

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**A IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO PARA O EQUILÍBRIO ECOLÓGICO, A  
BIODIVERSIDADE E A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: uma sequência didática para o 3º  
ano do ensino médio**

**LETICIA MENEZES CAMURÇA**

RECIFE

2026

LETICIA MENEZES CAMURÇA

**A IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO PARA O EQUILÍBRIO ECOLÓGICO, A  
BIODIVERSIDADE E A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: uma sequência didática para o 3º  
ano do ensino médio**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Ciências Biológicas/UFRPE como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Ana Virgínia de Lima Leite.

RECIFE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

C211i Camurça, Leticia Menezes.

A importância da polinização para o equilíbrio ecológico, a biodiversidade e a produção de alimentos: uma sequência didática para o 3º ano do ensino médio / Leticia Menezes Camurça. – Recife, 2026.

44 f.; il.

Orientador(a): Ana Virgínia de Lima Leite.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências.

1. Polinização. 2. Biologia - Estudo e ensino. 3. Didática (Ensino médio). 4. Educação ambiental 5. Sustentabilidade.  
I. Leite, Ana Virgínia de Lima, orient. II. Título

CDD 574

LETICIA MENEZES CAMURÇA

**A IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO PARA O EQUILÍBRIO ECOLÓGICO, A  
BIODIVERSIDADE E A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: uma sequência didática  
para o 3º ano do ensino médio**

Comissão Avaliadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Virgínia de Lima Leite – UFRPE

Orientadora

---

Dr<sup>a</sup>. Bruna Yvila Melo Santos – UFRPE

---

Dr<sup>a</sup>. Karine de Matos Costa – UFPE

RECIFE

2026

## DEDICATÓRIA

*“Segue o teu destino,  
Rega as tuas plantas,  
Ama as tuas rosas.  
O resto é a sombra  
De árvores alheias.”*

Fernando Pessoa

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela dádiva da vida e pela força concedida ao longo de toda esta trajetória. Foi Ele quem me sustentou nos momentos de alegria e, sobretudo, nos períodos de incerteza e dificuldade, permitindo que eu seguisse em frente, aprendendo e amadurecendo a cada etapa deste caminho.

Registro minha profunda gratidão à minha orientadora, Ana Virgínia, por sua competência, dedicação e sensibilidade durante o processo de orientação. Sua contribuição foi fundamental para minha formação acadêmica e para a construção desta monografia, conduzindo-me com responsabilidade, paciência e incentivo.

À minha mãe, Katarine, deixo meu agradecimento mais especial. Por seu amor incondicional, por seu apoio constante e por sua capacidade única de perceber minhas necessidades mesmo quando eu não conseguia expressá-las. Seus abraços, sua escuta atenta e sua torcida silenciosa foram essenciais para que eu não desistisse. Você é meu maior exemplo, minha inspiração diária e minha melhor amiga.

À minha avó, expresse minha gratidão pelos gestos de carinho, pelos abraços acolhedores e pelo sorriso sempre presente. Obrigada por acreditar em mim, por me apoiar em todos os momentos e por suas orações constantes. Sua presença é, sem dúvida, uma proteção e uma fonte de conforto em minha vida.

Ao meu avô, agradeço pelas conversas prolongadas, pelas brincadeiras e pelas piadas que sempre trouxeram leveza aos nossos dias. Obrigada por sua disponibilidade, por seu cuidado e por estar sempre disposto a ajudar, independentemente da situação.

Aos meus irmãos, Alice e Marconi, agradeço pelos momentos de descontração, pelas risadas e pela cumplicidade que nos une. Mesmo entre provocações e divergências, sabemos que o laço que nos conecta é forte e permanente. Vocês são parte essencial da minha história e a certeza de que nunca estarei sozinha.

Ao meu marido, Allan, minha gratidão por caminhar ao meu lado em todos os momentos. Obrigada pela paciência, pelo companheirismo e por transformar os períodos de estresse em instantes mais leves, com risos e apoio constante. Sua presença tornou essa jornada mais possível e mais feliz.

Aos meus amigos, Ana, Brena e Victor, agradeço pela parceria, pelo apoio nos momentos difíceis e pela alegria compartilhada nos momentos bons. Vocês fizeram parte desta caminhada e permanecerão presentes em minha vida.

Por fim, agradeço ao meu padrinho Ulisses, à minha tia Sabrina e aos meus sogros, Luciana e Alexandre (*in memoriam*), pelo incentivo, pelas palavras de apoio e por acompanharem, cada um à sua maneira, minha trajetória acadêmica e pessoal.

A todos vocês, minha sincera gratidão. Esta conquista também pertence a cada um que caminhou comigo.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
<b>Fundamentos Biológicos e Evolutivos</b> .....	11
<i>Mecanismos de Polinização</i> .....	11
<i>Coevolução Planta-Polinizador</i> .....	12
<i>O Ciclo Reprodutivo das Angiospermas</i> .....	13
<b>Equilíbrio Ecológico e Biodiversidade</b> .....	14
<i>Manutenção dos Ecossistemas</i> .....	15
<i>Fluxo Gênico</i> .....	15
<i>Serviços Ecossistêmicos</i> .....	16
<b>Segurança Alimentar e Impacto Econômico</b> .....	17
<i>Dependência Agrícola</i> .....	18
<i>Impacto no PIB</i> .....	19
<i>O Declínio dos Polinizadores</i> .....	19
<b>O Ensino de Biologia/Botânica e a Sequência Didática</b> .....	20
<i>Abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)</i> .....	21
<i>BNCC e Competências Específicas</i> .....	22
<i>Metodologias Ativas no Ensino de Biologia</i> .....	23
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
<b>Elaboração da sequência didática</b> .....	25
<b>Organização da oficina pedagógica</b> .....	26
<b>Instrumentos de coleta e análise dos dados</b> .....	27
<b>RESULTADOS</b> .....	29
<b>Sequência didática</b> .....	29
<b>Oficina pedagógica</b> .....	33
<b>DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>CONCLUSÃO</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

## RESUMO

A polinização é um processo ecológico fundamental para a reprodução das plantas com flores, a manutenção da biodiversidade e a produção de alimentos, sendo dependente da atuação de diversos agentes polinizadores. Contudo, fatores como a urbanização, o uso indiscriminado de agrotóxicos, a perda de habitats naturais e as mudanças climáticas têm provocado o declínio desses organismos, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas e a segurança alimentar. Diante desse contexto, torna-se imprescindível abordar a temática da polinização no ambiente escolar de maneira crítica, contextualizada e alinhada às demandas contemporâneas do ensino de Ciências. Este trabalho teve como objetivo propor uma sequência didática voltada aos professores do 3º ano do ensino médio, em consonância com o currículo de Interações Biológicas do Estado de Pernambuco e com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), visando promover a compreensão da importância da polinização para o equilíbrio ecológico, a biodiversidade e a produção de alimentos, por meio do uso de metodologias ativas e recursos digitais. Como objetivos específicos, buscou-se estruturar a sequência didática, integrar práticas investigativas ao ensino de Biologia e analisar o engajamento e as produções dos estudantes durante sua aplicação. A metodologia adotada caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, organizada em duas etapas: a elaboração da sequência didática e sua aplicação piloto em formato de oficina pedagógica com alunos do 3º ano do ensino médio. A proposta envolveu aulas expositivas dialogadas, atividades práticas e o uso de recursos digitais, como simulações e produção de materiais educativos, favorecendo a articulação entre teoria e prática. A coleta de dados ocorreu por meio da observação participante e da análise das produções dos estudantes. Os resultados evidenciaram elevado engajamento dos alunos, melhor compreensão dos conceitos relacionados à polinização e maior sensibilização quanto à conservação dos polinizadores. Conclui-se que a sequência didática proposta configura-se como uma estratégia pedagógica viável, contextualizada e replicável, contribuindo para a aprendizagem significativa e para a formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Polinização; Ensino de Biologia; Sequência Didática; Educação Ambiental; Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Pollination is a fundamental ecological process for the reproduction of flowering plants, the maintenance of biodiversity, and food production, depending on the action of various pollinating agents. However, factors such as urbanization, the indiscriminate use of pesticides, the loss of natural habitats, and climate change have caused the decline of these organisms, compromising the balance of ecosystems and food security. In this context, it is essential to address the topic of pollination in the school environment in a critical, contextualized manner, aligned with the contemporary demands of science education. This work aimed to propose a didactic sequence for 3<sup>rd</sup>-year high school teachers, in accordance with the Biological Interactions curriculum of the State of Pernambuco and the National Common Curricular Base (BNCC), aiming to promote an understanding of the importance of pollination for ecological balance, biodiversity, and food production, through the use of active methodologies and digital resources. The specific objectives were to structure the teaching sequence, integrate investigative practices into Biology teaching, and analyze student engagement and productions during its application. The methodology adopted is characterized by a qualitative approach, organized in two stages: the elaboration of the teaching sequence and its pilot application in the form of a pedagogical workshop with 3<sup>rd</sup>-year high school students. The proposal involved interactive lectures, practical activities, and the use of digital resources, such as simulations and the production of educational materials, favoring the articulation between theory and practice. Data collection occurred through participant observation and analysis of student productions. The results showed high student engagement, better understanding of concepts related to pollination, and greater awareness of pollinator conservation. It is concluded that the proposed teaching sequence is a viable, contextualized, and replicable pedagogical strategy, contributing to meaningful learning and the formation of critical citizens committed to environmental sustainability.

**Keywords:** Pollination; Biology Teaching; Teaching Sequence; Environmental Education; Sustainability.

## INTRODUÇÃO

A polinização é o processo de transferência de pólen entre flores, permitindo a fecundação e a formação de frutos e sementes (Raven; Evert; Eichhorn, 2014). Esse fenômeno é essencial ao equilíbrio ecológico, pois envolve a interação entre plantas e agentes polinizadores, como abelhas, borboletas, morcegos, aves, além de fatores abióticos, como vento e água (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011). Estima-se que cerca de 87,5% das plantas com flores dependam, em algum grau, da polinização biótica (Rech *et al.*, 2014), evidenciando sua importância para a biodiversidade.

A polinização também é fundamental para os próprios polinizadores, configurando uma relação mutualística. Esses organismos obtêm néctar e pólen como fonte de alimento e energia, além de utilizarem as plantas para abrigo e reprodução, contribuindo para a construção de seus nichos ecológicos (Rech *et al.*, 2014). No contexto agrícola, cerca de 75% das culturas alimentares dependem da polinização, o que impacta diretamente a produtividade e a qualidade de alimentos como frutas, café e oleaginosas (Martins, 2024). Economicamente, trata-se de um serviço ecossistêmico de grande relevância, responsável por movimentar bilhões de dólares no mundo e essencial para cadeias produtivas no Brasil.

