AMBIENTE & EDUCAÇÃO
Revista de Educação Ambiental
E-ISSN 2238-5533

Abelhas nativas e ciência cidadã: emancipação nas interfaces da educação e conservação[1]

Vanessa Puerta Veruli[2]
Universidade Federal do ABC (UFABC)
https://orcid.org/0000-0001-6514-4302

Natalia Pirani Ghilardi-Lopes[3]
Universidade Federal do ABC (UFABC)
https://orcid.org/0000-0001-6213-8871

Resumo: Neste artigo, refletimos sobre as espécies de abelhas nativas brasileiras e a inclusão de sua história em atividades educacionais realizadas em Unidades de Conservação (UCs) sob a perspectiva da ciência cidadã. Com objetivo de evidenciar o potencial das UCs como espaços educadores, comentamos sobre o papel dos monitores ambientais e gestores como agentes multiplicadores de conhecimento, o qual pode ser construído de forma participativa junto aos visitantes e moradores do entorno dessas áreas (ciência cidadã). As reflexões aqui propostas indicam que a inserção da história e do conhecimento científico sobre as abelhas nativas nas UCs representa mais do que uma estratégia pedagógica: trata-se de um ato político e cultural, capaz de enfrentar os legados do epistemicídio colonial e valorizar saberes historicamente marginalizados.
Palavras-chave: Áreas protegidas. Educação Ambiental. Monitoramento participativo. Abelhas nativas. Unidades de Conservação.

Abejas autóctonas y ciencia ciudadana: emancipación en las interfaces de la educación y la conservación

Resumen: En este artículo reflexionamos sobre las especies de abejas nativas brasileñas y la inclusión de su historia en actividades educativas realizadas en Unidades de Conservación (UC) desde la perspectiva de la ciencia ciudadana. Con el fin de resaltar el potencial de las UC como espacios educativos, comentamos el rol de los monitores y gestores ambientales como agentes de multiplicación de conocimientos, que pueden construirse de manera participativa junto a los visitantes y pobladores de las zonas aledañas (ciencia ciudadana). Las reflexiones aquí propuestas indican que la inclusión de la historia y el conocimiento científico sobre las abejas nativas en las UC representa más que una estrategia pedagógica: es un acto político y cultural, capaz de enfrentar los legados del epistemicidio colonial y valorar conocimientos históricamente marginados.

[1] Recebido em: 15/02/2024. Aprovado em: 07/04/2025.
[2] Mestre pelo Programa de Pós-Graduação Ensino e História das Ciências e da Matemática (UFABC), especialista em Gestão Ambiental (SENAC), bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP) Ribeirão Preto. Monitora Ambiental da Fundação Florestal. E-mail: vp.veruli@gmail.com
[3] Licenciada e bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo, doutora em Ecologia Marinha (Universidade de São Paulo). Professora Associada no Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC. natalia.lopes@ufabc.edu.br

Palabras-clave: Áreas protegidas. Educación Ambiental. Monitoreo participativo. Abejas autóctonas. Unidades de Conservación.

Native bees and citizen science: emancipation at the interfaces of education and conservation

Abstract: In this paper, we reflect on Brazilian native bee species and the inclusion of their history in educational activities carried out in Protected Areas (PAs) from the perspective of citizen science. With the aim of highlighting the potential of PAs as educational spaces, we comment on the role of environmental monitors and managers as agents of knowledge multiplication, which can be constructed in a participatory manner with visitors and residents of the surrounding areas (citizen science). The reflections proposed here indicate that the inclusion of the history and scientific knowledge about native bees in PAs represents more than a pedagogical strategy: it is a political and cultural act, capable of confronting the legacies of colonial epistemicide and valuing historically marginalized knowledge.
Keywords: Protected areas. Environmental Education. Participatory monitoring. Native bees. Conservation Units.

INTRODUÇÃO

As áreas naturais estão definidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei Federal nº 9.985/2000 (Brasil, 2000), o qual estabelece 12 (doze) categorias de unidades de conservação (UC) de acordo com os diferentes objetivos de manejo e tipos de uso. Além delas, existem outras categorias de áreas naturais que não foram incluídas no SNUC, mas estão em outros documentos de diretrizes. Por exemplo, a Convenção da Diversidade Biológica (CDB), um tratado da Organização das Nações Unidas, estabelecido na ECO-92, define no seu artigo 2, área protegida como: "uma área definida geograficamente que é destinada, ou regulamentada, e administrada para alcançar objetivos específicos de conservação", como áreas de proteção permanente, reserva legal, mosaicos, florestas de produção, estações experimentais, entre outras.

As UCs também se enquadram na definição de Áreas Protegidas, mas apresentam como especificidade a necessidade de possuírem instrumentos de implementação e organização, com regras de uso do solo, por meio dos planos de manejo; e são administradas com recursos humanos e financeiros, por instituições estaduais, federais, municipais ou particulares. A gestão dessas áreas é o que viabiliza os objetivos da lei junto aos diversos atores envolvidos (Maretti *et al.*, 2012).

