 2020; Tayal A; Kabra S. A; Lodha R., 2022).









Tamanho, cor, hora da picada		
Veja 7 diferenças entre o mosquito da dengue e o pernilongo comum		
MOSQUITO DA DENGUE		PERNILONGO COMUM
AEDES AEGYPTI	NOME	CULEX QUINQUEFASCIATUS
	TAMANHO O mosquito da dengue tem o dobro do tamanho do pernilongo	
5 a 7 mm		3 a 4 mm
 Diurno Costuma atacar entre 9h e 13h	HORÁRIO QUE MAIS PICA	 Noturno Começa a atacar a partir das 18h
Preto com listras brancas	COR	Coloração uniforme, marrom
 Silencioso	BARULHO	Ruidoso É o responsável por aquele zumbido incômodo 
Ágil	VELOCIDADE DE VOO	Lento
 Não deixa rastros	MARCA DE PICADA	A pele fica irritada, com coceira e vermelhidão 

Figura 1: Identificação do mosquito *Aedes aegypti* (Fonte: O Globo, 2024.).

Em casos mais graves outros sintomas poderão aparecer, tais como dor abdominal, sangramento, vômito e crescimento do fígado. Caso haja maior comprometimento dos órgãos devido à hemorragia, o indivíduo pode vir a óbito. Na segunda infecção, independentemente do sorotipo do vírus, a doença tende a ser grave (Harapan H et al, 2020; Tayal A; Kabra S. A; Lodha R., 2022).

Recentemente, o sistema único de saúde brasileiro (SUS) começou a disponibilizar uma vacina contra a dengue, a Qdenga. Sua aplicação está limitada, por enquanto, ao público de 10 a 14 anos que vive em regiões endêmicas do país.

Dessa forma, a maneira habitual de lidar com a doença é utilizando medicamentos que

amenizem os sintomas e o desenvolvimento de campanhas de combate ao mosquito da dengue (Agência Gov, 2024).

No Brasil, são os agentes de combate a endemias os responsáveis por realizar ações de prevenção e combate ao mosquito da dengue sob orientações do Ministério da Saúde. Eles desenvolvem atividades como inspeções domiciliares, conscientizam a comunidade e promovem o controle mecânico, biológico e químico do mosquito (Ministério da Saúde, 2024).

As formas de controle do mosquito *Aedes aegypti* se baseiam no seu ciclo de vida (figura 2). O controle mecânico é realizado principalmente na eliminação dos reservatórios de água parada, onde são depositados os ovos do vetor. O controle biológico (predadores e patógenos) e o controle químico (larvicidas e adulticidas) atuam na redução tanto da população de larvas quanto nos mosquitos adultos (Zara et al, 2016).

Figura 2: Ciclo de vida do *Aedes aegypti*.



Fonte: Secretaria Estadual da Saúde do Rio Grande do Sul, 2022.

Os produtos químicos utilizados no combate ao mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da Dengue, Zika vírus e Chikungunya, são alterados ao longo do tempo devido a capacidade de adaptação do vetor em relação aos inseticidas. Como também devido aos efeitos negativos ao meio ambiente, causados pela baixa seletividade dos produtos aplicados e efeitos tóxicos para os seres humanos (Zara et al, 2016; Dilkin E. R. S.; Matias R.; Lima V. A. M. O, 2021).

Atualmente o Ministério da Saúde disponibiliza o adulticida Fludora Fusion para aplicações estratégicas por meio do fumacê ou aplicações locais como última opção no combate a dengue, sendo utilizado em momentos de surto. Esse produto é composto pela combinação entre dois princípios ativos: Clotianidrina e Deltametrina, substâncias com

efeitos tóxicos se inaladas ou em contato com a pele (Ministério da Saúde, 2009; Ministério da Saúde, 2024).

Roteiro para a Roda de Conversa com o Agente de Endemias
<p>Duração: 60 minutos</p> <p>Materiais necessários:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projetor e computador (caso seja necessário exibir imagens ou gráficos sobre a dengue na cidade) - Quadro branco ou cartolina para anotações - Caderno ou fichas para os alunos registrarem dúvidas e reflexões <p>Objetivo de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar e descrever as características do <i>Aedes aegypti</i> e a relação com a transmissão da dengue. - Formular perguntas e hipóteses sobre a dengue e seu combate.
<p>Momento 1 - Abertura da Atividade (aproximadamente 10 minutos) – Curiosidade e Engajamento Inicial</p> <p>a. Apresentação do convidado de forma investigativa</p> <ul style="list-style-type: none"> - O professor convida os alunos a observarem o agente de endemias e seus instrumentos de trabalho. - Perguntas provocativas: <ul style="list-style-type: none"> - "O que vocês acham que essa pessoa faz no dia a dia?" - "Por que vocês acham que ele está aqui hoje?" - "O que o trabalho dele tem a ver com a nossa saúde?" - Após ouvir as respostas dos alunos, o professor apresenta formalmente o convidado e sua função na comunidade. <p>b. Conexão com a realidade local</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perguntas para estimular a reflexão: <ul style="list-style-type: none"> - "Vocês conhecem alguém que já teve dengue?" - "Quais são as principais dificuldades que vocês percebem no combate ao mosquito?" - "O que já ouviram falar sobre a dengue na cidade de União dos Palmares?" - Registros das respostas no quadro para retomar ao longo da conversa.

Momento 2 - Fala do Agente de Endemias (aproximadamente 20 minutos) – Compartilhamento de Experiências

a. Introdução à dengue e ao trabalho do agente.

- O agente explica brevemente:
 - O que é a dengue e como ela afeta a saúde.
 - O papel do *Aedes aegypti* como vetor da doença.
 - Como funciona o trabalho de um agente de endemias.
 - Quais são os desafios enfrentados na cidade de União dos Palmares.

b. Dados e estatísticas locais (se disponíveis)

- Número de casos de dengue na cidade nos últimos anos.
- Regiões mais afetadas e principais causas.
- Medidas preventivas que estão sendo implementadas.

c. Mitos e verdades sobre a dengue

- O agente apresenta algumas afirmações para que os alunos discutam se são verdadeiras ou falsas, como:
 - "Água suja é o único local onde o mosquito coloca seus ovos."
 - "Basta uma tampinha de garrafa com água parada para o mosquito se reproduzir."
 - "Todos os repelentes funcionam contra o *Aedes aegypti*."

Momento 3 - Interação e Perguntas dos Alunos (aproximadamente 20 minutos) – Estimulando a Reflexão e a Curiosidade

a. Abertura para perguntas

- O professor incentiva os alunos a fazerem perguntas ao agente, conectando com as anotações feitas no início da atividade.
- Caso os alunos não saibam por onde começar, o professor pode sugerir algumas perguntas:
 - "O que acontece quando encontramos um foco do mosquito? Como vocês lidam com isso?"
 - "O que a população poderia fazer para ajudar mais no combate à dengue?"
 - "O uso do fumacê é realmente eficaz? Quais são os problemas associados a ele?"
 - "O mosquito já está mais resistente aos inseticidas? Como isso afeta as estratégias de controle?"

b. Registro das perguntas e respostas

- Os alunos anotam as respostas que considerarem mais relevantes.
- O professor pode destacar algumas falas-chave no quadro para que sejam retomadas em atividades futuras.

Momento 4 - Encerramento e Reflexão Final (aproximadamente 10 minutos) – Conectando a Roda de Conversa ao Aprendizado Futuro

a. Retomada das ideias principais

- O professor pede aos alunos que compartilhem três aprendizados que tiveram durante a conversa.
- Algumas perguntas para estimular a reflexão final:
 - "O que vocês acham mais difícil no combate à dengue?"
 - "O que podemos fazer dentro da escola para ajudar a resolver esse problema?"

b. Preparação para a próxima etapa

- O professor explica que, na próxima aula, os alunos irão investigar a presença do *Aedes aegypti* na própria escola.
- Tarefa opcional: Os alunos podem conversar com familiares e vizinhos para descobrir quais medidas são adotadas em casa para prevenir a dengue.

Forma de Avaliação: Observação da participação, anotações reflexivas e produção de um pequeno resumo ou mapa conceitual.

Caso o professor tenha dificuldade de levar o agente de endemias para a sala de aula, ele pode propor que os alunos realizem entrevistas com esses profissionais. Para isso, deve-se inicialmente construir um roteiro para entrevista em grupos ou coletivo para toda a turma sob orientação do professor. Considere os pontos principais do tema (como as questões do relatório de intervenção apresentado na segunda aula) e as dúvidas dos alunos.

O registro das entrevistas pode ser feito no formato de vídeo ou podcast e a avaliação pode seguir o modelo proposto para avaliação por pares da segunda aula. Para esse momento os trabalhos devem ser exibidos para toda a turma e o professor orienta a avaliação por pares reforçando o tema de estudo.

