

Divulgação científica nas escolas: a importância da polinização das flores na agricultura

Scientific dissemination in schools: the importance of flower pollination in agriculture

Aurea Andrea Tavares Rodrigues¹  , Marcos Vinicius Meiado²   & Sheila Milena Neves de Araújo Soares³   

1. Universidade Estadual do Piauí, Campus Prof. Ariston Dias Lima, São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil

2. Universidade Federal de Sergipe, Campus Prof. Alberto Carvalho, Itabaiana, Sergipe, Brasil

3. Universidade Estadual do Piauí, Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba, Piauí, Brasil

Palavras-chave:

Atributos florais. Ensino de botânica. Espécies agrícolas. Intervenções didáticas. Popularização da ciência.

Keywords:

Floral traits. Botany teaching. Cultivated species. Didactic interventions. Science Dissemination.

Recebido em: 20/10/2021

Aceite: 28/07/2022

Editora responsável: Cristiana B. N. Costa (UFSB)

eISSN: 2595-6752



Resumo

A botânica é uma área que estuda as plantas e algas, organismos com importância científica, econômica, cultural e influência na qualidade de vida e sobrevivência humana, mas cujo ensino - aprendizagem é considerado difícil. Diante disso, é necessário buscar estratégias de ensino, como a divulgação científica, que pode funcionar como uma ferramenta de ensino. Para aproximar estudantes do 2º ano do Ensino Médio de três unidades escolares estaduais de São Raimundo Nonato, Piauí, ao tema de botânica e melhorar o processo de ensino-aprendizagem, este trabalho utilizou os resultados de uma pesquisa sobre polinização de espécies agrícolas cultivadas na microrregião. A atividade pedagógica incluiu palestras, modelos didáticos e jogo. Ao comparar a média dos alunos antes e depois das intervenções didáticas, os resultados mostraram que as atividades de divulgação científica podem auxiliar a construção do conhecimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem e possibilitar uma maior fixação dos conteúdos de botânica.

Abstract

Botany is an area that studies plants and algae, organisms with scientific, economical and cultural importance as well as influence on the quality of life and human survival, but whose teaching and learning is considered difficult. Therefore, it is necessary to seek teaching strategies, such as scientific dissemination that can function as a teaching tool. In order to bring students of the 2nd year of high school from three State school units in São Raimundo Nonato, Piauí, closer to the topic of botany and improve the teaching-learning process, this work used the results of a research on pollination of agricultural species cultivated in the microregion. The pedagogical activity included lectures, didactic models and games. When comparing the average grade of students before and after the didactic interventions, the results showed that scientific dissemination activities can help the construction of students' knowledge in the teaching-learning process and enable a greater fixation of botany contents.

Introdução

A botânica é uma área da biologia que possui uma grande importância científica, econômica e cultural (Diamond, 2005; Raven et al., 2007; Salatino; Buckeridge, 2016), na qual o objeto de estudo influencia a qualidade de vida e a sobrevivência humana, já que praticamente toda vida na terra depende direta ou indiretamente das plantas (Souza; Kindel, 2014). Apesar de sua relevância, o conhecimento botânico é considerado difícil e desinteressante, o que tem causado baixo aproveitamento dos alunos (Wandersee; Schussler, 2002; Melo et al., 2012; Duarte; Lima, 2014; Araújo; Silva, 2015; Salatino;



Buckeridge, 2016). As dificuldades encontradas pelos educandos em aprender botânica estão relacionadas, em grande parte, pela maneira como esses conhecimentos têm sido ensinados, com aulas tradicionais baseadas apenas em livros didáticos, termos científicos e conteúdo de difícil compreensão, distante da realidade dos alunos e dos problemas ambientais atuais, sem atividades práticas e com o uso limitado de tecnologias (Kuenzer, 2000; Kinoshita et al., 2006; Silva, 2008; Amadeu; Maciel, 2014; Batista; Araújo, 2015; Ursi et al., 2018).

Um dos caminhos que pode contribuir para mudar esse cenário é a implantação de novas abordagens pedagógicas para tratar os conceitos de botânica de forma que consiga fazer com que o ensino se torne mais motivador e significativo para os alunos (Batista; Araújo, 2015). Dentre as inúmeras estratégias que podem ser utilizadas como instrumento de ensino de ciências, a divulgação científica surge como uma das alternativas para facilitar o entendimento de botânica. A divulgação científica é uma atividade de disseminação do conhecimento técnico formal (Pfeiffer, 2001), que transmite e informa o público em geral sobre ciência e tecnologia (Silveira et al., 2009). Seu principal objetivo é fazer com que as informações científicas possam chegar a todos, tanto às comunidades letradas, como iletradas, através de uma linguagem fácil e acessível, possibilitando sua compreensão pela população (Albagli, 1996), ajudando a promover a socialização e o desenvolvimento de uma real cidadania (Lordêlo; Porto, 2012). Essa é uma abordagem que aproxima a realidade do estudante aos conteúdos curriculares, permitindo o desenvolvimento de habilidades de leitura, o domínio de conceitos e a familiarização de certos termos científicos, mantendo, ainda, o professor atualizado pedagogicamente, enriquecendo o conhecimento tanto dos alunos, como dos professores no processo de ensino-aprendizagem (Rocha, 2012; Pereira, 2014; Xavier; Gonçalves, 2014).

A necessidade de empregar uma perspectiva mais interessante e contextualizada com a realidade do aluno (Júnior, 2011) e uma melhor divulgação sobre ciência básica (Botânica), nos levou a associar a realidade da microrregião de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil, que possui como uma das principais atividades econômicas a agropecuária (ETENE, 2019; CEPRO, 2013), com a pesquisa no ensino de botânica básica, utilizando a morfologia floral e a polinização das espécies agrícolas da região, com a linguagem simples e acessível utilizada na divulgação científica.

A polinização é a transferência de grãos de pólen para o estigma das plantas com flores, em geral através de vetores polínicos, como, por exemplo, vento e água – a polinização abiótica e por animais – polinização biótica, pré-requisito para fecundação e formação de sementes (Raven et al., 2007; Willer, 2011). Esse processo é fundamental não apenas para manutenção e conservação dos ecossistemas (Machado; Lopes, 2004, 2005; Girão et al., 2007; Lopes et al., 2009; Costa, 2014), mas igualmente para a agricultura, onde a escassez desses vetores polínicos pode reduzir a produtividade, a segurança alimentar e a sustentabilidade econômica (Viana et al., 2007; Gallai et al., 2009; Potts et al., 2010). Com bases nesses argumentos, este trabalho teve como objetivo divulgar o conhecimento científico para estudantes do ensino médio acerca do processo de polinização, trabalhando, durante o processo, conceitos básicos em botânica, entre eles, as características gerais das angiospermas com relação aos aspectos morfológicos, fisiológicos e reprodutivos e a importância da polinização para as principais plantas agrícolas culti-

vadas na região, utilizando e executando para esse fim um levantamento de espécies agrícolas cultivadas na microrregião, identificando suas características florais e síndromes de polinização. Como objetivo último, propomos divulgar ciência básica e de qualidade, estimulando o interesse pela área do ponto de vista técnico-científico ambiental e social, uma vez que se trata de um tema importante na agricultura familiar e, portanto, no cotidiano desses alunos.

