

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

**CAMINHOS DA POLINIZAÇÃO: A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO
PEDAGÓGICO COMO FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE TEMAS DE
BOTÂNICA**

Mestranda: DENISE VENÂNCIO MILANEZ - denise.vmilanez@ufpe.br
Orientadora: TARCILA CORREIA DE LIMA NADIA - tarcila.nadia@ufpe.br

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2025

DENISE VENANCIO MILANEZ

CAMINHOS DA POLINIZAÇÃO: A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO PEDAGÓGICO
COMO FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE TEMAS DE BOTÂNICA

Trabalho de Conclusão do Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino
de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do
Centro Acadêmico de Vitória, da Universidade
Federal de Pernambuco - CAV UFPE, como
requisito parcial para obtenção de título de Mestre
em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof.^a Dr.^a Tarcila Correia de Lima
Nadia

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Milanêz, Denise Venâncio.

Caminhos da polinização: A construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de botânica / Denise Venâncio Milanêz. - Vitória de Santo Antão - PE, 2025.

78f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia, 2025.

Orientação: Tarcila Correia de Lima Nadia.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Sequência Didática Investigativa; 2. Botânica; 3. Polinização; 4. Recurso didático. I. Nadia, Tarcila Correia de Lima. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

DENISE VENÂNCIO MILANÊZ

**CAMINHOS DA POLINIZAÇÃO: A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO PEDAGÓGICO
COMO FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE TEMAS DE BOTÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino
de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do
Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão, da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **TARCILA CORREIA DE LIMA NADIA**
Data: 16/05/2025 00:22:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dr(a): Tarcila Correia de Lima Nadia
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Documento assinado digitalmente
 **AUGUSTO CESAR PESSOA SANTIAGO**
Data: 21/05/2025 00:32:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Augusto Cesar Pessoa Santiago
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Documento assinado digitalmente
 **ROSANA CONRADO LOPES**
Data: 11/06/2025 08:49:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dr(a): Rosana Conrado Lopes
Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2025

RELATO DO MESTRANDO - TURMA 2023

INSTITUIÇÃO: UFPE

MESTRANDA: Denise Venâncio Milanêz

TÍTULO DO TRABALHO: Caminhos da polinização: A construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de botânica

DATA DA DEFESA: 19/03/2025

Ingressar no ProfBio foi uma das decisões mais acertadas que tomei em minha vida profissional. O mestrado sempre foi um sonho, mas eu o imaginava distante devido à falta de tempo. Quando o ProfBio surgiu, foi uma oportunidade inesperada, mas que agarrei com muita vontade de dar o meu melhor. Como professora de ensino médio, estou plenamente ciente da necessidade de constante atualização, e o ProfBio trouxe o frescor que eu tanto buscava para minhas aulas.

A cada semana, fui desafiada a preparar aulas mais bem estruturadas e atraentes para os alunos. O ensino por investigação abriu um mundo de possibilidades. Me vi desafiada a assumir um novo papel em sala de aula, no qual o estudante ocupa o centro do processo de aprendizagem, e eu sou a facilitadora dessa jornada. Não foi fácil, é verdade, mas a cada obstáculo superado, senti um novo ânimo para continuar.

As Atividades de Aplicação em Sala de Aula (AASAs) não só tornaram minhas aulas mais dinâmicas e envolventes, como também me proporcionaram a oportunidade de participar de eventos importantes na área de ensino de biologia, como o próprio Encontro Nacional do ProfBio. Esses momentos foram fundamentais para o meu crescimento profissional, pois pude trocar experiências com colegas, enriquecendo ainda mais meu trabalho na escola.

Agora, ao concluir este mestrado, sinto-me muito orgulhosa da história que construí, dos trabalhos que desenvolvi, das amizades que formei e dos professores que conheci e que, de certa forma, passaram a ser referências para mim. Saio do ProfBio com a certeza de que não sou a mesma professora de antes e com o ardente desejo de me tornar, a cada dia, uma professora ainda melhor.

AGRADECIMENTO À CAPES

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

Dedico este trabalho
à minha família por todo apoio e incentivo de sempre.

AGRADECIMENTOS

Não há outra forma de começar este texto se não agradecendo a Deus que me deu muito mais do que eu mereço e a quem dedico cada uma das minhas conquistas. A Ele devo o privilégio de sair para trabalhar todos os dias com a certeza de que fazer educação é o meu propósito de vida.

Agradeço à minha mãe, Dona Deda, meu maior exemplo de amor e de força, que mesmo com pouco estudo, sempre fez questão de que seus três filhos estudassem. Obrigada mãe, por ser minha rede de apoio cuidando dos meus meninos enquanto estou fora. Essa vitória é sua também!

Ao meu esposo, Diego pelo incentivo e companheirismo e paciência de sempre. Eu não conseguiria sem o seu suporte. Obrigada por acreditar em mim mais do que eu mesma acredito. Obrigada por ser meu ponto de equilíbrio quando tudo parece difícil demais.

Aos meus filhos, Miguel e Matias que mesmo de forma não intencional são o meu maior combustível para seguir evoluindo não só profissionalmente, mas como ser humano. eu amo vocês mais que tudo no mundo!

A todos que fazem parte da EREM Regueira Costa, escola na qual tive o privilégio de trabalhar nos últimos três anos e onde pude desenvolver todos os projetos durante o mestrado, incluindo o presente trabalho. Agradeço especialmente aos queridos estudantes do 2º ano A que brilhantemente participaram desta pesquisa.

Agradeço também ao meu colega de trabalho e grande amigo Gladistone Santos, egresso do Profbio que me apresentou o programa e me incentivou a também ingressar nele.

À minha orientadora, Profa. Dra. Tarcila Correia de Lima Nadia pelo acolhimento, paciência e disponibilidade. Sou muito grata por suas contribuições.

A todos os professores do Profbio UFPE pelo empenho em partilhar o conhecimento e agregar de forma tão rica à minha prática docente, bem como a todos os funcionários do CAV, coordenação, secretaria pela disponibilidade e competência ao realizar suas respectivas funções.

À FACEPE pelo financiamento do projeto “Polinização nas escolas: explorando os múltiplos aspectos da polinização por meio da elaboração de estratégias e materiais didáticos” (APQ-1160-7.08/22)

Aos queridos colegas da turma 2023 pela amizade e companheirismo. Nem nos meus melhores sonhos eu poderia imaginar uma turma tão acolhedora, unida e empática. Vocês foram os melhores e estão guardados de forma especial em meu coração.

Por fim, agradeço a cada amigo e familiar que de alguma forma contribuiu e torceu para a concretização deste sonho. Muito obrigada!

RESUMO

O ensino de Botânica na educação básica enfrenta desafios relacionados à superficialidade e à falta de interesse dos alunos, o que destaca a importância da busca, por parte do professor, de metodologias mais dinâmicas para melhorar sua prática docente. Este trabalho teve como objetivo desenvolver, juntamente com os estudantes, através de uma Sequência Didática de caráter investigativo, um jogo pedagógico como ferramenta para o ensino de polinização. A abordagem incluiu a criação e montagem do jogo pelos próprios alunos, com o intuito de proporcionar maior engajamento e participação durante as aulas, além de promover uma aprendizagem mais efetiva. A avaliação da eficácia do recurso pedagógico incluiu questionários de pré-teste e pós-teste, além de observação contínua ao longo do processo, permitindo uma análise abrangente do progresso de ensino e aprendizagem. Os resultados demonstraram melhora significativa na compreensão do conteúdo, confirmando o potencial dos jogos pedagógicos como estratégias inovadoras e eficazes para tornar o ensino de Botânica mais dinâmico e atrativo.

Palavras- chave: Sequência didática investigativa, Botânica, Polinização, Recurso didático

ABSTRACT

The teaching of Botany in basic education faces challenges related to superficiality and lack of interest from students, which highlights the importance of teachers seeking more dynamic methodologies to improve their teaching practice. This study aimed to develop, together with students, through an investigative Didactic Sequence, a pedagogical game as a tool for teaching pollination. The approach included the development and production of the game by the students themselves, with the aim of providing greater engagement and participation during classes, in addition to promoting more effective learning. The evaluation of the effectiveness of the pedagogical resource includes pre-test and post-test questionnaires, as well as continuous observation throughout the process, allowing a comprehensive analysis of the teaching and learning progress. The results demonstrated a significant improvement in the understanding of the content, confirming the potential of pedagogical games as innovative and effective strategies to make the teaching of Botany more dynamic and attractive.

Keywords: Investigative teaching sequence, Botany, Pollination, Teaching resource

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas do ciclo investigativo de Pedaste	22
Figura 2 - Fachada da EREM Regueira Costa	23
Figura 3 - Estudantes no Jardim da escola	27
Figura 4 - Peças do jogo	28
Figura 5 - Confecção do tabuleiro	28
Figura 6 - Tabuleiros inicial e definitivo	29
Figura 7 - Envelope e cartas do jogo	29
Figura 8 - Processo de criação do jogo	30
Figura 9 - Jogo pronto	32
Figura 10 - Estudantes jogando	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perguntas realizadas pelos estudantes	26
Quadro 2 - Regras elaboradas pelos estudantes	31
Quadro 3 - Feedback dos estudantes	33

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Curricular Comum

CAV - Centro Acadêmico de Vitória

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

EnCI - Ensino de Ciências por investigação

EREM - Escola de Referência no Ensino Médio

SDI - Sequência Didática Investigativa

TALE - Termo de Aceite Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivos específicos	21
3. PRODUTO	21
4. METODOLOGIA	21
4.1 Desenho da pesquisa.....	21
4.2 Local da pesquisa	23
4.3 Amostra de participantes	23
4.4 Recrutamento de participantes	24
4.5 Instrumento e procedimentos de coleta de dados	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICES	40
Apêndice A - Roteiro da Sequência didática	41
Apêndice B - Perguntas do jogo.....	60
Apêndice C – TALE	62
Apêndice D - TCLE	65
Apêndice E - Pré-teste	67
Apêndice F - Pós-teste	68
ANEXO	69
Anexo A - Carta de Anuência	69
Anexo B - Textos de apoio	70
Anexo C - Aprovação do CEP	77

1. INTRODUÇÃO

Com as mudanças realizadas na grade curricular do novo ensino médio, o tempo destinado às aulas de biologia foi reduzido. Até 2022, a carga horária de biologia no 2º ano do ensino médio nas escolas estaduais de Pernambuco, por exemplo, contava com três aulas por semana (PERNAMBUCO, 2021). Porém, com a implementação do novo ensino médio, a partir de 2023 passou-se a contar com uma única aula semanal de biologia na mesma turma, (BRASIL, 2019) o que causou grande impacto para professores e estudantes. Tal fato mostra-se prejudicial à prática docente, comprometendo o rendimento dos estudantes e pautando o ensino de biologia em concepções ultrapassadas de ensino-aprendizagem, onde, devido à falta de tempo de aula, os estudantes são limitados a ler textos e memorizar imagens e conceitos para reproduzi-los nas avaliações, buscando a aprovação, porém sem de fato entender a importância destes conteúdos (MOREIRA, 2017). Por este motivo, é notória a necessidade de buscar metodologias mais atrativas e dinâmicas tanto na ministração das aulas quanto nos procedimentos avaliativos.

Neste cenário, a botânica vem perdendo espaço na educação básica, apesar da relevância do estudo de botânica, dado seu imensurável valor ecológico e econômico. É notório que ainda há muita ignorância nesta área por parte dos humanos, não se dando a devida importância que este vasto grupo de seres vivos possui. Este fenômeno denominado impercepção botânica, foi descrito inicialmente como cegueira botânica e abrange a incapacidade de reconhecer a importância das plantas no cotidiano, a dificuldade em perceber os aspectos estéticos e biológicos exclusivos das plantas e a ideia de que as plantas sejam seres inferiores aos animais (Wandersee; Schussler, 1999). A impercepção botânica é apenas uma das muitas dificuldades encontradas tanto por estudantes quanto por professores na abordagem destes conteúdos. A respeito dessas dificuldades, Silva (2008, p. 29) pontua que:

A primeira “dificuldade” estaria no fato de que o conhecimento botânico evoluiu muito rapidamente por conta do desenvolvimento tecnológico, o qual vem permitindo a observação e o estudo de estruturas vegetais antes não observadas e estudadas. Essa rápida evolução exige, portanto, do professor, atualização permanente, acompanhando e compreendendo todo o processo para que possa ensinar e escolher uma metodologia adequada para isso.

Ainda de acordo com Silva (2008), a preocupação com a utilidade das plantas não é coletiva, mas tem sido algo que permeia apenas os segmentos profissionais diretamente relacionados a elas, como por exemplo pesquisadores e agricultores. Dessa forma, a busca por esse conhecimento torna-se também restrita a esses profissionais, quando na verdade deveria ser de todos. Desse modo, o ensino de botânica também esbarra nesta dificuldade.

Sabemos que as plantas, além de seu imensurável valor ecológico, possuem também grande relevância para o homem, seja na alimentação, na produção de medicamentos e cosméticos, ou ainda como matéria prima na fabricação dos mais diversos objetos. Porém, a Botânica não é trabalhada de forma significativa nas escolas (LIMA et al. 2014), sendo ensinada na educação básica de forma rasa e tradicional, onde as aulas são exclusivamente expositivas, sem prática e sem a utilização de recursos didáticos que atraiam a atenção dos alunos e desperte o interesse em aprender aquele conteúdo (MELO et al. 2012). Outro agravante para o ensino de Botânica é a infinidade de termos complexos e científicos que não fazem parte do vocabulário nem de alunos e nem de professores (CRUZ et al. 2009), o que dificulta ainda mais o processo de ensino aprendizagem, transformando as aulas em algo distante da realidade, tornando-as ainda menos interessantes, mesmo que os termos complexos não sejam exclusividade da botânica, o que nos leva mais uma vez a refletir sobre a impercepção botânica já mencionada.