9.2. Aula 02 (Fase 01): Investigação e Intervenção no Ambiente Escolar.

Objetivos de Ensino

O professor deverá:

- Orientar a investigação sobre possíveis focos do *Aedes aegypti* no ambiente escolar, explicando a metodologia de observação e registro de dados.
- Demonstrar como identificar larvas, mosquitos adultos e criadouros potenciais, diferenciando o *Aedes aegypti* de outras espécies.
- Estimular a coleta e organização de evidências, incentivando o uso de fotografias e anotações estruturadas como ferramentas científicas.
- Conduzir a análise coletiva dos achados, promovendo discussões sobre os dados coletados e a interpretação dos resultados.
- Acompanhar e orientar a produção do Relatório de Proposta de Intervenção, garantindo que os alunos articulem os achados da investigação com estratégias de combate ao mosquito.
- Fomentar o pensamento crítico e a autonomia, incentivando os alunos a propor soluções para a prevenção da dengue na escola e na comunidade.

Objetivos de Aprendizagem

Os alunos deverão ser capazes de:

- Investigar e registrar a presença de possíveis focos do *Aedes aegypti* no ambiente escolar, utilizando técnicas de observação e documentação.
- Identificar e diferenciar larvas, mosquitos adultos e potenciais criadouros, compreendendo a relação entre a biologia do vetor e sua proliferação.
- Coletar e analisar dados de forma estruturada, utilizando registros fotográficos e descrições detalhadas para embasar suas conclusões.

- Relacionar os dados coletados às diferentes etapas do ciclo de vida do mosquito, avaliando a eficácia de diferentes métodos de controle.
- Elaborar um relatório técnico-científico, apresentando suas descobertas e propondo estratégias de combate e prevenção adequadas ao contexto escolar.
- Desenvolver autonomia e pensamento crítico, ao investigar a problemática da dengue e sugerir medidas preventivas baseadas em evidências.
- Articular o conhecimento científico com a realidade local, compreendendo a importância das ações individuais e coletivas no controle da dengue.

Desenvolvimento da aula:

1º momento - Atividade de investigação e relatório de intervenção (40 min)

Após a realização da roda de conversa, os alunos participarão de uma atividade de investigação no ambiente escolar, com o objetivo de identificar possíveis focos do mosquito *Aedes aegypti*. Para a execução da atividade, a turma será organizada em grupos, sendo cada equipe responsável por analisar uma área específica da escola, sob a supervisão do professor e do agente de endemias. Durante a observação, os alunos deverão verificar a presença de larvas, mosquitos adultos e potenciais criadouros, registrando os achados por meio de fotografias, que servirão como ferramenta de documentação e análise dos dados coletados.

A etapa de investigação na sequência didática busca envolver os alunos ativamente na exploração da problemática da dengue, promovendo a identificação de focos do *Aedes aegypti* e a análise de possíveis soluções. Essa abordagem se alinha à metodologia dos Centros de Interesse, uma vez que os alunos não recebem respostas prontas, mas constroem sua compreensão por meio da observação direta e da investigação ativa do ambiente, desenvolvendo autonomia e pensamento crítico ao enfrentar um problema real.

Ao término da investigação, os dados coletados serão compartilhados em um grupo de comunicação virtual para facilitar a troca de informações entre os participantes. Com base nas evidências levantadas, cada equipe deverá elaborar um **Relatório de Proposta de Intervenção na Escola**, estruturado conforme os seguintes critérios:

- Descrição das áreas investigadas no ambiente escolar;
- Apresentação e análise dos dados coletados, com foco na presença de água parada em locais abertos, identificação de larvas e/ou mosquitos do *Aedes aegypti* e diferenciação de outras espécies;
- Proposição de estratégias de combate e prevenção, considerando as diferentes fases do ciclo de vida do mosquito e adequação das medidas ao contexto identificado.

Este relatório será avaliado com base nos seguintes critérios:

- Clareza na descrição das áreas investigadas;
- Uso adequado de evidências para justificar a análise;
- Coerência e viabilidade das propostas de intervenção;
- Uso da linguagem científica apropriada.

RELATÓRIO DE PROPOSTA DE INTERVENÇÃO – COMBATE AO AEDES AEGYPTI

Escola: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____

Integrantes do Grupo: _____

INTRODUÇÃO

Objetivo: Apresente, de forma breve, o propósito da investigação realizada na escola. Explique a importância do combate ao *Aedes aegypti* e como essa ação pode contribuir para a prevenção da dengue.

DESCRIÇÃO DA ÁREA INVESTIGADA

Locais analisados: Liste os espaços da escola investigados pelo grupo (pátio, banheiros, lixeiras, jardins, entre outros).

Observações sobre o ambiente: Descreva as características dos locais analisados, destacando condições que podem favorecer a proliferação do mosquito.

DADOS COLETADOS

Registro das evidências: Descreva os achados da investigação, incluindo a presença de água parada, larvas, mosquitos ou outros fatores de risco.

Anexar fotos: Caso tenha registrado imagens, insira ou mencione os arquivos.

Tabela de dados coletados

Local Investigado	Presença de água parada? (Sim/Não)	Presença de larvas/mosquitos? (Sim/Não)	Outras observações

ANÁLISE DOS DADOS

Interpretação: Com base nas evidências coletadas, avalie a situação da escola em relação ao risco de proliferação do *Aedes aegypti*. O que os dados indicam? Há locais críticos que exigem intervenção imediata?

PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Sugestões de combate ao mosquito: Com base nos dados coletados, proponha ações para eliminar focos existentes e evitar novos criadouros, considerando as diferentes etapas do ciclo de vida do mosquito.

Medidas sugeridas:

- () Remoção de recipientes com água parada
- () Campanha de conscientização para alunos e funcionários
- () Instalação de telas em ralos e caixas d'água
- () Uso de larvicidas biológicos
- () Monitoramento periódico dos espaços
- () Outras: _____

Justificativa da proposta: Explique por que essas ações são adequadas e como podem contribuir para a prevenção da dengue na escola.

CONCLUSÃO

Reflexão final: O que o grupo aprendeu com a investigação? Como a escola pode melhorar no combate ao *Aedes aegypti*?

Anexos (se necessário): Fotografias, gráficos, documentos adicionais.

Revisado por (avaliação por pares): _____

Forma de Avaliação:**2º momento - Avaliação por pares (20 min)**

Os estudantes não devem ser avaliados apenas pelo produto final (relatório e apresentação), mas também pelo processo de investigação, análise e reflexão crítica. O professor deverá acompanhar os grupos durante a ronda na escola, observando como os alunos identificam focos do mosquito, coletam dados e utilizam a linguagem científica. Além dessa observação feita pelo professor, os alunos trocarão seus relatórios e avaliarão a produção de outro grupo com base em critérios predefinidos. Assim, a avaliação somativa

referente a esta atividade será realizada por meio da avaliação por pares⁷, garantindo que os relatórios elaborados por cada equipe sejam analisados por um grupo distinto. A análise seguirá o instrumento a seguir:

Instrumento de Avaliação por Pares – Relatório de Intervenção sobre a Dengue

Objetivo: Este instrumento visa promover uma avaliação reflexiva e crítica, incentivando os alunos a analisarem a produção dos colegas com base em critérios científicos e argumentativos. Além de fornecer feedback, a atividade estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, autonomia, autorregulação e comunicação científica.

Instruções:

- Leia atentamente o relatório do grupo avaliado.
- Responda às perguntas reflexivas abaixo, justificando suas respostas.
- Ao final, escreva um comentário com sugestões de melhoria e destaques positivos.

Clareza e Coerência do Relatório

O relatório apresenta uma estrutura clara, com introdução, desenvolvimento e conclusão bem organizados?

- ☐ Sim, a organização facilita a compreensão do conteúdo.
- ☐ Parcialmente, algumas partes poderiam estar melhor estruturadas.
- ☐ Não, a estrutura está confusa e dificulta a leitura.

Justifique sua resposta:

Uso da Linguagem Científica

O grupo utilizou termos científicos adequados e argumentação fundamentada?

- ☐ Sim, o texto está bem fundamentado e utiliza linguagem científica correta.
- ☐ Parcialmente, há algumas falhas na argumentação ou uso inadequado de termos.
- ☐ Não, há muitas imprecisões conceituais ou uso informal da linguagem.

Dê um exemplo de um trecho bem escrito ou que poderia ser melhorado:

Análise e Uso de Evidências

O relatório apresenta dados concretos da investigação (descrição dos locais analisados, características do mosquito e do ambiente)?

- ☐ Sim, os dados são bem descritos e embasam as conclusões.
- ☐ Parcialmente, há dados, mas nem todos estão bem analisados.
- ☐ Não, as informações são vagas ou insuficientes.

Quais informações poderiam ser mais detalhadas?

Proposta de Intervenção e Aplicabilidade

As soluções propostas estão alinhadas com os dados coletados e são viáveis para a realidade da escola/comunidade?

- ☐ Sim, as sugestões são coerentes e realistas.
- ☐ Parcialmente, algumas propostas são boas, mas outras não são práticas ou justificadas.
- ☐ Não, as sugestões não consideram os dados da pesquisa ou não são aplicáveis.