Metodologia

Área de estudo

O município de São Raimundo Nonato, Estado do Piauí, está localizado na microrregião dos semiáridos piauienses, na região Nordeste do Brasil. Possui uma área territorial de 2.415.602 km² e uma população de 34.535 habitantes (IBGE, 2019), localiza-se nas coordenadas 09°00'55" de latitude sul e 42°41'58" de longitude oeste, distando, aproximadamente, 570 km da capital Teresina. A economia do município é baseada nos setores primários (agricultura e pecuária) e terciário (serviços) (IBGE, 2019). Possui um clima tropical semiárido quente, com uma temperatura média de 26,6 °C e pluviosidade média anual de 697 mm, com duração do período seco de sete a oito meses (IBGE, 2019). A vegetação da região é classificada como caatinga arbórea-arbustiva (Lemos; Rodal, 2002).

Coleta, identificação botânica e caracteres reprodutivos

A coleta do material botânico das plantas agrícolas foi realizada na zona rural do município através de 10 expedições de campo durante o 2º semestre de 2018 aos assentamentos Onça 1, Associação Lagoa do Luiz, Mocambo, Novo Zabelê e Nova Jerusalém, onde foram visitadas cinco propriedades por assentamentos, anterior às atividades nas escolas. Esses locais foram selecionados em reunião com a equipe da Emater do município de São Raimundo Nonato, escolhidos pela proximidade com a cidade e facilidade de localização, e estão todos em vegetação de Caatinga. Foram amostradas todas as espécies em fase reprodutiva, segundo metodologia rotineira de campo (Mori et al., 1989; Moro; Martins, 2011). Para a identificação do material, ramos vegetativos e reprodutivos das espécies estudadas foram herborizados para registro do estudo e identificação, com o auxílio de chaves dicotômicas e morfologia comparada, utilizando bibliografia especializada e análise de exsiccatas. Foi observado também a forma de crescimento das plantas (herbácea, arbustiva e arbórea). As espécies foram classificadas segundo APG IV (Chase et al., 2016) e suas exsiccatas depositadas no Herbário Graziela Barroso, na Universidade Federal do Piauí (TEPB-UFPI). O nome das famílias e das espécies identificadas foram conferidos nos sites do Missouri Botanical Garden (2021) e da Flora do Brasil (2020). De posse da lista com as principais espécies agrícolas cultivadas na microrregião de São Raimundo Nonato, foi confeccionado um banco de dados onde foram compiladas informações sobre atributos reprodutivos e síndromes de polinização (Tabela 1) através de: 1) literatura e 2) análise das exsiccatas das espécies (depositadas no herbário Graziela Barroso (TEPB) da UFPI (Universidade Federal do Piauí), Herbário Afrânio Gomes Fernandes da UESPI (Universidade Estadual do Piauí) e acesso ao site do CRIA (2021).

Tabela 1. Classes de atributos reprodutivos e síndromes de polinização utilizadas na caracterização das espécies desse estudo (Fonte: adaptado de Lopes et al., 2009). a - Adaptado de Faegri e Pijl (1979), Endress (1994) e Proctor et al. (1996); b - Adaptado de Machado e Lopes (2004); c - Adaptado de Faegri e Pijl (1979); d - Adaptado de Richards (1997).; * - néctar e pólen quando disponíveis conjuntamente na flor e buscados pelos polinizadores com a mesma importância.

Categories de características reprodutivas	Tipos considerados
1. Síndrome de polinização ^a	anemofilia, cantarofilia, diversos pequenos insetos (DPI), esfingofilia, falenofilia, melitofilia, miofilia, ornitofilia, psicofilia, quiropterofilia e vespas
2. Biologia Floral	
Tamanho ^b	inconspícuo (4 mm), pequeno (>4 <10 mm), médio (>10 <20 mm), grande (>20 < 30 mm) e muito grande (>30 mm)
Tipo Floral ^c	prato/disco, escova, campânula, tubo, infundibiliforme, estandarte, câmara e inconspícuo (para flores ≤ 4 mm).
Cor ^b	branca, vermelha, esverdeada (incluindo bege e creme), amarela, alaranjada, lilás/violeta (incluindo azul) e rosa (em tons claro e escuro)
3. Recurso Floral ^a	pólen, néctar, néctar e pólen *, óleo e resina
4. Sistema Sexual ^d	dioica (incluindo todos os subtipos), hermafroditas e monoica (incluindo todos os subtipos)

Área de estudo (divulgação)

Com o objetivo de verificar o potencial da divulgação científica como ferramenta de ensino, foram elaboradas e desenvolvidas atividades de divulgação científica em três Unidades Escolares Estaduais da cidade de São Raimundo Nonato. A pesquisa realizada foi do tipo mista (quantitativa e qualitativa) e teve a participação de 251 alunos do 2º ano do Ensino Médio.

As práticas foram realizadas no ano de 2019, nas Unidades Escolares Edith Nobre de Castro, que atende 280 alunos distribuídos em 10 turmas (3 turmas de 2º ano), Gercílio de Castro Macêdo (CEEP), que atende 552 alunos, distribuídos em 22 turmas (7 turmas de 2º ano) e Centro de Ensino Médio de Tempo Integral Moderna (CETI), que atende 355 alunos distribuídos em 10 turmas (3 turmas de 2º ano). A execução do projeto aconteceu em 13 turmas do 2º ano do Ensino Médio, etapa do ensino onde os alunos aprendem sobre o Reino Plantae e as atividades foram desenvolvidas com uma semana após os professores terem ministrado o conteúdo sobre angiospermas. As intervenções didáticas (atividades de divulgação científica) ocorreram em 11 turmas (193 discentes) e as outras 2 turmas restantes foram utilizadas como controle (50 discentes) e ficaram sem desenvolver as atividades práticas.

O questionário avaliativo (Tabela 2) foi aplicado em todas as turmas, experimentais e controle, após os professores terem ministrado o conteúdo formal de botânica. Esse mesmo teste foi aplicado ao final das intervenções didáticas para as 11 turmas experimentais, quinze dias após a conclusão das atividades. Esse procedimento nos permitiu avaliar a eficiência da divulgação científica na fixação do conteúdo e no interesse dos alunos sobre o tema nas turmas experimentais em comparação com as turmas controle, que tinham apenas o conteúdo formal de botânica.

A pesquisa foi autorizada pelas diretoras das respectivas escolas. As autorizações para a participação dos estudantes neste trabalho, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE, foram assinadas pelos responsáveis dos menores e pelos discentes com mais de 18 anos, respectivamente, confirmando a sua participação no trabalho.

Intervenções didáticas (atividades de divulgação científica)

As intervenções didáticas foram divididas em cinco etapas em cada turma, sendo que cada uma delas correspondeu a um encontro e todas realizadas pela primeira autora do artigo:

1º Etapa: aplicação de questionário (pré-teste) para todas as 13 turmas do 2º ano do Ensino Médio (243 alunos totais, turmas experimentais e controle). O objetivo desse pré-teste foi verificar o nível de conhecimento desses estudantes a partir das aulas de biologia ministradas anteriormente pelos professores sobre as angiospermas e seu ciclo reprodutivo.