Entretanto, a polinização enfrenta ameaças crescentes, como urbanização (Silva; Tonetti; Santos, 2020), uso excessivo de agrotóxicos (Barbosa *et al.*, 2017), destruição de habitats e mudanças climáticas (Beringer; Maciel; Tramontina, 2019). A redução dos polinizadores pode gerar impactos em cascata, afetando a produção de alimentos e a estabilidade dos ecossistemas (Martins, 2024). Nesse cenário, a educação ambiental, aliada às tecnologias digitais, torna-se essencial para conscientizar as novas gerações.

No ensino médio, o tema contribui para o desenvolvimento de competências científicas, tecnológicas e socioambientais, conforme a BNCC, que valoriza a compreensão dos fenômenos naturais e o uso de tecnologias digitais. A integração entre práticas experimentais e recursos tecnológicos favorece a aprendizagem significativa e o protagonismo discente.

Esta pesquisa se propôs a desenvolver uma sequência didática voltada para alunos do 3º ano do ensino médio, com foco no currículo do Estado de Pernambuco, para aprofundar o conhecimento sobre o papel fundamental da polinização. Por meio da proposição de uma sequência didática destinada aos professores, busca-se estruturar um conjunto de etapas e atividades que permitam explorar conceitos-chave, como as interações ecológicas e o fluxo de matéria e energia nos ecossistemas, considerando o contexto da polinização.

A temática da pesquisa justifica-se pelo fato de que a inclusão do tema da polinização no ensino médio é essencial para desenvolver nos alunos uma compreensão crítica das interações biológicas e da importância da conservação ambiental. Considerando o impacto direto da polinização na produção de alimentos e na sustentabilidade ecológica, abordar esse tema contribui para a formação de cidadãos informados, criativos e comprometidos com a preservação do meio ambiente. Além disso, o uso de tecnologias digitais no processo de ensino permite uma aprendizagem mais envolvente e interdisciplinar, favorecendo a integração entre os campos das Ciências da Natureza e da Cultura Digital, conforme previsto no currículo pernambucano e na BNCC.

A proposta didática desenvolvida no âmbito deste trabalho inclui não apenas a organização da sequência didática, mas também a realização de uma oficina pedagógica com os alunos, na qual os conceitos sobre polinização foram explorados por meio de atividades práticas e do uso de tecnologias digitais.

A abordagem proposta vai, portanto, além da simples transmissão de informações, buscar integrar atividades práticas e digitais que despertem o interesse dos alunos e promovam uma compreensão mais ampla e significativa das relações ecológicas envolvidas na polinização. Ademais, a sensibilização para a conservação desses organismos e o estímulo a práticas sustentáveis de manejo agrícola são elementos centrais desta pesquisa, que busca formar uma consciência crítica, participativa e ambientalmente responsável entre os alunos.

Assim, tem-se como pergunta de pesquisa: como uma sequência didática, alinhada ao currículo do 3º ano do ensino médio, pode promover o conhecimento e a conscientização dos alunos sobre a importância da polinização, com uso de tecnologias digitais?

Dessa forma, o objetivo geral é propor uma sequência didática para professores do 3º ano do ensino médio que explore a importância da polinização no equilíbrio ecológico, na manutenção da biodiversidade e na produção de alimentos, alinhada ao currículo de Interações Biológicas do Estado de Pernambuco e incorporando metodologias ativas mediadas por tecnologias digitais. Ainda, como objetivos específicos, pretende-se: elaborar uma sequência didática alinhada à BNCC e ao Currículo de Pernambuco, voltada ao ensino da polinização e das interações ecológicas; integrar metodologias ativas, práticas investigativas e recursos digitais ao ensino de Biologia; aplicar a sequência didática em formato de oficina pedagógica como estratégia de validação da proposta; analisar a participação, o engajamento e as produções dos estudantes durante a aplicação da sequência; avaliar o potencial da sequência didática como recurso pedagógico replicável em diferentes contextos escolares.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente revisão bibliográfica analisa os fundamentos biológicos e evolutivos da polinização, bem como sua relevância para a manutenção da biodiversidade, o equilíbrio ecológico e a segurança alimentar. Inicialmente, discute-se a polinização como um processo essencial à reprodução das angiospermas, abordando seus mecanismos abióticos e bióticos e destacando a complexidade das interações entre plantas e polinizadores. Em seguida, são explorados os processos de coevolução planta-polinizador e o ciclo reprodutivo das plantas com flores, evidenciando a importância da variabilidade genética e da adaptação evolutiva para a resiliência dos ecossistemas. Posteriormente, analisa-se o papel da polinização na manutenção dos ecossistemas, no fluxo gênico e na oferta de serviços ecossistêmicos, com ênfase em suas implicações para a segurança alimentar e o impacto econômico global. Por fim, discutem-se os desafios associados ao declínio dos polinizadores, incluindo fatores antrópicos como o uso de agrotóxicos, a perda de habitats e as mudanças climáticas, além da importância do ensino de Biologia, por meio de sequências didáticas e metodologias ativas, para promover a conscientização ambiental e a formação de sujeitos críticos e comprometidos com a sustentabilidade.

### Fundamentos Biológicos e Evolutivos

A polinização constitui um processo biológico central para a reprodução das plantas com flores e para a manutenção da biodiversidade, sendo responsável pela transferência de grãos de pólen das anteras para o estigma, possibilitando a fecundação e a formação de frutos e sementes (Raven; Evert; Eichhorn, 2014). Esse processo não apenas assegura a continuidade das espécies vegetais, mas também sustenta relações ecológicas complexas, influenciando diretamente a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas. Estima-se que cerca de 87,5% das espécies de angiospermas dependam, em algum grau, da polinização para sua reprodução, o que evidencia sua relevância evolutiva e ecológica (Rech *et al.*, 2014). Nesse sentido, compreender os fundamentos biológicos e evolutivos da polinização é essencial para analisar suas implicações ecológicas, econômicas e socioambientais.

#### *Mecanismos de Polinização*

A polinização pode ocorrer por meio de agentes abióticos ou bióticos, configurando diferentes estratégias reprodutivas desenvolvidas ao longo da evolução

das plantas. A polinização abiótica é realizada por fatores físicos do ambiente, como o vento (anemofilia) e a água (hidrofilia), sendo mais comum em espécies que não dependem da interação com animais. Essas plantas, em geral, produzem grande quantidade de pólen leve e seco, facilitando sua dispersão pelo ambiente (Raven; Evert; Eichhorn, 2014).

Por outro lado, a polinização biótica envolve a participação de organismos vivos, como insetos (abelhas, borboletas e mariposas), aves (beija-flores) e até mamíferos (morcegos), que atuam como vetores na transferência do pólen (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011). Nesse caso, as plantas apresentam adaptações específicas, como cores vistosas, produção de néctar e odores atrativos, que favorecem a interação com os polinizadores. Essa diversidade de agentes polinizadores contribui para a complexidade e eficiência do processo, ampliando as possibilidades de fecundação cruzada.

A distinção entre polinização biótica e abiótica revela diferentes estratégias adaptativas que garantem o sucesso reprodutivo das plantas em variados ambientes. Enquanto a polinização abiótica depende de fatores ambientais muitas vezes imprevisíveis, a polinização biótica estabelece relações ecológicas mais específicas, que podem aumentar a eficiência do processo reprodutivo. Ambas, no entanto, desempenham papel fundamental na manutenção da biodiversidade e no equilíbrio dos ecossistemas.

### *Coevolução Planta-Polinizador*

A interação entre plantas e polinizadores é resultado de um longo processo de coevolução, no qual ambas as partes desenvolveram adaptações específicas que aumentam a eficiência da polinização. Esse processo evolutivo levou ao surgimento das chamadas síndromes de polinização, caracterizadas por conjuntos de características florais associadas a determinados grupos de polinizadores, como formato, cor, odor e produção de néctar (Rech *et al.*, 2014).

A coevolução planta-polinizador favorece relações mutualísticas, nas quais as plantas obtêm sucesso reprodutivo por meio da transferência de pólen, enquanto os polinizadores recebem recursos alimentares, como néctar e pólen. Essa relação contribui para a especialização ecológica e para o aumento da diversidade biológica, uma vez que diferentes espécies passam a ocupar nichos específicos dentro dos ecossistemas (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011).

Além disso, a polinização cruzada, frequentemente mediada por polinizadores, promove o fluxo gênico entre populações vegetais, aumentando a variabilidade genética. Essa variabilidade é essencial para a adaptação das espécies às mudanças

ambientais, como variações climáticas, ataques de pragas e doenças (Rech *et al.*, 2014). Assim, a coevolução entre plantas e polinizadores não apenas fortalece a relação entre essas espécies, mas também contribui para a resiliência dos ecossistemas.

No entanto, essa interdependência também torna essas relações vulneráveis a perturbações ambientais. Alterações no habitat, uso de agrotóxicos e mudanças climáticas podem afetar tanto os polinizadores quanto as plantas, comprometendo a sincronia dessas interações e reduzindo a eficiência da polinização (Beringer; Maciel; Tramontina, 2019). Dessa forma, a coevolução, embora seja um mecanismo de especialização e eficiência, também implica maior sensibilidade a mudanças no ambiente.

### *O Ciclo Reprodutivo das Angiospermas*

O ciclo reprodutivo das angiospermas está diretamente relacionado ao processo de polinização, sendo este um passo essencial para a fecundação e a formação de sementes e frutos. Após a transferência do pólen para o estigma, ocorre a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico até o óvulo, onde se dá a fecundação. Esse processo resulta na formação da semente, que contém o embrião da nova planta, e do fruto, que protege a semente e auxilia em sua dispersão (Raven; Evert; Eichhorn, 2014).

A produção de frutos e sementes representa uma importante inovação evolutiva das angiospermas, conferindo vantagens adaptativas significativas. As sementes permitem a proteção do embrião contra condições adversas e possibilitam sua dispersão em diferentes ambientes, aumentando as chances de sobrevivência e colonização de novos habitats. Já os frutos desempenham papel fundamental na dispersão das sementes, muitas vezes contando com a participação de animais, o que amplia ainda mais o alcance das espécies vegetais.