Sugira uma melhoria para tornar a proposta mais eficiente:

Reflexão do Avaliador

Ao revisar esse relatório, percebi que no meu próprio relatório eu poderia melhorar em:

(Escreva um aspecto que observou no relatório avaliado e que pode aplicar para aprimorar sua própria produção)

⁷ A avaliação por pares promove aprendizagem ativa, autonomia e senso crítico, permitindo que os alunos participem do processo avaliativo de forma mais envolvente. Ao avaliar os trabalhos dos colegas, desenvolvem pensamento crítico, pois refletem sobre critérios de qualidade e argumentação científica, aprimorando sua própria compreensão do conteúdo. Além disso, essa abordagem estimula engajamento e responsabilidade, tornando os estudantes mais comprometidos com a atividade. O feedback imediato favorece o aprendizado colaborativo, possibilitando trocas construtivas entre os alunos. A prática também fortalece a autonomia e a autorregulação, pois, ao comparar diferentes produções, os estudantes identificam padrões de qualidade e aprendem a revisar seus próprios trabalhos. Outro benefício é o aprimoramento da comunicação científica, uma vez que a avaliação exige justificativas embasadas e o uso de linguagem técnica. Por fim, ao descentralizar a avaliação, a estratégia torna o processo mais democrático e reflexivo, proporcionando diferentes perspectivas sobre o desempenho individual e coletivo. Dessa forma, a avaliação por pares vai além da verificação do aprendizado, tornando-se um instrumento essencial para o desenvolvimento intelectual e colaborativo.

Comentário Final ao Grupo Avaliado

Escreva um breve comentário, destacando um ponto positivo e uma sugestão de melhoria. Seja respeitoso e objetivo.

9.3. Aula 03, 04 e 05 (Fase 02): Investigação e Desenvolvimento de Estratégias Sustentáveis no Combate à Dengue.

Tema da Aula: Métodos de Controle da Dengue e Alternativas Sustentáveis

Duração: 2 aulas (60 minutos cada)

Materiais Necessários

Para a investigação na escola:

- Instrumento de Coleta de Dados (fornecido mais adiante)
- Canetas ou pranchetas para anotações

Para a análise e problematização:

- Projetor e computador (se disponível)
- Impressões ou projeções das estruturas químicas da clotianidina, deltametrina e limoneno
- Tabelas comparativas sobre os impactos dos inseticidas sintéticos e naturais

Para o experimento sobre solubilidade e interações intermoleculares:

- 4 copos descartáveis transparentes por grupo
- 5 mL de água para cada copo 1, 2 e 4
- 5 mL de óleo de laranja ou de coco para cada copo 1, 3 e 4
- 5 mL de detergente para cada copo 2, 3 e 4
- Conta-gotas ou seringa
- Colheres descartáveis

Objetivos de Ensino

O professor deverá:

- Orientar a investigação inicial sobre os métodos de controle da dengue utilizados na comunidade escolar, estimulando os alunos a levantarem dados de forma estruturada.
- Problematizar o uso de inseticidas sintéticos, apresentando suas composições químicas e impactos ambientais e toxicológicos.
- Relacionar o conceito de resistência do *Aedes aegypti* ao uso excessivo de inseticidas, incentivando a reflexão sobre sua eficácia a longo prazo.

- Apresentar alternativas sustentáveis, como o uso de óleos essenciais, contextualizando pesquisas científicas sobre larvicidas naturais.
- Demonstrar a importância da solubilidade e das interações intermoleculares na formulação de larvicidas à base de óleo de laranja.
- Orientar a execução do experimento, auxiliando os alunos na análise dos resultados e no registro das observações.
- Promover discussões críticas sobre as possíveis aplicações dos conhecimentos adquiridos, incentivando os alunos a refletirem sobre práticas mais sustentáveis.

Objetivos de Aprendizagem

Os alunos deverão ser capazes de:

- Investigar e registrar os métodos de combate à dengue utilizados na comunidade escolar, coletando e organizando dados de forma estruturada.
- Analisar criticamente o uso de inseticidas sintéticos, compreendendo suas composições químicas e os impactos socioambientais associados.
- Explicar a relação entre o uso excessivo de inseticidas e a resistência do *Aedes aegypti*, argumentando sobre os desafios no controle da dengue.
- Comparar inseticidas sintéticos e larvicidas naturais, avaliando vantagens e desvantagens de cada abordagem.
- Analisar criticamente os impactos ambientais e toxicológicos do uso de inseticidas sintéticos, avaliando alternativas mais sustentáveis.
- Explicar e exemplificar conceitos químicos (solubilidade, polaridade molecular e interações intermoleculares) aplicados à formulação de inseticidas e larvicidas alternativos.
- Planejar e executar um experimento sobre solubilidade e interações intermoleculares, registrando observações, identificando padrões e interpretando os resultados de forma coerente.
- Propor soluções sustentáveis para o combate ao *Aedes aegypti*, demonstrando a aplicação dos conhecimentos científicos na resolução de problemas reais.
- Desenvolver autonomia e pensamento crítico, avaliando informações científicas e articulando argumentos baseados em evidências.

Desenvolvimento da aula:

Momento 1 - Observação: Levantamento e Reflexão Inicial (aproximadamente 60 minutos)

Ao final da etapa de observação, proponha que os alunos sugiram subtópicos relacionados ao combate à dengue para aprofundamento. Espera-se que eles proponham temas como formas de controle do *Aedes aegypti*, Impactos ambientais causados pelo controle químico e desenvolvimento de tecnologias de combate à dengue. Essa atividade pode ser realizada por meio da construção de um quadro de palavras em que cada aluno coloca perguntas e/ou interesses sobre o tema (20 min).

Em seguida, os alunos iniciam a atividade explorando como o controle da dengue é feito na comunidade escolar, levantando dados diretamente com seus colegas. Para isso, a turma deve ser dividida em grupos de 5 alunos, e cada equipe ficará responsável por coletar informações em turmas diferentes da escola, garantindo um panorama abrangente das práticas utilizadas.

Instrumento de Coleta de Dados – Métodos de Controle da Dengue na Comunidade Escolar	
Objetivo: Levantar informações sobre os métodos utilizados pelos alunos da escola para o controle da dengue, analisando a predominância de cada abordagem e sua relação com a problemática do <i>Aedes aegypti</i> .	
Data da Coleta: ____/____/____	
Turma entrevistada: _____	
Pesquisadores (nomes dos alunos do grupo): _____	
Tipo de Controle	Quantidade de alunos que usam o método
Controle Biológico (Criação de peixes em reservatórios de água para eliminar larvas)	
Controle Físico (Mosquiteiro, telas de proteção, tampa em reservatórios de água)	
Controle Químico (SBP, Baygon, Fumacê, repelentes)	
Controle Mecânico (Eliminar água parada, limpeza regular de recipientes)	
Outro método (Especifique)	
Observações do Grupo Pesquisador (Aqui os alunos devem anotar percepções gerais sobre as respostas da turma entrevistada, destacando padrões e informações relevantes.)	

Após a coleta, os grupos compilarão os dados e apresentarão os resultados para toda a turma, permitindo uma discussão inicial sobre a predominância de um

método de controle e seus possíveis impactos ambientais e na saúde humana (30 min).

Finalizar a aula com um feedback do professor quanto ao desenvolvimento das atividades, destacando o processo avaliativo como possíveis inconsistências e evoluções. Em seguida, apresentar os instrumentos avaliativos que serão utilizados nas etapas seguintes tirando as dúvidas dos alunos (10 min)

Momento 2 - Investigação – Problematização do Uso dos Inseticidas Sintéticos (Aproximadamente 30 min)

Com base nos dados apresentados, o professor conduzirá uma discussão orientada, incentivando os alunos a refletirem sobre as consequências do uso indiscriminado de inseticidas sintéticos. Serão apresentadas as substâncias químicas aplicadas no controle do *Aedes aegypti*.⁸ O texto abaixo poderá auxiliar o professor.

Uso de Inseticidas no Controle do *Aedes aegypti*

O combate ao *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, chikungunya e Zika, envolve diferentes estratégias, incluindo o uso de inseticidas. No Brasil, o Ministério da Saúde recomenda duas principais formas de aplicação desses produtos: aplicação residual e aplicação espacial⁹. Ambas devem ser utilizadas de forma criteriosa e sempre associadas a medidas preventivas, como eliminação de criadouros e conscientização da população.

Aplicação Residual de Inseticidas

A aplicação residual consiste na pulverização de inseticidas em paredes e superfícies, utilizando equipamentos costais que garantem a permanência do produto no ambiente por um período prolongado. Essa técnica é empregada em situações específicas, como o controle do *Aedes aegypti* em pontos estratégicos.

Atualmente, o Ministério da Saúde recomenda o uso da associação dos produtos químicos Clotianidina (50% p/p) e Deltametrina (6,25% p/p) para essa aplicação, conforme orientações da Nota Técnica nº 9/2023-CGAR/DEDT/SVSA/MS. Esse método é utilizado principalmente em locais de risco elevado, garantindo um efeito mais duradouro na eliminação do mosquito.

Aplicação Espacial de Inseticidas

⁸ http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400006

⁹

<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/vigilancia-entomologica/aplicacao-de-inseticidas>

A aplicação espacial, popularmente conhecida como "fumacê", é uma estratégia utilizada apenas em situações emergenciais, como surtos e epidemias de dengue, chikungunya e zika. Essa técnica busca eliminar os mosquitos adultos (fase alada), reduzindo a transmissão das doenças.