O Estado de São Paulo gerencia atualmente 151 Áreas Protegidas e, além das categorias do SNUC, foi instituído o Sistema de Informação e Gestão de Áreas

Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo (Sigap) para integrar outras áreas protegidas, sendo elas: áreas de preservação permanente, reservas legais, reservas da biosfera, áreas úmidas, áreas naturais tombadas, áreas do patrimônio mundial natural, áreas de cavidades naturais subterrâneas, estradas-parque, áreas sob atenção especial do Estado em estudo para expansão da conservação da biodiversidade (ASPE), paisagens culturais, eco-museus e monumentos geológicos (São Paulo, 2014).

Os processos educativos são essenciais para a proteção das UCs, pois sem a sensibilização e integração da sociedade no que se refere à importância dessas áreas protegidas, não há como mantê-las (São Paulo, 2017). Carvalho (2004) entende a educação como parte da ação humana de transformar a natureza em cultura, interpretando o meio ambiente de forma mais crítica e formando, assim, sujeitos mais conscientes de como suas ações afetam esse mundo.

Os objetivos educacionais, interpretativos e recreativos sempre estiveram presentes nas unidades de conservação (Ribeiro, 2000). Diante disso, foi construído, de forma participativa e coletiva, o Programa de Educação Ambiental (PEA) da Fundação Florestal (FF) do Estado de São Paulo, o qual implementa diretrizes para a realização de ações de Educação Ambiental nas UCs gerenciadas pela FF no Estado de São Paulo, considerando o meio ambiente de maneira ampla, envolvendo aspectos ecológicos, históricos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais, tecnológicos e éticos (São Paulo, 2017).

As Unidades de Conservação são locais de abrigo para diversos organismos e guardam uma grande riqueza[4] de espécies de abelhas nativas. O Brasil, que possui 9,4% da riqueza de espécies de abelhas da região neotropical (Hartfelder, 2008), no caso das abelhas nativas[5] sem ferrão (ferrão atrofiado), têm registradas 245 espécies (dos Santos *et al.*, 2021). Algumas dessas espécies conseguem sobreviver em ambientes urbanos, mas outras necessitam de locais conservados. Um estudo realizado na Amazônia, por exemplo, comprova que o desmatamento afeta a riqueza e a diversidade de espécies de abelhas, afetando a polinização das flores de açaí (Campbell *et al.*, 2022). Assim, a preservação e conservação de áreas com vegetação natural é essencial tanto para a proteção de abelhas nativas, como para a produção de alimentos.

4 Riqueza, em termos ecológicos, significa número de espécies.

5 Espécies nativas de um local são aquelas cuja origem geográfica é daquele local em questão**.**

Dessa forma, considerando seu papel ecológico e simbólico, as abelhas nativas também se apresentam como organismos focais potenciais das ações e projetos de educação ambiental desenvolvidos em UCs, o que é fundamental para evidenciar a importância dos diferentes grupos de organismos na manutenção do equilíbrio dinâmico dos ecossistemas. Sabe-se que as abelhas têm um papel essencial na polinização e na manutenção da diversidade vegetal, sendo que 90% das espécies da flora nativa são polinizadas por estes organismos, o que é essencial para a reprodução dessas plantas (Ballivián *et al.*, 2008; Barbosa *et al.*, 2017). Entretanto, conhecemos pouco sobre a ecologia e a história das relações humanas com estes organismos. A espécie de abelha mais conhecida no Brasil é *Apis mellifera* (abelhas do mel ou abelhas melíferas), que é exótica[6] e cuja introdução[7] ocorreu no Brasil em 1839. As abelhas melíferas são maiores do que as abelhas nativas, de fácil manejo e boa adaptação em diferentes ecossistemas, e sua introdução no Brasil teve como objetivo aumentar a produção de mel e cera (Pires *et al.*, 2016), o que deixou as espécies nativas por um bom tempo "invisíveis" aos criadores e educadores.

Neste sentido, estratégias interdisciplinares promotoras de uma educação ambiental crítica e reflexiva podem promover a construção de novos conhecimentos e tornar estas espécies de abelhas visíveis e vinculadas a processos de ensino de ciências em áreas naturais, por meio da ciência cidadã (Haklay *et al.*, 2021).

Portanto, é importante avaliar como trabalhar a visibilização das abelhas nativas e assumir as UCs como espaços educadores, valorizando os saberes tradicionais e locais sobre estes organismos. Entendem-se as UCs como locais que possibilitam experiências de contato afetivo e cognitivo com as áreas naturais. Ainda, entende-se a educação não-formal como um desdobramento dos limites espaço-temporais da educação formal, sendo que abordagens didáticas e motivacionais inovadoras podem ser estimuladas nestes espaços (Ventosa, 2016). Além disso, valorizar o conhecimento sobre as espécies de abelhas nativas pode contribuir para a educação científica, pois a aprendizagem em ambientes naturais estimula a observação, a curiosidade, a formulação de questões e o envolvimento cognitivo dos educandos com aquele objeto de estudo (Bellini, 2002).

[6] Não nativa

[7] Inserção, intencional ou não, de indivíduos de uma determinada espécie em uma localidade na qual não ocorriam naturalmente

Sendo assim, há grande potencial para a inserção da história das abelhas nativas em atividades educacionais em Unidades de Conservação (UCs) sob a perspectiva da ciência cidadã, com a formação de monitores ambientais/gestores como agentes multiplicadores desse conhecimento e promoção da gestão participativa desses espaços através da aproximação dos atores sociais das UCs com a sociedade em geral.