Para mudar este padrão, onde se enxerga a Botânica como um conteúdo menos importante, o professor precisa, antes de tudo, instigar o interesse de seus estudantes. Enquanto para uma parcela dos estudantes a morfologia pode parecer desinteressante, a reprodução das plantas mostra-se mais estimulante. Entender os mecanismos pelos quais a planta se reproduz e compreender a troca de material genético ali existente, reforça para os estudantes a visão das plantas como seres vivos, tornando esta parte do conteúdo mais atraente (Stagg; Verde, 2018).

Ao falar sobre reprodução, necessariamente precisa ser incluída a polinização, visto que este processo é crucial para a reprodução das Angiospermas. Urry et al. (2010) sintetizam o ciclo de vida das Angiospermas em quatro etapas: desenvolvimento de gametófitos, polinização, fecundação dupla e desenvolvimento da semente. O autor descreve da seguinte forma o processo de polinização: “Após a ruptura do microsporângio, os grãos de pólen liberados podem ser transferidos para uma superfície receptiva de um estigma – é o ato da polinização.” No que diz respeito aos métodos de polinização, Urry et al. (2022, p. 2920) afirmam que:

A polinização pode ocorrer pelo vento, água ou animais. Nas espécies polinizadas pelo vento, incluindo as gramíneas e muitas espécies arbóreas, a liberação de nuvens de grãos de pólen tipicamente pequenos compensa a aleatoriedade da dispersão pelo vento.

Em certas épocas do ano, o ar fica carregado de grãos de pólen, como qualquer pessoa que padece de alergia ao pólen pode atestar. Algumas espécies de plantas aquáticas dependem da água para a dispersão do pólen. Contudo, a maioria das espécies de angiospermas depende de insetos, aves ou outros animais polinizadores para transferir o pólen diretamente de uma flor para outra.

As interações plantas-polinizadores são muito importantes para a recombinação gênica, sendo um dos fatores que conferem tamanha variedade de espécie a este grupo de plantas. Sobre essa interação com os polinizadores, Urry et al. (2022, p. 2923) falam ainda que:

Os polinizadores animais são atraídos pelas flores em busca de alimento em forma de pólen e néctar que elas oferecem. A atração de polinizadores que são exclusivos de uma determinada espécie vegetal é uma maneira eficaz de garantir que o pólen seja transferido para outra flor da mesma espécie.

A grande maioria dos animais polinizadores são insetos, como abelhas, moscas, borboletas, mariposas, vespas, besouros e tripes, mas também há polinizadores vertebrados, como aves, morcegos, mamíferos não voadores e lagartos (BPBES/REBIPP - 2019). As abelhas são o grupo de polinizadores mais abundante na agricultura, pois visitam mais de 90% dos 107 principais cultivos agrícolas já estudados no mundo (Klein et al. 2007). Urry et al. (2010) afirmam que há uma grande preocupação na América do Norte e na Europa pois as populações de abelhas produtoras de mel têm diminuído. Essa preocupação se dá pelo fato delas serem os insetos polinizadores mais importantes.

Embora saibamos da relevância dos polinizadores e do processo de polinização, este, assim como diversos outros temas botânicos, é um assunto negligenciado dentro das escolas, passando muitas vezes despercebido ou sendo meramente citado ao mencionar a reprodução das plantas. Sendo assim, perpetua-se um conhecimento muito raso dos alunos sobre o tema, onde pouco se aprofunda e pouco se conhece sobre seu real valor econômico e ecológico. Em seu livro, *Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul*, Ghilardi-Lopes e Zattara (2022, p. 22) afirmam que:

Estudos realizados nos últimos 40 anos têm reforçado o papel dos polinizadores na saúde e nutrição humana, uma vez que os cultivos dependentes de polinizadores englobam uma grande diversidade de frutas, vegetais, sementes, nozes e oleaginosas, que fornecem grandes proporções de micronutrientes, vitaminas e minerais na dieta

humana. A grande maioria dos polinizadores contribui para a produção de alimentos (frutas, vegetais, óleos), medicamentos (salgueiro, cinchona), biocombustíveis (soja, canola e dendê), fibras (algodão e linho), materiais de construção (madeira), instrumentos musicais (chocalho) e são relevantes em atividades educacionais, recreativas, religiosas e culturais.

Considerando tudo que já foi exposto, é inegável a necessidade de uma maior atenção e dedicação por parte dos docentes ao programar suas aulas, dando maior ênfase ao tema e buscando cada vez mais aguçar o interesse de seus estudantes acerca dele. Faz-se necessário a elaboração de materiais pedagógicos diferenciados, onde objetivo principal seja envolver o estudante na busca pela construção de seu conhecimento, incentivando-o a ser protagonista deste processo. Além disso, o incentivo ao protagonismo dos estudantes é um importante fator para o despertar deste interesse.

Neste contexto, jogos pedagógicos são valiosas ferramentas para atender a este objetivo. O jogo pedagógico ou didático é aquele fabricado com o objetivo de proporcionar determinadas aprendizagens, diferenciando-se do material pedagógico, por conter o aspecto lúdico (Cunha, 1988).

O jogo pode estimular o desenvolvimento espontâneo e a criatividade dos alunos, permitindo ao professor ampliar conhecimentos e metodologias de ensino, desenvolvendo suas capacidades pessoais e profissionais, numa perspectiva de motivar os alunos a interagirem com o conteúdo de forma mais participativa, como consta nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 28).

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.

Adicionalmente, Brenelli (1996) salienta que, por ser uma atividade lúdica, o jogo é importante no processo de ensino, isso devido ao fato de que, além do desenvolvimento das competências de comunicação, relação interpessoal, liderança e trabalho em equipe (BRASIL, 2006), também atua no desenvolvimento afetivo, motor, cognitivo, social e moral, tudo isso enquanto o estudante se apropria do conteúdo proposto.

De acordo com Campos (2005), o jogo auxilia no processo ensino-aprendizagem, tanto no desenvolvimento psicomotor quanto no desenvolvimento de habilidades do pensamento, como a imaginação, a interpretação, a tomada de decisão entre outras. Moyles (2001) acredita que os jogos com finalidades pedagógicas promovem situações de ensino-aprendizagem e aumentam a construção do conhecimento, criando atividades lúdicas e prazerosas. Maluf (2006) complementa que a incorporação de jogos na prática pedagógica contribui para a associação do significado ao seu símbolo, dessa forma a construção do conhecimento se torna mais eficiente. Já Nogueira et al. (2021) afirmam que os jogos didáticos possibilitam a interdisciplinaridade e contribuem para a melhoria do ensino de biologia, assimilação do conteúdo e interação entre estudante e professor. Nogueira et al. (2021) ressaltam ainda que a utilização de jogos na disciplina de biologia tem sido descrita por diferentes autores ao longo dos últimos anos, destacando Abdalla e Moraes (2014) na botânica, com o jogo "Circuito Florístico" elaborado e aplicado como recurso educacional em duas turmas do 2º ano do Ensino Médio. De acordo com as autoras, a utilização deste recurso foi exitosa, pois, contribuiu para contextualizar e dinamizar o conteúdo de botânica, possibilitando trabalhá-lo de forma interdisciplinar e acessível.

Félix (2015) destaca a importância da utilização dos jogos em sala para criar um ambiente descontraído e conseqüentemente favorável à Aprendizagem Significativa, visto que o estudante interage com os pares através do lúdico, oportunizando a construção dos conhecimentos. A autora resalta ainda que estes recursos didáticos podem e devem ser utilizados como material de apoio para o ensino de botânica, no intuito de sanar as já citadas dificuldades encontradas pelos estudantes nesta área da biologia, fato confirmado pela própria autora em seu trabalho intitulado: "Jogos didáticos para o ensino de botânica: uma proposta para favorecer a aprendizagem significativa".

Todavia, embora os muitos benefícios dos jogos didáticos como recursos pedagógicos sejam conhecidos, Pinto (2009) afirma que sua utilização ainda é pouco explorada na prática docente, representando apenas 6% dos recursos utilizados nas aulas de ciências, fato que segundo o autor se deve a uma série de motivos que vão desde a formação docente às dificuldades encontradas na sala de aula.

Vale ainda salientar que, para atingir os objetivos propostos, o jogo precisa ser muito bem planejado e estar de fato alinhado com o conteúdo que se deseja trabalhar, caso contrário, corre-se o risco de que o jogo se torne apenas uma distração, conservado seu valor lúdico, mas ineficaz na construção do conhecimento (Pinto, 2009).

Para alcançar este alinhamento entre o conteúdo estudado e o jogo pedagógico é importante a elaboração de uma sequência didática, que, de acordo com Zabala (1998), nada mais é do que um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de determinado objetivo educacional, com um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. Podem também ser definidas como um número pré-determinado de aulas produzidas pelo professor para ser aplicadas em sala de aula, sendo utilizadas para o ensino (Motokane, 2015). E quando a sequência didática possui um caráter investigativo, certamente há um ganho ainda maior para a aprendizagem.

Pretende-se através da aplicação desta pesquisa, que os estudantes não só aprendam sobre o processo de polinização, mas sobretudo também que consigam perceber a sua importância para a reprodução das Angiospermas e para a variabilidade genética deste grupo vegetal, reconhecendo sua imensurável importância econômica e ecológica.

O ensino por investigação mostra-se um excelente aliado para trabalhar esta e outras temáticas de forma eficiente, visto que nesse tipo de abordagem, o estudante protagoniza o processo de aprendizado, otimizando, dessa forma, não apenas a apropriação dos conceitos relacionados ao tema, mas também diversas outras habilidades como proatividade, criticidade e resolução de problemas (Carvalho e Sasseron, 2018).

O ciclo investigativo, é dividido em etapas ou fases. A primeira etapa, chamada de fase de orientação, caracteriza-se pelo despertar da curiosidade a partir da elaboração de problemas que possam ser resolvidos em sala de aula. Esses problemas podem ser baseados em questões de investigação orientadas em conceitos e levantamento de hipóteses iniciando assim a fase de conceitualização. Já a fase de investigação levará os estudantes a coletarem informações utilizando diversas estratégias e dessa forma, construir evidências para responder às questões levantadas na etapa anterior. Por fim, na etapa de conclusão, é possível realizar a comparação das hipóteses levantadas na fase de conceitualização e é esperado que os estudantes construam afirmações suficientes para sustentar seu posicionamento diante das referidas hipóteses (Scarpa; Campos, 2018).

Dito isto, espera-se então propor numa abordagem lúdica, promovida pelo uso de jogo pedagógico, através de uma Sequência Didática Investigativa utilizando as fases do ciclo investigativo proposto por Pedaste et al. (2015). De acordo com Scarpa e Campos (2018), O

ciclo investigativo corresponde a uma boa forma de operacionalizar em sala de aula o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI). Desta forma, as fases da investigação são identificadas e conectadas com intuito de ajudar o professor tanto no planejamento como na aplicação de atividades ou das sequências didáticas investigativas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Criar e montar, junto aos estudantes, um jogo de tabuleiro a partir de uma Sequência Didática de caráter investigativo (SDI) com foco na polinização e utilizar o jogo construído como ferramenta pedagógica no aprendizado do conteúdo proposto.

2.2 Objetivos específicos

Fornecer ferramentas para ampliar a base teórica a respeito do tema trabalhado.

Instigar a curiosidade dos estudantes a fim de mantê-los engajados durante a SDI.

Promover o protagonismo estudantil através de sua participação ativa na criação e montagem do jogo.

3. PRODUTO

O produto deste trabalho é uma Sequência Didática Investigativa aplicável no segundo ano do ensino médio, durante a qual foi elaborado e confeccionado um jogo de tabuleiro, com o intuito de facilitar e dinamizar as aulas referentes à reprodução de angiospermas, sobretudo o que diz respeito à polinização. Esse jogo será um importante recurso didático, favorecendo o protagonismo do estudante nesse processo, culminando em um aprendizado integral e satisfatório.

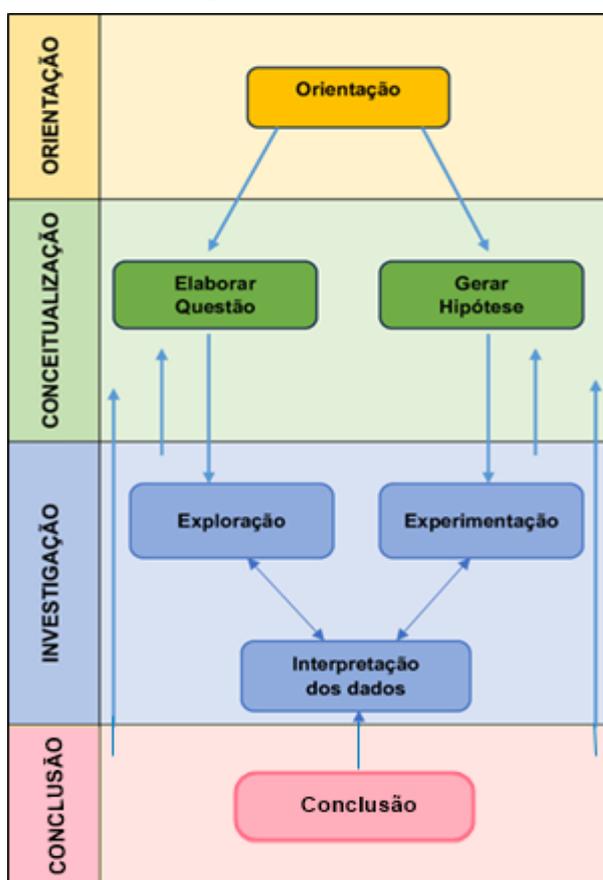
4. METODOLOGIA

4.1 Desenho da Pesquisa:

Esta pesquisa aborda conteúdos de botânica relacionados à polinização com estudantes do ensino médio integral, através de uma Sequência Didática Investigativa (SDI), utilizando todas as fases do ciclo investigativo proposto por Pedaste et al. (2015). O ciclo investigativo

mencionado, consiste basicamente em quatro etapas (figura 1). Na etapa de orientação, acontece uma apresentação e contextualização dos conteúdos a serem trabalhados, além é claro, de um levantamento do conhecimento prévio dos estudantes a respeito do tema. Na etapa de conceitualização, é esperado que os estudantes já estejam instigados pela curiosidade, então é nesse momento que serão levantadas e definidas as hipóteses que serão trabalhadas. A terceira etapa, chamada de experimentação, é o momento de exploração, levantamento e análise de dados, onde os estudantes terão que buscar caminhos para responder às questões levantadas na etapa anterior. Por último, na etapa de conclusão, acontece a culminância de tudo que foi realizado nas etapas anteriores, é o desfecho da SDI, onde é possível inclusive avaliar a eficácia dela nos objetivos aos quais se propõe.