2º Etapa: palestra e apresentação de modelos didáticos (Figura 1. a e b) com duração de 50 minutos, abordando aspectos morfológicos, fisiológicos e reprodutivos das angiospermas.

3º Etapa: palestra ministrada abordando sobre a polinização das principais plantas agrícolas cultivadas na região (feijão, milho, mandioca, abóbora, caju e melancia), destacando o papel e a importância desses agentes polinizadores para a produção agrícola e as consequências caso haja o desaparecimento dos polinizadores.

4º Etapa: aplicação de um jogo didático, nomeado de “bingo das angiospermas”.

5º Etapa: aplicação do questionário final (pós-teste) para todos os alunos, inclusive para as turmas nas quais não foi feita a intervenção. Foi aplicado o mesmo questionário da etapa 1.

Construção e procedimento do jogo

O jogo intitulado Bingo das angiospermas é composto por duas cartelas de bingo (Figura 1. c) e seis placas-respostas, destas últimas, duas placas contém a letra **a**, duas com letra **b** e mais duas com letra **c**. No conjunto do jogo temos também sessenta cartas-ponto, onde a quantidade de pontos irá variar entre 5, 10, 15 e 20, vinte tampinhas maiores de garrafa PET com a quantidade de pontos que cada questão irá valer, sendo 5 tampinhas para cada valor (cinco com o valor 5, cinco com o valor 10, cinco com o valor 15 e cinco com o valor 20; Figura 1. e). Também produzimos mais trinta tampinhas menores (também de garrafa PET), customizadas para simular as bolinhas brancas de um sorteio do bingo padrão, enumeradas de 1 a 30 (Figura 1. d). Além disso, confeccionamos uma caixa de bingo para guardar o material e mais as cartas-pergunta de múltipla escolha (Figura 1. g e h).

Tabela 2. Questionário utilizado em avaliação antes e após as intervenções didáticas sobre as características gerais das angiospermas realizadas nas escolas públicas estaduais, do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil.

Questionário	
1) Qual é o ramo da biologia dedicado ao estudo das plantas? A) botânica. B) ecologia. C) evolução. D) taxonomia.	6) Com relação a estrutura reprodutiva das angiospermas, marque a alternativa correta. Como é chamado o órgão reprodutor feminino? A) androceu. B) estame. C) gineceu. D) antera.
2) O que é polinização? A) é a transferência de grãos de pólen das flores masculinas para as flores femininas. B) é a transferência de grãos de pólen das flores femininas para as flores masculinas. C) é a transferência de néctar de ambas as flores. D) nenhuma das alternativas.	7) A abóbora, a melancia, o milho e a mandioca são plantas monoicas, isso quer dizer que elas: A) apresentam flores masculinas numa planta e flores femininas em outra planta. B) apresentam flores femininas e masculinas na mesma planta. C) apresentam flores com os dois sexos (feminino e masculino). D) apresentam flores masculina e flores com os dois sexos na mesma planta.
3) Para que ocorra a polinização é necessário o auxílio de agentes polinizadores que podem ser: A) insetos e pássaros, B) aves e mamíferos. C) vento e água. D) todas as alternativas estão corretas.	8) Marque a alternativa que indica os mecanismos que as plantas utilizam para atrair os polinizadores. A) flores coloridas e vistosas. B) odores. C) disponibilidade de alimento. D) todas as alternativas estão corretas. E) nenhuma das alternativas estão corretas.
4) A polinização tem uma grande importância para as plantas sendo um processo biológico que permite a produção de: A) frutos e sementes. B) sementes e folhas. C) folhas e flores. D) flores e frutos.	9) Qual a importância da polinização e dos polinizadores para a agricultura? Assinale a alternativa correta: A) produzir boas sementes e gerar quantidades e qualidades dos frutos. B) produzir em maior quantidade folhas e flores. C) auxiliar no crescimento da planta. D) apenas as alternativas B e C estão corretas. E) as alternativas A, B e C estão corretas.
5) As plantas possuem uma estrutura que tem como uma das principais funções atrair os polinizadores. Assinale corretamente a alternativa que contém o nome dessa estrutura? A) folhas. B) frutos. C) flores.	10) Indique o grupo de plantas que são polinizadas por abelhas: A) chuchu, mamão, milho e mandioca. B) melancia, pimenta, banana e milho. C) feijão, tomate, abóbora e caju. D) milho, feijão, cana-de-açúcar e maracujá.

Todas as cartas foram feitas no programa Word, impressas em papel A4, coladas no papelão e cobertas com papel adesivo transparente, de forma a proporcionar uma maior durabilidade do material. Todas as “bolinhas” do bingo são tampas de garrafa PET e foram cobertas com papel transparente.

Para dar início ao jogo, a turma foi dividida em dois grupos e o pesquisador do projeto foi o mediador, ou seja, aquele que conduziu o jogo. Inicialmente, cada grupo recebeu três placas-resposta (contendo as letras a, b e c). Em seguida, foi escolhido um representante de cada grupo, estes escolheram uma cartela de bingo que se encontrava com o mediador, um deles sorteava a “bolinha” do bingo da caixa, que era anunciado em voz alta para que todos pudessem marcar em suas cartelas e o outro representante sorteava a tampinha maior com o valor de pontos para a pergunta sorteada. Após isso, o mediador realizava um segundo sorteio da carta-pergunta e a lia em voz alta para a turma. Vale ressaltar que cada pergunta podia valer uma pontuação que variava de 5 a 20 pontos,

de acordo com a tampinha maior que havia sido sorteada. Após ler a pergunta, os dois grupos, simultaneamente, levantavam a placa-reposta com a alternativa que eles julgavam ser a correta. Caso a resposta estivesse certa, o grupo recebia uma carta-ponto com a pontuação correspondente ao acerto. Se o grupo errasse a pergunta, eles poderiam marcar na cartela o número da “bolinha” chamada, mas não recebia a carta-ponto. O jogo terminava com o primeiro grupo que completasse uma fileira na cartela do bingo (seja na vertical, horizontal ou diagonal) e gritar “BINGO”. Nesse momento, o grupo ganhava mais 20 pontos (por terem completado primeiro uma fileira na cartela do bingo) e estes pontos eram somados com todas as cartas-ponto que o grupo possuía em mãos referentes aos acertos obtidos. O grupo que tivesse mais pontos era o vencedor.

Análise de dados

Para verificar a eficiência das atividades de divulgação científica no processo de aprendizagem dos alunos com relação ao conteú-

do de botânica, foi comparado as médias de desempenho das turmas escolares no questionário objetivo, antes e depois das intervenções didáticas e entre/e com as turmas controles.

A normalidade dos resíduos dos dados e a homogeneidade das variâncias foram avaliadas através dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. A comparação entre as médias de desempenho dos alunos antes das intervenções, após as intervenções didáticas e turmas controle foram feitas através de análise de variância (ANOVA two-way), com teste de Tukey *a posteriori*. Todas as análises foram efetuadas no software SPSS Statistics (SPSS IBM Corp, 2017).

Figura 1. Modelos e jogos didáticos confeccionados e utilizados nas intervenções de divulgação científica das escolas públicas estaduais, do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil. (a e b) Modelos didáticos; (c ao h) Peças do jogo “Bingo das angiospermas”, sendo respectivamente: cartelas, tampinhas com os números para marcar na cartela, quantidade de pontos para cada pergunta, marcadores e perguntas (Fonte: os autores).