A eficiência do ciclo reprodutivo das angiospermas está intimamente ligada à polinização, especialmente à polinização biótica, que favorece a fecundação cruzada e a diversidade genética. Essa diversidade é crucial para a estabilidade e resiliência das populações vegetais, permitindo que se adaptem a diferentes pressões ambientais (Rech *et al.*, 2014).

Além disso, ao garantir a reprodução das plantas, a polinização contribui para a manutenção das cadeias alimentares e do fluxo de energia nos ecossistemas. As plantas, como produtoras primárias, são responsáveis pela conversão da energia solar em biomassa por meio da fotossíntese, sustentando herbívoros, carnívoros e

decompositores (Ims; Fuglei, 2005). Assim, o sucesso reprodutivo das angiospermas, mediado pela polinização, está diretamente relacionado à sustentação da vida na Terra.

Desse modo, o ciclo reprodutivo das angiospermas evidencia a importância da polinização como um processo essencial não apenas para a perpetuação das espécies vegetais, mas também para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ecológico. A compreensão desses mecanismos biológicos e evolutivos é fundamental para reconhecer o papel dos polinizadores e a necessidade de sua conservação diante das crescentes pressões ambientais.

### **Equilíbrio Ecológico e Biodiversidade**

A polinização constitui um processo ecológico central para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e da biodiversidade global. Ao possibilitar a reprodução das plantas com flores, esse mecanismo garante não apenas a continuidade das espécies vegetais, mas também a estabilidade das cadeias alimentares e o funcionamento dos sistemas ecológicos como um todo. A transferência de pólen entre flores, realizada por agentes bióticos e abióticos, resulta na formação de sementes e frutos, estruturas fundamentais para a perpetuação das plantas e para o sustento de inúmeros organismos (Raven; Evert; Eichhorn, 2014).

Estima-se que aproximadamente 87,5% das espécies de angiospermas dependem, em algum grau, da polinização para se reproduzirem (Rech *et al.*, 2014). Esse dado evidencia o papel indispensável desse processo na manutenção da biodiversidade vegetal e, conseqüentemente, da diversidade de organismos que dependem direta ou indiretamente das plantas. Sem a polinização, muitas espécies vegetais enfrentariam declínio populacional ou até extinção, desencadeando efeitos em cascata nos ecossistemas, uma vez que as plantas constituem a base das cadeias alimentares.

Além disso, a polinização contribui significativamente para o fluxo de matéria e energia nos ecossistemas. As plantas, como produtoras primárias, transformam energia solar em biomassa por meio da fotossíntese, sustentando herbívoros, carnívoros e decompositores (Ims; Fuglei, 2005). Ao garantir a reprodução dessas plantas, a polinização assegura a continuidade desse fluxo energético, promovendo o equilíbrio ecológico e a estabilidade dos ecossistemas (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011).

Outro aspecto relevante é a contribuição da polinização para a resiliência ecológica. A diversidade de plantas favorecida por esse processo aumenta a capacidade dos ecossistemas de resistirem a distúrbios, como mudanças climáticas, pragas e doenças, além de melhorar a ciclagem de nutrientes e a regulação ambiental (Martins,

2024). Dessa forma, a polinização não apenas sustenta a biodiversidade, mas também fortalece a capacidade adaptativa dos ecossistemas frente a pressões ambientais.

### *Manutenção dos Ecossistemas*

Os polinizadores desempenham papel essencial na regeneração de ecossistemas naturais, como florestas e matas nativas. Ao promoverem a fecundação das flores, esses organismos garantem a produção de sementes e frutos, que são fundamentais para a dispersão vegetal e a recomposição de áreas degradadas. Esse processo é particularmente importante em ambientes naturais que sofreram impactos antrópicos, como desmatamento e fragmentação de habitats.

A regeneração florestal depende diretamente da reprodução eficiente das plantas, especialmente aquelas que necessitam de polinização biótica. Animais como abelhas, borboletas, aves e morcegos atuam como vetores de pólen, facilitando a reprodução cruzada entre indivíduos e promovendo a diversidade genética das populações vegetais (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011). Essa diversidade é crucial para o estabelecimento de novas plantas em ambientes naturais e para a sucessão ecológica.

Além disso, a produção de frutos decorrente da polinização sustenta diversas espécies de animais frugívoros, que, por sua vez, contribuem para a dispersão de sementes. Esse processo integrado fortalece a dinâmica ecológica e favorece a recomposição da vegetação em áreas degradadas. Sem a atuação dos polinizadores, a regeneração natural seria significativamente comprometida, afetando a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas.

Entretanto, a perda de habitats naturais e a fragmentação ambiental têm reduzido a disponibilidade de recursos para os polinizadores, dificultando sua atuação (Silva; Tonetti; Santos, 2020). Essa redução compromete a regeneração de ecossistemas, evidenciando a importância da conservação desses organismos para a manutenção das florestas e da biodiversidade.

### *Fluxo Gênico*

A polinização exerce um papel fundamental na promoção do fluxo gênico entre populações vegetais, sendo um dos principais mecanismos responsáveis pela variabilidade genética. Esse processo ocorre especialmente por meio da polinização cruzada, na qual o pólen de uma planta é transferido para outra, promovendo a recombinação genética.

A diversidade genética resultante desse processo é essencial para a adaptação das plantas a condições ambientais variáveis. Segundo Rech *et al.* (2014), a variabilidade genética assegurada pela polinização permite que as espécies vegetais respondam a pressões ambientais, como mudanças climáticas, ataques de pragas e doenças. Essa capacidade adaptativa é crucial para a sobrevivência das espécies e para a estabilidade dos ecossistemas.

Sem a polinização, haveria uma redução significativa na diversidade genética das plantas, aumentando a vulnerabilidade das populações a fatores estressantes. A diminuição do fluxo gênico pode levar à endogamia, reduzindo a variabilidade genética e comprometendo a viabilidade das populações a longo prazo (Laforé, 2014). Esse cenário pode resultar em declínios populacionais e, em casos extremos, na extinção de espécies.

Além disso, a fragmentação de habitats pode dificultar o deslocamento dos polinizadores, limitando o fluxo gênico entre populações isoladas (Beringer; Maciel; Tramontina, 2019). Essa limitação reduz a conectividade ecológica e compromete a resiliência das espécies vegetais. Dessa forma, a preservação dos polinizadores e de seus habitats é essencial para garantir a continuidade do fluxo gênico e a manutenção da biodiversidade.

### *Serviços Ecossistêmicos*

A polinização é amplamente reconhecida como um dos mais importantes serviços ecossistêmicos, ou seja, benefícios fornecidos gratuitamente pela natureza que sustentam a vida e as atividades humanas. Esse serviço é essencial tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico, pois garante a reprodução das plantas e contribui diretamente para a produção de alimentos.

Do ponto de vista ecológico, a polinização sustenta a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas, assegurando a produção de frutos e sementes e a manutenção das cadeias alimentares (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011). Sem esse serviço, a reprodução de grande parte das plantas seria inviabilizada, comprometendo a estrutura dos ecossistemas.

Do ponto de vista econômico, a polinização possui um valor inestimável para a agricultura. Estima-se que cerca de 75% das culturas agrícolas dependem, ao menos parcialmente, desse processo (Martins, 2024). Essa dependência impacta diretamente a segurança alimentar global, uma vez que a polinização aumenta a produtividade e a qualidade das safras. Além disso, contribui para a diversidade nutricional dos alimentos disponíveis.

Apesar de sua relevância, a polinização é frequentemente subestimada por ser um serviço ambiental gratuito. No entanto, sua substituição por meios artificiais seria extremamente onerosa e, em muitos casos, inviável. A redução das populações de polinizadores tem evidenciado a importância desse serviço, uma vez que sua diminuição pode resultar em perdas significativas na produção agrícola e na biodiversidade.

A polinização também está associada a outros serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima, a ciclagem de nutrientes e a manutenção da qualidade do solo e da água. Dessa forma, sua preservação é essencial para a sustentabilidade ambiental e para o bem-estar humano.

Entretanto, esse serviço encontra-se ameaçado por fatores como o uso de agrotóxicos, a perda de habitats e as mudanças climáticas (Barbosa *et al.*, 2017; Silva; Tonetti; Santos, 2020; Beringer; Maciel; Tramontina, 2019). A conservação dos polinizadores, portanto, é fundamental para garantir a continuidade desse serviço ecossistêmico e a manutenção do equilíbrio ecológico.

## **Segurança Alimentar e Impacto Econômico**

A polinização desempenha um papel central na segurança alimentar global e no funcionamento da economia agrícola, constituindo um dos serviços ecossistêmicos mais relevantes para a produção de alimentos. Esse processo, ao garantir a reprodução de grande parte das plantas com flores, influencia diretamente a produtividade, a qualidade e a estabilidade das safras agrícolas (Raven; Evert; Eichhorn, 2014). Estima-se que cerca de 75% das culturas agrícolas mundiais dependem, ao menos parcialmente, da ação de polinizadores, evidenciando sua importância estratégica para o abastecimento alimentar e para a manutenção de sistemas produtivos sustentáveis (Martins, 2024).

A relação entre polinização e segurança alimentar é direta e profunda. A produção de frutos e sementes, base da alimentação humana, depende, em grande medida, da transferência eficiente de pólen realizada por agentes bióticos, como abelhas, borboletas, aves e morcegos (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011). Dessa forma, a redução das populações de polinizadores compromete não apenas a quantidade de alimentos disponíveis, mas também sua qualidade nutricional, afetando a diversidade alimentar e aumentando a vulnerabilidade das populações humanas (Martins, 2024).

Além disso, a polinização tem impactos econômicos expressivos, sendo responsável por movimentar bilhões de dólares anualmente no setor agrícola global. Esse valor não se restringe apenas ao aumento da produção, mas também à melhoria das características comerciais dos produtos, como tamanho, aparência e sabor dos frutos, fatores que influenciam diretamente o valor de mercado (Martins, 2024). Assim,

a polinização configura-se como um elo fundamental entre a sustentabilidade ecológica e o desenvolvimento econômico.

No entanto, esse serviço ecossistêmico encontra-se ameaçado por fatores antrópicos, como o uso intensivo de agrotóxicos, a perda de habitats e as mudanças climáticas, que têm provocado o declínio das populações de polinizadores (Barbosa *et al.*, 2017; Beringer; Maciel; Tramontina, 2019; Silva; Tonetti; Santos, 2020). Esse cenário representa um risco significativo para a segurança alimentar e para a economia global, tornando urgente a adoção de estratégias de conservação e manejo sustentável.

### *Dependência Agrícola*

Diversas culturas agrícolas de grande importância econômica dependem diretamente da polinização para alcançar níveis adequados de produtividade e qualidade. Entre essas culturas, destacam-se frutas, hortaliças, oleaginosas e produtos de exportação, como café, cacau, maçã, morango, tomate e amêndoas (Martins, 2024). Essas culturas apresentam diferentes graus de dependência, sendo que algumas são altamente dependentes da polinização biótica, enquanto outras apresentam dependência parcial.

No contexto brasileiro, culturas como café e cacau possuem grande relevância econômica e são significativamente beneficiadas pela ação de polinizadores, especialmente abelhas. A polinização eficiente nessas culturas não apenas aumenta a produção, mas também melhora a qualidade dos grãos, influenciando características como sabor e valor comercial. Embora culturas como a soja apresentem menor dependência direta, estudos indicam que a presença de polinizadores pode contribuir para o aumento da produtividade e da uniformidade das lavouras.

A dependência agrícola da polinização também se reflete na estabilidade dos sistemas produtivos. A presença de uma diversidade de polinizadores garante maior resiliência das lavouras frente a variações ambientais, como mudanças climáticas e ocorrência de pragas (Rech *et al.*, 2014). Dessa forma, a manutenção de populações saudáveis de polinizadores é essencial para assegurar a continuidade da produção agrícola e a sustentabilidade dos sistemas alimentares.

A ausência ou redução desses agentes pode levar à diminuição da produção de frutos e sementes, afetando diretamente a cadeia produtiva e gerando impactos econômicos negativos. Além disso, a perda de polinizadores pode exigir a adoção de alternativas artificiais de polinização, que são, em geral, mais custosas e menos eficientes, aumentando os custos de produção agrícola.

### *Impacto no PIB*

O valor econômico da polinização é amplamente reconhecido em estudos científicos e relatórios internacionais, sendo considerado um dos serviços ecossistêmicos mais valiosos para a humanidade. Em escala global, estima-se que a polinização contribua com centenas de bilhões de dólares anualmente para a economia agrícola (Martins, 2024). Esse valor reflete tanto o aumento da produtividade quanto a melhoria na qualidade dos produtos agrícolas.

A contribuição da polinização para o Produto Interno Bruto (PIB) agrícola está diretamente relacionada à dependência das culturas em relação aos polinizadores. Países com forte base agrícola, como o Brasil, são particularmente dependentes desse serviço ecossistêmico. A produção de culturas de exportação, como café e cacau, depende significativamente da polinização, o que evidencia sua importância para a balança comercial e para a geração de renda no setor rural.

Além do impacto direto na produção, a polinização também influencia outros setores da economia, como a indústria alimentícia, o comércio e o transporte. A redução na produção agrícola decorrente da escassez de polinizadores pode gerar efeitos em cadeia, afetando preços, disponibilidade de alimentos e estabilidade econômica.

Outro aspecto relevante é que a polinização contribui para a segurança alimentar ao garantir a diversidade de alimentos disponíveis. Dietas equilibradas dependem de uma variedade de frutas, vegetais e oleaginosas, muitas das quais são altamente dependentes de polinizadores. Assim, a perda desse serviço ecossistêmico pode comprometer não apenas a economia, mas também a saúde pública.

Portanto, a polinização deve ser compreendida não apenas como um processo biológico, mas como um componente estratégico da economia global, cuja conservação é essencial para o desenvolvimento sustentável.

### *O Declínio dos Polinizadores*

O declínio das populações de polinizadores representa uma das maiores ameaças à segurança alimentar e à sustentabilidade econômica no cenário contemporâneo. Entre os fatores responsáveis por esse declínio, destaca-se o uso indiscriminado de agrotóxicos, especialmente inseticidas neonicotinoides, que afetam diretamente o sistema nervoso dos polinizadores, causando desorientação, redução da capacidade de forrageamento e aumento da mortalidade (Barbosa *et al.*, 2017; Pacifico-da-Silva; Melo; Soto-Blanco, 2016).

Um dos fenômenos mais preocupantes associados a esse cenário é a chamada “síndrome do colapso das colônias”, caracterizada pelo desaparecimento repentino de abelhas operárias, comprometendo a sobrevivência das colônias. Esse fenômeno tem sido observado em diversas regiões do mundo e está diretamente relacionado à exposição a agrotóxicos, além de outros fatores, como doenças, parasitas e estresse ambiental.

Além dos efeitos letais, os agrotóxicos também provocam impactos subletais, que, embora não causem morte imediata, comprometem funções essenciais dos polinizadores, como orientação, comunicação e reprodução. Esses efeitos reduzem a eficiência da polinização e enfraquecem as populações ao longo do tempo.

A perda e fragmentação de habitats naturais também contribuem significativamente para o declínio dos polinizadores, ao reduzir a disponibilidade de recursos alimentares e locais de nidificação (Silva; Tonetti; Santos, 2020). Esse processo dificulta o deslocamento dos polinizadores e limita o fluxo gênico entre populações, aumentando sua vulnerabilidade (Beringer; Maciel; Tramontina, 2019).

As mudanças climáticas agravam ainda mais esse cenário, ao alterar os padrões de floração das plantas e provocar desencontros entre a atividade dos polinizadores e a disponibilidade de recursos florais. Esse desalinhamento reduz a eficiência da polinização e compromete a produção agrícola (Beringer; Maciel; Tramontina, 2019).

As consequências do declínio dos polinizadores são amplas e preocupantes. A redução na polinização pode levar à diminuição da produção de alimentos, aumento dos custos agrícolas e redução da diversidade alimentar. Além disso, pode desencadear efeitos em cascata nos ecossistemas, afetando diversas espécies que dependem das plantas para alimentação e abrigo (Martins, 2024).

Diante desse cenário, torna-se fundamental a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como o manejo integrado de pragas, a redução do uso de agrotóxicos e a conservação de habitats naturais. A proteção dos polinizadores é, portanto, uma condição indispensável para garantir a segurança alimentar, a estabilidade econômica e a sustentabilidade dos ecossistemas no longo prazo.

## **O Ensino de Biologia/Botânica e a Sequência Didática**

O ensino de Biologia, especialmente no campo da Botânica, demanda abordagens pedagógicas que superem a mera transmissão de conteúdos e promovam a compreensão significativa dos fenômenos naturais. Nesse contexto, o uso de sequências didáticas configura-se como uma estratégia fundamental para organizar o processo de ensino-aprendizagem de forma progressiva, articulada e contextualizada.

Segundo Zabala (1998), a sequência didática constitui uma unidade de intervenção pedagógica que integra objetivos, conteúdos, atividades e avaliação, favorecendo a construção de aprendizagens coerentes e significativas.

No ensino médio, a abordagem da polinização como conteúdo da Botânica permite integrar diferentes dimensões do conhecimento científico, incluindo aspectos ecológicos, econômicos e sociais. A polinização, ao sustentar a reprodução de cerca de 87,5% das plantas com flores (Rech *et al.*, 2014), revela-se um tema altamente relevante para a compreensão das interações ecológicas e da manutenção da biodiversidade. Dessa forma, sua inserção em sequências didáticas possibilita explorar conteúdos de maneira interdisciplinar, promovendo a articulação entre teoria e prática.

Além disso, o ensino de Biologia deve considerar a complexidade dos fenômenos naturais e sua relação com problemas contemporâneos. Conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), é fundamental que o ensino de Ciências incorpore problematizações e atividades investigativas que aproximem os estudantes do modo de produção do conhecimento científico. Nesse sentido, a sequência didática permite estruturar percursos formativos que envolvem observação, levantamento de hipóteses, análise de dados e reflexão crítica.

Outro aspecto relevante é a promoção da aprendizagem significativa, conforme proposto por Ausubel (2003), que destaca a importância da relação entre novos conhecimentos e os saberes prévios dos estudantes. Ao organizar os conteúdos de forma articulada, as sequências didáticas favorecem essa integração, contribuindo para uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos biológicos.

#### *Abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)*

A abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) constitui um importante referencial para o ensino de Biologia, ao promover a contextualização dos conteúdos científicos em relação às questões sociais, tecnológicas e ambientais. No caso da polinização, essa abordagem permite evidenciar sua relevância não apenas como processo biológico, mas como elemento central para a segurança alimentar, a economia e a sustentabilidade dos ecossistemas.

A contextualização do tema torna o aprendizado mais significativo, pois aproxima o conteúdo da realidade dos estudantes. Conforme apontam Krasilchik e Marandino (2007), a relação entre os conteúdos biológicos e problemas reais da sociedade contribui para tornar o ensino mais relevante e engajador. Nesse sentido, a polinização pode ser abordada a partir de questões como o impacto do uso de agrotóxicos, a perda

de biodiversidade e as mudanças climáticas, promovendo a reflexão crítica sobre as relações entre sociedade e natureza.

Além disso, a educação ambiental desempenha um papel fundamental nesse processo, ao promover a conscientização sobre a importância dos polinizadores e as ameaças que enfrentam (Gonçalves *et al.*, 2021). A abordagem CTSA permite integrar conhecimentos científicos com valores éticos e atitudes responsáveis, incentivando os estudantes a se posicionarem frente a problemas socioambientais.

A interdisciplinaridade também é um elemento central dessa abordagem. Conforme a BNCC (Brasil, 2018), o ensino deve integrar diferentes áreas do conhecimento, possibilitando que os estudantes compreendam os fenômenos de forma ampla e contextualizada. No caso da polinização, é possível articular conteúdos de Biologia, Química, Geografia e até mesmo Artes, ampliando as possibilidades de aprendizagem e favorecendo uma formação integral.

### *BNCC e Competências Específicas*

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta o ensino de Biologia no ensino médio, destacando a importância do desenvolvimento de competências científicas, investigativas e socioambientais (Brasil, 2018). No contexto do estudo da polinização, diversas competências e habilidades podem ser mobilizadas, especialmente aquelas relacionadas à análise de fenômenos naturais e à compreensão das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Entre as competências específicas atendidas, destaca-se a capacidade de analisar os impactos das ações humanas sobre os ecossistemas, como o uso de agrotóxicos e a perda de habitats, que afetam diretamente os polinizadores (Barbosa *et al.*, 2017; Silva; Tonetti; Santos, 2020). Além disso, os estudantes são incentivados a interpretar dados, formular hipóteses e propor soluções para problemas ambientais, desenvolvendo pensamento crítico e autonomia intelectual.

A BNCC também enfatiza a importância da tomada de decisões responsáveis frente a questões socioambientais. Nesse sentido, o estudo da polinização possibilita discutir temas como sustentabilidade, conservação da biodiversidade e segurança alimentar, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com o meio ambiente.

Outro aspecto relevante é o desenvolvimento de habilidades relacionadas à argumentação científica. Ao analisar os impactos da redução dos polinizadores na produção de alimentos e na biodiversidade (Martins, 2024), os estudantes são

estimulados a construir argumentos baseados em evidências, fortalecendo sua capacidade de análise crítica.

Dessa forma, a utilização de sequências didáticas alinhadas à BNCC permite integrar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, promovendo uma aprendizagem mais completa e significativa.

### *Metodologias Ativas no Ensino de Biologia*

As metodologias ativas têm ganhado destaque no ensino de Biologia por promoverem o protagonismo discente e o desenvolvimento de competências essenciais para a formação científica. Segundo Bacich e Moran (2018), essas metodologias favorecem a autonomia, o pensamento crítico e a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

No contexto do ensino da polinização, a utilização de metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), o ensino por investigação e as atividades experimentais, possibilita explorar o conteúdo de forma dinâmica e contextualizada. A ABP, por exemplo, envolve os estudantes na resolução de problemas reais, como a conservação de polinizadores, incentivando a pesquisa, a colaboração e a criatividade (Queiroz *et al.*, 2025).

O ensino por investigação também se destaca como uma estratégia eficaz, pois permite que os alunos construam conhecimentos a partir da observação e da experimentação. Conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), essa abordagem aproxima os estudantes do fazer científico, estimulando a curiosidade e a reflexão crítica.

Além disso, o uso de tecnologias digitais amplia as possibilidades de ensino e aprendizagem. Recursos como simuladores, aplicativos e jogos educativos podem tornar o estudo da polinização mais interativo e envolvente (Gomes *et al.*, 2024). Essas ferramentas permitem explorar conceitos complexos de forma visual e dinâmica, contribuindo para uma melhor compreensão dos conteúdos.

As atividades práticas também desempenham um papel fundamental no engajamento dos estudantes. Experiências como a criação de hortas escolares ou visitas a espaços naturais possibilitam a observação direta dos polinizadores, promovendo uma aprendizagem mais concreta e significativa (Arus; Oliveira, 2019). Essas práticas favorecem a conexão entre teoria e realidade, além de estimular atitudes de conservação ambiental.

Outro elemento importante é a produção de materiais educativos, como vídeos, cartilhas e exposições, que permitem aos estudantes consolidar seus conhecimentos e

compartilhar informações com a comunidade (Silveira; Goldschmid; Richter, 2025). Essas atividades desenvolvem habilidades de comunicação, criatividade e trabalho em equipe, essenciais para a formação integral.

Por fim, destaca-se a importância da avaliação formativa no contexto das metodologias ativas. Conforme Luckesi (2011), a avaliação deve acompanhar o processo de aprendizagem, permitindo identificar avanços e dificuldades. Nesse sentido, instrumentos como relatórios, mapas conceituais e produções digitais possibilitam uma avaliação mais ampla e significativa.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia desta pesquisa foi estruturada com o objetivo de garantir a construção de uma sequência didática eficaz, capaz de orientar professores do 3º ano do ensino médio na abordagem pedagógica do tema polinização. Ela se dividiu em duas etapas principais: proposição estruturada de uma sequência didática aplicável em sala de aula e realização de uma oficina pedagógica.

### **Elaboração da sequência didática**

A primeira etapa da pesquisa consistiu na construção da sequência didática, planejada para atender estudantes do 3º ano do ensino médio da EREM Professora Amarina Simões, que priorizou a integração entre conhecimentos científicos, práticas investigativas e cultura digital, favorecendo aprendizagens contextualizadas e significativas. O processo de construção da proposta iniciou com o mapeamento dos eixos temáticos definidos no planejamento didático e na BNCC, especialmente aqueles referentes às Interações Biológicas e à Ecologia presentes no currículo do Estado de Pernambuco.

Cada eixo foi delineado considerando as competências gerais da BNCC, especialmente as competências 1 (valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade – fatos, informações, fenômenos e processos linguísticos, culturais, sociais, econômicos, científicos, tecnológicos e naturais –, colaborando para a construção de uma sociedade solidária), 2 (exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas), 4 (utilizar conhecimentos das linguagens verbal – oral e escrita – e/ou verbo-visual – como Libras –, corporal, multimodal, artística, matemática, científica, tecnológica e digital para expressar-se e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e, com eles, produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo), 5 (utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas do cotidiano – incluindo as escolares – ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas) e 10 (agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões, com base nos conhecimentos construídos na

escola, segundo princípios éticos democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários) (Brasil, 2018).

A partir desse alinhamento, cada unidade temática foi organizada com explicações conceituais, esquemas de síntese, tabelas comparativas, infográficos e imagens ilustrativas com o intuito de facilitar a compreensão dos conteúdos e fortalecer a articulação entre teoria e prática. As unidades também apresentaram curiosidades científicas, propostas de experimentação, atividades reflexivas e sugestões interdisciplinares, ampliando as conexões entre biologia, tecnologia e educação ambiental.

A linguagem empregada na sequência didática foi cuidadosamente planejada para atender a um registro acessível e didático, evitando simplificações excessivas que comprometam a precisão científica. Foram valorizadas explicações contextualizadas, estabelecendo vínculos entre o conteúdo teórico, o cotidiano dos alunos e a realidade socioambiental local, fortalecendo a relação entre conhecimento escolar e experiência sociocultural. Ainda, a sequência didática incorporou dados atualizados de pesquisas nacionais e internacionais referentes ao declínio de polinizadores e aos impactos ambientais, garantindo que a proposta estivesse alinhada às discussões contemporâneas da comunidade científica.

Uma característica essencial da sequência didática é a integração entre conteúdos conceituais e práticas pedagógicas concretas. As atividades foram planejadas para reforçar os conhecimentos trabalhados e, simultaneamente, estimular metodologias ativas e o protagonismo estudantil.

### **Organização da oficina pedagógica**

A segunda etapa da pesquisa correspondeu à aplicação piloto da sequência didática, desenvolvida em formato de oficina pedagógica, com o objetivo de verificar sua eficácia, aplicabilidade e potencial formativo. A oficina não constitui o produto final da pesquisa, mas um instrumento metodológico para análise da proposta didática elaborada.

A oficina foi implementada em três momentos pedagógicos, correspondentes às etapas previstas na sequência didática:

- Aula introdutória;
- Aula prática;
- Inovação tecnológica e produção criativa.

A oficina foi concebida como o momento de aplicação prática da sequência didática, buscando-se conectar teoria e experiência, ciência e sensibilização ambiental

e foi dividida em três etapas complementares, articulando-se progressivamente para consolidar o processo de aprendizagem. As três etapas determinadas foram: aula introdutória, aula prática e inovação tecnológica e produção criativa.

- Etapa 1 – Aula introdutória:

A primeira etapa da oficina pedagógica inicia-se com uma aula introdutória expositiva-dialogada, destinada a contextualizar os alunos sobre o tema da polinização e despertar o interesse pela temática ambiental. Nessa etapa, deverá ser abordado conceitos fundamentais de ecologia, biodiversidade, reprodução vegetal e agentes polinizadores, destacando-se a importância desses organismos para o equilíbrio dos ecossistemas e para a produção de alimentos. Deve-se utilizar recursos audiovisuais e digitais disponíveis, tais como vídeos curtos, animações e apresentações interativas.

- Etapa 2 – Aula prática:

A segunda etapa deverá constar uma aula prática que poderá ser realizada nas dependências da própria escola, fora da sala de aula.

- Etapa 3 – Inovação tecnológica e produção criativa:

A etapa final da oficina deverá ser dedicada à produção tecnológica e criativa, na qual os alunos podem aplicar os conhecimentos adquiridos para desenvolver materiais pedagógicos e de sensibilização ambiental. Essa fase tem como objetivo ampliar o impacto do projeto dentro da comunidade escolar, fortalecendo a integração entre ciência, tecnologia e cidadania.

A execução da oficina deve representar uma etapa fundamental na concretização dos objetivos, de modo a consolidar a aprendizagem significativa e o compromisso com a formação de cidadãos críticos e conscientes da importância da conservação da biodiversidade. Como instrumento de coleta de dados ao longo da realização da oficina, pode-se estabelecer a observação participante (Tozoni-Reis 2010).

### **Instrumentos de coleta e análise dos dados**

Como instrumento de coleta de dados, foi utilizada a observação participante, conforme proposta por Tozoni-Reis (2010), permitindo acompanhar o envolvimento dos

estudantes, suas interações, dificuldades, estratégias e produções ao longo da aplicação da sequência didática. Também foram considerados os registros das atividades, os materiais produzidos pelos alunos e as discussões coletivas realizadas durante a oficina.

A análise dos dados ocorreu de forma qualitativa, buscando identificar evidências de aprendizagem significativa, engajamento, desenvolvimento do pensamento crítico e apropriação dos conceitos relacionados à polinização e à conservação ambiental.

## RESULTADOS

De modo geral, os achados evidenciam que a sequência didática proposta se mostrou pedagogicamente consistente, coerente com os documentos curriculares e eficaz na promoção de aprendizagens significativas sobre a temática da polinização, integrando teoria, prática investigativa e uso de tecnologias digitais.

### Sequência didática

A primeira etapa da pesquisa, dedicada à elaboração da sequência didática, resultou na construção de um roteiro pedagógico estruturado, progressivo e contextualizado, voltado ao ensino da polinização no 3º ano do ensino médio. A proposta foi estruturada de forma a apoiar os professores no desenvolvimento de aulas mais dinâmicas, contextualizadas e integradas ao uso de tecnologias digitais.

A sequência didática foi organizada em quatro unidades temáticas articuladas em ordem progressiva, favorecendo a aprendizagem gradativa dos conceitos, sendo elas:

- Introdução à Polinização: definição, classificações do processo (biótica e abiótica) e sua relevância ecológica;
- Agentes Polinizadores: principais grupos (abelhas, borboletas, aves, morcegos, vento e água, entre outros) e adaptações evolutivas relacionadas;
- Ameaças aos Polinizadores: impactos ambientais, uso intensivo de agrotóxicos, desmatamento e alterações climáticas;
- Conservação e Sustentabilidade: práticas de manejo, papel da educação ambiental e emprego de recursos digitais para sensibilização da comunidade escolar.

Cada unidade apresenta explicações conceituais, ilustrações, estudos de caso, atividades práticas e orientações pedagógicas sequenciadas. A inclusão de recursos digitais interativos, como QR Codes com links para vídeos, jogos e simulações, tornou a proposta mais atrativa e acessível. A linguagem foi cuidadosamente adaptada ao público docente, priorizando clareza, aplicabilidade e coerência com diferentes realidades escolares.

Entre as propostas práticas estão: observações e análises de flores e polinizadores locais; simulações acessíveis do processo de polinização; jogos e

recursos digitais voltados à fixação de conceitos; e atividades tecnológicas, como elaboração de cards e materiais digitais desenvolvidos pelos estudantes.

Cada atividade proposta foi acompanhada de orientações destinadas ao professor, incluindo estimativas de tempo, materiais necessários, objetivos de aprendizagem, formas de registro e estratégias de avaliação. Além disso, a sequência incluiu recomendações metodológicas relacionadas à mediação docente e sugestões de adaptações para distintos contextos escolares, assegurando flexibilidade, aplicabilidade e potencial de replicação.

Além disso, foram incorporadas estratégias de avaliação formativa, que valorizam o acompanhamento contínuo da aprendizagem dos estudantes e não apenas o desempenho final. Os professores são estimulados a adotar práticas de ensino híbrido, combinando momentos expositivos, observações no ambiente escolar e produções digitais, favorecendo a interdisciplinaridade e o protagonismo discente.

O processo de elaboração da sequência didática demonstrou que o uso de metodologias ativas e recursos digitais no ensino de Biologia potencializa a aprendizagem e amplia o engajamento dos estudantes. A articulação entre ciência, tecnologia e educação ambiental emergiu como uma abordagem eficaz para o desenvolvimento de competências científicas, digitais e socioambientais.

- **Estrutura Geral da Sequência Didática**

A sequência está organizada em quatro unidades temáticas, cada uma contendo objetivos específicos, conteúdos, metodologias, recursos e atividades práticas e digitais. As unidades podem ser aplicadas conforme a carga horária proposta ou a que estiver disponível ao docente.

**Quadro 1.** Proposta de sequência didática.

<b>Unidade Temática 1: Fundamentos da polinização</b>	
Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir polinização e diferenciar seus tipos (biótica e abiótica);</li> <li>• Compreender os mecanismos de transferência de pólen e as síndromes de polinização.</li> </ul>
Duração	2 aulas (1h40min)
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polinização: conceitos básicos;</li> <li>• Classificações: autogamia, alogamia, polinização cruzada;</li> <li>• Síndromes de polinização: melitofilia, quiropterofilia, ornitofilia, anemofilia, entre outras.</li> </ul>
Metodologias e estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva dialogada com uso de vídeos, infográficos e animações;</li> <li>• Roda de conversa sobre a presença de polinizadores no cotidiano dos alunos;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulação coletiva de hipóteses sobre as interações planta-polinizador.</li> </ul>
Atividade prática	Análise de imagens: os estudantes identificam tipos de flores e inferem quais polinizadores atuam sobre elas, com base nas síndromes apresentadas.
Recursos	Projeto, slides, vídeos, imagens, quadro, QR Codes para animações digitais.
<b>Unidade Temática 2: Agentes polinizadores e suas adaptações</b>	
Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar os principais polinizadores e suas características morfológicas e comportamentais;</li> <li>• Relacionar adaptações evolutivas aos diferentes tipos de flores.</li> </ul>
Duração	2 aulas (1h40min)
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interações ecológicas entre polinizador e flor;</li> <li>• Coevolução entre plantas e polinizadores.</li> </ul>
Metodologias e estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula dialogada com apresentação multimídia;</li> <li>• Discussão sobre cultivos agrícolas dependentes da polinização.</li> </ul>
Atividade prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação de flores e polinizadores locais nos arredores da escola;</li> <li>• Os alunos registram características florais (cor e formato) e relacionam ao provável tipo de polinizador;</li> <li>• Uso de câmeras do celular para registro.</li> </ul>
Recursos	Área externa da escola, cadernos, canetas/lápis, celulares.
<b>Unidade Temática 3: Importância ecológica, ameaças e conservação</b>	
Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a importância ecológica e econômica da polinização;</li> <li>• Identificar ameaças aos polinizadores e discutir práticas de conservação;</li> <li>• Desenvolver senso crítico sobre sustentabilidade e segurança alimentar.</li> </ul>
Duração	2 aulas (1h40min)
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polinização e biodiversidade;</li> <li>• Dependência agrícola dos polinizadores;</li> <li>• Ameaças: agrotóxicos, desmatamento, mudanças climáticas, monoculturas;</li> <li>• Estratégias de conservação.</li> </ul>
Metodologias e estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo de caso sobre o declínio de abelhas no Brasil e no mundo;</li> <li>• Debate orientado sobre impactos ambientais;</li> <li>• Construção de mapas conceituais.</li> </ul>
Atividade prática	Simulação da transferência do pólen usando materiais simples (palitos de dente e flores do entorno).
Recursos	Artigos curtos, vídeos, notícias, materiais simples para simulação.
<b>Unidade Temática 4: Produção tecnológica e ações de sensibilização</b>	

Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar recursos tecnológicos para comunicar conhecimentos científicos;</li> <li>• Criar materiais educativos digitais para sensibilização da comunidade escolar;</li> <li>• Estimular criatividade, autoria e protagonismo juvenil.</li> </ul>
Duração	3 aulas (2h30min)
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultura digital e comunicação científica;</li> <li>• Ferramentas digitais: Canva e Wordwall;</li> <li>• Produção cards educativos e jogos.</li> </ul>
Metodologias e estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficinas de criação digital em grupos;</li> <li>• Curadoria de informações científicas confiáveis;</li> <li>• Revisão coletiva dos materiais produzidos.</li> </ul>
Atividade prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de cards informativos para redes sociais;</li> <li>• Produção de jogos educativos digitais;</li> </ul>
Socialização final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposição dos materiais para as turmas da escola;</li> <li>• Explicação oral dos grupos sobre conteúdo, escolhas de design e relevância ambiental.</li> </ul>
Estratégias de avaliação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação contínua e formativa;</li> <li>• Participação nas discussões e atividades práticas;</li> <li>• Registros das observações de campo;</li> <li>• Qualidade conceitual e estética das produções digitais;</li> <li>• Capacidade de argumentação e reflexão crítica;</li> <li>• Engajamento nas ações de conservação e sensibilização.</li> </ul>
Recursos	Projetor multimídia e computador; Celulares ou tablets (quando possível); Ferramentas digitais gratuitas: Canva e Wordwall; Espaços externos da escola; Imagens, vídeos, artigos curtos e infográficos; Materiais simples para simulações práticas.

A sequência didática aqui proposta consolida os resultados obtidos e traduz, para a prática pedagógica, os conhecimentos adquiridos ao longo da pesquisa, a partir da revisão bibliográfica, bem como através da oficina realizada com os estudantes. Ao integrar conteúdos conceituais, atividades investigativas, práticas de campo e produções digitais, a proposta contribui para o desenvolvimento de competências científicas, socioambientais e tecnológicas, fortalecendo o ensino de Biologia e promovendo o protagonismo dos estudantes.

Trata-se de um recurso pedagógico acessível, contextualizado e replicável que pode ser adaptado por diferentes professores e em distintos contextos escolares, contribuindo para a formação de jovens críticos, criativos e comprometidos com a conservação dos polinizadores e da biodiversidade.

## Oficina pedagógica

A segunda etapa, realização da oficina, foi conduzida com alunos do 3º ano do Ensino Médio da EREM Professora Amarina Simões, envolvendo momentos teóricos, práticos e digitais. A oficina foi estruturada em três grandes eixos: compreensão conceitual, aula prática e produção tecnológica aplicada.

No primeiro momento, os alunos participaram de uma exposição dialogada sobre o conceito de polinização, seus agentes e a importância ecológica e econômica do processo (Figura 1). A aula incluiu o uso de recursos audiovisuais (apresentação de slides, vídeos e infográficos e debates mediados pelos professores). Essa abordagem permitiu contextualizar o tema com exemplos do cotidiano, como a produção de frutas, hortaliças e oleaginosas dependentes da polinização. Também foram discutidos os impactos das atividades humanas sobre os polinizadores, como o uso de agrotóxicos, desmatamento e mudanças climáticas, e as consequências ecológicas e socioeconômicas dessas ações. Essa abordagem crítica buscou estimular a consciência ambiental e preparar o terreno para as etapas investigativas subsequentes.



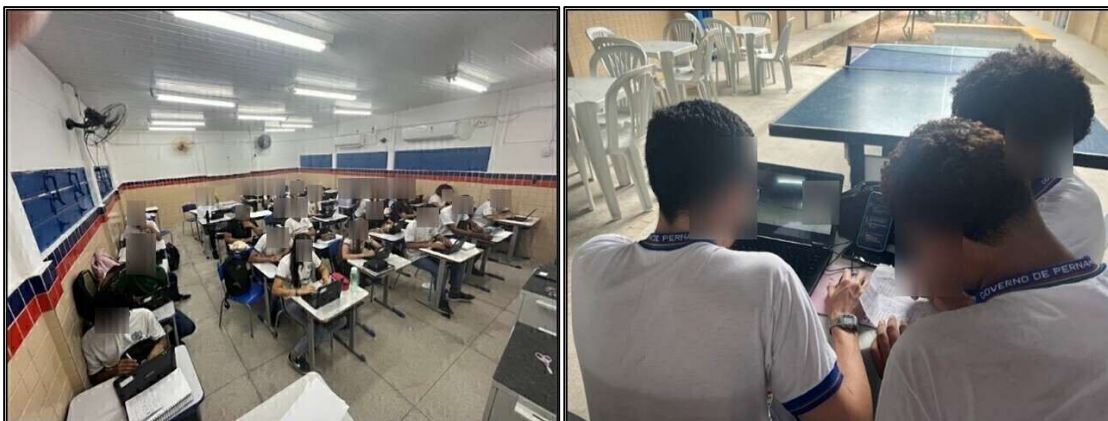
**Figura 1.** Momentos de exposição dialogada com os estudantes.

Na sequência, realizou-se uma atividade prática onde os alunos foram levados para fora da sala de aula, nos arredores da escola, para fazerem a observação direta de flores e estruturas reprodutivas vegetais (Figura 2). Os alunos observaram flores em diferentes estágios e realizaram simulações do processo de polinização utilizando materiais, como palitos de dente. Essa atividade buscou representar de forma concreta a transferência de pólen e os papéis desempenhados pelos polinizadores. Durante as observações, os alunos analisaram características morfológicas das flores, relacionando-as aos tipos de polinizadores mais comuns (abelhas, borboletas, aves,

morcegos, vento, entre outros). Foram mostradas as estruturas reprodutivas em vários tipos de flores e solicitado que analisassem as características florais e tentassem relacionar com as síndromes de polinização. O envolvimento dos alunos foi notório, e muitos demonstraram curiosidade em compreender a diversidade morfológica das flores e suas adaptações aos diferentes tipos de polinizadores.



**Figura 2.** Atividade prática nos arredores da escola.



**Figura 3.** Utilização dos notebooks da escola (de forma individual e posteriormente em grupo) para a produção tecnológica.

**POLINIZAÇÃO E ALIMENTAÇÃO**  
por: 3º ano B

- A polinização é muito importante para o cultivo de alimentos derivados da natureza.
- Os agentes polinizadores atuam na distribuição de sementes e pólen pela natureza.
- A polinização tem um papel importante na produção de frutas que utilizamos em nosso cotidiano, como a laranja.

**EMPATIA Ambiental**

"Empatia ambiental é entender que o bem-estar do planeta é o reflexo do bem-estar de todos os seres que nele habitam."

@eremamarinasimoes

**Wordwall**

**Quiz**  
Qual da Impactos que os Polinizadores Sofrem?

**START**

A series of multiple choice questions. Tap the correct answer to proceed.

**Impactos que os Polinizadores Sofrem** Share

**Wordwall**

**Game show de TV**  
CURIOSIDADES SOBRE POLINIZAÇÃO/POLINIZADORES

**COMEÇAR**

Um questionário de múltipla escolha com tempo, ajuda e rodada bônus.

**CURIOSIDADES SOBRE POLINIZAÇÃO/POLINIZADORES** Compartilhar

**Figura 4.** Algumas produções digitais dos estudantes.

Após a prática, os alunos foram convidados a refletir sobre os impactos ambientais que ameaçam os polinizadores e a propor estratégias sustentáveis de

conservação. Esse momento de reflexão crítica reforçou a importância da educação ambiental como ferramenta de transformação social, aproximando os estudantes de debates contemporâneos sobre sustentabilidade e segurança alimentar.

Em seguida, a oficina avançou para a etapa digital e criativa, na qual os estudantes, em grupos, utilizaram recursos tecnológicos para criar cards informativos, infográficos e jogos educativos digitais relacionados à temática da polinização (Figura 3). Para isso, foram utilizados aplicativos gratuitos de design e gamificação, como o Canva e o Wordwall, que possibilitaram a construção de materiais multimodais e interativos.

Cada grupo ficou responsável por explorar um subtema, como: polinizadores e suas adaptações biológicas; polinização e produção de alimentos; ameaças ambientais aos polinizadores; e estratégias de conservação e sustentabilidade.



**Figura 5.** Socialização das produções digitais.

O resultado foi a criação de materiais digitais didáticos de excelente qualidade visual e conceitual, que foram compartilhados entre as turmas e utilizados como ferramentas de ensino colaborativo (Figura 4). Entre as produções desenvolvidas, destacaram-se os jogos educativos digitais sobre polinização e conservação ambiental e os cards informativos voltados para as redes sociais da escola. Essa etapa se destacou por estimular a autonomia, o protagonismo juvenil e o uso pedagógico das

tecnologias digitais, aspectos centrais da BNCC e das competências gerais da Cultura Digital.

Durante a socialização, os alunos apresentaram seus produtos digitais, explicando o conteúdo científico, as escolhas estéticas e o processo criativo (Figura 5). A atividade permitiu integrar ciência e tecnologia, transformando o aprendizado em uma experiência significativa e participativa. Muitos estudantes relataram que o uso das ferramentas digitais os ajudou a compreender melhor o conteúdo e a valorizar o papel dos polinizadores na manutenção da vida.

De forma geral, a oficina mostrou-se altamente eficaz na promoção da aprendizagem significativa. Observou-se um aumento notável no interesse dos alunos pela temática, maior engajamento nas discussões e melhor compreensão dos conceitos de ecologia e interdependência entre espécies. Além disso, a produção digital proporcionou um espaço de expressão criativa e colaborativa, fortalecendo o vínculo entre teoria e prática.

## **DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos indicam que a pesquisa alcançou plenamente seus objetivos. A combinação entre fundamentação teórica, atividade prática e produção digital promoveu uma compreensão abrangente da polinização, estimulando a curiosidade científica e o pensamento crítico dos alunos. Além de contribuir para a aprendizagem dos estudantes, a elaboração de uma proposta pedagógica articulada a conteúdos curriculares e a estratégias de ensino diversificadas e tecnológicas, foi importante para auxiliar professores em seus cotidianos em sala de aula. A sequência didática elaborada servirá como instrumento de apoio contínuo, podendo ser utilizada em outras escolas da rede pública, adaptando-se a diferentes contextos educacionais.

### **Sequência didática**

A sistematização do ensino da polinização em unidades temáticas progressivas, como proposto para a sequência didática, favorece a aprendizagem significativa, ao possibilitar que novos conhecimentos sejam relacionados aos saberes prévios dos estudantes e às experiências vivenciadas ao longo das atividades práticas e investigativas, conforme proposto por Ausubel (2003). A organização em etapas, da compreensão conceitual à produção tecnológica, reforça a coerência interna da proposta e amplia seu potencial de aplicabilidade em contextos reais de sala de aula.

A estrutura da sequência didática evidencia a valorização das metodologias ativas, aspecto amplamente recomendado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere ao desenvolvimento da curiosidade intelectual, do pensamento crítico e do protagonismo discente (Brasil, 2018). As atividades investigativas, como a observação de flores e polinizadores no entorno escolar e a formulação de hipóteses sobre síndromes de polinização, aproximam os estudantes do fazer científico, em consonância com a perspectiva do ensino por investigação defendida no campo da Educação em Ciências. Esse tipo de abordagem contribui para superar práticas exclusivamente expositivas, frequentemente associadas à aprendizagem mecânica, e fortalece a compreensão dos fenômenos ecológicos como processos dinâmicos, complexos e interdependentes.

Outro ponto positivo refere-se à integração entre conteúdos de Ecologia e Cultura Digital. A inclusão de ferramentas como Canva e Wordwall, bem como o uso de QR Codes e recursos multimodais, mostra-se alinhada às competências gerais 4 e 5 da BNCC, ao estimular a comunicação científica, a autoria e o uso crítico das tecnologias digitais (Brasil, 2018). Estudos sobre ensino híbrido e letramento digital apontam que a

produção de materiais digitais pelos próprios alunos potencializa o engajamento e aprofunda a compreensão conceitual, uma vez que exige seleção, análise e reorganização das informações científicas. As produções observadas durante a oficina pedagógica corroboram essas evidências, indicando maior envolvimento dos estudantes e melhor articulação entre teoria e prática.

A abordagem das ameaças aos polinizadores e das estratégias de conservação reforça o papel da educação ambiental crítica no ensino médio. Ao relacionar o declínio de polinizadores a fatores como uso intensivo de agrotóxicos, desmatamento e mudanças climáticas, a sequência didática promove uma leitura socioambiental dos problemas ecológicos, em consonância com as discussões contemporâneas sobre sustentabilidade e segurança alimentar. Essa perspectiva dialoga com autores que defendem a educação ambiental como prática formadora de sujeitos críticos e socialmente comprometidos, capazes de compreender as relações entre ciência, sociedade e meio ambiente (Loureiro, 2003).

A avaliação formativa proposta ao longo da sequência constitui outro dado pedagógico relevante. Ao priorizar processos, como participação, registros de observação, argumentação e produções digitais, em detrimento de avaliações exclusivamente somativas, a proposta aproxima-se de concepções avaliativas mais democráticas e inclusivas, defendidas por Luckesi (2011). Esse modelo avaliativo favorece o acompanhamento contínuo da aprendizagem, valoriza diferentes formas de expressão do conhecimento e contribui para uma avaliação mais coerente com os princípios das metodologias ativas e da aprendizagem significativa.

Além disso, a flexibilidade e a possibilidade de adaptação da sequência didática a diferentes realidades escolares configuram um ponto forte da proposta. A utilização de recursos acessíveis, materiais simples para simulações e ferramentas digitais gratuitas amplia o potencial de replicação em escolas públicas, especialmente em contextos com limitações estruturais. Tal característica responde a um desafio recorrente apontado na literatura educacional brasileira: a necessidade de propostas pedagógicas inovadoras que sejam, simultaneamente, contextualizadas, viáveis e alinhadas às políticas curriculares vigentes (Brasil, 2018).

De modo geral, o sucesso da oficina demonstra que a sequência didática não se limita à organização de conteúdos, mas se configura como um instrumento pedagógico integrado, capaz de articular ciência, tecnologia e educação ambiental. A proposta evidencia que o ensino da polinização, quando trabalhado de forma investigativa, contextualizada e interdisciplinar, contribui significativamente para o desenvolvimento de competências científicas, digitais e socioambientais, conforme orientam a BNCC e o Currículo do Estado de Pernambuco.

Assim, é possível afirmar que a sequência didática elaborada alcança o objetivo de apoiar o trabalho docente e qualificar o ensino de Biologia no ensino médio. Ao promover a aprendizagem significativa e o protagonismo estudantil, a proposta reforça o papel da escola na formação de cidadãos críticos, conscientes da importância da conservação dos polinizadores, da biodiversidade e da sustentabilidade ambiental.

### **Oficina pedagógica**

A oficina pedagógica desenvolvida com os alunos do 3º ano do Ensino Médio da EREM Professora Amarina Simões trouxe dados expressivos tanto no aspecto conceitual quanto nas dimensões metodológica e atitudinal da aprendizagem. Ao articular teoria, prática e tecnologia, a atividade demonstrou o potencial de metodologias ativas e interdisciplinares na construção do conhecimento científico e na formação de uma consciência ambiental crítica e engajada.

Em consonância com os pressupostos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), a proposta promoveu uma aprendizagem significativa ao conectar o conteúdo de ecologia, especialmente os temas relacionados às interações biológicas, à sustentabilidade e à conservação dos polinizadores, a situações concretas do cotidiano dos alunos. Como destaca Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos são incorporados de maneira não arbitrária à estrutura cognitiva do estudante, estabelecendo vínculos com saberes prévios. No caso da oficina, o tema da polinização foi apresentado de forma contextualizada, relacionando-se à alimentação, à agricultura e à manutenção dos ecossistemas, o que favoreceu a internalização dos conceitos.

O primeiro momento da oficina, voltado à exposição dialogada e à contextualização teórica, revelou-se fundamental para a introdução dos conceitos científicos e para a mobilização dos conhecimentos prévios dos alunos. O uso de vídeos, infográficos e apresentações multimídia contribuiu para tornar a explicação mais dinâmica e acessível, estimulando a curiosidade e o engajamento. Segundo Bacich e Moran (2018), o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem permite criar ambientes mais interativos e motivadores, aproximando o estudante da linguagem contemporânea e da cultura digital em que está inserido.

Além disso, a utilização de recursos audiovisuais e de uma metodologia dialógica, em que os alunos puderam questionar e discutir, reforçou a abordagem freireana de educação problematizadora. Para Paulo Freire (1996), o conhecimento se constrói no diálogo e na reflexão crítica sobre a realidade; portanto, ao relacionar a polinização à produção de alimentos e à conservação ambiental, a oficina ultrapassou

a mera transmissão de conteúdos e favoreceu a compreensão crítica do papel da ciência na sociedade.

O segundo momento da oficina, voltado à experimentação prática, teve um impacto notável na aprendizagem dos estudantes. A observação direta de flores, a manipulação de materiais e a simulação do processo de polinização transformaram conceitos abstratos em experiências tangíveis. Essa estratégia dialoga com a perspectiva de Zabala (1998), que defende a importância das atividades práticas e experimentais como mediadoras entre o conhecimento teórico e o empírico, possibilitando a aprendizagem ativa e a construção do pensamento científico.

Durante essa etapa, observou-se um elevado grau de envolvimento e curiosidade dos alunos, especialmente quanto às adaptações morfológicas das flores e à diversidade dos polinizadores. Essa observação é coerente com os princípios da abordagem investigativa, que estimula a observação, a formulação de hipóteses e a análise crítica dos fenômenos naturais (Carvalho, 2013). Além disso, a experimentação prática favoreceu o desenvolvimento de habilidades cognitivas e procedimentais previstas nas competências específicas de Ciências da Natureza, como “analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos” e “avaliar implicações éticas, ambientais, sociais e econômicas das práticas humanas” (Brasil, 2018).

O momento de reflexão crítica após a prática se mostrou particularmente relevante, pois promoveu a integração entre conhecimento científico e valores socioambientais. Ao discutir os impactos dos agrotóxicos, do desmatamento e das mudanças climáticas sobre os polinizadores, os alunos puderam compreender a interdependência entre as ações humanas e os equilíbrios ecológicos. Essa discussão evidencia o papel da educação ambiental crítica, conforme proposto por Loureiro (2003), que defende uma formação voltada não apenas à conscientização, mas à transformação de atitudes e práticas sociais. A atividade, portanto, contribuiu para o desenvolvimento de competências socioemocionais e éticas, estimulando a empatia, a responsabilidade e o senso de pertencimento em relação à natureza.

A criação de cards informativos e jogos digitais, constituindo a terceira etapa da oficina, permitiu que os alunos aplicassem o conhecimento adquirido de forma autônoma e colaborativa. Essa estratégia se alinha às competências gerais da BNCC relacionadas à Cultura Digital, que enfatizam o uso crítico, criativo e responsável das tecnologias na construção do conhecimento (Brasil, 2018).

O processo de criação dos produtos digitais evidenciou o protagonismo estudantil, um dos pilares das metodologias ativas (Bacich; Moran, 2018). Ao trabalhar em grupos e assumir papéis específicos no desenvolvimento das atividades, os estudantes exercitaram habilidades de cooperação, comunicação, resolução de

problemas e pensamento crítico. Ademais, a liberdade estética e o caráter multimodal dos materiais produzidos favoreceram a expressão individual e coletiva, aproximando o ensino de ciências da dimensão artística e comunicativa.

Durante a socialização dos trabalhos, observou-se um amadurecimento conceitual e comunicativo dos estudantes. As apresentações orais possibilitaram que os alunos explicassem não apenas o conteúdo científico, mas também as escolhas metodológicas e estéticas envolvidas no processo de criação. Esse tipo de atividade, conforme indica Hernández (1998), fortalece o protagonismo e o senso de autoria, tornando o aluno sujeito ativo do processo de ensino e aprendizagem.

O impacto positivo da oficina também pode ser interpretado sob a perspectiva da aprendizagem significativa e colaborativa, uma vez que o conhecimento foi construído de forma coletiva, mediado por interações sociais e tecnológicas. Vigotsky (2007) já destacava o papel da mediação e da interação no desenvolvimento cognitivo, ressaltando que o aprendizado se potencializa na colaboração entre pares e no diálogo com o professor. No contexto da oficina, essa mediação foi facilitada pelo uso de ferramentas digitais e pela abordagem interdisciplinar, que conectou biologia, tecnologia e educação ambiental.

Os resultados obtidos, aumento do interesse, engajamento e compreensão conceitual, reforçam o potencial transformador das oficinas pedagógicas na educação científica contemporânea. Conforme aponta Carvalho (2013), atividades desse tipo estimulam não apenas o aprendizado de conceitos, mas também a formação de atitudes e valores fundamentais para o exercício da cidadania e para a sustentabilidade planetária.

Portanto, a oficina pedagógica sobre polinização e equilíbrio ecológico demonstrou que o ensino de biologia pode ser profundamente enriquecido pela integração entre teoria, prática e tecnologia. Ao combinar momentos de exposição dialogada, experimentação concreta e criação digital, a atividade favoreceu a aprendizagem ativa, contextualizada e interdisciplinar, elementos essenciais para uma educação científica significativa e emancipadora.

Dessa forma, o sucesso da oficina confirma a relevância de práticas pedagógicas inovadoras e críticas que reconhecem o aluno como sujeito do conhecimento, articulando ciência, tecnologia e valores socioambientais. Tal experiência, portanto, reafirma o papel da escola como espaço de formação integral, capaz de promover não apenas o domínio conceitual, mas também o compromisso ético com a conservação da vida e da biodiversidade.

## CONCLUSÃO

A sequência didática desenvolvida demonstrou potencial como instrumento pedagógico eficaz para o ensino da polinização no Ensino Médio, ao articular fundamentação científica, contextualização socioambiental e estratégias metodológicas ativas. Entre os principais achados, destaca-se a possibilidade de promover aprendizagens significativas por meio da integração entre teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da consciência ambiental e do protagonismo discente. A proposta evidenciou que a organização sistematizada de atividades, aliada ao uso de recursos diversificados, contribui para tornar o ensino de Botânica mais dinâmico, acessível e relevante para os estudantes.

Do ponto de vista prático, a sequência didática apresenta-se como um roteiro aplicável ao contexto escolar, podendo ser adaptada conforme a realidade das instituições e dos estudantes. Sua contribuição reside especialmente na promoção de uma abordagem interdisciplinar e alinhada às diretrizes curriculares, além de incentivar práticas educativas voltadas à sustentabilidade e à conservação da biodiversidade.

Entretanto, a proposta apresenta limitações, como a ausência de aplicação em larga escala e a necessidade de validação empírica em diferentes contextos escolares. Além disso, fatores como infraestrutura, formação docente e tempo pedagógico podem influenciar sua implementação.

Como perspectivas futuras, sugere-se a aplicação da sequência didática em contextos reais de sala de aula, com análise de seus impactos na aprendizagem dos estudantes. Também se recomenda o desenvolvimento de ações de extensão, como feiras de ciências, oficinas temáticas e eventos escolares voltados à conscientização sobre os polinizadores, ampliando o alcance da proposta. Dessa forma, o trabalho pode contribuir não apenas para o ensino de Biologia, mas também para o fortalecimento da educação ambiental e da formação cidadã.

## REFERÊNCIAS

ARUS, G. Z.; OLIVEIRA, A. D. O ensino de botânica no ensino médio e áreas verdes urbanas. **Educação Ambiental em Ação**, v. 18, n. 69, 2019.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARBOSA, D. B.; CRUPINSKI, E. F.; SILVEIRA, R. N.; LIMBERGER, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BERINGER, J. S.; MACIEL, F. L.; TRAMONTINA, F. F. O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 5, n. 1, p. 17-26, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso: 31 ago. 2024.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOMES, Y. O.; MENDES, S. S. N.; RODRIGUES, L. B.; PAULINI, F. Desenvolvimento do jogo digital educativo “Caminho do Pólen”: uma ferramenta para o incremento do conhecimento sobre polinização. **Revista Pet Brasil**, v. 3, n. 2, p. 109-117, 2024.

GONÇALVES, C.; PASSALA, J.; SANTOS, J. C.; VIEIRA, C. M. G. C.; ZEITUNE-JÚNIOR, N. Conscientização ambiental no âmbito escolar: a importância da polinização e o declínio dos Agentes polinizadores pelo uso excessivo de inseticidas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 58358-58375, 2021.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

IMS, R. A.; FUGLEI, E. Trophic interaction cycles in Tundra ecosystems and the impact of climate change. **BioScience**, v. 55, n. 4, p. 311-322, 2005.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciência e Cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LAFORÉ, H. C. Abelhas e abertura para a educação ambiental. **Revista Internacional d’Humanitats**, n. 60-61, p. 91-102, 2024.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 22 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LOUREIRO, C. F. B. **O movimento ambientalista e o pensamento crítico: uma abordagem política**. Rio de Janeiro: Quartet, 2003.

MARTINS, M. B. **Reflexões em Biologia da Conservação**. 1 ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2024.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, p. 321-326, 2011.

PACÍFICO-DA-SILVA, I.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. Efeitos tóxicos dos praguicidas para abelhas. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 1, p. 142-157, 2016.

QUEIROZ, A. C. M.; OLIVEIRA, G. P. G.; COUTO, J. A.; LEÃO, A. M. A. C. Aprendizagem Baseada em Projetos e teoria da aprendizagem significativa crítica: uma imersão no ensino de zoologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, p. 21-47, 2025.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. 1 ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014.

SILVA, E. L. P.; TONETTI, E. L.; SANTOS, E. A cidade e seus efeitos no serviço ecossistêmico da polinização pela perspectiva CTS. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 39, p. 150-163, 2020.

SILVEIRA, M. S.; GOLDSCHMID, A. I.; RICHTER, L. Entre flores e saberes: práticas educativas sobre abelhas e polinização. **Biografia - Escritos sobre la Biología y su enseñanza**, v. 18, n. 34, p. 33-45, 2025.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. Curitiba: iesde, 2010.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

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