Figura 1: Etapas do Ciclo investigativo.



Fonte: Adaptado de Pedaste et al (2015)

As aulas teóricas de botânica aconteceram anteriormente à esta SDI, e tendo em vista o pouco conteúdo trazido nos livros didáticos do ensino médio, a pesquisadora utilizou como apoio para a elaboração de suas aulas a 12ª edição do livro Biologia de Campbell, além de literatura específica de polinização adaptadas à linguagem própria para o ensino médio e

considerando as competências EM13CNT201 e EM13CNT206 da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) que referem-se à evolução e biodiversidade (Brasil, 2018, p.543).

Para a realização desta SDI, foram utilizadas oito aulas de 50 minutos cada, sendo duas aulas geminadas por semana. Todas as etapas desta SDI foram iniciadas após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP.)

4.2 Local da pesquisa:

A pesquisa foi realizada mediante carta de anuência assinada pela Gestora, na Escola de Referência no Ensino Médio Regueira Costa (Figura 2), situada na Rua Regueira Costa, S/N, no Bairro do Rosarinho, Zona Norte do Recife - PE, onde a pesquisadora é professora de Biologia desde 2021.

A referida escola faz parte da Rede Estadual de Educação Integral do Estado de Pernambuco, gerenciada pela GRE-Recife Norte (Gerência Regional de Educação Recife Norte). Atualmente são atendidas sete turmas de ensino médio, todas em tempo integral, totalizando 207 estudantes matriculados.

Figura 2: Fachada da EREM Regueira Costa.



Fonte: registro da autora

4.3 Amostra de Participantes:

Participaram desta pesquisa 30 estudantes matriculados no 2º ano A do novo ensino médio integral. A turma é composta por 17 estudantes do sexo feminino e 13 estudantes do

sexo masculino, com idades entre 15 e 17 anos. A já citada turma foi escolhida por ser a que melhor se adequa à necessidade da pesquisa, no que se refere à grade de horário, visto que a turma possui as duas aulas de biologia geminadas (uma seguida da outra) o que facilita o andamento das atividades para que cada etapa proposta tenha início e conclusão no mesmo dia, evitando que os estudantes pudessem ficar dispersos.

4.4 Recrutamento dos participantes

O projeto e todas as suas etapas foram apresentados aos estudantes em uma das aulas de Biologia, enfatizando a importância da participação para a obtenção de novos conhecimentos e esclarecendo que nenhum deles seria obrigado a participar, contudo, os que aceitaram foram avisados de que poderiam desistir a qualquer momento. A SDI foi desenvolvida durante o horário das aulas de biologia que ocorrem todas as terças, das 15:20h às 16:40h, não havendo a necessidade de o aluno dispor de tempo extra para participar. A temática desta pesquisa faz parte do conteúdo programático de biologia para o segundo ano (Botânica), portanto, não houve nenhum prejuízo para os estudantes na questão de conteúdo. Vale salientar que não houve atribuição de notas às atividades da pesquisa e que a nota bimestral dos estudantes não teve nenhuma relação com sua participação na mesma. Aqueles que de forma voluntária se disponibilizaram a participar receberam o termo de compromisso. Os estudantes por serem menores de 18 anos receberam o TALE e seus pais ou responsáveis receberam o TCLE. Este documento foi apresentado aos pais durante o encontro bimestral família-escola, onde eles já estariam presentes independentemente da pesquisa. Na ocasião, após tratados os assuntos gerais da escola pela gestão, a pesquisadora realizou uma breve apresentação esclarecendo aos pais como seria feita a pesquisa, bem como seus riscos e benefícios. Também foi informado aos pais que o consentimento ou não da participação do menor, não teria qualquer influência ou consequência no que diz respeito à avaliação e nota de seus filhos, portanto a participação do menor e autorização de seu responsável deveria ser totalmente voluntária. Em seguida, os pais que consentiram a participação de seus filhos receberam o termo para ser assinado.

4.5 Instrumento e procedimentos de Coleta de dados:

A pesquisadora aplicou um pré-teste na sala de aula contendo uma lista de afirmações onde os alunos deveriam assinalar V para verdadeiro ou F para falso em cada uma delas, deixando claro aos participantes que esta atividade não possui cunho avaliativo e não influencia

na nota bimestral da disciplina, mas que serviria como um comparativo entre o conhecimento prévio e o conhecimento alcançado ao final da experiência didática. Após a aplicação do pré-teste, aconteceu uma roda de conversa mediada pela pesquisadora onde os estudantes puderam compartilhar com os pares seu conhecimento prévio sobre o tema proposto. Ao final da SDI, a pesquisadora aplicou na sala de aula um pós-teste com questões diferentes porém no mesmo nível do pré-teste. A construção efetiva do conhecimento foi avaliada através da participação dos estudantes em todas as etapas das atividades, bem como nos saberes expressados durante a construção e execução do jogo que foi elaborado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Etapas da aplicação da SDI

1ª Etapa (2 aulas):

No primeiro momento, os estudantes receberam uma ficha com dez afirmativas sobre polinização e conceitos relacionados a ela, para individualmente, marcá-las como verdadeiras ou falsas. Não foi oferecido nenhum tipo de material de apoio e nem foi permitido consultar o livro nem acessar a internet, eles responderam utilizando exclusivamente o conhecimento que já possuem sobre o assunto, dessa forma foi possível identificar o nível de conhecimento que cada um já possui a respeito do tema abordado na SDI. Em seguida, foram convidados a organizar a sala em círculo junto com a professora para que todos pudessem compartilhar seus conhecimentos prévios a respeito das flores, reprodução das plantas e polinização. Esse momento corresponde à etapa de orientação do ciclo investigativo de Pedaste et al (2015) anteriormente citado.

Na segunda parte da aula (etapa de conceitualização), os estudantes receberam textos pré-selecionados abordando temas como reprodução de angiospermas, visitantes florais e polinização. Reunidos em grupos, os estudantes leram e debateram esses textos a fim de enriquecer a construção deste conhecimento. Esses textos também serviram de apoio para o desenvolvimento da SDI, onde os estudantes puderam reforçar sua base teórica para posteriormente obter melhor aproveitamento da atividade proposta, ampliando o repertório dos estudantes a este respeito.

Logo após o primeiro momento da aplicação desta SDI (pré-teste), já foi possível perceber a boa aceitação por parte dos estudantes que se mostraram ansiosos pelas etapas que estariam por vir. Depois da leitura dos textos, muitos estudantes mostraram-se curiosos pela

temática, comentando inclusive que não sabiam que havia tanto para se estudar sobre polinização. A partir desta curiosidade, assim como previsto, surgiram perguntas que foram muito importantes para manter os estudantes engajados, na expectativa de terem suas dúvidas sanadas no decorrer da atividade. Alguns dos questionamentos levantados pelos estudantes estão descritos no quadro 1:

Quadro 1: Perguntas realizadas pelos estudantes

“E se não tiver polinização? como faz?”

“Toda planta precisa de polinização pra se reproduzir?”

“Todo visitante floral é polinizador?”

“E é só inseto ou tem mais bicho que faz?”

“Dá pra ter polinização sem bicho?”

“E se não for pra polinizar, o inseto vai fazer o quê na flor?”

“Não é só inseto que faz polinização?”

“se não tiver polinização a planta consegue se reproduzir?”

Fonte: Elaborado pela autora

2ª Etapa (duas aulas):

A partir daí, foi dado início à etapa de investigação. Primeiramente os estudantes foram levados ao jardim da escola, onde fizeram a identificação das espécies de flores que existem ali (figura 3). Além da observação das flores, os estudantes também observaram muitos visitantes florais para tentar identificar quem são os polinizadores das espécies.

Os estudantes também fizeram a observação de flores que eles tinham em casa, bem como de espécies que encontraram no caminho de casa até a escola, dessa forma foi possível ampliar o número de espécies observadas. Essa observação extraclasse aconteceu no decorrer da semana que sucedeu essa aula e as informações coletadas foram trazidas na aula da semana seguinte.

Figura 3: Visita ao jardim da escola.



Fonte: Registros da autora

Para auxiliar na identificação dessas espécies, a professora sugeriu que utilizassem seus smartphones. Esse foi um momento de aprendizado para além da botânica, pois eles tiveram a oportunidade de aprender a utilizar os smartphones como ferramentas de estudo, dentro de um contexto em que são frequentemente coibidos de usar os aparelhos, visto que seu uso excessivo, tem se tornado um desafio nas escolas, fazendo com que o professor precise se desdobrar para manter o foco e a atenção do estudante na aula.

Embora não seja este o foco do presente trabalho, estudos indicam apontam para a necessidade da utilização das tecnologias da informação como ferramenta de apoio. Romero (2005), por exemplo, defende ser inevitável não perceber a necessidade de uma escola informatizada. Valente (2003) porém ressalta que essas tecnologias não devem ser apenas recursos modernos, mas precisam auxiliar a prática pedagógica do professor.

Sabendo que esta é a realidade com a qual precisamos lidar, ao invés de travar diariamente verdadeiras batalhas ao uso da tecnologia, faz-se necessário utilizá-la ao nosso favor, como nesse caso, onde os aparelhos tornaram-se recursos facilitadores da aprendizagem e enriqueceram a experiência dos estudantes.

Após este momento, de volta à sala de aula e visivelmente encantados com a experiência, os estudantes receberam com empolgação a ideia da criação do jogo. Nesse momento, além da apresentação da ideia do jogo e da organização da turma em equipes, foi acordado o roteiro das próximas etapas da SDI para que os estudantes chegassem nas aulas seguintes já sabendo o que deveriam desempenhar, dessa forma foi possível aproveitar melhor o tempo.

3ª etapa (duas aulas)

As duas aulas da semana seguinte foram reservadas para a montagem do jogo. Neste momento, para otimização do tempo, os estudantes foram divididos em três grupos, onde cada

um ficou responsável pela confecção de uma parte do jogo. O primeiro grupo foi responsável por elaborar as regras (quadro 2), o segundo pela confecção das peças (figura 4), e o terceiro pela escolha e confecção do tabuleiro, que foi inicialmente desenhado no quadro por um dos estudantes, enquanto os demais sugeriam ideias de como ele deveria ser. Em seguida, com ajuda da professora, as ideias ganharam forma no computador até chegar ao modelo ideal, então, a arte foi impressa em papel adesivo e colada sobre uma base de papelão (figura 5), em seguida cuidadosamente encapada com plástico adesivo transparente para proteger a imagem.

Figura 4: Peças do jogo - Peões (A), Polinizadores (B), Moedas de Pólen ©

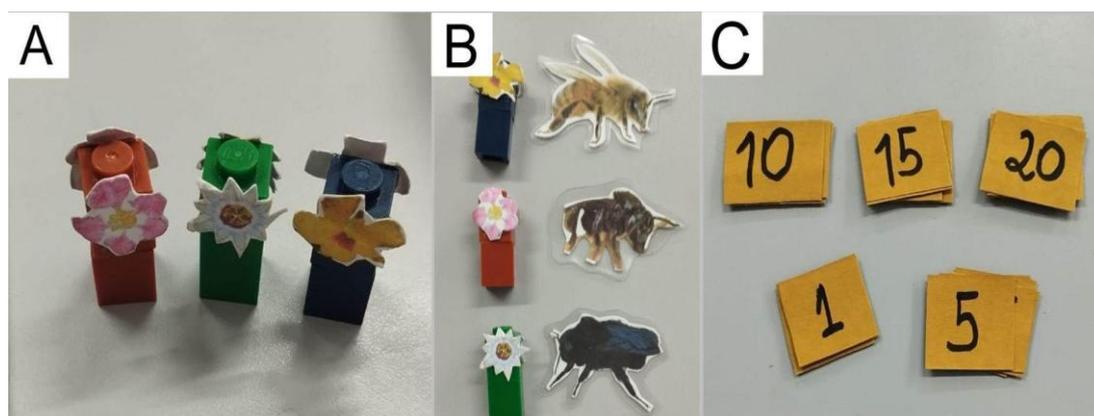


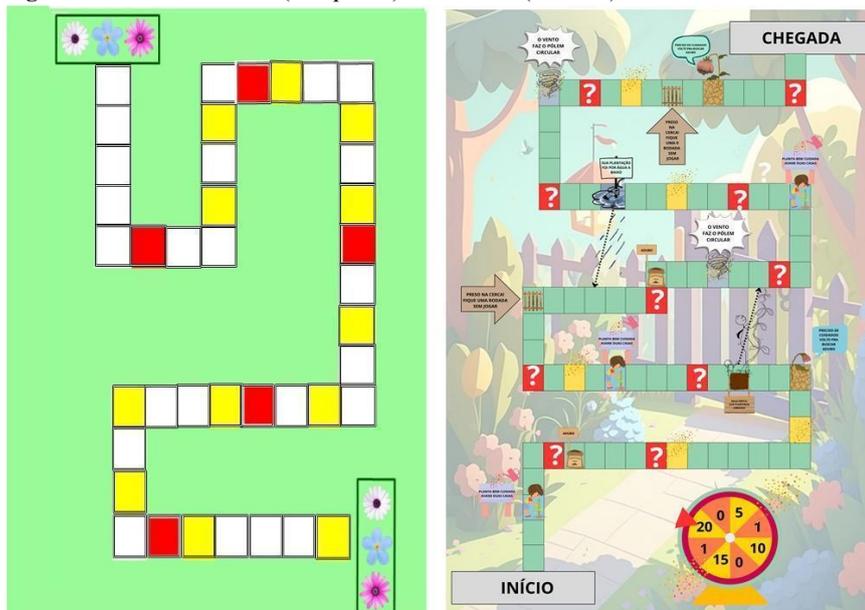
Figura 5: Montagem do tabuleiro



Fonte: Registros da autora

Para que o jogo não fosse curto demais e nem longo demais que se tornasse desinteressante, o tabuleiro foi confeccionado com pouco mais de oitenta casas, das quais dez possuem perguntas e vinte e uma são casas especiais onde o jogador obtém vantagens ou desvantagens, o que traz mais dinâmica ao jogo. Na figura 6 podemos observar um comparativo entre a ideia inicial e o tabuleiro definitivo.