Resultados e discussão

Espécies utilizadas, caracteres reprodutivos e síndromes de polinização

Encontramos 28 espécies na zona rural de São Raimundo Nonato, distribuídas em 18 famílias, e as mais representativas foram Curcubitaceae e Solanaceae, que juntas somaram 28,58% de todas as espécies registradas (Figura 2). Os atributos morfológicos da maior parte das espécies encontradas sugerem polinização por abelhas grandes a pequenas, com a maior parte das flores do tipo disco e tubo, de tamanho muito grande a pequenas, fornecendo néctar e pólen, recursos associados à polinização por esses animais (Faegri; Pijl 1979; Endress, 1994). As síndromes registradas foram melitofilia, ocorrendo em 64% das espécies, anemofilia (vento) e DPI (pequenos insetos) com 14% cada, seguidas de esfingofilia e quiropeterofilia, com 3% de frequência. A dominância da síndrome de melitofilia é resultado da maior frequência de espécies da família Cucurbitaceae, como abóbora, melão e melancia, e Solanaceae, pimenta e tomates, que dominaram em número de espécies e atributos. Das espécies encontradas, 46,43% (12 espécies e um gênero) foram utilizadas em sala de aula nas intervenções didáticas (Tabela 3), com seus atributos florais e reprodutivos trabalhados em classe, para despertar o interesse em botânica. As espécies foram selecionadas para representarem a maioria das categorias de atributos florais encontrados e os cinco tipos de polinização encontradas (Figura 3).

A utilização dessas espécies agrícolas é importante por duas razões. A primeira é educacional, a utilização de exemplos práticos e vivências próximas ao objeto de estudo, nesse caso de botânica,

Figura 2. Espécies agrícolas da zona rural de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil. (a) *Carica papaya* L., (b) *Cucurbita pepa* L., (c) *Mangifera indica* L., (d) *Musa* sp., (e) *Phaseolus vulgaris* L., (f) *Zea mays* L. (Fonte: autores)



Tabela 3. Espécies agrícolas e seus caracteres reprodutivos coletadas na zona rural de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil e utilizadas nas atividades de Intervenções Didáticas nas escolas públicas estaduais, do município.

Nome popular	Família/Espécie	Caracteres reprodutivos					
		tamanho	cor	tipo	recurso	sistemas sexuais	síndrome de polinização
Anacardiaceae							
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	pequena	rosa	disco	Néctar	andromonóica	DPI
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	pequena	esverdeada	disco	Néctar	andromonóica	DPI
Caricaceae							
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	muito grande	branca	Tube	Néctar	poligamodioica	esfingofilia
Curcubitaceae							
Melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	muito grande	amarela	disco	néctar e pólen	monóica	melitofilia
Abóbora	<i>Cucurbita pepo</i> L.	muito grande	amarela	disco	Néctar	monóica	melitofilia
Euphorbiaceae							
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz.	pequena	esverdeada	disco	néctar e pólen	monóica	melitofilia
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	inconspicuo	esverdeada	inconspicuo	néctar e pólen	monóica	anemofilia
Fabaceae							
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	muito grande	lilás	estandarte		hemafrodita	melitofilia
Malvaceae							
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	muito grande	amarela	disco	néctar e pólen	hemafrodita	melitofilia
Musaceae							
Banana	<i>Musa</i> sp		branca	Tube	Néctar	monóica	quiropterofilia
Passifloraceae							
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i> Sims	muito grande	lilás	disco	Néctar	hemafrodita	melitofilia
Pedaliaceae							
Gergelim	<i>Sesamum indicum</i> L.	muito grande	branca	campanula	Néctar	hemafrodita	melitofilia
Poaceae							
Milho	<i>Zea mays</i> L.	inconspicuo	esverdeada	inconspicuo		monóica	anemofilia
Rutaceae							
Limão	<i>Citrus latifolia</i> Tanaka.	grande	branca	disco	néctar e pólen	hemafrodita	melitofilia

com espécies agrícolas e seus polinizadores, pode auxiliar nos índices de aprendizagem (o que vamos demonstrar nos próximos tópicos). Segundo, auxilia no combate a cegueira botânica, termo cunhado por Wandersee & Schussler (2002), para designar nossa inabilidade de reconhecer a importância desses organismos no nosso cotidiano e na biosfera, de entender seus aspectos biológicos e papel na nossa sobrevivência. Essa cegueira traz consequências para o apoio da sociedade em pesquisas na área, para a preservação ambiental, uma vez que a população desconhece a função desses organismos, e para a economia, uma vez que a principal atividade econômica do país, agrobusiness, depende de conhecimento botânico (Salatino; Buckeridge, 2016; Wandersee; Schussler, 2002).

Sobre esse último, o declínio de polinizadores (Kluser; Peduzzi, 2007; Aizen et al., 2019) ameaça não apenas a manutenção de ecossistemas naturais e seus serviços ecológicos (Girão et al., 2007; Rocha-Santos et al., 2020), mas igualmente a produtividade agrícola e a segurança alimentar da humanidade (Kremen et al., 2007; Potts et al., 2010; Oliveira et al., 2019). No Brasil, onde 68% dos alimentos cultivados dependem das atividades de polinizadores, essa crise pode representar uma perda de $4,86 \pm 14,56$ bilhões de dólares por ano no PIB, em grande parte absorvida pelos agricultores familiares como os que foram visitados nessa pesquisa, que representam 74,4% da força de trabalho agrícola do país (Novais et al., 2016).

Assim, é urgente e necessário o desenvolvimento de políticas públicas coordenadas na preservação para esses grupos e, como parte dessa estratégia, conscientizar a sociedade sobre o papel das

plantas e seus animais polinizadores (Oliveira et al., 2019; Hall; Martins, 2020). Em especial nas escolas (Christmann, 2019), o que nos propomos iniciar no município e com este trabalho.

Intervenções Didáticas

Após a identificação das principais plantas agrícolas cultivadas na região, foi feita uma visita nas unidades escolares para decidir o melhor momento para a aplicação do questionário denominados de pré-teste (Tabela 2). As atividades de divulgação científica foram desenvolvidas no ambiente de sala de aula e no horário de aula estipulado pela escola. É relevante salientar que as atividades foram intencionalmente escolhidas para serem executadas no ambiente de uma sala de aula tradicional, contextualizadas com a realidade desses alunos e tendo como base a coleta botânica feita anteriormente.

As intervenções didáticas ocorreram em três momentos: nos dois primeiros, a pesquisadora (primeira autora) realizou duas palestras, com apresentação de modelos florais didáticos e, no terceiro, foi a aplicação do jogo desenvolvido. A primeira palestra abordou os aspectos morfológicos, fisiológicos e reprodutivos das angiospermas, a segunda os tipos de polinização das principais plantas agrícolas cultivadas na região, destacando o papel e a importância desses agentes polinizadores para a produção agrícola (Figura 4). Os modelos didáticos foram utilizados durante a exposição, constituindo uma ferramenta importante para o ensino da biologia, pois permitiram representar as estruturas relacionadas ao conteúdo de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível aos alunos (Della Justina; Ferla, 2006).