Com base nesse panorama, o presente ensaio teórico se inicia com uma contextualização histórica e ecológica sobre as abelhas nativas e suas múltiplas relações com os seres humanos. Em seguida, é proposta uma reflexão sobre como as Unidades de Conservação, uma vez sendo espaços educadores, contribuem para a manutenção da riqueza de espécies de abelhas. Posteriormente, discute-se o papel da educação ambiental e científica sobre as abelhas e indica-se a ciência cidadã como um caminho possível para a visibilização das abelhas nativas nestes espaços. Finalmente, são tecidas considerações sobre a importância da visibilização de nossa fauna nativa de abelhas em Unidades de Conservação.

O objetivo deste trabalho, portanto, é evidenciar as conexões entre a conservação da biodiversidade nativa em espaços educadores e a inclusão das comunidades locais em processos de geração de conhecimento, os quais podem ser úteis para geração de renda para essas comunidades, assim como para a gestão destas áreas.

Este ensaio tem caráter teórico-reflexivo e fundamenta-se nas experiências profissionais e acadêmicas das autoras: uma delas com atuação direta em Unidades de Conservação, e a outra com trajetória consolidada em projetos de ciência cidadã.

DESENVOLVIMENTO

AS ABELHAS NATIVAS

As abelhas são organismos muito parecidos com as vespas e evidências indicam que estes organismos evoluíram de um ancestral comum, a partir de transformações no ambiente que proporcionam a oferta de novas formas de alimento, como néctar e pólen, selecionando indivíduos adaptados a esta alimentação. Assim, a evolução da capacidade de sugar ou lamber flores ocorreu há aproximadamente 120 milhões de anos atrás. Essa evolução ocorreu associada à origem e evolução de grupos de angiospermas (plantas com flores) produtoras destes alimentos (Almeida *et al.*, 2023). A presença das abelhas também ocorre em alguns registros históricos produzidos por diferentes povos humanos, como espanhóis (registros em cavernas), egípcios, gregos, entre outros (Crane, 1999).

Nas Américas, existem diferentes espécies de abelhas nativas e seu mel é utilizado desde há muito tempo pelos povos indígenas como fonte de energia. Essa relação dos povos tradicionais com as espécies de abelhas pode ser depreendida a partir dos nomes populares que utilizamos atualmente para essas espécies, originários do tupi: Uruçu (*eiru'su*, que significa abelha grande), Arapuá (*eira poã*, abelha que faz o mel redondo), Mandaçaia (*manda çai*, vigia bonito), Iraí (*iray*, rio de mel), Jataí (*yata' i*, abelha pequena), entre outros.

A criação de abelhas nativas é denominada meliponicultura, uma atividade muito antiga e que já era praticada pelos povos indígenas que habitavam a América Latina (Ballivián *et al.*, 2008). O nome meliponicultura origina-se da classificação taxonômica destes organismos, pois as abelhas nativas sem ferrão (atrofiado), que produzem mel, pertencem à tribo Meliponini, ocorrendo do México até o estado do Rio Grande do Sul, no Brasil. Entretanto, após a colonização do Brasil, foi trazida a cana-de-açúcar (que substituiu o mel como adoçante nos alimentos) e mais tarde, em 1839, foram introduzidas no Brasil colmeias de abelhas de Portugal, as abelhas europeias (*Apis mellifera*), com objetivo de usar a cera destas abelhas para a produção de velas, o que promoveu a diminuição, aos poucos, da criação de abelhas sem ferrão (Ruvolo-Takasusuki; Souza, 2019). Com a introdução desse conhecimento sobre as abelhas europeias, ocorreu uma "destruição criadora" que se traduziu em epistemicídio, ou seja, a subalternização ou inferiorização dos saberes de grupos sociais cujas práticas se assentavam em tais conhecimentos (Santos *et al*., 2006). Além da espécie europeia, também foi introduzida a subespécie africana (*Apis mellifera scutellata*), na década de 1950, com o único objetivo de aumentar a produtividade do mel (Villas-Bôas, 2018). Estas abelhas apresentam boa adaptação, alta capacidade de enxamear e são bem agressivas e, após a introdução no Brasil, escaparam das áreas de criação, ocorrendo um processo de hibridização com as abelhas europeias (*Apis mellifera*), resultando no surgimento das abelhas africanizadas (Carvalho, 2014).

Essas introduções de espécies de abelhas, voltadas para a produção de mel e cera, trouxeram não só ameaças ecológicas para as espécies nativas (uma vez que competem por recursos), mas também um esquecimento e silenciamento da criação e cultura das abelhas nativas que era praticada pelos indígenas, o que permanece forte até os dias de hoje. O conhecimento que foi sendo construído aqui no Brasil é o de que as "abelhas" são aquelas da espécie *Apis mellifera* e que produzem uma boa quantidade de mel, que

“picam” (têm ferrão) e podem ser perigosas. Grande parte das abelhas nativas do Brasil possui ferrão atrofiado, portanto, não picam, são dóceis, algumas muito mansas e outras mais defensivas quando são perturbadas em seus ninhos, mas pouco agressivas, com comportamento de enrolar e mordiscar (Cortopassi-Laurino; Nogueira-Neto, 2016).