Figura 6: Tabuleiros inicial (à esquerda) e definitivo (à direita).



Fonte: elaborado pelos estudantes com auxílio da autora.

Para manter a imparcialidade do jogo, a elaboração das perguntas não foi designada a um grupo específico de estudantes, esta foi uma tarefa compartilhada por todos e mediada pela professora, dessa forma todos puderam contribuir com perguntas. Para isso, os estudantes utilizaram o conhecimento que já havia sido construído ao longo das aulas anteriores, mas, também utilizaram a biblioteca e acessaram a internet utilizando o laboratório de informática ou novamente seus smartphones para ampliar o repertório. Após a seleção das perguntas, elas foram impressas, coladas em papel guache vermelho e encapadas em adesivo transparente para conservá-las, em seguida foram acondicionadas em um envelope vermelho também confeccionado pelos estudantes (figura 7).

Figura 7: Envelope e cartas com perguntas.



Fonte: Registros da autora

Esta etapa da SDI fluiu muito bem graças à organização dos estudantes. Durante a semana, cada grupo se articulou para desempenhar da melhor forma possível suas funções e ao chegar no momento reservado para a confecção do jogo, já estavam bem organizados, conseguindo dessa forma otimizar o tempo. A figura 8 mostra alguns momentos dessa aula:

Figura 8: Processo de criação do jogo



Fonte: Registro da autora

Durante a confecção do jogo, houve muito aprendizado para além da botânica, pois além do trabalho em conjunto que cada equipe estava desenvolvendo, havia também a necessidade de comunicação entre as equipes, visto que todas as tarefas eram interligadas. A equipe responsável pela confecção do tabuleiro, por exemplo, precisou estar atenta às ideias desenvolvidas pela equipe responsável pela criação das regras, pois, como é possível observar no quadro 2, muitas das regras criadas influenciam diretamente nas casas do tabuleiro. Já a equipe responsável pelas peças, precisou alinhar-se às outras duas equipes para elaborar e confeccionar peças de acordo com a necessidade do jogo.

Com isso, assim como esperado e concordando com o que afirmam Carvalho e Sasseron (2018), foi possível fortalecer habilidades, como liderança, trabalho em equipe e resolução de conflitos, além da oportunidade de desenvolver escuta ativa e cooperação, pois uma equipe só conseguiria obter êxito na tarefa que lhe foi confiada se trabalhasse para garantir que as demais equipes também seriam exitosas.

Quadro 2: Regras elaboradas pelos estudantes**Regras do jogo “Caminhos da polinização”:**

- Jogam três jogadores (ou três grupos) por partida.
- Cada jogador é representado pela flor de uma espécie diferente. Essa espécie foi escolhida entre as flores observadas pelos estudantes no jardim da escola e próximo à sua residência.
- Os jogadores, um de cada vez, devem lançar o dado e avançar no tabuleiro de acordo com o número que o dado indicar.
- Ao longo do tabuleiro há diversas casas diferentes e cada uma delas indica uma ação:
 - Há dez casas vermelhas, onde o jogador tem direito a responder uma pergunta relacionada à polinização. Se o jogador acertar a pergunta, ele é premiado com um polinizador, caso não acerte, ele segue no jogo, mas não ganha o polinizador.
 - Há dez casas amarelas, onde o jogador ganha pólen. Esse pólen pode ser usado para comprar polinizadores, caso o jogador chegue ao final do tabuleiro e não tenha conseguido polinizadores suficientes para vencer o jogo (cada polinizador custa 10 pólen).
 - Para ganhar o pólen, o jogador deve girar a roleta. O número em que parar, equivale à quantidade de pólen que ele vai ganhar (1, 5, 10, 15 ou 20).
 - Há duas casas com flores precisando de cuidados. Ao parar nesta casa, o jogador precisará voltar até a casa onde está o adubo.
 - Há duas casas com cercas, nessas casas o jogador ficará “preso” sem jogar por uma rodada.
 - Há duas casas de ventania, onde o jogador que parar nela pode escolher trocar sua quantidade de pólen pela de outro jogador.
 - Há uma casa de solo fértil, onde o jogador avançará para a linha superior do tabuleiro.
 - Há uma casa de tempestade, onde o jogador cai para a linha inferior do jogo.
 - Há três casas com plantas bem cuidadas, onde o jogador poderá avançar duas casas.
- Vence o jogo quem cruzar a linha de chegada com mais polinizadores ou com pólen suficiente para comprá-los, este jogador garantirá a polinização de sua espécie e conseqüentemente sua diversidade biológica.

Cada elemento do jogo foi pensado de maneira a atingir dois objetivos: Tornar o aprendizado criativo e ampliar as competências dos participantes de forma interativa e divertida.

As cartas com perguntas incentivam o jogador a estudar sobre o tema, pois, embora ele possa avançar no tabuleiro sem saber a resposta, ele não consegue ganhar o jogo, pois precisa conquistar os polinizadores para isso.

As moedas de pólen aumentam a competitividade do jogo, pois, ao juntá-las, o jogador pode comprar polinizadores no final, ultrapassando a quantidade de polinizadores do seu adversário e consequentemente, ganhando o jogo.

Algumas casas que aparentemente são punições, podem ajudar o jogador, pois, embora ele fique mais longe da linha de chegada quando cai em determinadas casas, voltar no jogo contribui para que ele tenha mais chances de responder perguntas e com isso aumentar seu estoque de polinizadores.

Todos estes detalhes estão em concordância com o que está posto nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 28) sobre as contribuições do jogo no desenvolvimento da criatividade dos alunos e no aprimoramento de suas capacidades pessoais e profissionais além do incentivo à interação efetiva com o conteúdo.

Com o jogo pronto (figura 9), os estudantes mostraram-se ansiosos pelo próximo encontro, onde aconteceria a quarta e última etapa da SDI (etapa de conclusão), que aconteceu na semana seguinte.

Figura 9: Jogo “caminhos da polinização”



Fonte: registro da autora

4ª Etapa (2 aulas)

Esta etapa corresponde à conclusão da SDI e foi dividida em três momentos:

No 1º momento (15 min), os estudantes foram novamente convidados a sentar-se em círculo e a relatar sua experiência com a SDI desenvolvida, realizando uma breve autoavaliação a respeito do conhecimento adquirido.

Este momento foi importante para a avaliação da eficácia do método aplicado, e assim como afirmam Scarpa e Campos (2018), nesta etapa os estudantes já haviam construído saberes suficientes para defenderem suas opiniões. Os feedbacks foram muito positivos e os estudantes relataram o quanto a SDI foi leve, afirmando que, embora tenham trabalhado muito mais do que numa aula expositiva, já que participaram ativamente desde o início, em momento algum as atividades foram maçantes e cansativas. Algumas afirmações feitas pelos estudantes estão registradas no quadro 3.

Quadro 3: Feedback dos estudantes

“Achei que ia ser chato mas no fim gostei! não sabia que planta tinha tanta coisa pra aprender”
“Eu achei interessante demais a reprodução das plantas”
“Foi melhor do que ficar só escrevendo.”
“A senhora devia fazer aula assim com outros assuntos também.”
“Na minha cabeça, polinização era só abelha tirando coisas da flor pra se alimentar. agora já sei.”
“Deu trabalho mas foi legal. Por mim todas as aulas podiam ser assim!”
“Era bom que a gente fizesse outros jogos pra ajudar também em outros assuntos”
“Não achei que a gente ia ter capacidade de fazer um negócio tão organizado”
“Quando a aula é diferente a gente se interessa muito mais”
“Às vezes não é o assunto que ta chato, é só o jeito de ensinar que é chato”

Analisando o feedback dos estudantes, podemos concordar com Stagg e Verde (2018) quando afirmam que a reprodução das plantas atrai a curiosidade dos estudantes, além de evidenciarem as plantas como elementos vivos e importantes para o ecossistema. Muitos dos

participantes desta pesquisa mostraram-se encantados pelos mecanismos envolvidos no processo de reprodução.

No 2º momento (70 minutos) foi a hora de aplicar o jogo. Os estudantes puderam usufruir do recurso didático no qual trabalharam para construir. Corroborando com o que afirma Cunha (1988), o jogo pedagógico proporcionou um momento lúdico e prazeroso, diferenciando-se de outros materiais pedagógicos, onde foi possível avaliar também o aprendizado da turma em relação aos conteúdos trabalhados durante as demais etapas do processo. A figura 10 mostra um pouco de como foi esse momento.

Figura 10: Estudantes jogando



Fonte: registros da autora

O 3º momento (15 minutos), foi o momento em que os estudantes responderam ao pós-teste. Comparando os resultados do pré-teste, realizado quando os estudantes haviam assistido apenas às aulas teóricas de botânica, com os resultados do pós-teste, aplicado após os estudantes participarem de todas as etapas da SDI, inclusive o momento do jogo, é possível mensurar um pouco do quanto estas atividades foram proveitosas (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados do pré e pós-testes

Fonte: Elaborada pela autora

Nº de acertos no pré-teste	Quantidade de estudantes	Nº de acertos no pós-teste	Quantidade de estudantes
Nenhum acerto	2	Nenhum acerto	0
1 – 4 acertos	14	1 – 4 acertos	4
5 – 7 acertos	12	5 – 7 acertos	10
8 – 10 acertos	2	8 – 10 acertos	16

Como descrito na Tabela 1, ao realizar o pré-teste, a maioria dos estudantes obteve desempenho ruim, atingindo entre um e quatro acertos. Pouco mais de um terço dos estudantes obtiveram desempenho mediano e apenas dois deles atingiram o desejável (entre oito e dez acertos.)

Já no pós-teste, realizado após a aplicação da SDI, a grande maioria dos estudantes apresentou ótimo rendimento, atingindo entre oito e dez acertos. Um terço deles apresentou desempenho mediano e apenas quatro obtiveram menos de quatro acertos, sendo que nenhum chegou a zerar o teste, ao contrário do ocorrido no teste anterior.

Com intuito de auxiliar na prática docente de outros professores, o roteiro desta sequência didática, bem como algumas sugestões para possíveis alterações, encontra-se em Apêndices.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já foi dito ao longo deste TCM, muitas vezes conteúdos de botânica podem parecer desinteressantes quando abordados de forma tradicional, o que resulta em pouca adesão da turma nas aulas e conseqüentemente baixo rendimento no que diz respeito à aprendizagem efetiva dos conteúdos. Porém, durante esta SDI, foi perceptível o quão enriquecedoras foram as vivências para o aprendizado dos conceitos de botânica, angiospermas e polinização, foco principal da pesquisa, mas também para além deles. Diversas outras habilidades foram fortalecidas nos estudantes, entre elas a proatividade e assertividade, capacidade de organização de ideias e de trabalho em equipe, além da criatividade na elaboração do jogo, corroborando com o que afirmam Carvalho e Sasseron (2018) a respeito do ensino por investigação.

Na observação contínua de toda SDI, analisando a participação, engajamento e interesse dos estudantes, ficou claro para a pesquisadora que a atividade teve um aproveitamento muito maior se comparada a uma aula expositiva tradicional. Com isso, considera-se que a presente SDI atingiu seus objetivos, visto que, cumprindo o que foi proposto, o jogo foi confeccionado com sucesso, desempenhando satisfatoriamente seu papel de ferramenta pedagógica auxiliar na construção do conhecimento do tema trabalhado. Além disso, os objetivos de trazer ludicidade para as aulas e de promover o protagonismo do estudante também foram atingidos.

Julgo ainda que as atividades propostas podem ser inclusive adaptadas para outras temáticas, enriquecendo a prática docente também em outras áreas, pois sabemos que muitas são as dificuldades e desafios encontrados pelo professor diariamente nas mais diversas áreas do conhecimento. É difícil conceder liberdade intelectual ao estudante quando se precisa seguir um currículo muitas vezes restritivo, lidar com pressões e muitas vezes com a falta de formação adequada (Carvalho 2018). Porém, independente das dificuldades, cabe ao professor fomentar o protagonismo destes estudantes nas aulas e conseqüentemente na construção de seu aprendizado, pois como ressalta Demo (1998) eles são como nossos “parceiros de trabalho” e não “alunos-objeto” cuja única função seja absorver informações para reproduzi-las em algum momento.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, D.F.; MORAES, M.G. Circuito florístico: uma estratégia para o ensino de botânica. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, p. 3547–3558, 2014.

BPBES/REBIPP (2019): **Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil**. Marina Wolowski; Kayna Agostini; André Rodrigo Rech; Isabela Galarda Varassin; Márcia Maués; Leandro Freitas; Liedson Tavares Carneiro; Raquel de Oliveira Bueno; Hélder Consolaro; Luisa Carvalheiro; Antônio Mauro Saraiva; Cláudia Inês da Silva; Padgurschi M. C. G. (Org.). 1ª edição, Campinas, SP. 184 páginas. ISBN: 978-85-60064-83-0

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional Curricular Comum: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2019

BRENELLI, R. P. **O jogo como espaço para pensar: a construção de noções lógicas aritméticas**. Campinas: Papirus, 1996.

CAMPOS, Maria Célia Rabello Malta. **A importância do jogo no processo de aprendizagem**. 2005. Disponível em: <http://www.psicopedagogia.com.br/entrevistas/entrevista.asp?entrID=39>. Acesso em: 22 jul. 2023.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. **Ensino e aprendizagem de física no ensino médio e a formação de professores**. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 43-55, 2018.