Figura 3. Frequência dos atributos florais das espécies agrícolas da zona rural de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil, quanto a (a) tamanho, (b) cor, (c) o tipo floral, (d) recursos florais e (e) as síndromes de polinização (Fonte: os autores).

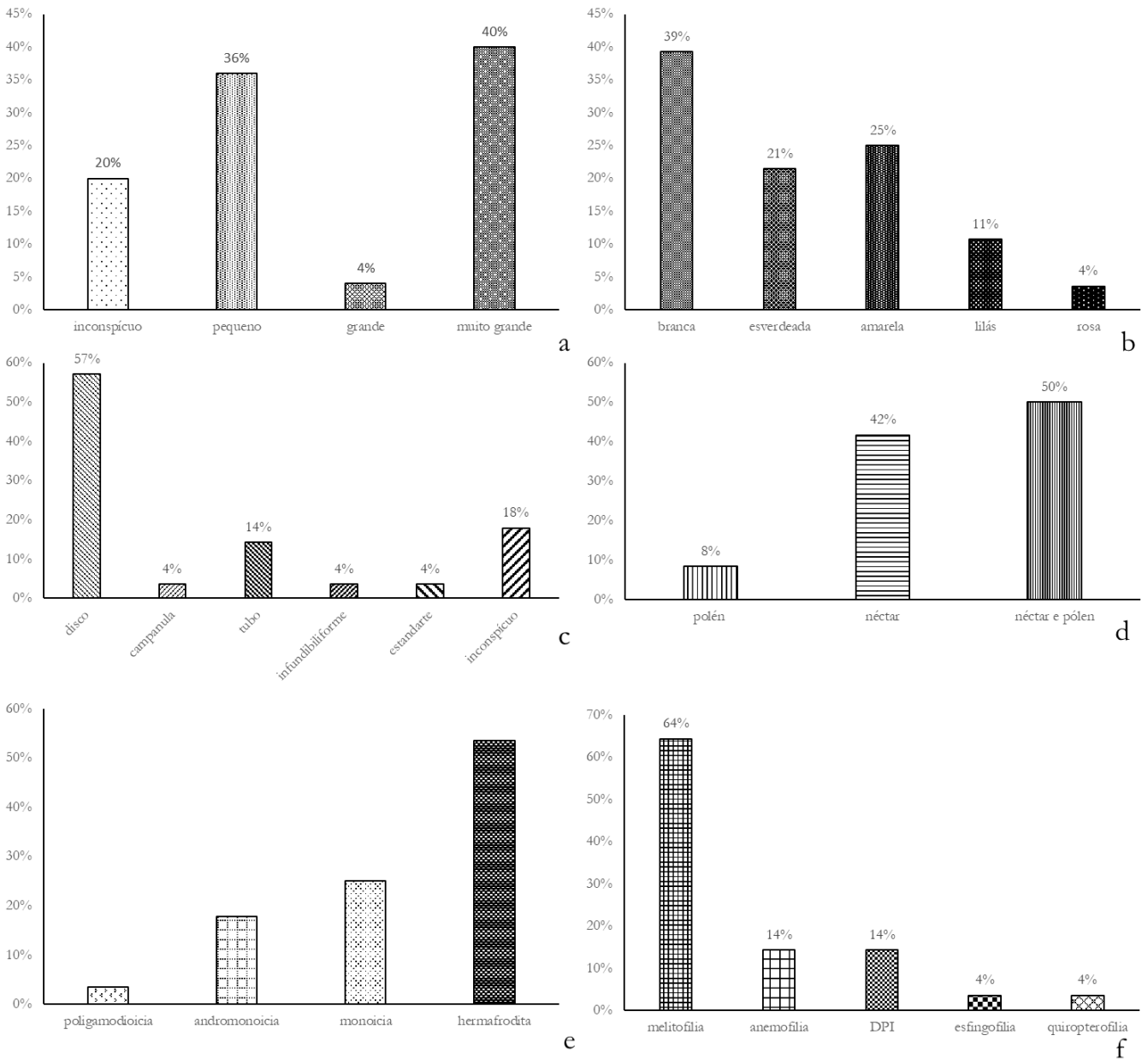


Figura 4. Intervenções didáticas sobre as características gerais das angiospermas realizadas nas escolas públicas estaduais, do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil. (a) Palestra sobre os aspectos morfológicos, fisiológicos e reprodutivos das angiospermas, (b) Palestra sobre a polinização das principais plantas agrícolas cultivadas na região (Fonte: os autores).



Durante as palestras, expomos todo o conteúdo de forma simples com uma linguagem de fácil entendimento e, por meio de slides, exibimos algumas imagens de plantas fotografadas na própria região. Na ocasião, mencionamos o nome popular das espécies, mostramos a flor e citamos o polinizador. Uma espécie que deixou os alunos surpresos foi a planta do gênero *Musa* sp., conhecida popularmente como banana, pois eles não sabiam que o polinizador dessa espécie é o morcego. Procuramos levar o conhecimento acerca do tema abordado de forma simples e relacionada com o cotidiano dos alunos, buscando promover um aprendizado mais significativo e uma compreensão mais concreta do conteúdo abordado.

No terceiro momento da intervenção, foi aplicado o jogo bingo das angiospermas (Figura 5), cujo objetivo da sua elaboração foi levar uma proposta lúdica, envolvendo os temas abordados nas

Figura 5. Aplicação do jogo Bingo das angiospermas nas escolas públicas estaduais, do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil. (a) orientação sobre as regras do jogo, (b) alunos sorteando os números para serem marcados na cartela e a quantidade de pontos para cada pergunta, (c) divisão da sala em grupos, (d) alunos respondendo às perguntas (Fonte: os autores)



palestras, visando contribuir na fixação do conteúdo adquiridos, estimular a comunicação entre os alunos, como também ampliar o campo de aprendizado destes. O jogo é uma atividade lúdica importante no processo de ensino e aprendizagem, pois permite a introdução e desenvolvimento de conceitos de difícil compreensão de forma descontraída e proveitosa, contribuindo para que os estudantes aprofundem o conhecimento adquirido durante as aulas teóricas (Grando, 2000; Santos, 2001).

Ao término das atividades, os questionários aplicados avaliados mostraram as diferenças nas médias obtidas antes e depois das intervenções com divulgação científica, com as turmas que receberam as atividades práticas registrando uma maior pontuação média ($p < 0,0001$; dados com distribuição normal $p = 0,335$). Portanto, nossas práticas tiveram um efeito direto no aproveitamento dos estudantes. Os resultados podem ser observados nas (Figuras 6 e 7). Esses questionários nos possibilitaram identificar que houve melhoras no desempenho dos alunos após a aplicação do projeto, uma vez que os dois testes (pré e pós) tinham exatamente as mesmas questões, ou seja, eram iguais, para que fossem avaliadas o potencial das metodologias empregadas nessa pesquisa na aprendizagem dos estudantes.