No Brasil, recomenda-se a aplicação Ultra Baixo Volume (UBV), realizada com nebulizadores costais ou equipamentos acoplados a veículos. No entanto, para ser eficaz, essa aplicação precisa seguir critérios rigorosos de qualidade, como controle do tamanho das gotas, regulagem dos equipamentos e escolha do horário adequado para a pulverização.

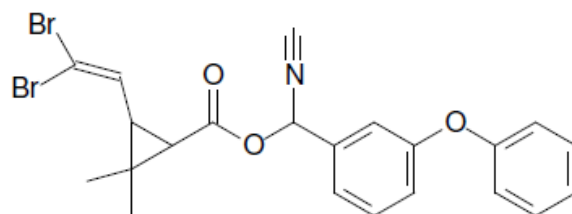
Atualmente, o Ministério da Saúde recomenda um adulticida à base da associação dos compostos imidacloprida e praletrina, seguindo diretrizes de manejo integrado para evitar a resistência dos mosquitos aos inseticidas.

Mecanismo de Ação dos Inseticidas Utilizados no Controle do *Aedes aegypti*¹⁰

Os inseticidas recomendados para o controle do *Aedes aegypti* atuam diretamente no sistema nervoso do inseto, interferindo na transmissão dos impulsos nervosos e levando à sua morte. Entre os compostos utilizados, destacam-se:

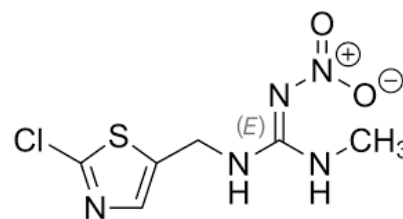
Deltametrina (Piretroide)

A deltametrina ($C_{22}H_{19}Br_2NO_3$) é uma substância que está associada à depressão (IBAMA, 2019). A deltametrina é um modulador dos canais de sódio axônicos, ou seja, interfere no funcionamento dos canais de sódio responsáveis pela condução dos impulsos nervosos. Esse efeito

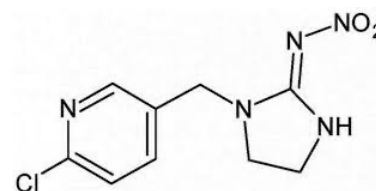


provoca atividade elétrica descontrolada, resultando em despolarização celular contínua, espasmos e perda de controle muscular, o que leva ao conhecido efeito knockdown— o mosquito fica paralisado e cai antes de morrer.

Clotianidina (Neonicotinoide de Segunda Geração): A clotianidina ($C_6H_5H_8SO_2Cl$) é considerada muito tóxica para o meio ambiente, em especial para as abelhas, mas também afeta peixes e mamíferos (IBAMA, 2019). A clotianidina atua como agonista do neurotransmissor acetilcolina, ou seja, imita a ação dessa substância no sistema nervoso do inseto. Como consequência, o mosquito sofre uma hiperativação dos receptores nicotínicos de acetilcolina, levando à exaustão nervosa e, por fim, à morte.



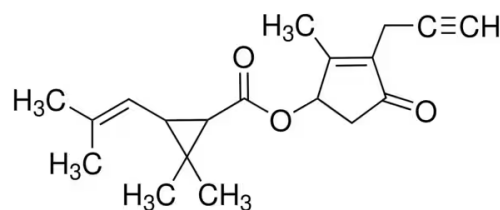
Imidacloprida: A imidacloprida ($C_9H_{10}ClN_5O_2$) é um inseticida da classe dos neonicotinoides. Seu mecanismo de ação envolve a interferência na transmissão dos estímulos nervosos, causando



¹⁰ <https://central3.to.gov.br/arquivo/522738/>

a morte do inseto por exaustão neuronal. A imidacloprida imita a ação da acetilcolina, um neurotransmissor essencial para a transmissão de impulsos nervosos. Normalmente, a acetilcolina é rapidamente degradada pela enzima acetilcolinesterase, permitindo que os neurônios retornem ao estado de repouso. No entanto, a imidacloprida não é degradada por essa enzima, permanecendo ligado aos receptores de acetilcolina na porção pós-sináptica das células nervosas. Essa ligação prolongada causa uma ativação contínua dos neurônios, levando à superexcitação, paralisia e, por fim, à morte do inseto. Como resultado, o mosquito perde a capacidade de se alimentar e se movimentar, sendo eliminado do ambiente.

Praletrina: A praletrina ($C_{19}H_{24}O_3$) é um inseticida do grupo químico piretroide que atua nos canais de sódio das células nervosas dos insetos. Isso resulta em impulsos nervosos repetitivos, exaustão e morte do inseto¹¹.



Além do uso do controle químico pelo carro fumacê, existem alguns inseticidas comerciais de bastante popularidade de uso doméstico como é o caso dos produtos SBP. A composição química desses produtos baseia-se principalmente nos princípios ativos imiprotrina, transflutrina e cipermetrina, substâncias tóxicas para o homem e meio ambiente. Além disso, o *Aedes aegypti* já adquiriu resistência às duas últimas (Dilkin E. R. S.; Matias R.; Lima V. A. M. O, 2021).

Após a apresentação das substâncias, o professor deve estimular a reflexão dos alunos por meio de questões problematizadoras, incentivando-os a questionar o uso indiscriminado de inseticidas químicos e a explorar alternativas mais sustentáveis. Algumas questões a serem levantadas incluem:

- Os inseticidas químicos apresentam impactos ambientais e toxicológicos? Quais seriam essas consequências?
- O *Aedes aegypti* pode desenvolver resistência aos inseticidas utilizados? Como isso acontece?
- Se os inseticidas são amplamente empregados, por que a dengue continua sendo um problema crescente?
- Que alternativas mais seguras e sustentáveis poderiam ser adotadas para combater o mosquito?

¹¹ <https://rogama.com.br/wp-content/uploads/2023/01/FT-SHOOT.pdf>

Os alunos devem registrar suas hipóteses e reflexões iniciais sobre essas questões antes de avançar para a próxima etapa da atividade. Esse exercício permitirá que comparem suas percepções iniciais com os conhecimentos adquiridos ao longo da sequência didática, desenvolvendo uma visão mais crítica e fundamentada sobre o tema.

Momento 3 - Associação: Introdução às alternativas sustentáveis e desenvolvimento de estratégias de investigação (aproximadamente 30 min)

Após a problematização dos inseticidas químicos, o professor introduz o tema das alternativas sustentáveis, destacando a importância das pesquisas científicas na busca por métodos mais seguros para o controle do *Aedes aegypti*.

Pergunta norteadora: Se os inseticidas convencionais apresentam riscos ambientais e o mosquito pode desenvolver resistência, quais poderiam ser soluções mais eficazes e sustentáveis?

Tendo em vista a capacidade do mosquito da dengue de adquirir resistência a substâncias já utilizadas e os efeitos tóxicos ao meio ambiente e ao ser humano que muitas dessas substâncias são capazes de causar, as pesquisas que buscam alternativas de produtos sustentáveis para o combate à dengue tornam-se relevantes. Nessa perspectiva, os óleos essenciais de algumas plantas têm se destacado devido a sua atividade larvívora, como é o caso do óleo da casca de laranja (Ferreira, 2014). Está em fase de desenvolvimento um produto à base do óleo da casca de laranja com atividade larvívora para as larvas do *Aedes aegypti*, o qual se baseia nas interações intermoleculares para gerar um produto estável e de ação duradoura quando aplicado, como apresentado no vídeo a seguir.

A atividade larvívora do óleo da casca de laranja tem sido atribuída à presença do limoneno ($C_{10}H_{16}$), uma substância de ocorrência natural, apolar e volátil (Ferreira, 2014; Paredes, 2021; Marques, 2024). Uma das propriedades essenciais envolvidas no processo de produção desse larvívora é a solubilidade, a qual pode ser analisada a partir do conceito de interações intermoleculares e da polaridade das substâncias.

Apresentação das Alternativas Naturais: O professor explica que os óleos essenciais vêm sendo estudados como larvicidas naturais, pois possuem compostos bioativos que interferem no desenvolvimento do mosquito sem causar danos ambientais significativos.

Atividade Investigativa:

- Exibição do vídeo sobre pesquisas com óleo essencial de casca de laranja como larvívora natural¹².

¹² <https://youtu.be/L62fvRqHiDE>

- Análise da estrutura química do limoneno ($C_{10}H_{16}$), compreendendo sua polaridade, volatilidade e solubilidade, sua atividade larvívica e possíveis aplicações em produtos sustentáveis.
- Reflexão sobre as vantagens da alternativa sustentável em relação ao inseticida convencional, com foco nos óleos essenciais e suas propriedades larvívicas. Os alunos completam uma tabela comparativa, destacando diferenças entre os inseticidas convencionais e o larvívico natural.