CRUZ, L. P.; MARCOS, R. F.; WALDEREZ, M. J. **O estudo de plantas medicinais no ensino fundamental: uma possibilidade para o ensino da botânica**. IN: VII Enpec, Encontro Nacional de Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.

CUNHA, N. **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE, 1988.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 1998.

FÉLIX, Lisandra Soares. **Jogos didáticos para o ensino de botânica: uma proposta para favorecer a aprendizagem significativa**. 2015. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET -

Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO.

GHILARDI-LOPES, N. P.; ZATTARA, E. E. **Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul [livro eletrônico]**. 1. ed. -- São Carlos, SP: Cubo Multimídia, 2022. PDF. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/359398930_Ciencia_citada_e_polinizadores_da_America_do_Sul. Acesso em: 30 jul. 2023

KLEIN A-M, VAISSIERE BE, CANE JH, et al. (2007) **Importance of pollinators in changing lands - capes for world crops**. Proc R Soc B Biol Sci 274:303–313. doi: 10.1098/rspb.2006.3721

LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D. **Análise da metodologia de ensino de Ciências nas escolas da rede municipal do Recife. Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**. v. 14, n. 52, p. 397-412. 2006.

MALUF, A. C. M. **Atividades lúdicas como estratégias de ensino aprendizagem.**

Psicopedagogia Online, 2006. Disponível em:

<http://www.psicopedagogia.com.br/index.php/649-atividades-ludicas-como-estrategiasde-ensino-e-aprendizagem>. Acesso em 21 jul. 2023

MELO, E. A., ABREU, F. F., ANDRADE, A. B., ARAÚJO, M. I. O. **A aprendizagem de Botânica no Ensino Fundamental: dificuldades e desafios**. Scientia Plena, Sergipe, v.8, n.10, 2012.

MOREIRA, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MOTOKANE, M.T. **Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia**. Revista Ensaio. Belo Horizonte, v. 17, p.115-137, nov., 2015.

MOYLES, J. R. **Só brincar? O papel do brincar na educação infantil**. Tradução: Maria Adriana Veronese. Porto Alegre: Artmed, 2001.

NOGUEIRA, A. M.; BARCELOS DE SOUZA, G.; ALVES MOREIRA, L.. **A utilização de jogos didáticos na disciplina de biologia no ensino médio técnico: The use of didactic games in biology discipline in technical high school**. Revista Cocar, [S. l.], v. 15, n. 32, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uempa.br/index.php/cocar/article/view/4154>. Acesso em: 28 set. 2024.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L.A.; JONG, T. de; RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. **Phases of inquirydased learning: Definition and the inquiry cycle**. **Educational Research Review**, n. 14, p. 47-61, 2015. disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003> Acesso em: 25 jul. 2023

PERNAMBUCO, Secretaria de Educação e esportes. **Currículo de Pernambuco: ensino médio**: Secretaria de Educação e Esportes, União dos Dirigentes Municipais de Educação, Recife, 2021

PINTO, L. T. **O Uso de Jogos Didáticos No Ensino de Ciências No Primeiro Segmento Do Ensino Fundamental Da Rede Municipal Pública De Duque de Caxias**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2009. 138p.

ROMERO, S. **Novas tecnologias na escola**. Campo Grande: UCDB, 2005.

SCARPA, Daniela Lopes e CAMPOS, Natália Ferreira. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação**. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018 Tradução .. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SILVA, Patrícia Gomes Pereira. **O ensino da botânica no nível fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2008

STAGG, B. C., & Verde, M. F. (2018). **Story of a seed: educational theatre improves students' comprehension of plant reproduction and attitudes to plants in primary science education**. *Research in Science & Technological Education*, 37(1), 15– 35. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1455655>. Acesso em: 12 ago. 2023

URRY, L. A. et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2010. 1 recurso online. ISBN 9786558820680. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9786558820680>. Acesso em: 15 ago. 2023.

URRY, L. A. et al. **Biologia de Campbell**. 12. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2022. 1 recurso online. ISBN 9786558820680. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9786558820680>. Acesso em: 28 ago. 2023.

ROMERO, S. **Novas tecnologias na escola**. Campo Grande: UCDB, 2005.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*, v.61, p.84-6, 1999.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A – GUIA DIDÁTICO DOCENTE

Guia Didático Docente



CAMINHOS DA POLINIZAÇÃO: A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO PEDAGÓGICO COMO FERRAMENTA NA APRENDIZAGEM DE TEMAS DE BOTÂNICA



Denise Venâncio Milanêz
Tarcila Correia de Lima Nadia

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO



Caro professor,

A polinização é um tema de grande relevância, não apenas para a Biologia, mas também para a compreensão e valorização da biodiversidade. Ao trabalhar esse tema com seus alunos, você estará contribuindo não apenas para sua formação acadêmica, mas também para a formação de cidadãos conscientes e engajados na preservação do meio ambiente.

Este guia foi cuidadosamente elaborado para auxiliá-lo em sua prática pedagógica, por meio de uma sequência didática de caráter investigativo, que culmina na construção de um jogo pedagógico. Esperamos que este guia seja um recurso útil em sua jornada.

Atenciosamente,
As autoras





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



Este guia didático de orientação docente é parte do Projeto “Polinização nas escolas: explorando os múltiplos aspectos da polinização por meio da elaboração de estratégias e materiais didáticos” coordenado por Tarcila Correia de Lima Nadia, e aprovado pela FACEPE (APQ-1160-7.08/22).



Sumário

Introdução	5
Metodologia	6
Objetivos	7
Público- alvo	7
Competências e habilidades	7
Recursos	7
Primeira etapa	8
Aplicação do pré-teste	8
Partilha do conhecimento prévio	9
Leitura e textos em grupo	9
Segunda etapa	10
Visita ao jardim da escola	10
Apresentação da proposta do jogo	10
Terceira etapa	11
Montagem do jogo	11
Sugestão de regras para o jogo	12
Quarta etapa	13
Auto avaliação e feedback dos estudantes	13
Aplicação do jogo	13
Aplicação do pós-teste	14
Avaliação	15
Considerações finais	16
Referências	17
Anotações	18



Introdução

A polinização é um processo fundamental na reprodução das angiospermas e pode acontecer de diversas maneiras, incluindo o transporte por insetos, aves, vento ou até mesmo pela água. É um processo de grande importância ecológica, sendo vital para a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas. Mas embora saibamos da relevância dos polinizadores e do processo de polinização, este, assim como diversos outros temas botânicos, é um assunto negligenciado dentro das escolas, passando muitas vezes despercebido ou sendo meramente citado ao mencionar a reprodução das plantas.

Estudar a polinização na educação básica é de extrema importância, pois permite que os estudantes compreendam este processo natural essencial à vida no planeta. Através desse aprendizado, é possível despertar a conscientização sobre a necessidade de preservação dos polinizadores, como abelhas, borboletas e outros insetos, que estão em declínio devido a fatores como o uso indiscriminado de pesticidas e a destruição dos habitats naturais. Além disso, entender a polinização ajuda a formar cidadãos mais informados e engajados na preservação ambiental e no desenvolvimento de práticas sustentáveis.



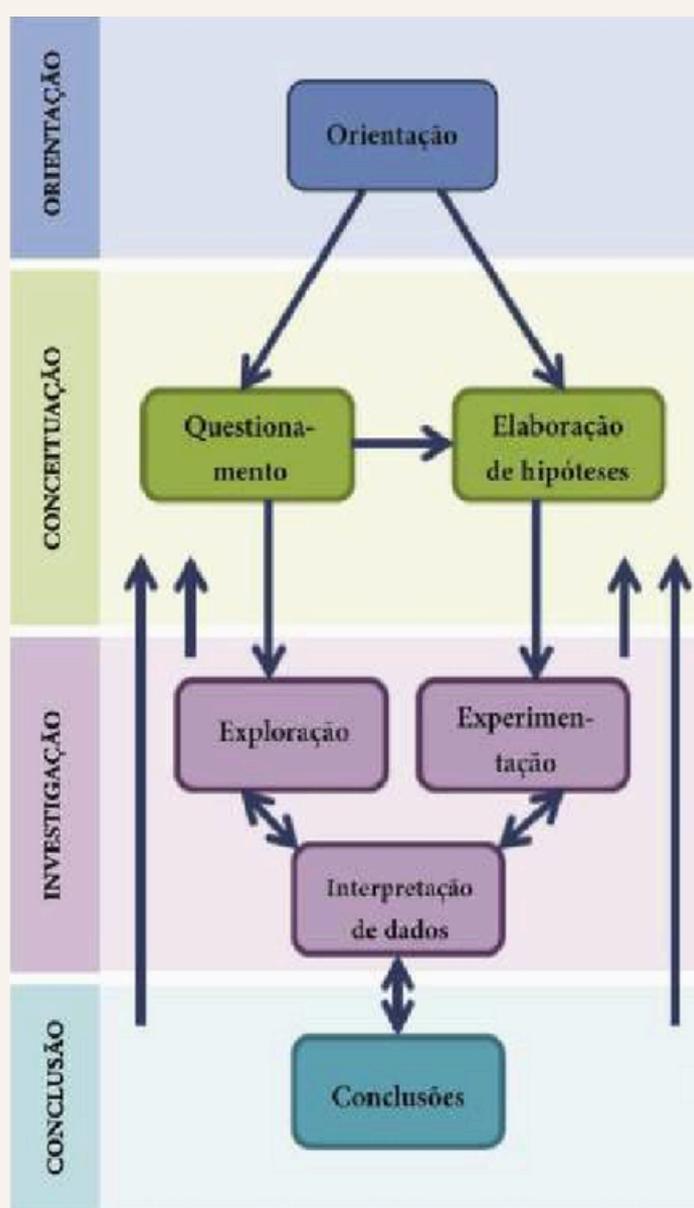
Metodologia

Para a realização desta sequência didática, foram utilizadas as fases do ciclo investigativo proposto por Pedaste et al (2015), representado na figura 1. De acordo com Scarpa e Campos (2018), O ciclo investigativo corresponde a uma boa forma de operacionalizar em sala de aula o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI).

Inicialmente, quando esta sequência didática foi idealizada, pensou-se em executá-la nas aulas de biologia, após a ministração das aulas teóricas de botânica, mas devido ao curto tempo, para a realidade da pesquisadora, foi mais viável realizá-la durante a disciplina eletiva de biologia complementar. Neste caso, para o desenvolvimento da SDI, foram utilizadas oito aulas, divididas em quatro etapas (duas aulas por semana).



Figura 1 - Ciclo investigativo de Pedaste



Objetivos

- Criar e montar, junto aos estudantes, um jogo de tabuleiro a partir de uma Sequência Didática de caráter investigativo com foco na polinização e utilizar o jogo construído como ferramenta pedagógica no aprendizado do conteúdo proposto.
- Fornecer ferramentas para ampliar a base teórica a respeito do tema trabalhado.
- Instigar a curiosidade dos estudantes a fim de mantê-los engajados durante a SDI.
- Promover o protagonismo estudantil através de sua participação ativa na criação e montagem do jogo.

Público-alvo

Estudantes do segundo ano do ensino médio

Competências e habilidades

- Compreender o processo de polinização e sua importância para a reprodução de angiospermas.
- Valorizar a biodiversidade animal e vegetal
- Reconhecer a importância ecológica e econômica do processo de polinização

Recursos

- Computadores e Smartphones
- Sites de pesquisa
- Material de papelaria (Papel, cola, tesoura, etc)
- Marcador para quadro
- Papelão para construção do tabuleiro
- Material impresso



01

Primeira etapa



Aplicação do pré-teste

Esta etapa é importante para entender o quanto os estudantes já sabem sobre o assunto e também para servir de comparativo com o pós-teste e mensurar a eficiência da SDI. Utilizei como pré-teste as dez afirmativas presentes no quadro abaixo, porém o professor pode adaptar de acordo com o que julgar necessário.

Assinale as afirmativas abaixo marcando V quando julgá-las Verdadeiras e F quando Falsas

- () A polinização ocorre apenas quando o pólen é transferido do estame para o pistilo da mesma flor.
- () As angiospermas são plantas com flores que produzem sementes protegidas por frutos]
- () Todos os visitantes florais são considerados polinizadores.
- () A polinização cruzada ocorre quando o pólen é transferido entre flores de diferentes plantas.
- () As abelhas são os únicos animais que polinizam plantas.
- () O vento também pode ser um agente de polinização.
- () Em plantas angiospermas, o fruto se desenvolve a partir do ovário após a fertilização.
- () Os insetos são atraídos para as flores apenas pela cor das pétalas.
- () A polinização é essencial para a produção de frutos em muitas espécies de plantas
- () A autopolinização nunca ocorre em angiospermas

Após a aplicação da SDI, senti a necessidade de uma questão aberta e sugiro fortemente que seja inserida uma questão simples tanto no pré-teste quanto no pós-teste para dar ao estudante a oportunidade de expressar suas ideias. É importante que seja respondido de forma individual e sem consulta.

Partilha de conhecimento prévio

Esse momento é essencial que os alunos falem sobre o que sabem de maneira informal e sem julgamentos, não importando se suas ideias estão certas ou erradas. O importante aqui é valorizar o conhecimento que ele já carrega. Pergunte o que sabem sobre polinização, deixe-os à vontade para falar de suas vivências.

Leitura de textos em grupo

Esses textos são importantes para instigar a curiosidade e provocar questionamentos sobre o tema. A partir das hipóteses levantadas aqui a SDI se desenvolverá. Sugiro os textos citados no quadro abaixo, porém também podem ser utilizados outros textos que o professor julgar pertinentes.