Analisando os gráficos, verificamos que após as atividades de divulgação científica, a média de acertos subiu de 40% para 77%. Esse aumento percentual expressou que a atividade de divulgação científica é uma ferramenta que pode auxiliar a construção do conhecimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando uma maior fixação dos conteúdos trabalhados. Analisando as turmas em que a atividade não ocorreu (controle), ao compararmos todas as médias duas semanas depois da abordagem formal do conteúdo de botânica, percebemos que não houve diferença significativa entre a média de acertos nesse grupo ($p = 0,335$; Figura 8). Mas as médias obtidas pelos alunos nas turmas em que a atividade de divulgação ocorreu permaneceram significativamente maiores. Isso demonstra a necessidade de novas abordagens metodológicas para atrair a atenção dos alunos, envolvendo-os de forma ativa no processo de ensino aprendizagem para uma maior assimilação e rendimento do conteúdo abordado.

A divulgação científica surge aqui como uma alternativa capaz de potencializar o ensino de ciências, trabalhando o conteúdo de forma contextualizada com a realidade local, nacional e mundial, utilizando recursos com aspectos lúdicos, permitindo aos estudan-

Figura 6. Comparação entre as médias de desempenho obtidas pelos alunos do ensino médio antes e depois das intervenções nas escolas públicas estaduais, do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil (Fonte os autores). Legenda: A.I (antes da intervenção didática), D.I (depois da intervenção didática), T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 (Se refere as turmas amostradas)

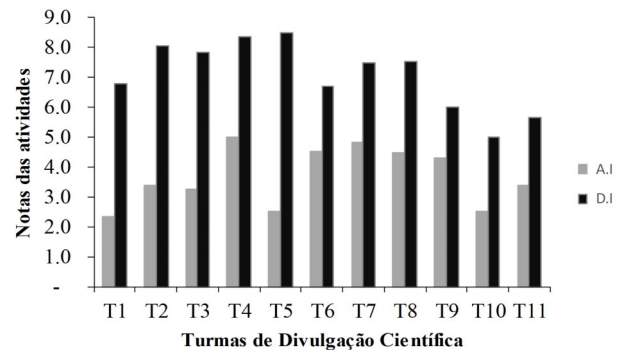


Figura 7. Comparação entre as médias gerais obtidas pelos alunos antes e depois das intervenções didáticas realizadas nas escolas públicas estaduais, do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil (Fonte: os autores).

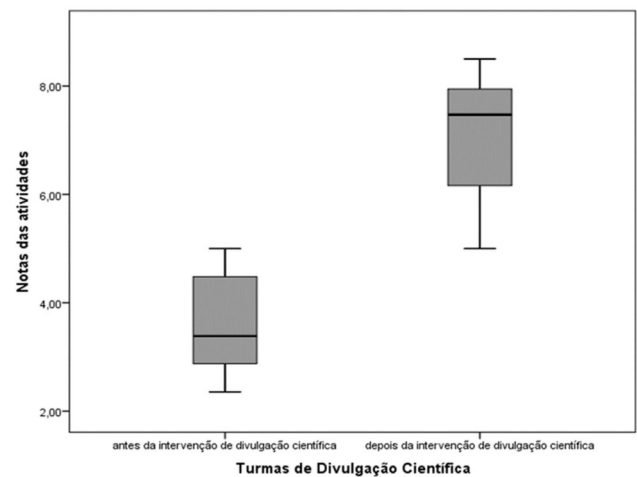
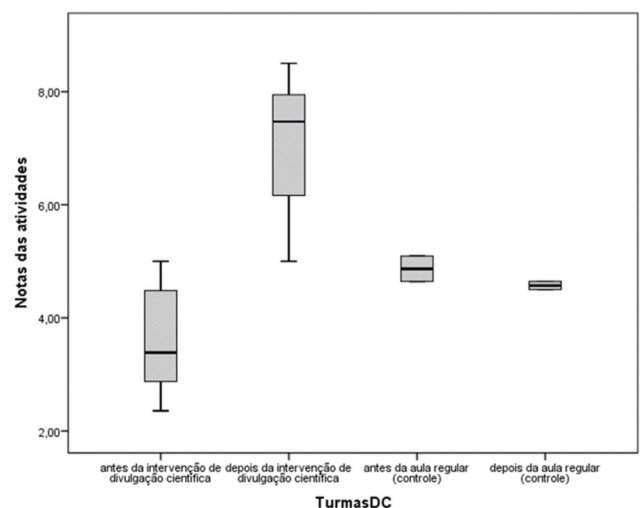


Figura 8. Comparação entre as médias de desempenho obtidas pelos alunos da turma controle após e com duas semanas depois que o professor fez a abordagem formal do conteúdo, com as turmas normais antes e depois da divulgação científica, das intervenções didáticas realizadas nas escolas públicas estaduais, do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil (Fonte: os autores). Legenda: DC- divulgação científica.



tes estabelecer relações entre os conteúdos estudados em sala de aula e as situações do seu dia a dia, além de possibilitar que tenham acesso aos processos para obtenção do conhecimento científico e não apenas aos resultados, despertando a curiosidade e confiabilidade na ciência (Arthur; Garcia, 2020).

Há uma enorme diversidade de possibilidades de se trabalhar com divulgação científica no processo de ensino-aprendizado, como feiras e museus de ciências, filmes, teatro, jogos e modelos didáticos, textos de divulgação científica entre outras atividades (Campos, 2015). Muitos autores relatam experiências de sucesso trabalhando com divulgação científica em sala de aula como, por exemplo, o trabalho de Santos et al., (2020), que, ao utilizarem palestra, modelos didáticos e jogos, verificaram um maior interesse, participação e aprendizado dos alunos com relação ao conteúdo de evolução biológica. Vicentino et al. (2011), trabalhando apenas com jogos, mostraram que essa ferramenta é uma forma divertida e criativa de ensinar e incentivar o aprendizado de novos conceitos, além de permitir que os discentes apliquem os conhecimentos adquiridos em sala de aula e interajam entre si e com os professores, contribuindo para o ensino da botânica e estimulando os estudantes a conhecer mais sobre ciência.

Durante as intervenções em sala de aula, foi possível verificar que as metodologias que o (a) professor (a) utiliza pode influenciar o interesse dos alunos por determinado conteúdo. No primeiro contato com os discentes, foi possível observar a antipatia deles pelos conteúdos de botânica, mas, no decorrer da aplicação das atividades, notou-se um aumento gradativo de interesse e participação nas atividades, demonstrado através de perguntas, respostas e comentários sobre o assunto abordado. Isso mostra que o ensino de botânica, quando é realizado somente por meio de aulas expositivas, torna-se complexo, causando desinteresse na maior parte dos alunos. Durante o desenvolvimento dessa pesquisa, foram utilizadas diversas estratégias (palestras contextualizadas, modelos didáticos e jogo didático), o que pode ter contribuído para que, ao final do trabalho, tivéssemos um resultado positivo quanto ao uso dessas metodologias no processo de ensino-aprendizagem. Silva e Souza (2013) enfatizaram que a utilização de estratégias didáticas diversificadas contribui e estimula os alunos a se interessarem pelos conteúdos, gerando motivação em aprendê-los. Diante disso, cabe ao educador e a escola, com o devido apoio pedagógico e metodológico, avaliar e adotar as melhores ferramentas para a sua realidade em sala de aula, com objetivo de envolver os alunos e sensibilizá-los para a aprendizagem dos conteúdos.