Além da produção de mel, outro serviço ecossistêmico oferecido pelas abelhas (cujo valor estima-se ultrapassar o da própria produção de mel) é a polinização. Como exemplo, nos países da Comunidade Europeia (EU), em 2005, estimou-se que o ganho anual com o mel produzido pelas abelhas foi de 140 milhões de euros, enquanto o valor da polinização pelas abelhas melíferas *Apis* na EU foi de 14,2 bilhões de euros (Imperatriz-Fonseca *et al*., 2012).

Em um levantamento realizado junto ao Núcleo de Acompanhamento de Projetos Externos (NAPE), que é o órgão do Instituto de Pesquisas (IPA) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, que contém o cadastro de todas as pesquisas realizadas em áreas protegidas, verificou-se que entre 1997 e 2020, foram registradas apenas 40 pesquisas envolvendo abelhas, sendo 5 delas com *Apis*, 29 com espécies de abelhas nativas e 6 que estudaram ambas. As pesquisas com abelhas nativas visavam principalmente o levantamento de espécies e compreensão de aspectos ecológicos, ainda pouco estudados (dados fornecidos à autora pela NAPE, sob demanda).

Deste modo, multiplicar o conhecimento sobre essas espécies nas UCs pode oportunizar um diálogo e troca de saberes, ampliando a compreensão por parte de diferentes atores sociais sobre o papel e importância das UCs e da presença das abelhas nativas na paisagem (Fotografia 01). Assim, as UCs são espaços territoriais destinados à conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, mas também oferecem oportunidades únicas para atividades educativas (espaços educadores), descritos a seguir.

Fotografia 01: *Paratrigona subnuda* (Jataí-da-terra), na Área de Proteção Ambiental Parque e Fazenda do Carmo (Unidade de Conservação do Estado de São Paulo).



Fonte: Gustavo Feliciano Alexandre (2019).

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COMO ESPAÇOS EDUCADORES

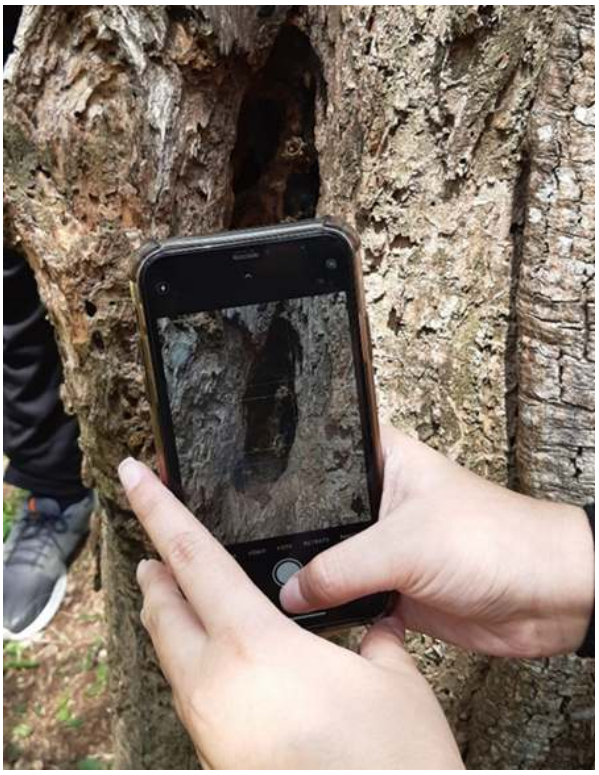
Dando continuidade à discussão sobre o papel das UCs, pode-se considerar que o estudo e o monitoramento participativo da grande riqueza de espécies de abelhas nativas sem ferrão nesses espaços podem contribuir para uma formação crítica e reflexiva de diferentes atores sociais, na perspectiva de uma educação decolonial (Mota Neto, 2018; Garcia-Arias *et al.*, 2023). Para as abelhas nativas, esse processo inclui o entendimento da própria existência desses seres e a visibilização dos serviços que prestam e que são essenciais para a sobrevivência humana.

Pensar nessa interface entre Ensino e História das Ciências, estimulando a reflexão sobre conteúdos, a partir da própria realidade e dos conhecimentos prévios dos educandos, poderá fortalecer a atuação dos educadores e facilitar a interdisciplinaridade. Para Walsh *et al.* (2018) a pedagogia decolonial é uma politização da pedagogia, um conceito que pode ser considerado não apenas uma intervenção pedagógica, mas também uma intervenção política, já que enfrentará aquela estrutura voltada para o ensino do conhecimento eurocêntrico, manutenção da colonialidade e a invisibilidade de outros saberes. As UCs guardam um contexto histórico, um patrimônio histórico-cultural, saberes que devem ser compartilhados e, portanto, são locais ideais para intervenções participativas, valorizando as experiências e conhecimentos locais.

No contexto da educação escolar formal, para que se promova o conhecimento sobre as abelhas nativas é importante buscar formas de participação, o saber cultural

sobre esses animais existentes nas comunidades e uma aprendizagem mais lúdica que fomente a curiosidade. Simultaneamente, professores podem atuar como problematizadores, que questionam e motivam os alunos a aprender, possibilitando a reflexão, curiosidade e desenvolvimento de ideias. É importante que ambos (professores e estudantes) participem do processo de ensino-aprendizagem, permitindo a emancipação e a percepção crítica sobre a realidade em que vivem, tornando-os cidadãos ativos socialmente (Tozoni-Reis, 2006). Essa forma de educar pode ser um meio de trazer a inserção das UCs nas salas de aula e o entendimento da sua importância para a sociedade, favorecendo ações educativas no interior das mesmas (Fotografia 02).