Textos sugeridos para leitura

- 1.Plantas, polinizadores e algumas articulações da biologia da polinização com a teoria ecológica (Barônio et al 2016)
- 2.O contraste entre síndromes de polinização e sistemas efetivos de polinização e suas perspectivas para ecossistemas associados à mata atlântica. (obermuller et al. 2008)
- 3.Quando um visitante floral é um polinizador? (alves-dos-santos et al 2016)
- 4.Interações planta-animal na caatinga: visão geral e perspectivas futuras (leal et al - 2018)

Segunda etapa



Visita ao jardim da escola

Nesta etapa os estudantes devem observar flores e polinizadores e realizar anotações sobre eles. Eles podem utilizar seus smartphones e realizar a identificação das espécies com auxílio da internet.

Caso a escola não possua jardim, esta etapa pode ser realizada nos arredores da escola em parques ou praças localizados nas proximidades. Na ausência dessas opções o professor pode solicitar que os estudantes realizem essa observação no caminho ou próximo às suas residências e tragam as anotações na aula seguinte.

Apresentação da proposta do jogo

De volta a sala de aula, o professor deve dar as instruções para confecção do jogo. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 28) jogos são valiosos recursos no processo de apropriação do conhecimento, e para Nogueira et al. (2021), na biologia os jogos possibilitam a interdisciplinaridade e contribuem para a melhoria do ensino, assimilação do conteúdo e interação entre estudante e professor.

Os estudantes devem ser separados a turma em grupos e designando tarefas a cada um deles, como a criação das peças, tabuleiro e regras. É importante direcioná-los mas também permitir que eles tenham liberdade neste processo para.

Vale ressaltar que embora as responsabilidades estejam divididas entre os grupos, eles precisam trabalhar todos juntos pois é impossível dissociar as partes do jogo. Quem desenha o tabuleiro, precisa conhecer as regras, quem cria as regras precisa saber quais serão as peças, e assim por diante.

As orientações básicas recebidas pelos estudantes para esta foram:

1

Deve ser um jogo de tabuleiro clássico

2

Deve ser um jogo que teste os conhecimentos

3

Utilização de material reciclado ou de baixo custo

Terceira etapa

Montagem do Jogo

É essencial para a fluidez desta etapa que os grupos estejam muito bem orientados e cientes de suas responsabilidades para que o tempo seja muito bem aproveitado, pois nestas duas aulas eles deverão deixar o jogo totalmente pronto, incluindo, tabuleiro, peças, cartas, regras.

Abaixo, deixo a imagem do tabuleiro definitivo elaborado pelos estudantes, bem como fotos das peças e também as regras do jogo que foi construído nesta pesquisa. As imagens podem servir de referência, mas o docente tem autonomia para executar todas as etapas da SDI adaptando-as da forma que for mais pertinente à sua realidade.

Figura 2.



Figura 3

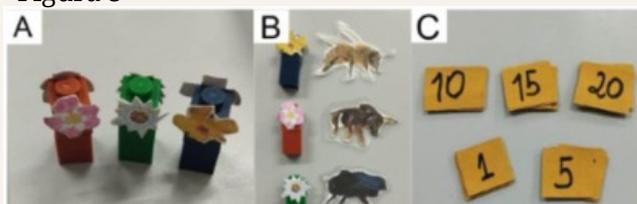


Figura 4



Para o tabuleiro, primeiro foi feita uma captação de idéias pelos estudantes com referências de outros jogos inclusive. Depois, com o esboço já pronto e com o auxílio da professora, chegou-se ao modelo da figura 2. Na figura 3, temos os peões (A) os polinizadores (B) e os cartões de pólen (C). Na figura 4 temos as cartas com as perguntas e o envelope para armazená-las.

Regras do jogo

- Jogam três jogadores (ou três grupos) por partida.
- Cada jogador é representado pela flor de uma espécie diferente. Essa espécie foi escolhida entre as flores observadas pelos estudantes no jardim da escola e próximo à sua residência.
- Os jogadores, um de cada vez, devem lançar o dado e avançar no tabuleiro de acordo com o número que o dado indicar.
- Ao longo do tabuleiro há diversas casas diferentes e cada uma delas indica uma ação:
 - Há dez casas vermelhas, onde o jogador tem direito a responder uma pergunta relacionada à polinização. Se o jogador acertar a pergunta, ele é premiado com um polinizador, caso não acerte, ele segue no jogo, mas não ganha o polinizador.
 - Há dez casas amarelas, onde o jogador ganha pólen. Esse pólen pode ser usado para comprar polinizadores, caso o jogador chegue ao final do tabuleiro e não tenha conseguido polinizadores suficientes para vencer o jogo (cada polinizador custa 10 pólenes).
 - Para ganhar o pólen, o jogador deve girar a roleta. O número em que parar, equivale à quantidade de pólenes que ele vai ganhar (1, 5, 10, 15 ou 20).
 - Há duas casas com flores precisando de cuidados. Ao parar nesta casa, o jogador precisará voltar até a casa onde está o adubo.
 - Há duas casas com cercas, nessas casas o jogador ficará “preso” sem jogar por uma rodada.
 - Há duas casas de ventania, onde o jogador que parar nela pode escolher trocar sua quantidade de pólen pela de outro jogador.
 - Há uma casa de solo fértil, onde o jogador avançará para a linha superior do tabuleiro.
 - Há uma casa de tempestade, onde o jogador cai para a linha inferior do jogo.
 - Há três casas com plantas bem cuidadas, onde o jogador poderá avançar duas casas.
- Vence o jogo quem cruzar a linha de chegada com mais polinizadores ou com pólen suficiente para comprá-los, este jogador garantirá a polinização de sua espécie e conseqüentemente sua diversidade biológica.

Quarta etapa



Esta é a quarta e última etapa da sequência didática e corresponde à conclusão. Aqui é esperado que os estudantes construam afirmações suficientes para sustentar seu posicionamento diante das hipóteses levantadas (Scarpa; Campos, 2018).

Se tudo deu certo até aqui, é provável que os seus estudantes estejam muito ansiosos por este momento, assim como os meus estavam, visto que se empenharam e trabalharam bastante durante quatro semanas para que este projeto acontecesse. Portanto, esta é uma experiência muito importante para eles. As duas aulas reservadas para esta etapa, serão dividida nos três momentos destacados abaixo:

Auto avaliação e feedback dos estudantes

Este momento é reservado para os estudantes avaliarem seu próprio desempenho ao longo da SDI. É uma excelente oportunidade para os estudantes desenvolverem o senso crítico a respeito de si mesmos, avaliando no que foram bons e no que ainda podem melhorar. Esta também é a hora também de terem liberdade para dar seu feedback a respeito da estrutura da SDI e da forma como foi conduzida, contribuindo para a avaliação da eficácia do método utilizado pelo professor.

Aplicação do jogo

Com o jogo pronto, eles poderão usufruir do recurso construído ao longo da SDI num momento lúdico e prazeroso. Este momento necessita de pouquíssima intervenção do professor, apenas no sentido de acompanhar o desenrolar do jogo ou julgar algum movimento como válido ou inválido dentro do jogo.

Aplicação pós- teste

Novamente os estudantes devem responder individualmente e sem consulta. É interessante que eles mesmos façam um comparativo entre a quantidade de acertos atingida antes e depois da SDI para que possam ver de forma concreta o quanto aprenderam. Foram utilizadas as afirmativas expostas a seguir, mas cabe ao professor utilizá-las ou criar outras que sejam pertinentes à sua aula.

Assinale as afirmativas abaixo marcando V quando julgá-las Verdadeiras e F quando Falsas

- () A polinização pode ocorrer tanto entre flores da mesma planta quanto entre flores de plantas diferentes.
- () As angiospermas são plantas que têm flores e produzem frutos sem sementes.
- () Todos os visitantes florais contribuem para a polinização efetiva da planta.
- () A polinização cruzada contribui para a variabilidade genética das plantas.
- () Além das abelhas, outros animais, como borboletas e morcegos, também polinizam plantas.
- () Plantas polinizadas pelo vento sempre têm pétalas maiores.
- () O ovário da flor se transforma em fruto após a fecundação em plantas angiospermas.
- () Os visitantes florais são atraídos apenas pelo cheiro.
- () A polinização é um processo fundamental para a reprodução de muitas plantas.
- () Algumas angiospermas podem realizar tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada.

Avaliação

A avaliação da aprendizagem do estudante deve ser feita durante toda SDI. Para isso, recomendo o uso de uma ficha individual para cada aluno onde ele será avaliado em vários critérios durante cada etapa da SDI. A ficha pode seguir o modelo abaixo ou ser adaptada de acordo com as necessidades do professor.

Aluno: _____

 Frequência Critério	Sempre	Frequentemente	Raramente	Nunca
Participação ativa				
Pergunta quando tem dúvida				
Demonstra interesse				
Age de forma proativa				
Se propõe a ajudar os colegas				
Cumpre as orientações				
Lidera o grupo				

Considerações finais

Este guia foi desenvolvido para auxiliá-lo na execução de uma sequência didática de caráter investigativo onde o protagonismo estudantil é um dos objetivos principais, visto que cada etapa gira em torno seus saberes e competências.

Ao pôr em prática as orientações deste guia, você oportunizará aos seus estudantes a enriquecedora experiência de construir um recurso pedagógico para auxiliá-los no seu próprio aprendizado. Tal experiência certamente resultará num engajamento muito maior por parte dos estudantes se comparado à uma aula expositiva tradicional, conseqüentemente atingindo aprendizagens mais significativas.

Agradeço à todos os envolvidos na construção deste guia, sobretudo aos estudantes do 2º ano A 2024 da EREM Regueira Costa por sua colaboração e brilhante participação nesta pesquisa.

Desejo uma experiência em sala de aula maravilhosa à quem desejar também executar esta SDI e a cada professor que ler este guia em busca de novas abordagens para suas aulas, desejo que permaneça sempre motivado e inspirado à fazer uma educação básica de qualidade.



Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

NOGUEIRA, A. M.; BARCELOS DE SOUZA, G. .; ALVES MOREIRA, L. . **A utilização de jogos didáticos na disciplina de biologia no ensino médio técnico**: The use of didactic games in biology discipline in technical high school. Revista Cocar, [S. l.], v. 15, n. 32, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4154>. Acesso em: 28 set. 2024.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L.A.; JONG, T. de; RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquirydased learning: Definition and the inquiry cycle. Educational Research Review, n. 14, p. 47-61, 2015. disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003> Acesso em: 25 Jul. 2023

SCARPA, Daniela Lopes e CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018 Tradução .. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>. Acesso em: 24 Ago. 2023.



APÊNDICE B - PERGUNTAS ELABORADAS PARA O JOGO

<p>O que são visitantes florais?</p> <p>Visitantes florais são animais que se alimentam de néctar ou pólen das flores, como abelhas, borboletas, beija-flores e pássaros.</p>	<p>Qual é o papel dos visitantes florais na polinização?</p> <p>São fundamentais na polinização, transferindo pólen de uma flor para outra, permitindo a fertilização e a produção de sementes.</p>	<p>Como as flores atraem os visitantes florais?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cores vibrantes - Formas e tamanhos atraentes - Odores atrativos - Produção de néctar e pólen
<p>Quais são exemplos comuns de insetos pilhadores?</p> <p>Formigas, Besouros carniceiros, Vespas</p>	<p>Qual é o impacto dos insetos pilhadores no ecossistema?</p> <p>Ajudam a limpar restos de alimentos e materiais orgânicos que poderiam se acumular e contribuem para a decomposição e reciclagem de nutrientes</p>	<p>Os insetos pilhadores têm algum benefício evolutivo?</p> <p>Sim, pois permite que esses insetos economizem energia na busca e coleta de alimentos. Ao aproveitar recursos já disponíveis no ambiente.</p>
<p>O que são insetos pilhadores?</p> <p>São aqueles que obtêm alimento ou outros recursos de maneira oportunista, explorando fontes de comida que já foram coletadas ou deixadas por outros animais.</p>	<p>Qual é o objetivo principal dos visitantes florais ao visitar as flores?</p> <p>Coletar néctar e pólen para alimentação</p>	<p>Como os visitantes florais transferem pólen entre flores da mesma espécie?</p> <p>As flores têm estruturas específicas, como estames e pistilos, e também produzem substâncias químicas que atraem os visitantes para a flor certa.</p>
<p>De que forma visitantes florais podem trazer prejuízo para as plantas?</p> <p>Danificando a estrutura da flor ou trazendo doenças como fungos por exemplo</p>	<p>Como um inseto pilhador pode prejudicar a planta?</p> <p>Reduzindo os recursos daquela flor para atrair polinizadores, pois eles roubam o néctar e o pólen sem oferecer nada em troca para a planta.</p>	<p>Como ocorre a polinização nas angiospermas?</p> <p>Ocorre quando o pólen é transferido da antera (parte masculina) para o estigma (parte feminina) da flor.</p>

<p>O que é pólen?</p> <p>Conjunto de grãos microscópicos que contém células sexuais masculinas das plantas</p>	<p>Quais são os principais tipos de polinização?</p> <p>Biótica e abiótica</p>	<p>Qual a importância da polinização?</p> <p>Reprodução das plantas e biodiversidade</p>
<p>Qual a importância das abelhas na polinização?</p> <p>São essenciais para muitas plantas, principalmente na agricultura, aumentando a produção</p>	<p>Cite exemplos de polinização abiótica:</p> <p>Vento e água</p>	<p>Como ocorre a polinização pelo vento?</p> <p>O pólen é carregado pelo vento de uma flor até o estigma da outra</p>
<p>O que é polinização explosiva?</p> <p>Mecanismo pelo qual a planta dispensa pólen de forma rápida e intensa</p>	<p>Quem são os principais agentes polinizadores?</p> <p>Insetos, pássaros, mamíferos, água e vento</p>	<p>O que pode acontecer se faltar polinizadores na natureza?</p> <p>Muitas plantas não conseguem se reproduzir, o que pode reduzir a produção de alimentos e prejudicar os ecossistemas.</p>
<p>Quais são as tecnologias emergentes para a polinização?</p> <p>Drones, robôs polinizadores, sensores para monitorar a saúde dos polinizadores</p>	<p>Como podemos ajudar na conservação dos polinizadores?</p> <p>Plantando flores nativas, evitando pesticidas e apoiando práticas agrícolas sustentáveis</p>	<p>Quais as novidades adaptativas que garantiram o sucesso evolutivo das Angiospermas?</p> <p>Flores e frutos</p>
<p>Qual o impacto das mudanças climáticas na visitação floral?</p> <p>Alterar a época de floração das plantas para um momento em que os visitantes florais estão menos ativos, dificultando sua interação.</p>	<p>Toda planta pode ser polinizada por qualquer polinizador?</p> <p>Não, muitas plantas têm polinizadores exclusivos.</p>	<p>Como a introdução de plantas exóticas pode interferir na polinização?</p> <p>Pode gerar competição entre plantas, reduzir os recursos disponíveis e causar confusão visual para os polinizadores.</p>

APÊNDICE C: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: “Caminhos da polinização: a construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de botânica”. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Denise Venâncio Milanêz e está sob a orientação de Tarcila Correia de Lima Nadia.