Comparação entre Inseticidas Sintéticos e Alternativas Naturais		
Critério	Inseticidas Sintéticos	Óleo essencial
Princípio ativo		
Impacto ambiental		
Resistência do <i>Aedes</i>		
Efeito na Saúde Humana		
Eficácia e Aplicação		

Momento 4 - Aplicação: Experimento – Teste de solubilidade, influência das interações intermoleculares na formulação de um larvívico à base de óleo de laranja (60 minutos)

Para compreender a influência das interações intermoleculares e da polaridade na formulação de um larvívico, os alunos realizarão um experimento prático.

Contextualização:

O professor explica que um dos desafios da formulação de um larvívico natural é garantir sua solubilidade e estabilidade. O experimento ajudará os alunos a compreender como as interações intermoleculares influenciam a mistura entre substâncias polares e apolares.

Materiais:

- Água, óleo de laranja (ou óleo de coco), detergente, copos descartáveis transparentes, conta-gotas ou seringas, colheres descartáveis.

Procedimento Experimental (30 min):

1. Organizar a turma em grupos de 5 alunos, distribuindo funções (1 aluno responsável pelos registros fotográficos, 2 alunos realizam anotações e análise dos resultados, 2 alunos executam o experimento).
2. Preparar quatro amostras, variando os reagentes (água, óleo e detergente).
 - Reserve quatro copos descartáveis e enumere-os de 1 a 4.
 - Nos copos 1, 2 e 4 adicione 5 mL de água.
 - Nos copos 1, 3 e 4 adicione 5 mL de óleo de laranja.
 - Com o auxílio de uma colher, agite a mistura dos copos 1 e 4. Observe o que aconteceu e registre na ficha do experimento.
 - No copo 2, 3 e 4, adicionar 5 mL de detergente, misturar e observar o que acontece.
 - Com auxílio de uma colher, agite as misturas, observe o que aconteceu e registre na ficha experimental.

Observação: proponha que os alunos ajustem as proporções dos reagentes, testando variações e registrando os resultados, desenvolvendo autonomia investigativa.

3. Observar e registrar a miscibilidade e a formação de micelas em cada caso.

Registro e Reflexão (30 min):

FICHA EXPERIMENTAL – TESTE DE SOLUBILIDADE E FORMULAÇÃO DE LARVICIDA			
Data:			
Integrantes do Grupo:			
OBJETIVO DO EXPERIMENTO			
Explique, com suas palavras, qual é o objetivo desta atividade experimental.			
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL			
Descreva as etapas do experimento conforme foram realizadas pelo grupo.			
OBSERVAÇÕES E RESULTADOS			
Complete a tabela registrando o que foi observado em cada situação.			
Copo	Mistura Inicial	Após Agitação	Após Adição do Detergente
1 (Água + Óleo)			
2 (Água + Detergente)			
3 (Óleo + Detergente)			
4 (Água + Óleo + Detergente)			
Análise das mudanças observadas:			

Questões para análise e reflexão:

- Quais características do óleo de laranja se relacionam com a produção do larvicida? Explique a relação entre essa propriedade do óleo de laranja e sua aplicação como larvicida?
- A partir das suas observações durante o experimento, qual a diferença entre o copo 1 e 4?
- Sugira uma explicação, texto ou desenho, para a diferença que você observou entre o copo 1 e 4.
- Como a polaridade das substâncias influencia a miscibilidade dos líquidos?
- Quais são os tipos de interações intermoleculares que ocorrem entre a água e o detergente ?
- Quais são os tipos de interações intermoleculares que ocorrem entre o óleo e o detergente?
- Quais são os tipos de interações intermoleculares que ocorrem entre a água e o óleo?
- Como a adição do detergente influencia a miscibilidade dos líquidos?
- Quais são os benefícios ambientais de utilizar um larvicida natural em comparação aos inseticidas convencionais?

Reflexão Final:

Como os resultados do experimento podem ajudar no desenvolvimento de um larvicida mais eficaz?

Que desafios a pesquisa ainda precisa superar para que o óleo de laranja seja utilizado em larga escala?

CONCLUSÃO DO GRUPO

Explique o que foi aprendido com este experimento e como os resultados podem estar relacionados à formulação de um larvicida sustentável.

Avaliação:

Formativa: Acompanhamento dos grupos durante a realização do experimento, observando:

- O engajamento dos alunos na pesquisa e no experimento.
- A capacidade de argumentação ao responder às questões problematizadoras.
- A organização e precisão dos registros feitos durante as atividades.

Somativa: O relatório será avaliado com base na compreensão do experimento, argumentação científica e organização das respostas.

9.4. Aula 06 (fase 02) - Discussão sobre o Experimento e Aplicação dos Conceitos de Solubilidade e Interações Intermoleculares

Duração: 60 minutos

Conexão com as aulas anteriores: Na Aula 3, os alunos problematizaram o uso de inseticidas sintéticos e exploraram alternativas sustentáveis para o combate ao *Aedes aegypti*. Na Aula 4, realizaram um experimento para investigar a solubilidade do óleo de laranja e compreenderam o papel das interações intermoleculares na formulação do larvicida. Nesta aula, os alunos discutirão os resultados do experimento e aprofundarão os conceitos de polaridade, interações intermoleculares

e formação de micelas, estabelecendo relações entre a química e a formulação de larvicida sustentável.

Objetivos de Ensino

O professor deverá:

- Explicar o conceito de polaridade das moléculas e sua relação com a solubilidade.
- Apresentar e diferenciar os tipos de interações intermoleculares (dipolo induzido, dipolo permanente e ligação de hidrogênio).
- Relacionar a volatilidade do óleo de laranja com a intensidade das forças intermoleculares presentes em sua estrutura.
- Demonstrar o papel dos tensoativos e a formação de micelas na estabilização de substâncias apolares em meio aquoso.
- Relacionar esses conceitos com a formulação do larvicida sustentável à base de óleo de laranja.

Objetivos de Aprendizagem (O que os alunos devem aprender e demonstrar?)

Os alunos deverão ser capazes de:

- Identificar e diferenciar os tipos de interações intermoleculares.
- Explicar como a polaridade das moléculas influencia sua solubilidade e miscibilidade.
- Relacionar a volatilidade do óleo de laranja ao seu ponto de ebulição e interações intermoleculares.
- Compreender o papel dos tensoativos na formulação do larvicida, descrevendo a estrutura e função das micelas.
- Representar graficamente os tipos de interações intermoleculares e o processo de formação das micelas.
- Estabelecer conexões entre os conceitos abordados e a formulação de produtos sustentáveis.

Lista de Materiais

Para a explicação teórica:

- Projetor ou slides com diagramas das interações intermoleculares (dipolo induzido, dipolo permanente e ligação de hidrogênio).
- Ilustrações das estruturas químicas do limoneno, tensoativos e micelas .
- Tabela comparativa entre substâncias polares e apolares.

Para a demonstração experimental (opcional):

- Um frasco com óleo de laranja ou óleo de coco .
- Um béquer ou copo transparente com água .
- Detergente (como exemplo de tensoativo).
- Bastão de vidro ou colher para agitação.

Desenvolvimento da Aula

Momento 1 -Revisão do Experimento – Retomada dos Conceitos (aproximadamente 25 min)

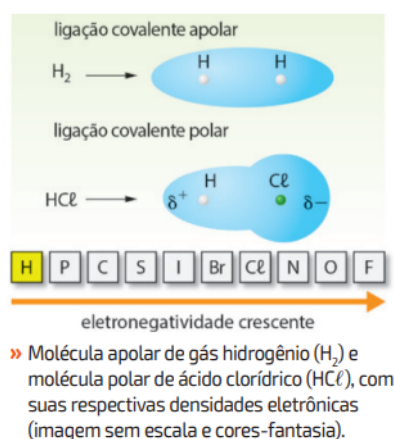
Atividade Inicial: O professor inicia a aula questionando os alunos sobre as observações feitas no experimento da Aula 5:

- O que aconteceu no copo 1 (água + óleo de laranja)?
- O que aconteceu no copo 4 (água + óleo de laranja + detergente)?
- Como podemos explicar essas diferenças com base na polaridade das moléculas?

Texto de apoio:

A solubilidade é uma propriedade física que está relacionada às forças de interação entre as moléculas, chamadas de interações intermoleculares. Essas forças dependem da polaridade das moléculas (figura 7).

Figura 7: Relação entre a eletronegatividade e a polaridade das moléculas de gás hidrogênio (H_2) e ácido clorídrico (HCl).



Fonte: Godoy, 2020.