Fotografia 02: Ações educativas na Área de Proteção Ambiental Parque e Fazenda do Carmo.



Fonte: Programa Abelhas Nativas da Fundação Florestal, Gustavo Feliciano Alexandre (2023).

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ABELHAS NATIVAS

Complementando essa perspectiva educacional, nas UCs a educação ambiental constitui um processo essencial à própria gestão, com o intuito de consolidar essas áreas como espaços educadores, mas permeando também outros setores, como: fiscalização, administração, comunicação e proteção (São Paulo, 2017). A busca de uma

compreensão crítica, na qual a população desenvolva uma relação mais contextualizada com as questões socioambientais, que possa promover intervenção e transformação da degradação ambiental e melhorar o mundo em que vivemos, subsidia o Programa de Educação Ambiental e as ações nas UCs (São Paulo, 2017). Essa concepção crítica (Sauvé, 2010) propõe a reflexão sobre as múltiplas dimensões causais dos problemas socioambientais, entendendo que o ser humano pertence à teia complexa de relações entre os componentes dos sistemas ecológicos, bem como a complexidade das relações ser humano - meio ambiente, cuja compreensão depende de engajamento e participação coletiva para mudança de valores e atitudes.

Todas as espécies da fauna têm o seu valor para a conservação e devem ser protegidas, como também conhecidas. Espécies menos carismáticas como insetos, cobras, aranhas, entre outras, já carregam uma dificuldade de afetividade para seu estudo, consideradas nocivas, repugnantes ou perigosas, não atraindo a simpatia da população (Bernarde, 2018). A falta de interesse nesse conhecimento pode trazer um impacto negativo à proteção destas espécies e não valoriza a importância dessas espécies para o equilíbrio e manutenção das UCs. Mas, como trazer esse conhecimento para a sociedade?

A educação ambiental nas UCs reúne ações e práticas educativas na busca da sensibilização e participação permanente no desenvolvimento de projetos e programas, deparando-se com diversos saberes e possibilitando a valorização dos mesmos, pois são locais que guardam grande diversidade cultural, além da ambiental.

Ao sair dos rigorosos limites conteudistas impostos aos educandos, é possível estimular o questionamento, elaboração de hipóteses, inserção de conteúdos sobre as abelhas nativas, a investigação de problemas do contexto real, como as ameaças a estes seres e o impacto do seu desaparecimento para a sociedade, a reflexão numa perspectiva histórica, bem como a valorização das diferentes maneiras dos educandos apresentarem suas justificativas e argumentações (Oliveira; Alvim, 2021).

Essa valorização se fundamenta na possibilidade de diálogo entre educador e educando, em que ambos aprendem, ocorrendo assim uma troca de saberes e a inserção de novos temas, ou seja, uma educação problematizadora, como defendida por Paulo Freire, na qual o educando é livre para mostrar seu saber (Gadotti, 2004). Além de respeitar esses saberes, um ponto importante é vinculá-los ao conteúdo programático, principalmente aqueles que foram construídos na prática comunitária (Freire, 1996).

Então, uma educação que trabalha com questões reais definidas por meio de diálogos e reflexões entre os sujeitos envolvidos, na qual o professor atua como mediador (Dickmann e Carneiro, 2012) possibilita, além de um aprendizado de conteúdos, talvez para as abelhas nativas um resgate de informações há muito tempo esquecidas. Essas informações visibilizadas possibilitam um novo diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, entendendo que a ciência é para todos e a aprendizagem como processo social e culturalmente mediado (Cachapuz *et al*., 2004).

A ideia de inserção do tema da história das abelhas nativas em sala de aula e a integração desse tema com projetos científicos nas Unidades de Conservação possibilita articular teoria e prática na educação, permitindo reflexões de forma dialógica podendo ser um passo à frente, na busca de uma ação emancipatória para a formação de sujeitos mais reflexivos. Assim sendo, recuperar esse saber sobre as abelhas nativas, aliado ao ensino formal e educação ambiental pode criar experiências únicas, atrativas e transformadoras proporcionando novas formas de aprendizagem.

CIÊNCIA CIDADÃ: UM CAMINHO PARA A VISIBILIZAÇÃO DAS ABELHAS NATIVAS

A ciência cidadã é entendida como um movimento de diálogo, democrático e aberto, onde o cidadão é participante ativo (Irwin, 1995), e pode contribuir com a educação ambiental, possibilitando o envolvimento de cidadãos em processos científicos, podendo ter as abelhas nativas como questão de investigação. Rodrigues *et al.* (2020) evidenciam seis contribuições recíprocas entre a ciência cidadã e a educação ambiental, sendo elas: democratização do conhecimento científico na área ambiental, aumento da participação e inclusão da sociedade em processos decisórios, benefícios para as instituições governamentais por meio do monitoramento participativo com geração de benefícios para o ecossistema, aumento do capital social, alfabetização e educação científica. Nesse contexto, no qual se busca integrar educação, conservação e engajamento social, é crucial estimular os educandos à busca por diferentes formas de conhecimento sobre as abelhas nativas. Uma possibilidade é o desenvolvimento de atividades de Ciência Cidadã, que permitem que qualquer indivíduo possa participar de um processo científico, em parceria com pesquisadores (Bonney *et al.*, 2009). Quando é voltada para o estudo da biodiversidade, pode ocorrer em uma variedade de habitats e locais e, geralmente, objetiva a coleta de dados por longo período, contribuindo para o

avanço do conhecimento científico a partir do apoio dos cientistas cidadãos sobre a ocorrência de espécies e sua distribuição (Chandler *et al*., 2017). Além disso, esse público é informado sobre os organismos que estão observando, como são conduzidas as investigações científicas, partilham e discutem seu conhecimento na geração dos resultados (Bonney *et al.*, 2009).

As ações educativas das UCs aumentam a participação social, democratizando o conhecimento e potencializando esses locais como espaços educadores. O monitoramento participativo das abelhas nas UCs pode engajar visitantes, comunidade do entorno e escolas, promovendo a educação científica, além de proporcionar a sensação de pertencimento desses cidadãos e a conexão com essas áreas protegidas (Ghilardi-Lopes *et al*., 2023; Veruli *et al*. 2023, 2024). Nas UCs, a ciência cidadã interligada com a educação ambiental pode ir além da coleta de dados e gerar benefícios no campo político, contribuindo com a democratização do conhecimento e a aproximação da sociedade na participação da gestão destas áreas. Com o propósito de interpretação e conexão com a natureza, as trilhas se tornam um instrumento para a educação ambiental, sendo espaços para a prática, promovendo a sensibilização e afetividade em relação ao que está sendo observado (Eisenlohr *et al.,* 2013) e as áreas nas quais as trilhas são realizadas podem se tornar locais de estudo por meio da aplicação de protocolos de ciência cidadã. Todavia, também devem ser avaliados os impactos decorrentes dessa ação, Eisenlohr *et al.* (2013) apontam problemas que podem ocorrer nas trilhas, como impacto negativo à vegetação, alteração na estrutura e diversidade da vegetação adjacente e a compactação do solo. Em relação à observação das abelhas, é necessário planejamento, orientação e acompanhamento por parte da equipe de funcionários da UC e dos pesquisadores envolvidos.

Geralmente, o tema das abelhas é relacionado com atividades geradoras de renda, como a produção de mel, cera, própolis e outros produtos. Contudo, como na maior parte das UCs, em especial as de proteção integral, não é permitida a coleta e nem a criação ou o uso das espécies com fins econômicos, o próprio turismo científico pode se constituir em uma fonte de renda para a comunidade local.

Nestas áreas, a ciência cidadã aliada à gestão desses locais poderá estimular práticas de turismo científico, possibilitando desenvolvimento econômico. Conti *et al.* (2021) consideram que o turismo científico em áreas naturais alia visitação e ciência, onde pesquisadores, visitantes ou turistas observam e coletam dados, além de

entenderem sobre a história, problemas ambientais, proteção ambiental e desenvolvimento socioeconômico. Os autores consideram que estes pontos podem auxiliar na recuperação, conservação, divulgação e uso sustentável de atrativos turísticos.

CONCLUSÃO

Retomando as reflexões desenvolvidas ao longo do ensaio, observa-se que a inserção da história e do conhecimento científico sobre as abelhas nativas nas Unidades de Conservação representa mais do que uma estratégia pedagógica: trata-se de um ato político e cultural, capaz de enfrentar os legados do epistemicídio colonial e valorizar saberes historicamente marginalizados. Ao tornar visíveis essas espécies e seus múltiplos vínculos com os ecossistemas e com as culturas locais, abre-se caminho para práticas educativas que integrem ciência, conservação e cidadania de forma crítica e emancipatória.

Nesse contexto, a ciência cidadã emerge como processo potente para articular educação ambiental e produção de conhecimento científico, promovendo o engajamento de diversos atores sociais em processos de investigação, monitoramento e gestão das UCs. Ao incorporar metodologias participativas e respeitar os saberes locais, essa abordagem contribui para democratizar o acesso à ciência, estimular a alfabetização científica e reforçar o sentimento de pertencimento e corresponsabilidade com os territórios conservados.

Portanto, as UCs não devem ser compreendidas apenas como espaços de proteção ecológica, mas como territórios vivos de aprendizagem, diálogo e transformação social. Ao reconhecer o potencial educativo das abelhas nativas e seu papel na manutenção dos ecossistemas, fortalece-se uma educação ambiental que, mais do que informar, emancipa — e uma conservação que, mais do que excluir, inclui. O desafio e a oportunidade estão em construir, colaborativamente, práticas que respeitem a pluralidade de saberes e promovam a justiça ambiental, científica e social.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o financiamento obtido para a realização da presente pesquisa (FAPESP: processos 2019/19528-1 e 2022/06862-3; CNPq: processo 406712/2022-0).

Às equipes das Unidades de Conservação e aos cientistas cidadãos, que inspiraram a escrita deste artigo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eduardo Andrade Botelho *et al*. The evolutionary history of bees in time and space**. Current Biology**, v. 33, n. 16, p. 3409-3422. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.07.005. Acesso em: 02 abr. 2025.

BALLIVIÁN, José Manuel Palazuelos. **Abelhas Nativas sem Ferrão – Mỹg Pẽ**. São Leopoldo: Editora Oikos, 128 p. 2008. Disponível em: https://comin.org.br/publicacao/abelhas-nativas-sem-ferrao/. Acesso em: 15 jul. 2021.

BARBOSA, Deise Barbosa *et al.* As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização**. Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694-703. 2017. Disponível em: https://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1068/251 Acesso em: 20 jan. 2023.

BELLINI, Luiza Marta. Educação ambiental como educação científica no processo educativo escolar. **Educar em Revista,** Curitiba, n. 19, p. 99-110. 2002.

BERNARDE, Paulo Sérgio. Animais "não carismáticos" e a Educação Ambiental. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 1. 2018. Disponível em: https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1674. Acesso em: 26 out. 2023.

BONNEY, Ricky *et al.* Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. **BioScience**, v. 59, p. 977-984. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9. Acesso em: 15 jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985/2000**, Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Casa Civil. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 02 abr. 2025.

CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João; JORGE, Manuela. Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: um Repensar Epistemológico. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381. 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300005. Acesso em: 02 abr. 2025.

CAMPBELL, Alistar John *et al.* High bee functional diversity buffers crop pollination services against Amazon deforestation. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 326, p. 107777. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107777. Acesso em: 20 nov. 2023.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental:** a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez Editora, 6ª edição. 256 p. 2004.

CARVALHO, Rita Maria Mattoso Colman. **O Comportamento de Defesa das Abelhas Africanizadas (Hym.: Apidae) e sua Relação com a Variação na Quantidade de Veneno Produzido pelas Operárias**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 2014. Disponível em: https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORADO-ENTOMOLOGIA/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20(2014)%20Rita%20Maria%20Matoso%20Colman%20Carvalho.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

CHANDLER, Mark *et al.* Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. **Biological Conservation**, v. 213, Part B, p. 280-294. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004. Acesso em: 10 fev. 2023.

CONTI, Bruna Ração; ELICHER, Maria Jaqueline; LAVANDOSKI, Joice. Revisão sistemática da literatura sobre Turismo Científico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 1981. 2021. Disponível em: https://rbtur.org.br/rbtur/article/view/1981. Acesso em: 29 jan. 2023.

CORTOPASSI-LAURINO, Marilda; NOGUEIRA-NETO, Paulo. **Abelhas sem ferrão do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

CRANE, Eva. **The World History of Beekeeping and Honey Hunting**. New York: Routledge, 1999. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9780203819937. Acesso em: 02 abr. 2025

DICKMANN, Ivo; CARNEIRO, Sônia Maria Marchiorato. Paulo Freire e Educação Ambiental: contribuições a partir da obra Pedagogia da Autonomia. **Revista Educação Pública,** Cuiabá, v. 21, p. 87-102. jan/abr. 2012.

DOS SANTOS, Charles Fernando *et al*. Diversidade de abelhas sem ferrão e seu uso como recurso natural no Brasil: permissões e restrições legais consorciadas a políticas públicas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 02-22. 2021. Disponível em: https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/701/295. Acesso em: 02 abr. 2025.

EISENLOHR, Pedro Vasconcellos *et al.* Trilhas e seu papel ecológico: o que temos aprendido e quais as perspectivas para a restauração de ecossistemas? **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 407-418. 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000300002. Acesso em: 10 set. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. Saberes Necessários à Prática Educativa**.** São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

GADOTTI, Moacir. **Convite à leitura de Paulo Freire** - Pensamento e Ação no Magistério. São Paulo: Editora Scipione, 2004. Disponível em: http://acervo.paulofreire.org:8080/xmlui/handle/7891/2778. Acesso em: 26 mar. 2023.

GARCIA-ARIAS, Jorge; CORBETTA, Silvina; BARONNET, Bruno. Decolonizing education in Latin America: critical environmental and intercultural education as an indigenous pluriversal alternative. **British Journal of Sociology of Education**, v. 44, n. 8, p. 1394-1412. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/01425692.2023.2234088. Acesso em: 02 abr. 2025.

GHILARDI-LOPES, Natalia Pirani *et al.* **A ciência cidadã desvendando a biodiversidade de abelhas nativas sem ferrão nas Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. In: SILVA, Rosana Louro Ferreira *et al.* (Orgs.). Educação ambiental em Unidades de conservação: fundamentos e práticas. São Paulo: Diagrama Editorial. p. 67-75, 2023.

HAKLAY, Muki *et al.* Contours of citizen science: a vignette study. **Royal Society Open Science**, v. 8, n. 8, p. 202108. 2021. Disponível em: https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsos.202108. Acesso em: 10 mai. 2022.

HARTFELDER, K. Catalogue of the bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. **Apidologie**, v. 39, p. 387. 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1051/apido:2008033. Acesso em: 02 abr. 2025.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lúcia; GONÇALVES, Lionel Segui; FRANCOY, Tiago Maurício; NUNES-SILVA, Patricia. O Desaparecimento das Abelhas Melíferas (*Apis mellifera*) e as Perspectivas do Uso de Abelhas Não Melíferas na Polinização. **Doc. (Embrapa Semi-Árido. Online)**, v. 249, p. 210-233. 2012. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69296/1/Abelha.pdf. Acesso em: 11 ago. 2021.

IRWIN, A. **Citizen Science:** A Study of People, Expertise and Sustainable Development. London: Routledge, 1995. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9780203202395. Acesso em: 03 abr. 2025.

MARETTI, Cláudio Carrera *et al.* **Áreas protegidas**: definições, tipos e conjuntos. Reflexões conceituais e diretrizes para gestão. In: CASES, Maria Olatz (Org.) Gestão de Unidades de Conservação: compartilhando uma experiência de capacitação. Brasília: WWF-Brasil/IPÊ– Instituto de Pesquisas Ecológicas, 2012. Disponível em: https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/gestao_de_unidades_de_conservacao.pdf. Acesso em: 02 abr. 2025.

MOTA NETO, João Colares da. Por uma pedagogia decolonial na América Latina: Convergências entre a educação popular e a investigação-ação participativa. **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, v. 26, n. 84, p 1-21. 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14507/epaa.26.3424. Acesso em: 15 jul. 2021.

OLIVEIRA, Zaqueu Vieira; ALVIM, Márcia Helena. História das Ciências e da Matemática, Educação Problematizadora e Epistemologias do Sul: para se pensar um ensino de ciências e de matemática**. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2. 2020. Disponível em: http://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/10669. Acesso em: 06 ago. 2021.

OLIVEIRA, Zaqueu Vieira; ALVIM, Márcia Helena. Dimensões da abordagem histórica no Ensino de Ciências e de Matemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 742-774. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.5007/2175-7941.e74838. Acesso em: 20 ago. 2021.

PIRES, Carmen Sílvia Soares *et al.* Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 422-442. maio 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016000500003. Acesso em: 05 mai. 2021.

RIBEIRO, Marlene Francisca Tabanez. **Significado para professores de um programa de educação ambiental em unidade de conservação**. 2000. São Carlos. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

RODRIGUES, Samuel Perpétuo; CAMPOS, Renata Bernardes Faria; NONATO, Eunice Maria Nazarethe. **Educação Ambiental e Ciência Cidadã**: um Ensaio Sobre Possíveis Contribuições Recíprocas. In: Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade" (Educon), 14., 2020, São Cristóvão − SE. **Anais** […]. São Cristóvão: UFS, v. 14, n. 17, p. 1-16. 2020.

RUVOLO-TAKASUSUKI, Maria Claudia Colla; SOUZA, Paula Martins de. Apitoxina: Utilização do veneno da abelha *Apis mellifera*. **Pubvet**, v. 13, n. 8, p. 1-7. 2019. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/4cc0/4a8fd48a299bd7cf21a15199ad94cfe8b49f.pdf. Acesso em: 25 jan 2024.

SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula; NUNES, João Arriscado. Conhecimento e transformação social: por uma ecologia de saberes. **Hiléia: Revista de Direito Ambiental da Amazônia**, v. 4, n. 6, p. 11-104. 2006.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Unidades de Conservação da Natureza. In: SILVA, Adriana Neves da *et al.* (Orgs.) **Cadernos de Educação Ambiental**. 2ª ed. São Paulo: SMA, 104p., 2014.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. **Programa de Educação Ambiental da Fundação Florestal:** um guia para implantação nas unidades de conservação. In: SILVA, Adriana Neves da; CASTRO, Juliana Ferreira de (Orgs.). São Paulo: SMA/CEA, 18p., 2017.

SAUVÉ, Lucie. Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. **Enseñanza de las Ciencias,** vol. 28, n. 1, p. 5-17. 2010. Disponível em: https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3617. Acesso em: 02 abr. 2025.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória**. Educar**, v. 27, p. 93-110. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/er/a/NF53QF3xZhTHWjVVznd57zG/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 20 jan. 2024.

VENTOSA, Victor Juán. **Didática da Participação. Teoria, metodologia e prática.** São Paulo: Edições Sesc, 208 p., 2016.

VERULI, Vanessa Puerta *et al.* **Ciência cidadã e educação ambiental: observação de abelhas nativas (#vemabelhar) e sua importância no papel da conservação de áreas protegidas e territórios**. In: XI Seminário Brasileiro sobre Áreas Protegidas e Inclusão Social (SAPIS) & VI Encontro Latinoamericano sobre Áreas Protegidas e Inclusão Social (ELAPIS), 2023. São Paulo - SP. **Anais** [...] São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 2023. Disponível em: https//www.even3.com.br/anais/xi-sapis-vi-elapis/687711-CIENCIA-CIDADA-E-EDUCACAO-AMBIENTAL--OBSERVACAO-DE-ABELHAS-NATIVAS-(VEMABELHAR)-E-SUA-IMPORTANCIA-NO-PAPEL-DA-CO. Acesso em: 09 abr. 2024.

VERULI, Vanessa Puerta *et al.* **Ações de ciência cidadã para o estudo das abelhas nativas em Unidades de Conservação paulistas**. In: Encontro Brasileiro de Ciência Cidadã, 1., 2024. São Bernardo do Campo - SP. **Anais** [...] São Bernardo do Campo: Rede Brasileira de Ciência Cidadã, p. 47-48. Disponível em: 10.5281/zenodo.14081898. Acesso em: 02 abr. 2025.

VILLAS BÔAS, Jerônimo. **Manual Tecnológico de aproveitamento integral dos produtos das abelhas nativas sem ferrão.** 2. ed. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). 2018.

WALSH, Catherine. Insurgency and Decolonial Prospect, Praxis, and Project. In: MIGNOLO, Walter; WALSH, Catherine. **On decoloniality: Concepts, analytics, praxis.** Durham: Duke University Press. 2018.