Todas as suas dúvidas poderão ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas depois de você entender tudo que será feito nesta pesquisa, se você concordar com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo será entregue a você para que seus pais ou responsáveis possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você pode ficar à vontade para decidir participar ou não da pesquisa. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum problema. Mesmo que seus pais ou responsáveis assinem, você só participará se quiser.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Descrição da pesquisa: Desenvolver um conjunto de atividades em sala de aula, para elaboração de um jogo de tabuleiro como instrumento que possa auxiliar no ensino de temas relacionados à botânica, com enfoque principal no processo de polinização. A pesquisa será realizada na Escola De Referência no Ensino Médio Regueira Costa, situada na Rua Regueira Costa, S/N, no Bairro do Rosarinho, Zona Norte do Recife - PE, e terá duração de oito aulas de 50 minutos cada, onde os estudantes participarão da confecção de um jogo pedagógico que auxiliará no aprendizado dos conteúdos de botânica. A pesquisa terá quatro etapas, cada uma com a duração de 2 aulas de 50 minutos cada.

Na primeira etapa, os alunos responderão a uma série de afirmativas assinalando verdadeiro ou falso para cada uma delas, depois terão a oportunidade, caso queiram, de falar um pouco sobre seus conhecimentos a respeito do tema. Em seguida haverá a leitura de textos trazidos pela professora para servir de base para as outras etapas.

Na segunda etapa, a professora apresentará o modelo de jogo proposto e os estudantes vão se dividir em grupos para iniciar a confecção, pensando juntos como será cada elemento..

Na terceira etapa, será a montagem do jogo para deixá-lo pronto.

Na quarta e última etapa, os estudantes serão convidados a relatar sua experiência com a pesquisa, refletindo sobre sua eficácia no aprendizado, depois será a hora de aplicar o jogo, onde os estudantes poderão aproveitar o recurso didático que construíram.

- Riscos diretos e indiretos:

Risco de exposição da imagem (termo de liberação de divulgação de imagem impresso e assinado pelos pais ou responsável de maior idade).

Risco de estresse durante a elaboração do jogo, onde todas as etapas haverá mediação da pesquisadora, no intuito de minimizar este possível desconforto, auxiliando na resolução de possíveis problemas que possam surgir no processo.

Risco de timidez, onde os estudantes serão incentivados a superar essa dificuldade, porém, terão liberdade de atuar apenas onde se sentirem confortáveis e seguros para tal.

Fica reservado aos estudantes o direito de participar ou não da pesquisa.

Em caso de emergências, a pesquisadora será responsável por prestar os primeiros socorros ainda na escola, como também, se necessário, providenciar atendimento médico imediato, acompanhando o estudante à unidade de saúde mais próxima, no caso, a Policlínica Lessa de Andrade, localizada a 4,4km da escola.

- Benefícios diretos e indiretos: A pesquisa contribuirá para o processo de ensino aprendizagem dos estudantes, no que diz respeito a temas de Botânica, sobretudo reprodução de Angiospermas e Polinização, promovendo a aquisição de novos conhecimentos, proporcionando aos estudantes a oportunidade de protagonizar seu aprendizado, desenvolvendo habilidades de liderança, tomada de decisão e trabalho em equipe, além de estimular a proatividade, visto que ele estará envolvido diretamente em cada etapa da SDI. Os resultados obtidos nesta pesquisa serão relevantes para estudos relacionados ao ensino investigativo de Biologia na Educação Básica. Os dados obtidos durante as atividades realizadas nesta pesquisa ficarão armazenados por meio digital em pen drive, HD e de forma impressa, sob a responsabilidade da pesquisadora Denise Venâncio Milanêz, pelo período mínimo de 5 anos.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (fotos e atividades realizadas pelo estudante), ficarão

armazenados em meio digital em pen drive, HD e de forma impressa, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP) da UFPE que está no endereço: (Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista, Vitória de Santo Antão-PE, CEP: 55.612-440, Tel.: (81) 3114-4152– e-mail: cep.cav@ufpe.br). Um CEP é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO
VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Caminhos da polinização: a construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de botânica”, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Recife, _____ de _____ de _____

Assinatura do (da) menor

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ (ou menor que está sob sua responsabilidade) para participar, como voluntário (a), da pesquisa “Caminhos da polinização: O uso da abordagem investigativa para a construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de Botânica.”

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Denise Venâncio Milanez, e está sob a orientação de Tarcila Correia de Lima Nadia Telefone: O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** Desenvolver uma sequência didática investigativa (SDI), para elaboração de um jogo de tabuleiro como ferramenta pedagógica auxiliar no ensino de temas relacionados à botânica, com enfoque principal no processo de polinização.
- A pesquisa será realizada na Escola De Referência no Ensino Médio Regueira Costa, situada na Rua Regueira Costa, S/N, no Bairro do Rosarinho, Zona Norte do Recife - PE, e terá duração de oito aulas de 50 minutos cada, onde os estudantes participarão da confecção de um jogo pedagógico que auxiliará no aprendizado dos conteúdos de botânica.
- **RISCOS diretos:** Risco de exposição da imagem (termo de liberação de divulgação de imagem impresso e assinado pelos pais ou responsável de maior idade). Fica reservado aos estudantes o direito de participar ou não da pesquisa.
- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos:** A pesquisa contribuirá para o processo de ensino aprendizagem dos estudantes, no que diz respeito a temas de Botânica, sobretudo reprodução de Angiospermas e Polinização, promovendo a aquisição de novos conhecimentos.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (fotos e atividades realizadas pelo estudante), ficarão armazenados em meio digital em pen drive, HD e de forma impressa, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista, Vitória de Santo Antão-PE, CEP: 55.612-440, Tel.: (81) 3114-4152– e-mail: cep.cav@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo “Caminhos da polinização: O uso da abordagem investigativa para a construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de Botânica.”, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele(a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o(a) menor em questão.

Local e data _____ Assinatura do (da) responsável:

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE E - PRÉ-TESTE

Pré- Teste

Assinale as afirmativas abaixo marcando **V** quando julgá-las **Verdadeiras** e **F** quando **Falsas**

- () A polinização ocorre apenas quando o pólen é transferido do estame para o pistilo da mesma flor.
- () As angiospermas são plantas com flores que produzem sementes protegidas por frutos.
- () Todos os visitantes florais são considerados polinizadores.
- () A polinização cruzada ocorre quando o pólen é transferido entre flores de diferentes plantas.
- () As abelhas são os únicos animais que polinizam plantas.
- () O vento também pode ser um agente de polinização.
- () Em plantas angiospermas, o fruto se desenvolve a partir do ovário após a fertilização.
- () Os insetos são atraídos para as flores apenas pela cor das pétalas.
- () A polinização é essencial para a produção de frutos em muitas espécies de plantas.
- () A autopolinização nunca ocorre em angiospermas

APÊNDICE F - PÓS-TESTE

Pós-Teste

Assinale as afirmativas abaixo marcando **V** quando julgá-las **Verdadeiras** e **F** quando **Falsas**

- () A polinização pode ocorrer tanto entre flores da mesma planta quanto entre flores de plantas diferentes.
- () As angiospermas são plantas que têm flores e produzem frutos sem sementes.
- () Todos os visitantes florais contribuem para a polinização efetiva da planta.
- () A polinização cruzada contribui para a variabilidade genética das plantas.
- () Além das abelhas, outros animais, como borboletas e morcegos, também polinizam plantas.
- () Plantas polinizadas pelo vento sempre têm pétalas maiores.
- () O ovário da flor se transforma em fruto após a fecundação em plantas angiospermas.
- () Os visitantes florais são atraídos apenas pelo cheiro.
- () A polinização é um processo fundamental para a reprodução de muitas plantas.
- () Algumas angiospermas podem realizar tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada.

ANEXO

ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA**ESCOLA DE REFERÊNCIA NO ENSINO MÉDIO REGUEIRA COSTA
CARTA DE ANUÊNCIA COM AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS**

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) Denise Venâncio Milanêz , a desenvolver o seu projeto de pesquisa “Caminhos da polinização: O uso da abordagem investigativa para a construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de Botânica.” , que está sob a orientação do(a) Prof. (a) Tarcila Correia de Lima Nadia, cujo objetivo é analisar os efeitos do uso do jogo de tabuleiro a partir de uma Sequência Didática Investigativa na participação ativa de estudantes do Ensino Médio e seu entendimento sobre o papel da polinização na reprodução e variabilidade das Angiospermas, bem como, sua importância econômica e ecológica. , nesta Instituição, bem como cederemos o acesso à de base de dados de pesquisa e material didático pedagógico para serem utilizados na referida pesquisa. Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se o/a mesmo/a utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades. Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Recife, em ____/____/_____.

Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição

ANEXO B - TEXTOS DE APOIO

PLANTAS, POLINIZADORES E ALGUMAS ARTICULAÇÕES DA BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO COM A TEORIA ECOLÓGICA

Desde os estudos clássicos de Konrad Sprengel, Charles Darwin, Alfred Wallace e Gregor Mendel, que se dedicaram à busca de respostas para amplas questões ecológicas e evolutivas, os trabalhos envolvendo biologia da polinização fizeram contribuições para a teoria ecológica, especialmente à ecologia funcional. Plantas e polinizadores apresentam diferentes graus de interdependência que variam no tempo e no espaço. Essa interdependência, que varia desde interações extremamente especializadas até relações muito generalistas, potencializou a utilização desse tipo de mutualismo como modelo para o estudo de muitas questões ecológicas e evolutivas considerando os diferentes aspectos da interação planta-polinizador, Mitchell et al. (2009a) apontaram duas abordagens históricas:

1. Estudos focados na observação dos mecanismos florais relacionados à reprodução das plantas e à história natural das relações planta-polinizador.

2. Processos ecológicos e evolutivos subjacentes à polinização.

Estas abordagens contribuíram aditivamente e continuam a fomentar o desenvolvimento da biologia da polinização e das teorias ecológicas. Assim, fica clara a união intrínseca de estudos de ecologia e evolução dos sistemas de polinização com a ampliação do entendimento de padrões e processos que originaram, mantêm, alteram, ou ainda excluem mutualismos em seu contexto ambiental.

A teoria da coevolução foi difundida por Ehrlich & Raven (1964) baseados em um modelo de evolução química entre plantas e insetos. Estes autores notaram que os compostos secundários produzidos por uma planta determinam o uso desta planta como alimento por borboletas. Dessa forma, a diversidade de plantas e dos compostos secundários produzidos por elas contribuem para a diversificação de borboletas e vice-versa. Num sentido mais amplo, coevolução seria então uma mudança evolutiva recíproca dos atributos (ou conjunto de genes) entre duas espécies interagentes, e esse seria o principal processo responsável pela radiação adaptativa dos interagentes. Do ponto de vista ecológico, todo indivíduo é apto a causar alterações no meio em que vive e interagir com outros indivíduos intra e interespecíficos, mesmo que com diferentes intensidades. Assim, embora muitas vezes sejam utilizados exemplos que cite exclusivamente uma via de mão dupla, a coevolução fatalmente não afeta apenas dois grupos de interagentes, mas sim todo o sistema envolvido.

Nesse sentido, algumas interações entre plantas e polinizadores possivelmente coevoluiram paralelamente à história evolutiva dos herbívoros, um importante grupo que gera pressões seletivas às plantas. A interação planta-herbívoro também é apontada como grande mecanismo de diversificação das angiospermas e afeta diretamente as interações planta-polinizador, que exhibe reflexos coevolutivos na atratividade dos polinizadores e nos sistemas reprodutivos.

A evolução da autopolinização a partir de sistemas de polinização cruzada foi bastante discutida como um possível beco sem saída da evolução. As características relacionadas à autopolinização aparentemente representam uma solução a curto prazo que favorece a colonização de uma nova área sem polinizadores ou a perda dos serviços de polinização, mas que a longo prazo poderia levar à extinção. Entretanto, a partir da afirmação de que a autopolinização é irreversível e que as linhagens apomíticas têm aumento nas taxas de extinção, a discussão tem sido retomada com intenção de entender o que pode ser considerado um beco

sem saída na evolução dos sistemas reprodutivos de acordo com o tipo de especialização, seja ela com presença de interações ou não.

(Adaptado de Barônio et al 2016)

O CONTRASTE ENTRE SÍNDROMES DE POLINIZAÇÃO E SISTEMAS EFETIVOS DE POLINIZAÇÃO E SUAS PERSPECTIVAS PARA ECOSISTEMAS ASSOCIADOS À MATA ATLÂNTICA.

A assembleia de polinizadores pode ser definida por um grupo de polinizadores de espécies diferentes que utilizam o mesmo recurso floral de maneiras distintas, estes polinizadores podem ser classificados como exclusivos, quando é o único a executar a polinização de uma determinada espécie vegetal; como principais, quando um grupo animal poliniza uma determinada espécie com mais eficácia que outros grupos também envolvidos na polinização; e como adicionais, quando o polinizador eventualmente poliniza determinada espécie. A participação de um grupo animal na polinização como exclusivo, principal ou adicional depende das condições morfológicas, fenológicas e ambientais existentes.