Nesse processo de avaliação, o questionário aplicado foi eficaz, pois tornou possível fazermos a comparação entre o início e o final das atividades e, conseqüentemente, verificar o nível de conhecimento adquirido pelos estudantes, tanto com as aulas teóricas ministradas pelos professores, como após as atividades desenvolvidas. Esse instrumento também permitiu avaliar o potencial da divulgação científica no processo de ensino-aprendizagem. Ao analisar os dados obtidos neste trabalho, a divulgação científica mostrou ser uma proposta didática eficaz no ensino, com resultados semelhantes ao encontrados em Gomes (2008) e Santos et al. (2020), evidenciando que é uma ferramenta capaz de proporcionar melhorias na qualidade do processo de ensino-aprendizagem, atuando

como um meio facilitador durante a abordagem de conteúdos e contribuindo para a formação nos estudantes de hábitos e atitudes, não só no âmbito da escola, mas também fora da sala de aula (Rocha; Nicodemo, 2013).

Conclusão

Os resultados desta pesquisa demonstraram o potencial da divulgação científica no processo de aprendizagem no ensino de botânica. Mais que isso, ilustrou como a associação entre pesquisa científica básica nas universidades com práticas de ensino nas escolas podem ser ferramentas poderosas para o ensino, tornando as aulas mais dinâmicas e atraentes, despertando o interesse dos alunos, aguçando a curiosidade e tornando-os mais participativos durante as atividades aplicadas, com resultados mensuráveis.

Nosso trabalho apresenta um modelo de inserção de atividades que geram momentos ricos no processo de aprendizagem dos estudantes, com resultados positivos e que foge do modelo tradicional de ensino, baseado apenas na exposição oral do conteúdo disciplinar com ênfase em exercícios e memorização, o que resulta no baixo aproveitamento pelos discentes.

Acreditamos, ainda, que nossa prática contribuiu para diminuir a distância que existe entre o cotidiano do estudante e o conteúdo abordado, permitindo aos discentes atribuir significado e a enxergar a aplicação dos conteúdos trabalhados em sala de aula no seu dia a dia. Esses estudantes irão certamente entender a importância dos estudos em botânica, da preservação da flora e de polinizadores, levando também essa mensagem as suas famílias e comunidades. Como consequência, esperamos uma maior popularização, valorização da ciência e redução da cegueira botânica, mesmo que apenas localmente.

Considerando esses resultados, seriam interessantes novas pesquisas investigando a utilização de diferentes materiais de divulgação científica como recurso didático (sugestões: artigos publicados e com linguagem adaptada, vídeos e minidocumentários, modelos didáticos relacionados a pesquisas ou produção científica), especialmente na Botânica, com uma maior associação entre práticas de pesquisa e ensino, resultados quali-quantitativos, revelando o real potencial didático destes materiais no contexto escolar.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Estadual do Piauí, pela infraestrutura e apoio na primeira fase do projeto através do Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC-Voluntário), aos alunos participantes da pesquisa, aos professores de ciência e à direção das escolas por terem aberto as portas para a realização desta pesquisa. Estendemos nosso obrigado à curadora do Herbário Graziela Barroso, da Universidade Federal do Piauí, Dra. Roseli Farias Melo de Barros, pelas consultas e orientações nas identificações.

Financiamento

Os autores declaram não haver fontes de financiamento a informar.

Contribuições de Autoria

Conceitualização: SMNAS. Curadoria de dados: AATR. Análise formal: SMNAS, AATR. Investigação: AATR. Metodologia: SMNAS, AATR. Administração do projeto: SMNAS, AATR. Recursos: SMNAS. Supervisão: SMNAS. Redação - rascunho original: AATR. Redação - revisão e edição: SMNAS, MVM.

Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse a informar.

Disponibilidade dos Dados

A maior parte dos dados analisados durante o estudo estão apresentados no corpo do manuscrito, mas caso tenham interesse nos dados brutos ou questionário utilizado na pesquisa, estes podem ser fornecidos mediante solicitação justificada à autora para correspondência.

Conformidade ética

Declaramos que para o desenvolvimento do projeto de pesquisa seguimos todas as recomendações éticas e legais cabíveis, incluindo obtenção de consentimento prévio informado de participantes (TALE e TCLE), com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE - número 34499619.3.0000.5209) e parecer APROVADO do Comitê de Ética de Pesquisa (número 4.311.799).

Referências bibliográficas

- Aizen MA, Aguiar S, Biesmeijer JC et al. Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without a parallel increase in crop diversification. *Global Change Biology* 2019;25(10):3516-3527. doi:10.1111/gcb.14732
- Albagli S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? *Revista Ciência da informação* 1996;25(3):396-404.
- Amadeu SO, Maciel MD. A dificuldade dos professores de educação básica em implantar o ensino prático de botânica. *Revista de Produção Discente Educação Matemática* 2014;3(2):225-235.
- Araújo J, Silva MFV. Aprendizagem significativa de botânica em ambientes naturais. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências* 2015;8(15):100-108.
- Arthurly LHM, Garcia JO. Em prol do realismo científico no ensino. *Ciência & Educação (Bauru)* 2020;26:1-14. doi:10.1590/1516-73132020001.
- Batista LN, Araújo JN. A botânica sob o olhar dos alunos do ensino médio. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências* 2015;8(15):109-120.
- CEPRO, Fundação - Diagnósticos dos municípios [internet]. Teresina [publicado em 27 set 2013 (citado em 12 jul 2019)]. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br+SÃO+RAIMUNDO+NONATO>.
- Chas MW, Christenhus MJM, Fa MF et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 2016;181(1):1-20. doi:10.1111/boj.1238.
- Christmann S. Under which conditions would a wide support be likely for a Multilateral Environmental Agreement for pollinator protection? *Environmental Science & Policy* 2019;91:1-5. doi:10.1016/j.envsci.2018.10.004Ge.
- Costa VF. Descrição morfológica dos tipos polínicos das angiospermas que oferecem recursos florais no campus de Pato [monografia]. Patos, PB: Universidade Federal de Campina Grande; 2014.
- Della Justina LA, Ferla MR. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética-exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. *Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar* 2006;10(2):35-40.
- Duarte JAS, Lima MRC. A botânica no ensino fundamental: uma análise dos procedimentos metodológicos [monografia]. Tomé-Açu, Universidade Federal Rural da Amazônia; 2014.
- Diamond JM. *Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso*. Rio de Janeiro: Record; 2005.
- Endress PK. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press; 1994.
- E'TENE - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Informações Socioeconômicas municipais de São Raimundo Nonato-PI. [internet]. (citado em 12 jul 2019). Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3022544/S%C3%A3o+Raimundo+Nonato-PI-2019.pdf/ad31a571-0be6-e651-e410-c221963033b5>
- Faegri K, Pijl L. *The principles of pollination ecology*. London: Pergamon Press; 1979.
- Flora do Brasil 2020 em construção [Internet]. Rio de Janeiro: JBRJ [citado em 20 fev 2021]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>
- Gallai N, Salles JM, Settele J, Vaissière BE. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 2009;68(3):810-821.
- Girão LC, Lopes AV, Tabarelli M, Bruna ME. Changes in Tree Reproductive Traits reduce Functional Diversity in a Fragmented Atlantic Forest Landscape. *Plos One* 2007;2(9):e908.
- Gomes MC. Potencial das revistas de divulgação científica para o ensino dos temas nutrição e metabolismo Energético [dissertação]. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2008.
- Grando RC. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula [tese]. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação; 2000.
- Hall DM, Martins DJ. Human dimensions of insect pollinator conservation. *Current Opinion in Insect Science* 2020;38:107-114. doi:10.1016/j.cois.2020.04.00.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - Informações básicas dos municípios do Piauí [internet]. Rio de Janeiro [citado em 12 jul 2019]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/sao-raimundo-nonato/panoram>
- Júnior AJV. Contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa para a aprendizagem de conceitos em Botânica. *Acta Scientiarum. Education* 2011;33(2):281-288. doi: 10.4025/actascieduc.v33i2.1435.
- Kinoshit LS, Torre RB, Tamashir JY, Forni-Martin RE. *A botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora*. São Carlos: RiMa; 2006.
- Kluser S, Peduzzi P. *Global Pollinator Decline: A Literature Review*. Geneva: UNEP/GRID; 2007.
- Kremen C, Williams NM, Aizen MA et al. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 2007;10:299-314. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01018..
- Kuenzer, AZ. (org.) *Construindo uma proposta para os que vivem do trabalho*. São Paulo: Cortez, 2000.
- Lemos JR., Rodal MJN. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Acta botanica Brasilica* 2002;16(1):23-42. doi:10.1590/S0102-3306200200010000.
- Lopes AV, Girão LC, Santos BA, Peres AC, Tabarelli M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic Forest fragments. *Biological Conservation* 2009;142:1154-1165.

- Lordêlo FS, Porto CM. Divulgação científica e cultura científica: conceito e aplicabilidade. *Revista Ciência em Extensão* 2012;8(1):18-34.
- Machado IC, Lopes AV. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 2004;94(3):365-376. doi:10.1093/aob/mch15.
- Machado IC, Lopes AV. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC, editores. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife, PE: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); 2005. p. 515-563.
- Melo EA, Abreu FF, Andrade AB, Araújo MIO. A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios. *Scientia Plena* 2012;8(10):1-8.
- Missouri Botanical Garden [Internet]. St. Louis: EUA [citado em 25 fev 2021]. Disponível em: <https://www.missouribotanicalgarden.org>
- Mori SA, Silva LAM, Lisboa G, Coradin L. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Ilhéus: Centro de Pesquisa do Cacau;1989.
- Moro M, Martins FR. Métodos de levantamento do componente arbóreo – arbustivo. In: Felili JM, Eisenlohr PV, Melo MMRF, Andrade LA, editores. *Fitosociologia do Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa, MG: Editora UFV; 2011. p. 174–208.
- Novais SMA, Nunes CA, Santos NB et al. Effects of a possible pollinator crisis on food crop production in Brazil. *PLoS One* 2016;11(11):e0167292.
- Oliveir W, Silv JLS, Port RG et al. Plant and pollination blindness: risky business for human food security. *BioScience* 2019;70(2):109-110. doi:10.1093/biosci/biz13.
- Pereira MR. Contribuições da divulgação científica para o ensino-aprendizagem de ciências e biologia. *Revista Encontros* 2014;12(22):116-133.
- Pfeiffer C. Escola e divulgação científica. Produção e circulação de conhecimento: estado, mídia e sociedade. Campinas, SP: Pontes Editores; 2001.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 2010;25(6):345-553.
- Proctor M, Yeo P, Lack A. The natural history of pollination. London: Harper Collins Publishers; 1996.
- Raven PH, Evert, RF, Eichhorn SE. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
- Richards, AJ. *Plant Breeding Systems*. London: Chapman & Hall; 1997.
- Rocha MB. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* 2012;5(2):47-68.
- Rocha, MB, Nicodemo JF. O papel da divulgação científica na difusão de conhecimentos ambientais na educação básica. *Revista ENCITEC* 2013;3(2):34-46.
- Rocha-Santo L, Mayfiel MM, Lope AV et al. The loss of functional diversity: a detrimental influence of landscape-scale deforestation on tree reproductive traits. *Journal of Ecology* 2020;108:212-223. doi:10.1111/1365-2745.1323.
- Salatino A, Buckeridge M. Mas de que te serve saber botânica? *Estudos avançados*, 2016;30(87):1-20. doi:10.1590/S0103-40142016.3087001.
- Santos LB, Zednik H, Soares SMNA. A Divulgação científica: qual a eficiência desta ferramenta no ensino? Uma análise utilizando a teoria da evolução biológica. *Anais do 7 Congresso Nacional de Educação*; 2020 Out 15-17; Maceió, Brasil. Maceió: Educação como (re)existência, mudanças, conscientização e conhecimentos; 2020.
- Santos SMP. *A ludicidade como ciência*. Petrópolis, RJ: Vozes; 2001.
- Silva GPN, Souza ML. O ensino de botânica na educação fundamental II: análise de uma proposta educativa. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 2013;1(Extra):2810-2814.
- Silva PGP. *O Ensino da Botânica no Nível Fundamental: um Enfoque nos Procedimentos Metodológicos [tese]*. Bauru, SP: Universidade Estadual Paulista; 2008.
- Silveira AF, Ataíde ARP, Freire MLF. Atividades lúdicas ensino de ciências: uma adaptação metodológica através do teatro para comunicar a ciência a todos. *Educar em revista* 2009;25(34):251-264. doi:10.1590/S0104-4060200900020001.
- Souza CLP, Kindel EAI. Compartilhando ações e práticas significativas para o ensino de botânica na educação básica. *Experiências em Ensino de Ciências* 2014;9(3):44-58.
- SPSS, IBM. *Statistics for Windows Version 25.0* Armonk. NY: IBM Corp; 2017.
- Ursi S. Barbosa PP, Sano PT, Berchez FAZ. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos Avançados* 2018;32(94):7-24. doi:10.1590/s0103-40142018.3294.000.
- Viana MR, Junior PM, Campos LAO. Manejo de polinizadores e o incremento da produtividade agrícola: uma abordagem sustentável dos serviços do ecossistema. *Cadernos de Agroecologia* 2007;2(1):144-147.
- Vicentino SL, Sant'anna DMG. A Divulgação Científica por meio de um jogo: trilha do Sistema Digestório. *Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar* 2011;15(1/2/3):1-7.
- Wandersee JH, Schussler EE. Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin* 2002;47(1):2-9.
- Willer P. *Pollination and floral ecology*. 6 ed. New Jersey: Princeton University Press; 2011.
- Xavier JLA, Gonçalves CB. A relação entre a divulgação científica e a escola. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências* 2014;7(14): 182-189.

Como citar este artigo

How to cite this article

(ABNT)

RODRIGUES, A. A. T.; MEIADO, M. V.; SOARES, S. M. N. A. Divulgação científica nas escolas: a importância da polinização das flores na agricultura. **Paubrasilia**, Porto Seguro, v. 5, e0084, 2022. DOI 10.33447/paubrasilia.2022.e0084

(Vancouver)

Rodrigues AAT, Meiado MV, Soares SMNA. Divulgação científica nas escolas: a importância da polinização das flores na agricultura. **Paubrasilia** 2022;5:e0098. doi: 10.33447/paubrasilia.2022.e0084