Segundo Godoy (2020) a eletronegatividade desempenha ação importante na polaridade das ligações e consequentemente nas moléculas. Sobre a polaridade das moléculas do gás hidrogênio e do ácido clorídrico, ele afirma:

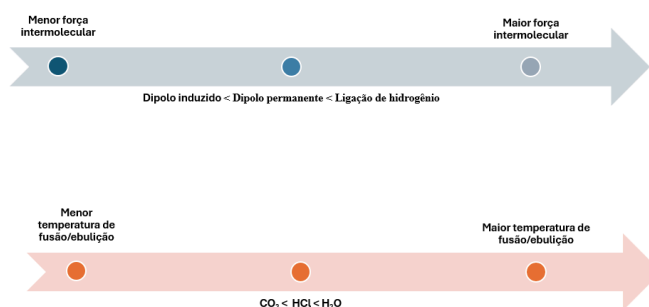
Na molécula de ácido clorídrico (HCl), por exemplo, o átomo de cloro é mais eletronegativo do que o de hidrogênio e atrai os elétrons da ligação com maior intensidade, formando um polo

negativo (δ^-) ao seu redor. Simultaneamente, forma-se também um polo positivo (δ^+) na região oposta da molécula, que fica com menor densidade eletrônica. Moléculas com dois polos, ou dipolos, como o ácido clorídrico, são polares. Nas moléculas em que não há formação de dipolos, como o gás hidrogênio e o gás carbônico, os elétrons ficam distribuídos de maneira homogênea, e são classificados como apolares. No caso do gás hidrogênio, não há diferença de eletronegatividade entre os átomos. No caso do gás carbônico, em que há diferença, a polaridade de uma ligação anula a da outra, o que torna a molécula como um todo apolar (Godoy, 2020. p. 82).

Substâncias polares como a água são solúveis ou miscíveis em outras substâncias também polares, mas são insolúveis ou imiscíveis em substâncias apolares como o óleo. Esse fato faz com que o óleo de laranja, rico em limoneno ($C_{10}H_{16}$), uma substância apolar, seja insolúvel em água (Ferreira, 2024; Godoy, 2020). Isso pode ser observado no copo 1 do experimento.

As interações intermoleculares também influenciam a propriedade física ponto de ebulição, temperatura mínima necessária para uma substância passar do estado líquido para o estado gasoso. Substâncias que apresentam um ponto de ebulição baixo tendem a evaporar mais facilmente do que aquelas que apresentam ponto de ebulição alto. Essa relação está ligada ao tipo de interação intermolecular presente entre as moléculas da substância analisada (Figura 8).

Figura 8: Relação entre o tipo de interação intermolecular e o ponto de fusão/ebulição das substâncias.



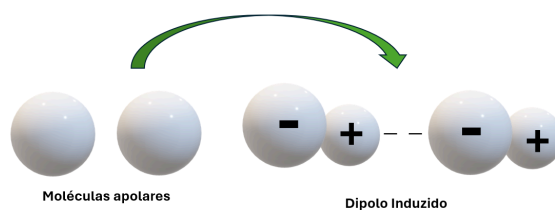
Fonte: Adaptado de Godoy, 2020.

Dessa forma, o óleo de laranja é volátil, evapora com facilidade, pois o limoneno é uma substância apolar em que a força atrativa que mantém as moléculas unidas no estado líquido, no óleo de laranja, é a interação intermolecular dipolo induzido.

Tipos de interações intermoleculares

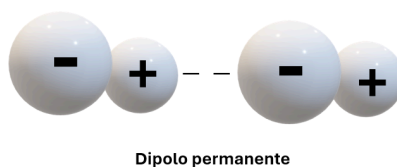
A seguir são apresentados alguns tipos de interações intermoleculares, os quais estão envolvidos no processo de produção do larvicida à base de óleo de laranja (figuras 9, 10 e 11).

Figura 9: Dipolo induzido: Ocorre em moléculas apolares como o gás hidrogênio (H_2) e o Limoneno ($C_{10}H_{16}$).



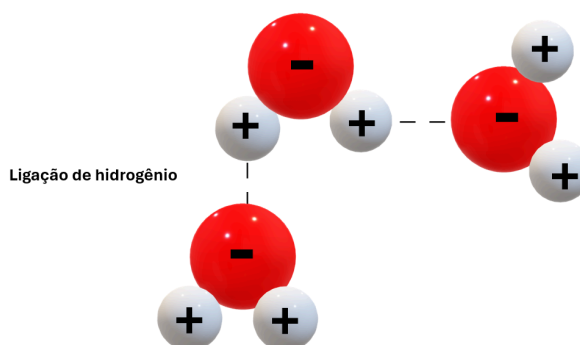
Fonte: Autor, 2025.

Figura 10: Dipolo permanente: Ocorre em moléculas polares como o ácido clorídrico (HCl).



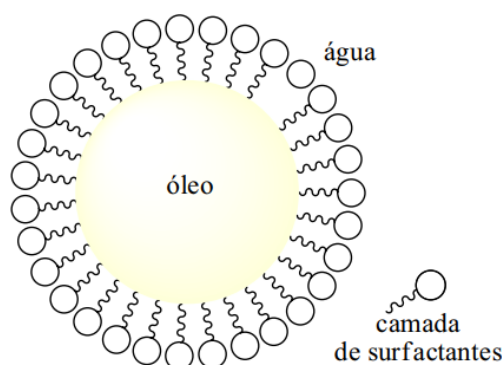
Fonte: Autor, 2025.

Figura 11: Ligação de hidrogênio: Ocorre em moléculas polares onde há a presença do átomo de hidrogênio ligado a átomos de oxigênio (O), como na molécula de água (H_2O), nitrogênio (N) e flúor (F).

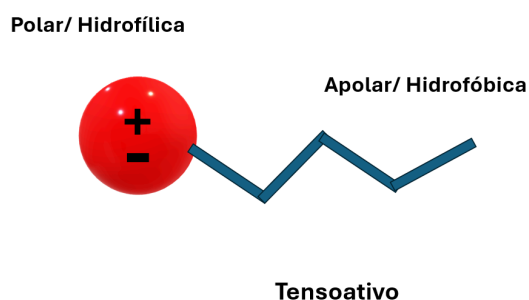


Fonte: Autor, 2025.

No entanto, existem substâncias chamadas tensoativos (figura 13) que são capazes de interagir tanto com moléculas apolares quanto com moléculas polares. A combinação entre uma substância polar (água), tensoativo (detergente/surfactantes), e uma substância apolar (limoneno) forma as micelas (figura 12) (Godoy, 2020; Silva et al, 2015).

Figura 12: Representação de uma micela.

Fonte: Silva et al, 2015.

Figura 13: Modelo geral de um tensoativo.

Fonte: Autor, 2025.

Discussão guiada:

O professor apresenta a relação entre polaridade e solubilidade, explicando por que substâncias polares se dissolvem em solventes polares e substâncias apolares se dissolvem em solventes apolares.

Momento 2 - Explicação das Interações Intermoleculares, formação de micelas e aplicação no larvicida (aproximadamente 35 min)

O professor introduz os três tipos principais de interações intermoleculares, ilustrando cada um com exemplos. Em seguida, o professor explica sobre a função dos tensoativos e a formação de micelas

Finalmente, o professor estabelece a correlação com o experimento:

- O óleo de laranja não se dissolve na água devido à natureza das forças intermoleculares (dipolo induzido).
- O detergente permitiu a dispersão do óleo porque contém tensoativos, que formam micelas.
- O larvicida à base de óleo de laranja precisa de tensoativos para garantir sua estabilidade em meio aquoso.
- Esse conceito é aplicado na produção de produtos farmacêuticos, cosméticos e pesticidas sustentáveis .

Formas de Avaliação

1. Avaliação Formativa: participação na discussão sobre os resultados do experimento e capacidade de argumentação ao explicar as diferenças observadas entre as misturas.
2. Avaliação Somativa: os alunos responderão a um questionário reflexivo, contendo questões como:
 - Explique por que o óleo de laranja é insolúvel em água.
 - Qual é o papel dos tensoativos na formação das micelas?
 - Desenhe a estrutura de uma micela e explique sua função.
 - Relacione o conceito de interações intermoleculares com a formulação de produtos sustentáveis.

9.4. Aula 07 a 11 (fase 03) – Aplicação: Comunicação, Reflexão e Intervenção Social

Duração: 5 aulas (60 minutos cada)

Conexão com as aulas anteriores: Até a Aula 6, os alunos investigaram a dengue como problema de saúde pública, analisaram os impactos dos inseticidas sintéticos e exploraram alternativas sustentáveis, como o larvicida à base de óleo de laranja. A partir da Aula 7, o foco passa a ser a comunicação científica e a ação social, com os alunos assumindo um papel ativo na divulgação e aplicação do conhecimento adquirido.

Objetivos de Ensino

O professor deverá

- Ensinar os alunos a produzir e divulgar conhecimento científico de forma acessível e crítica.
- Estimular a argumentação e o pensamento crítico sobre o combate à dengue e o uso de inseticidas sintéticos.
- Desenvolver habilidades de comunicação científica, promovendo a escrita, edição de vídeos e apresentação oral.
- Fomentar o trabalho em equipe e a organização de ações comunitárias para conscientização da população escolar.
- Demonstrar como o conhecimento químico se relaciona com saúde pública e inovação tecnológica .

Objetivos de Aprendizagem

O aluno deverá ser capaz de:

- Comunicar-se de forma científica e acessível , reconhecendo o vírus, vetor e sintomas da dengue.
- Identificar e explicar métodos de combate à dengue, problematizando os métodos químicos atuais.
- Relacionar os conceitos de solubilidade, polaridade e interações intermoleculares com a formulação do gel larvicida de óleo de laranja.
- Se posicionar criticamente quanto ao uso de inseticidas químicos e propor alternativas sustentáveis.
- Criar materiais educativos e interativos para a conscientização da comunidade escolar.
- Planejar e executar uma intervenção escolar, engajando a comunidade no combate à dengue.

Lista de Materiais

Para a produção do jornal científico em vídeo (Aula 7) :

- Celulares ou câmeras para gravação.
- Computadores/tablets com acesso a editores de vídeo (CapCut¹³, InShot, Movie Maker, etc.).
- Roteiros impressos ou digitais.

¹³ Tutorial para utilizar o CapCut <https://www.youtube.com/watch?v=BMX9duyCu68>

- Fichas de pesquisa com dados sobre a dengue em União dos Palmares.

Para a apresentação e autoavaliação (Aula 8) :

- Projetor ou TV para exibição dos vídeos.
- Rubricas de avaliação e autoavaliação.

Para os jogos educativos (Aula 9) :

- Computadores, tablets ou celulares para acessar os jogos no Wordwall.
- Materiais impressos para adaptação dos jogos ao formato físico (cartões, tabuleiro, etc.).

Para o planejamento da intervenção escolar (Aulas 9 e 10) :

- Cartolinas, papel kraft, canetas coloridas e marcadores.
- Computadores para produção de slides e materiais gráficos.
- Materiais para confecção de dinâmicas e jogos interativos.

Para a execução da intervenção (Aula 11) :

- Equipamentos de som e microfones.
- Espaço adequado (auditório, sala de aula ampliada ou pátio).

Desenvolvimento das Aulas

Aula 7 – Produção do Jornal Científico em Vídeo

Os alunos produzirão um vídeo informativo sobre a dengue, explorando os seguintes tópicos:

- Dengue como problema de saúde pública (dados estatísticos)¹⁴.
- Métodos de combate à dengue¹⁵.
- Problematização do uso de inseticidas sintéticos¹⁶.
- A importância das tecnologias alternativas, como o larvicida de óleo de laranja.
- Explicação química do gel larvicida (solubilidade, polaridade e interações intermoleculares)^{17,18 e 19}.
- Propostas individuais e coletivas para reduzir os casos de dengue em União dos Palmares²⁰.

¹⁴ <https://www.saude.al.gov.br/notas-tecnicas/>

¹⁵ <https://www.scielo.br/j/ress/a/dx9DzpTvhQxZDYtnfbF8xz/abstract/?lang=pt>

¹⁶ https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/36006/3/Inseticidas%20Domissanit%C3%A1rio_PG-MDR.pdf

¹⁷ <https://repositorio.ifrj.edu.br/xmlui/bitstream/handle/20.500.12083/909/ALICE%20CABRAL%20PAREDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁸ https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/3929/1/SARAH_GUERRA_FERREIRA.pdf

¹⁹ <https://www.mdpi.com/1999-4923/16/10/1337>;

²⁰ <https://www.unicef.org/brazil/prevencao-e-combate-ao-aedes-aegypti>

Passos para a produção:

- Divisão da turma em grupos, com cada grupo responsável por um tema (5 min).
- Elaboração do roteiro, garantindo clareza na explicação científica (30 min).
- Gravação dos vídeos, utilizando celulares ou câmeras (20 min).
- Edição dos vídeos, garantindo qualidade na apresentação (5 min, essa atividade pode ser realizada em casa).

Produto Final: Jornal científico em vídeo, de 3 a 5 minutos, produzido e apresentado pelos alunos.

Aula 8 – Apresentação dos Vídeos e Autoavaliação (60 min)

Atividade Principal: Exibição dos vídeos produzidos, seguida de debate e análise crítica.

- Critérios de avaliação:
- Clareza e coerência na apresentação do conteúdo.
- Uso correto dos conceitos científicos.
- Criatividade e impacto da mensagem.
- Qualidade técnica da gravação e edição.

Instrumentos de Avaliação:

- Rubrica de avaliação.
- Autoavaliação individual, refletindo sobre o aprendizado e o trabalho em equipe.

Aula 9 – Memorização e Planejamento da Intervenção Escolar

Atividade 1: Jogos Educativos (30 min)

Os alunos revisarão e consolidarão o aprendizado através de jogos interativos no Wordwall :

Forças

Intermoleculares:

<https://wordwall.net/pt/resource/33942375/for%C3%A7as-intermoleculares>

Dengue: Tecnologias Aplicadas no Combate do Aedes aegypti:
<https://wordwall.net/resource/86996310/copy-of-dengue-tecnologias-aplicadas-ao-combate-do-aedes>

Forma de Avaliação:

- Participação nos jogos e resolução de desafios.
- Discussão pós-jogo para verificar o entendimento dos conceitos.

Atividade 2: Planejamento da Intervenção Escolar (30 min)

Os alunos, em grupos, organizarão uma ação de conscientização na escola, respondendo às seguintes questões:

- Como organizar a sala/auditório para a apresentação?
- Quais tópicos serão discutidos?
- Como engajar os participantes (jogos, dinâmicas, atividades interativas)?
- Como dividir as responsabilidades entre as equipes?

Produto Final: Esboço do evento de intervenção escolar.

Aula 10 – Preparação Final da Intervenção (60 min)

- Atividade Principal: Finalização dos materiais para a apresentação:
- Slides e vídeos para a explicação científica.
- Cartazes e folhetos informativos para distribuição.
- Jogos e dinâmicas para envolver a comunidade escolar.
- Treinamento dos apresentadores.

Produto Final: Material pronto para a intervenção escolar na Aula 11.

Aula 11 – Intervenção Escolar e Ação Comunitária

Atividade Principal: Apresentação do evento para outras turmas da escola.

Dinâmica da Atividade:

- Abertura: Breve explicação sobre a importância do combate à dengue (10 min).
- Apresentação científica: Uso de slides, vídeos e demonstrações (15 min).
- Jogos e dinâmicas interativas (25 min).
- Sessão de perguntas e respostas com os participantes (10 min).

Avaliação da Intervenção:

- Engajamento do público.
- Clareza na transmissão do conhecimento.
- Criatividade na abordagem dos temas.
- Impacto da ação na conscientização da comunidade escolar.

Avaliação Final:

Para verificar se os objetivos de aprendizagem propostos ao longo da sequência didática foram alcançados, foi elaborada uma rubrica de avaliação que permitirá ao professor avaliar o desenvolvimento dos alunos em diferentes dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal. Essa ferramenta não apenas avaliará o domínio dos conteúdos científicos, mas também a capacidade dos alunos de aplicar o conhecimento em contextos reais, comunicar-se de forma científica, trabalhar em equipe e refletir criticamente sobre o impacto das soluções propostas. Além de apoiar o professor na identificação de avanços e dificuldades dos estudantes, a rubrica fortalecerá o processo de ensino e aprendizagem ao oferecer feedbacks formativos, permitindo ajustes na condução das aulas e incentivando os alunos a refletirem sobre seu próprio percurso. Dessa forma, a avaliação assume um papel fundamental no desenvolvimento das competências previstas, garantindo que a aprendizagem ocorra de forma integrada e significativa.

Dimensões Avaliadas

A avaliação será organizada em três dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal. Cada uma delas contempla critérios específicos que refletem a aprendizagem dos alunos ao longo das atividades propostas.

a. Dimensão Conceitual (Conhecimento Científico – Saber): Avalia o domínio dos conteúdos abordados na sequência didática e a capacidade de relacioná-los ao combate à dengue.

- Domínio dos Conceitos Científicos – Compreensão e explicação de conceitos como solubilidade, polaridade, interações intermoleculares, resistência do *Aedes aegypti* e impacto ambiental dos inseticidas.
- Aplicação dos Conceitos Científicos na Solução de Problemas – Capacidade de utilizar os conceitos estudados para propor soluções sustentáveis para o combate à dengue.

b. Dimensão Procedimental (Habilidades Práticas e Comunicação – Saber Fazer): Avalia a capacidade dos alunos de aplicar os conceitos científicos na prática, comunicar suas descobertas e desenvolver estratégias criativas.

- Investigação Científica e Procedimentos Experimentais – Realização de experimentos, coleta e análise de dados, interpretação dos resultados e registro adequado das observações.

- Comunicação Científica – Clareza na produção e apresentação do jornal científico em vídeo, argumentação baseada em evidências e uso adequado da linguagem científica.
- Criatividade e Inovação – Desenvolvimento de propostas para a intervenção escolar, criação de materiais didáticos, engajamento em atividades interativas e inovação na abordagem do tema.

c. Dimensão Atitudinal (Engajamento, Reflexão Crítica e Trabalho em Equipe – Saber Ser): Avalia a postura dos alunos em relação ao aprendizado, sua participação nas atividades e a capacidade de reflexão crítica.

- Trabalho em Equipe e Cooperação – Participação ativa nas atividades em grupo, respeito às opiniões dos colegas, divisão de tarefas e colaboração eficaz.
- Reflexão Crítica e Posicionamento Atitudinal – Capacidade de argumentar sobre o uso de inseticidas, reconhecer impactos ambientais e sociais, propor alternativas sustentáveis e se posicionar de forma crítica.

RUBRICA DE AVALIAÇÃO

Objetivo: Avaliar o desenvolvimento dos alunos ao longo das 10 aulas, considerando as dimensões conceitual, procedimental e atitudinal.

Instrumento de Avaliação: A rubrica pode ser utilizada pelo professor, pelos alunos (autoavaliação) e colegas (avaliação por pares).

Critérios	4 - Excelente	3 - Bom	2 - Regular	1 - Insuficiente
Dimensão Conceitual				
Domínio dos Conceitos Científicos	Compreende e explica todos os conceitos com precisão, aplicando-os corretamente em discussões e atividades.	Compreende a maioria dos conceitos e consegue explicá-los com pequenas imprecisões.	Apresenta dificuldades em relacionar os conceitos e precisa de auxílio para explicá-los.	Demonstra grande dificuldade em compreender e aplicar os conceitos estudados.
Aplicação dos Conceitos Científicos na Solução de Problemas	Aplica os conceitos de forma crítica e inovadora, propondo soluções eficazes e contextualizadas.	Aplica os conceitos corretamente, mas de forma limitada e sem explorar todas as possibilidades.	Apresenta dificuldades para aplicar os conceitos a problemas reais, necessitando orientação.	Não consegue estabelecer conexões entre os conceitos científicos e problemas práticos.
Dimensão Procedimental				
Investigação Científica e Procedimentos Experimentais	Conduz investigações de forma autônoma, registra e analisa os dados com precisão e reflete criticamente sobre os resultados.	Participa ativamente da investigação e analisa os dados corretamente, com pequenas imprecisões.	Segue as etapas do experimento, mas tem dificuldades em interpretar os resultados.	Tem dificuldades em seguir os procedimentos experimentais e interpretar os dados obtidos.

RUBRICA DE AVALIAÇÃO				
Comunicação Científica	Expressa-se com clareza, estrutura bem as ideias e utiliza a linguagem científica de forma adequada.	Comunica-se bem, mas pode apresentar pequenas falhas na argumentação ou no uso da linguagem científica.	Apresenta dificuldades em organizar as informações e em utilizar a linguagem científica corretamente.	Tem dificuldades significativas na comunicação oral e escrita, tornando a compreensão do conteúdo comprometida.
Criatividade e Inovação	Apresenta propostas criativas e inovadoras, utilizando estratégias eficazes para engajar a comunidade escolar.	Desenvolve materiais e estratégias adequadas, mas com pouca originalidade ou impacto.	Contribui para a criação dos materiais, mas com pouca iniciativa e inovação.	Tem dificuldade em propor ideias criativas ou não participa ativamente na elaboração das propostas.
Dimensão Atitudinal				
Trabalho em Equipe e Cooperação	Colabora ativamente, respeita os colegas, assume responsabilidades e contribui de maneira significativa para o grupo.	Participa bem, respeita os colegas e assume tarefas, mas pode ter dificuldades em colaborar ativamente em alguns momentos.	Participa de forma limitada e tem dificuldades em interagir ou dividir responsabilidades com os colegas.	Não se envolve nas atividades em grupo e apresenta dificuldades em respeitar as contribuições dos colegas.
Reflexão Crítica e Posicionamento Atitudinal	Demonstra pensamento crítico, argumenta com base em evidências e propõe ações concretas para combater a dengue.	Posiciona-se sobre os temas abordados e demonstra preocupação com o problema, mas sem aprofundamento crítico.	Tem dificuldades em se posicionar criticamente ou apresentar argumentos bem fundamentados.	Não demonstra reflexão crítica sobre os temas abordados e tem pouca participação nas discussões.

Critérios de Avaliação e Pontuação: Cada critério pode receber de 1 a 4 pontos. A pontuação total máxima é de 28 pontos.

Pontuação Total	Desempenho
25 a 28 pontos	Excelente – O aluno demonstrou domínio dos conteúdos, participou ativamente e aplicou o conhecimento de forma crítica e criativa.
19 a 24 pontos	Bom – O aluno compreendeu os conteúdos e participou bem das atividades, mas pode aprimorar alguns aspectos.
13 a 18 pontos	Regular – O aluno precisa melhorar a aplicação dos conceitos, a comunicação científica ou a colaboração nas atividades.
7 a 12 pontos	Insuficiente – O aluno teve dificuldades significativas e precisa de maior acompanhamento para alcançar os objetivos de aprendizagem.

A utilização desta rubrica proporciona uma avaliação ampla e equilibrada, contemplando não apenas o domínio dos conhecimentos científicos (dimensão conceitual), mas também o desenvolvimento de habilidades experimentais e de comunicação (dimensão procedimental) e o engajamento crítico e social dos alunos (dimensão atitudinal). Dessa maneira, a avaliação transcende a mera verificação do aprendizado do conteúdo, promovendo uma abordagem alinhada aos princípios da

Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e à metodologia dos Centros de Interesse. Ao integrar essas três dimensões, o processo avaliativo se torna mais significativo, pois reconhece a capacidade dos estudantes de aplicar os conceitos estudados em contextos reais e sua postura ativa diante do aprendizado. Deste modo, a avaliação assume um caráter formativo, contribuindo para o desenvolvimento integral dos alunos.

5. Referências

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

BROOKHART S. M. O uso de rubricas na educação básica: Revisão e recomendações. Estudos em Avaliação Educacional. v. 35, São Paulo, 2024.

CAMBAÚVA D. Entenda como funciona a vacina contra a dengue ofertada pelo SUS. Agência Gvo, 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202401/entenda-como-funciona-a-vacina-contradengue-ofertada-pelo-sus>. Acesso em 20 fev 2025.

DILKIN E. R. S.; MATIAS R.; LIMA V. A. M. O. Inseticidas domissanitários: Características químicas, ação e toxicidade/ecotoxicidade. Editora Científica, Londrina, 2021.

FERREIRA S. G. Sistemas nanoestruturados obtidos a partir de óleo essencial de Citrus sinensis/Água estabilizado por tensoativo: Avaliação estrutural e potencial uso no controle larvicida do Aedes aegypti. 2014. 92 f. Dissertação-(Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

GODOY L; AGNOLO R. M; MELO W. C. Matéria, Energia e Vida ensino médio: Manual do professor. 1 ed. São Paulo: FTD, 2020.

HARAPAN H.; MICHIE A.; SASMONO R. T.; IMRIE A. Dengue: A Minireview. Viruses, 2020.

LIMA M. S. Ciclo de vida do Aedes aegypti. Centro de Estudos de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://cevs.rs.gov.br/arboviroses-ciclo-de-vida>
:~:text=O%20ciclo%20de%20vida%20do,Zika%20durante%20a%20vida%20toda.
Acesso em 20 out 2024.

LUCCHESE M. M.; OLIVEIRA M. B. C.; FREITAS D. P. S. Rubricas pedagógicas analíticas: Um instrumento de avaliação continuada no Ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 40, n. 3, p. 502-519, 2023.

MARQUES E. M.; ROCHA R. L.; BRANDÃO C. M.; XAVIER J. K. A. M.; CAMARA M. B. P.; MENDONÇA C. J. S.; LIMA R. B.; SOUZA M. P.; COSTA E. V.; GONÇALVES R. S. Development of an eco-friendly nanogel incorporating *Pectis brevipedunculata* essential oil as a larvicidal agent against *Aedes aegypti*. Pharmaceutics. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Dengue: Agentes de combate às endemias e agentes comunitários de saúde no enfrentamento às arboviroses. Brasília, 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Nota técnica Nº 9/2023-CGAR/B/DEDT/SVSA/MS. Brasília, 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue. Brasília, 2009.

NETO J. Pesquisadores da UFS transformam a casca de laranja em alternativa contra o *Aedes aegypti*. Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2022. Disponível em: <https://www.ufs.br/conteudo/70315-pesquisadores-da-ufs-transformam-casca-de-laranja-em-alternativa-contr-o-aedes-aegypti>. Acesso em 20 set 2024.

O GLOBO. Tamanho, cor, hora da picada: Infográfico mostra as 7 diferenças entre o mosquito da dengue e o pernilongo comum. Globo.com, 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/saude/guia/tamanho-cor-hora-da-picada-infografico-mostr-a-as-7-diferencas-entre-o-mosquito-da-dengue-e-o-pernilongo-comum.ghtml>. Acesso em 26 out 2024.

PAREDES A. C. Desenvolvimento de microemulsões para uso tópico a partir de óleos essenciais com potencial atividade repelente. 2021. 60 f. Trabalho de

Conclusão de Curso-(Bacharel em Farmácia), Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SILVA L. S. F.; BIBIANO D. S.; FIGUEIREDO m. K.; FÉLIX R. P. B. C. Desenvolvimento de uma técnica ultrassônica para avaliar teores de óleo e graxa em efluentes de biocombustíveis. Química Nova. 2015.

TAYAL A.; KABRA S. K.; LODHA R. Management of Dengue: An Updated Review. Indian Journal Pediatrics. p. 168-177, 2022.

ZARA A. L. S. A.; SANTOS S. M.; OLIVEIRA E. S. F.; CARVALHO R. G.; COELHO G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: Uma revisão. Epidemiologia e Serviços de Saúde. Brasília, 2016.

ZABALA A.; ARNAU L. Métodos para ensinar competências. Penso, Porto Alegre, 2020.