Esses sistemas de polinização envolvem desde insetos pouco especialistas até animais estritamente dependentes das flores para sua sobrevivência, como abelhas e mesmo vertebrados, como aves e morcegos. Tecidos florais, por exemplo, podem ser consumidos pelas larvas de insetos galhadores cujos adultos polinizam a flor, como em *Ficus* ou em *Siparuna*. Grande variedade de pequenos insetos generalistas é responsável pela polinização, principalmente pequenas abelhas sociais generalistas e moscas. Também há outras abelhas que se especializaram na utilização de um dado recursos, como as que são especialistas na coleta de lipídios florais utilizando estruturas coletoras em forma de pente presentes nas pernas dianteiras e medianas.

Esses grupos de insetos são sensíveis a pequenas variações individuais na disponibilidade de recursos florais. A polinização por moscas tem sido considerada irregular e incerta, pois esses insetos não alimentam sua prole com recursos florais, utilizando outras fontes alimentares, e porque as plantas visitadas por moscas são geralmente visitadas também por uma grande variedade de outros insetos. No entanto, os dípteros podem ser importantes polinizadores, pois geralmente estão presentes ao longo de todo o ano, ao contrário de outros vetores, que podem apresentar períodos mais restritos de atividade e estes sistemas de polinização pouco especializados parecem ser mais comuns do que previamente se pensava e a polinização por moscas tem sido frequentemente observada em espécies importantes de florestas tropicais).

Outro grupo de polinizadores importantes são os beija-flores que são atraídos pelas características florais de algumas angiospermas como cores vivas, principalmente vermelhas, abundância de néctar, ausência de odor, corolas tubulosas e nectário distante do estigma e das anteras. Desse modo, certas flores estão especializadas em menor ou maior grau para a polinização por estas aves, assim como espécies diferentes de beija-flores também estão adaptadas a determinados tipos de flores.

Sistemas de polinização Estudos relacionados aos sistemas de polinização levam em conta características vegetais que interferem no sucesso reprodutivo das espécies vegetais, e esses estudos têm uma importância fundamental para o entendimento de vários processos biológicos, principalmente daqueles relacionado às interações planta-animal. A dioícia em espécies vegetais é caracterizada por populações nas quais os indivíduos produzem exclusivamente flores estaminadas ou pistiladas. Este sistema sexual é apresentado por aproximadamente 6% das angiospermas (Renner & Ricklefs, 1995). Em populações de plantas

dióicas, algumas diferenças Intra sexuais em estratégias reprodutivas, como período de floração e frequência relativa de indivíduos reprodutivos na população, ou razão sexual, são interpretadas como consequência da seleção sexual agindo na separação dos sexos (Bawa, 1980). A maioria das Angiospermas apresenta flores hermafroditas. No entanto, o sistema sexual dioicos, que se caracteriza pela presença de indivíduos de sexos separados em uma população de uma mesma espécie, tem sido considerado como um mecanismo frequente em matas tropicais.

A ecologia da polinização é de grande importância para a compreensão da estrutura das comunidades vegetais naturais, fornecendo informações sobre a composição genética de populações vegetais e abordando aspectos da biologia floral, tais como período de antes e disponibilidade de néctar e pólen. As relações entre as flores e seus polinizadores são frequentemente interpretadas como resultado de interações onde as estruturas florais estão adaptadas para otimizar o transporte de pólen e mediar a ação dos vetores. Estas interações estão associadas à grande diversidade de flores tropicais e à biodiversidade tropical como um todo. Essa dinâmica populacional dos visitantes florais relaciona-se diretamente com a quantidade e qualidade dos recursos disponíveis em um dado ecossistema, que dependem da dinâmica temporal da floração, grau de sincronia entre os indivíduos floridos e o número de flores e demais visitantes florais.

Além de fatores climáticos e fisiológicos, a floração pode estar relacionada ao comportamento dos polinizadores e ao sistema reprodutivo das plantas. As relações entre planta-polinizador também são importantes na estruturação das comunidades, podendo influenciar a distribuição espacial das plantas, a riqueza, a abundância de espécies, bem como a diversidade genética com a promoção do fluxo de genes.

As características florais de algumas angiospermas como cores vivas, principalmente vermelhas, abundância de néctar, ausência de odor, corolas tubulosas e nectário distante do estigma e das anteras estão relacionadas a visitas por beija-flores. Dessa maneira, certas flores estão especializadas em menor ou maior grau para a polinização por estas aves. Segundo Faegri & Pijl (1976), Dafni (1982) e Pijl (1982) todas as espécies de plantas têm características fisiológicas e morfológicas que podem atrair somente alguns grupos de visitantes florais e muitas das características e aspectos funcionais da biologia floral podem delimitar as relações entre planta e polinizador. Além disso, estudos relacionados às síndromes de polinização fornecem informações sobre a forma das flores, permitindo assim caracterizar mecanismos de polinização e adequação do visitante à flor.

(Adaptado de Obermuller et al. 2008)

QUANDO UM VISITANTE FLORAL É UM POLINIZADOR?

Entre as interações biológicas tipicamente mutualistas, as mais abordadas nos estudos de redes de interações são as relações entre plantas e seus dispersores, tanto de pólen, como de frutos e sementes. Os dispersores de pólen são denominados polinizadores, e têm um papel crucial no sucesso reprodutivo das plantas com flores e, portanto, na diversidade vegetal.

Na literatura, no entanto, raramente os trabalhos com abordagem de rede de interação apontam diferenças no status dos vários visitantes, sendo comum a denominação de todos os visitantes como polinizadores.

Os visitantes buscam recursos nas flores e, entre eles, temos aqueles que são esporádicos, frequentes, oportunistas, pilhadores, generalistas ou especialistas. Mas, para ser um polinizador efetivo, o visitante precisa realizar a transferência do pólen das anteras para o estigma da flor de uma mesma espécie de planta. Este processo é denominado polinização e pode ocorrer com o pólen e estigma de uma mesma flor (autopolinização), entre a antera e estigma de flores diferentes de um mesmo indivíduo (geitonogamia), entre antera e estigma de flores de indivíduos diferentes (xenogamia). Assim, há alguns requisitos para que se considere um visitante floral como um polinizador, como por exemplo: realizar visitas legítimas, carregar pólen e tocar o estigma. Além disso, alguns outros critérios qualificam ainda mais a eficiência do polinizador, como: ser frequente, ter fidelidade à planta, além de desenvolver uma rota de voo favorável entre as flores da mesma espécie.

A visita legítima acontece quando o visitante aborda a flor e entra diretamente na unidade de polinização. A consequência mais importante deste requisito é o contato com os órgãos reprodutivos da flor durante a visita.

Assim, há alguns requisitos para que se considere um visitante floral como um polinizador, como por exemplo: realizar visitas legítimas, carregar pólen e tocar o estigma. Além disso, alguns outros critérios qualificam ainda mais a eficiência do polinizador, como: ser frequente, ter fidelidade à planta, além de desenvolver uma rota de voo favorável entre as flores da mesma espécie.

Em contraposição a um visitante legítimo, temos aqueles visitantes que acessam o recurso por outras vias e não contactam os órgãos reprodutivos. Eles visitam as flores, coletam recursos e até podem ser frequentes, mas na verdade estão roubando o néctar e/ou pólen sem visitar a flor legitimamente e promover a transferência dos grãos de pólen. Estes visitantes são denominados de visitantes ilegítimos, e muitas vezes como trapaceiros, pilhadores e oportunistas. Os exemplos mais clássicos são de insetos que perfuram a base da flor (cálice e/ou corola) por fora para roubar o néctar, sendo muito comum em flores de Bignoniaceae (ex. *Handroanthus*), Apocynaceae (ex. *Odontadenia*), Malvaceae (ex. *Hibiscus*) e Passifloraceae (ex. *Passiflora*). Abelhas com mandíbulas fortes, como *Xylocopa* e *Trigona*, realizam visitas ilegítimas em algumas flores e rasgam a base da flor para este fim, o que possibilita que outras espécies de abelhas menores utilizem o mesmo furo e roubem os recursos. Ainda existem os visitantes que danificam partes da flor para se alimentar, como fazem alguns besouros. Estes, além de pilhar os recursos, predam as flores. Por outro lado, embora uma espécie possa realizar visitas legítimas e polinizar as flores, nem sempre irá contribuir positivamente para a reprodução da planta. Os visitantes ilegítimos ou pilhadores, não deveriam constar como polinizadores nas redes mutualistas. Mas, ressaltamos que vários trabalhos avaliaram o papel dos pilhadores como positivo, já que ao diminuírem a oferta do recurso, a obrigam os polinizadores a realizar mais visitas, aumentando conseqüentemente o número de polinizações.

(Adaptado de Alves-dos-Santos et al 2016)

INTERAÇÕES PLANTA-ANIMAL NA CAATINGA: VISÃO GERAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

As florestas tropicais úmidas sempre foram consideradas hotspot em termos de interações planta--animal, devido aos altos níveis de dependência de plantas por animais para a sua reprodução polinização e dispersão de sementes e de animais por plantas como fonte de recursos e sítios para nidificação e reprodução. No entanto, estudos recentes demonstraram que florestas secas também exibem altos níveis de dependência entre os parceiros mutualistas, todo o espectro de estratégias ou traços de plantas de história de vida observados em florestas úmidas, a ocorrência de interações específicas e altamente complexas/especializadas, e produção de alimentos mediada por serviços de polinização.

A relevância evolutiva e ecológica das interações planta-animal é mais evidente considerando as consequências catastróficas das perturbações antrópicas, sobretudo a substituição de espécies especialistas e sensíveis a perturbações por espécies generalistas e adaptadas à perturbação.

Essa reorganização das comunidades, promovida por perturbações antrópicas, têm efeitos em cascata na diversidade taxonômica e funcional das comunidades de plantas e animais e nas funções e serviços ecossistêmicos. Por exemplo, tem sido documentado que extinções locais ou mudanças comportamentais de alguns animais podem causar o desaparecimento de plantas que dependem deles para sua polinização, dispersão de sementes ou proteção contra herbivoria o que pode levar à redução nos serviços ecossistêmicos de produção de alimentos e controle de pragas.

Também tem sido observado que a proliferação de formigas cortadeiras em áreas perturbadas, associada com o aumento nas suas taxas de herbívora, retarda a regeneração das florestas. Além disso, devido à marcada sazonalidade das florestas secas, as interações planta-animal são provavelmente muito mais sensíveis aos padrões fenológicos – e variações nesse padrão resultantes das mudanças climáticas poderiam levar a uma incompatibilidade de característica/comportamento dos animais com a fenologia das plantas, causando o colapso das interações.

Apesar da diversidade de interações e sua importância para a persistência da biodiversidade, fornecimento de serviços ecossistêmicos e sustentabilidade, as sínteses básicas sobre as interações planta-animal na Caatinga – a maior e mais diversa mancha de floresta seca nos neotrópicos – ainda são escassas em comparação com outros ecossistemas para dispersão de sementes. As paisagens naturais da Caatinga continuam sendo drasticamente alteradas através de uma combinação de mudanças no uso do solo causando perda e fragmentação de habitats) e perturbações crônicas coleta de lenha e sobrepastoreio por animais domésticos criados extensivamente e, agora, espera-se que experimentem altos níveis de aridez devido às mudanças climáticas – o que torna ainda mais urgente uma intensificação nos estudos sobre o tema.

Diversos vetores de polinização já foram documentados na Caatinga, distribuídos em cerca de 13 sistemas de polinização: por formigas, morcegos, abelhas, besouros, borboletas, “diversos pequenos insetos”, beija-flores, lagartos, mariposas, mamíferos não-voadores, esfingídeos, vespas e vento (ver para uma revisão e para estudos mais recentes. Como em outras florestas secas, a polinização por animais é mais frequente (ocorre em cerca de 98% das espécies), sendo pequenos insetos e abelhas os grupos mais importantes. Apesar de a Caatinga ser uma floresta seca, a polinização pelo vento é rara (2%) e parece estar restrita a poucos grupos como as Euphorbiaceae e Cyperaceae.

A polinização por vertebrados é muito frequente na Caatinga. A polinização por beija-flores, por exemplo, é documentada para 15% da flora [15]. De fato, uma das singularidades da Caatinga é a presença de plantas polinizadas por beija-flores em todos os meses do ano, até

mesmo no pico da estação seca. A polinização por morcegos também é impressionantemente alta (13%) e comum entre Cactaceae como as espécies de *Pilosocereus*. Grupos incomuns de polinizadores também são registrados na Caatinga, como a polinização da bromélia *Encholirium spectabile* por gambás, o primeiro registro de gambás visitando flores na Caatinga. Outro caso raro foi observado para duas espécies de *Ipomoea* polinizadas por morcegos e beija-flores nos Cariris paraibanos, no qual alguns fatores favorecendo o isolamento reprodutivo e o compartilhamento dos polinizadores revelam um possível exemplo de especiação simpátrica. Esse sistema de polinização misto parece ser vantajoso na Caatinga, onde a disponibilidade de polinizadores e os recursos florais mudam consideravelmente ao longo do ano.

(Adaptado de Leal et al - 2018)

ANEXO C - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA (CEP) PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

— DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Caminhos da polinização: O uso da abordagem investigativa para a construção de um jogo pedagógico como ferramenta na aprendizagem de temas de Botânica.

Pesquisador Responsável: Denise Venâncio Milanêz

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 77177623.8.0000.9430

Submetido em: 18/04/2024

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Situação da Versão do Projeto: Aprovado

Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_2250884

— DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- ↳ Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 3
 - ↳ Pendência de Parecer (PO) - Versão 3
 - ↳ Currículo dos Assistentes
 - ↳ Documentos do Projeto
 - ↳ Comprovante de Recepção - Submi
 - ↳ Folha de Rosto - Submissão 5
 - ↳ Informações Básicas do Projeto - St
 - ↳ Outros - Submissão 5
 - ↳ Projeto Detalhado / Brochura Invest
 - ↳ TCLE / Termos de Assentimento / Ju
 - ↳ Apreciação 5 - Centro Acadêmico de Vi

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações