

Ciência Cidadã e a Educação Básica: Uma revisão bibliográfica sobre a Ciência Cidadã, suas tipologias e relações com o Ensino de Ciências

Citizen Science and Basic Education: A theoretical essay on Citizen Science, its typologies, and relations with Science Education

Jailson Pacheco¹, Rodrigo Arantes Reis², Emerson Joucoski³, Russanne Low⁴

DOI: <https://doi.org/10.24979/bmirr.v15i1.1132>

Resumo: A ciência cidadã consiste no envolvimento de cidadãos como voluntários na coleta, na análise de dados, na definição de objetivos e na divulgação das pesquisas científicas das mais variadas áreas do conhecimento. Dessa forma, ela pode se tornar uma valiosa ferramenta a ser utilizada por professores no ensino de ciências pensando no currículo da Educação Básica. Além disso, ela pode atuar na promoção da alfabetização científica e do conhecimento sobre a natureza da ciência. Este trabalho objetiva discutir teoricamente a ciência cidadã, suas diferentes tipologias e modelos existentes, além de apresentar alguns projetos nacionais e internacionais com atuação na rede básica de ensino. Nossas considerações finais apontam o potencial da ciência cidadã na Educação Básica, sobretudo no ensino de ciências, relacionando-a às competências e habilidades presentes na BNCC.

Palavras-chave: ciência cidadã; ensino de ciências; ciência participativa.

Abstract: Citizen science consists of the involvement of citizens as volunteers in the collection and analysis of data, definition of objectives and dissemination in scientific research in the most varied areas of knowledge. Therefore, it becomes a valuable tool when used by teachers in the teaching of scientific concepts specific to the contents present in the curricula, but in the promotion of scientific literacy and knowledge about the nature of science. This work aims to theoretically discuss citizen science, its different typologies and existing models, and present national and international projects working in the basic education network. Our final considerations point out the potential of citizen science in basic education, relating it to the skills and abilities presented at BNCC.

Keywords: citizen science; science education; participative research.

1 Universidade Federal do Paraná/UFPR, <https://orcid.org/0000-0001-5230-2076>

2 Universidade Federal do Paraná/UFPR, <https://orcid.org/0000-0002-8082-1591>

3 Universidade Federal do Paraná/UFPR, <https://orcid.org/0000-0002-7339-9476>

4 Globe observer, <https://orcid.org/0000-0002-7912-4350>

INTRODUÇÃO

Projetos do tipo ciência cidadã (*citizen science*) buscam envolver diferentes grupos da sociedade em coletas de dados para pesquisas científicas, trazendo contribuições significativas na redução de investimentos nessas pesquisas e no tempo despendido. Em particular no ambiente escolar, os pesquisadores têm encontrado a possibilidade de produzir pesquisas científicas relevantes e com dados de qualidade, ao mesmo tempo em que os estudantes aprendem sobre ciências e a natureza da ciência em um contexto real (MAKUCH; ACZEL, 2018).

A popularização da ciência cidadã, ao fim dos anos 2000, se deve a três fatores principais: i) o desenvolvimento de dispositivos, *smartphones* e plataformas web que são ferramentas úteis na coleta de dados e divulgação de informações sobre os projetos de ciência cidadã; ii) a compreensão dos cientistas profissionais de que os voluntários representam uma alternativa econômica para o desenvolvimento de pesquisas; iii) o fato de a ciência cidadã possibilitar que o público compreenda e valorize a ciência, o que permite atrair maior investimento público na realização de atividades científicas (SILVERTOWN, 2009).

Neste trabalho, apresentam-se as concepções sobre a ciência cidadã e suas contribuições na educação de crianças e adolescentes, bem como suas potencialidades e as fragilidades dentro do contexto formal de ensino. A compreensão de como os indivíduos aprendem nesse contexto, permite que os projetos de ciência cidadã sejam desenhados para que os professores atinjam o potencial que esses projetos oferecem (EDWARDS *et al.*, 2018). Discussões nesse contexto são relevantes, pois “há consideravelmente mais artigos sobre os resultados de aprendizagem da participação do público em geral na ciência cidadã do que com a participação de alunos” (EDWARDS *et al.*, 2018, p. 411).

Com isso, o artigo está assim estruturado: primeiramente, uma apresentação da origem do termo ciência cidadã e apontamentos de alguns autores sobre seus significados, bem como a descrição das principais áreas em que a ciência cidadã atua; em seguida, apresentação das vertentes, tipologias e vieses da ciência cidadã; no terceiro tópico discutem-se as relações entre a ciência cidadã e a escola, trazendo alguns exemplos de projetos internacionais e nacionais que trabalham com alunos e professores; e finalmente apresentam-se considerações sobre a ciência cidadã e perspectivas de pesquisas futuras.

A CIÊNCIA CIDADÃ E SUAS ORIGENS

Cientistas não profissionais, autodidatas e amadores começaram a participar de trabalhos científicos e tecnológicos entre os séculos XVIII e XIX, envolvendo-se com a prática de ciência e tecnologia como atividades alternativas às suas profissões. Segundo Silvertown (2009), em alguns países, os cientistas só foram reconhecidos como uma profissão no fim do século XIX, até então, muitos não

recebiam salário para isso; portanto exerciam outras profissões em paralelo com sua carreira científica. O fato de os cientistas não serem remunerados para exercer sua atividade pode ser considerado um início de atividades de ciência aberta, porém, a participação pública na ciência começou a se ampliar apenas no fim do século XX, com o avanço tecnológico e o acesso à informação, que passou a atingir públicos mais diversificados. Surgiram nesse momento vários movimentos da inovação aberta, como o movimento dos fazedores (*makers*) e as iniciativas de ciência cidadã (*citizen science*) (STEPHENS, 1982).

O uso do termo ciência cidadã surgiu pela primeira vez em 1989, sendo utilizado por R. Kerson em um artigo que havia enviado para a revista americana MIT Technology Review descrevendo a participação de 225 voluntários espalhados em todos os estados dos Estados Unidos para coletar amostras, objetivando a identificação da acidez da água da chuva. Os resultados foram usados para compor um mapa do nível mensal de chuva ácida, que foi apresentado no congresso estadunidense (KERSON, 1989).

A ciência cidadã apareceu como um dos pilares da ciência aberta, movimento que tem um alcance internacional contrário ao capitalismo cognitivo, que captura e privatiza o conhecimento produzido de forma coletiva. A ciência aberta se modifica e incorpora novos elementos à medida que as discussões avançam, portanto se configura como um termo guarda-chuva que também discute outras frentes, como “dados científicos abertos, ferramentas científicas abertas, *hardware* científico aberto, cadernos científicos abertos e wikipesquisa, ciência cidadã, educação aberta” (ALBAGLI, 2015, p. 15). Entretanto, embora a divulgação dos dados produzidos seja uma prática fundamental em projetos de ciência cidadã, a participação voluntária em todos os aspectos do processo científico é destaque apenas em uma minoria de projetos desta natureza (WIGGINS; CROWSTOWN, 2011).

Silvertown (2009) cita que a produção da ciência sempre foi associada ao trabalho de pessoas que não necessariamente eram cientistas profissionais, sendo um exemplo a atuação de Charles Darwin, que navegou no Beagle não como naturalista, mas como acompanhante do capitão Robert FitzRoy. As observações de Darwin podem ser comparadas a um método de ciência cidadã. O mais antigo projeto relatado de ciência cidadã foi planejado por Frank Chapman, realizado nos anos 1900 pela National Audubon Society nos EUA, que fez uma contagem de pássaros na época de Natal. Nesse projeto, ativo até os dias de hoje, já foram contados mais de 63 milhões de pássaros. Neste mesmo trabalho, Silvertown (2009) menciona a experiência da Sociedade Britânica de Ornitologia, fundada em 1932, que contém mais de 31 milhões de registros de mais de 27 mil espécies de animais e plantas do Reino Unido, a maioria coletada por naturalistas amadores. Todos esses projetos contam com a participação de cidadãos cientistas, porém, se referem aos participantes como naturalistas amadores.

Em um contexto diferente, Alan Irwin (1995) usa a noção de ciência cidadã para atividades que promovam o engajamento público, a cidadania científica e qualquer atividade que leve o cidadão a tomar uma decisão baseada em ciências. Neste sentido, Irwin situa a ciência cidadã em uma área que permite instrumentalizar as tomadas de decisão. Percebe-se que as propostas de Irwin em sua obra *Ciência Cidadã* (1995) contribuem fortemente para o modelo de participação ativa dos cientistas cidadãos que se tem atualmente.

Por isso, a expressão é comumente creditada pela comunidade científica a Irwin e a Rick Bonney (SCIENCE EUROPE, 2018). Irwin utilizou o termo para falar sobre uma “ciência democrática”, que é aprovada e desenvolvida pelos próprios cidadãos, e para enfatizar a responsabilidade que a ciência tem com a sociedade. Já Bonney utilizou o termo para falar sobre uma “ciência participativa”, buscando descrever projetos em que o público se envolve ativamente na investigação científica e na conservação ambiental. Atualmente, existem inúmeras iniciativas de ciência cidadã que se inserem entre essas duas visões, que vão desde projetos que buscam engajar o público com a ciência por meio do desenvolvimento da cidadania científica até projetos que se preocupam em envolver interessados em ciência em pesquisas científicas (CECCARONI *et al.*, 2017; COOPER; LEWENSTEIN, 2016).

Analisando o artigo de Silvertown (2009), percebe-se a existência de uma prática cidadã muito antes da construção dessa terminologia aceita atualmente. De acordo com Boney e colaboradores (2015) o termo “*citizen science*” foi dicionarizado apenas em 2014, no dicionário britânico Oxford, no sentido de participação pública da ciência de acordo com a proposta de Irwin, em que os cientistas cidadãos colaboram com projetos com cientistas profissionais.

As terminologias da ciência estão constantemente se modificando e evoluindo, principalmente na ciência cidadã devido a sua rápida expansão e pela diversificação do grupo de participantes. Com a popularização da prática de envolver membros da comunidade na participação da produção de conhecimento científico em diferentes regiões do mundo, muitos termos foram surgindo, por exemplo: ciência comunitária, ciência cívica, ciência impulsionada por pessoas, mapeamento participativo, ciência participativa, sensoriamento remoto comunitário, observatórios cidadãos, entre outros. Esses termos nomeiam as variadas formas de participação do público nos projetos científicos, enfatizando suas diferentes percepções e ações desenvolvidas. Essa variedade de terminologias está associada à gama de atividades que são desempenhadas pelos voluntários nos projetos, às diferentes áreas do conhecimento em que atuam e, também, a fatores culturais e organizacionais de cada projeto. Nesse sentido, a escolha pela utilização de um determinado termo, não apenas para se referir à prática envolvida na ciência cidadã, mas também ao se referir ao público que participa e aos cientistas que trabalham no projeto, revela os interesses e as percepções do projeto em relação aos diferentes tipos de práticas desenvolvidas pela ciência cidadã e das pessoas que

contribuem no projeto, além da terminologia empregada ter o poder de valorizar, ou desvalorizar o conhecimento de um determinado grupo (EITZEL *et al.*, 2017; HAKLAY *et al.*, 2020).

Como exemplo de influência de fatores culturais na escolha de determinada terminologia, a US National Science Foundation (NSF) – devido à percepção de que “cidadão” no contexto dos Estados Unidos está restrito apenas a indivíduos com a cidadania legalizada, dessa forma excluindo alguns imigrantes e turistas – sugeriu o termo Participação Pública na Pesquisa Científica, tradução livre do inglês *Public Participation in Scientific Research* (PPSR). Apesar de discutir alguns pontos sensíveis e apontar preocupações em relação à associação de que o termo ciência cidadã se refere apenas a uma educação não formal, o termo não foi amplamente aceito pela comunidade científica, pois o termo ciência cidadã já estava muito bem estabelecido. Entretanto, principalmente nos Estados Unidos, o termo PPSR ainda é utilizado por alguns autores e agências de fomento para descrever seus projetos (EITZEL *et al.*, 2017; HAKLAY *et al.*, 2020).

Devido a essa variedade de significados que podem ser atribuídos ao termo ciência cidadã, torna-se necessário explicitar o seu entendimento. Portanto, adota-se neste artigo uma visão ampla proposta pela Rede Brasileira de Ciência Cidadã (RBCC), que não se restringe apenas à participação pública na coleta de dados.

A ciência cidadã deve ser entendida de forma ampla, abrangendo uma gama de tipos de parcerias entre cientistas e interessados em ciência, para produção compartilhada de conhecimentos com potencial para promover: 1) o engajamento do público em diferentes etapas do processo científico; 2) a educação científica e tecnológica; 3) co-elaboração e implementação de políticas públicas sobre temas de relevância social e ambiental (RBCC, 2020).

Apesar de a ciência cidadã estar situada fortemente como uma metodologia eficaz em pesquisas nas áreas da biologia, como conservação e ecologia, na coleta de dados geográficos e na área de ciências sociais (KULLENBERG; KASPEROWSKI, 2016), há projetos que a utilizam em outras áreas. Na tabela 1, compilaram-se as informações disponíveis e registrados nas respectivas redes e seus sítios na internet sobre projetos de ciência cidadã em países ibero-americanos.

Esse mapeamento de informações mostra a importância da ciência cidadã nos países ibero-americanos. O trabalho de Muñoz e colaboradores (2020) é um exemplo de como as pesquisas de ciência cidadã não se limitam aos locais em que eles são pensados. A equipe de Muñoz faz parte do CEMADEN (Centro de Monitoramento e Alerta de Desastres do Brasil). Neste trabalho, os autores registram os dados de ciência cidadã coletados e indicam escolas que podem estar em regiões propensas a deslizamentos ou a inundações.

Em um projeto pensado para identificação de desastres naturais, a equipe fez um mapeamento das políticas de prevenção a desastres naturais, em seis países da América Latina, apontou o exemplo do uso de dados de ciência cidadã em projetos

como referência para prevenção de acidentes em locais onde se localizam escolas; esses dados estão organizados no site com a campanha #Aprenderparaprevenir (CEMADEN, 2022). Os dados coletados via redes sociais são úteis para monitorar a possibilidade de ocorrência de um desastre natural. Embora a pesquisa tenha um potencial social importante, Muñoz e colaboradores (2020) aponta a falta de participação do poder público provocados pelas instabilidades políticas nos últimos anos.

Tabela 1: Número de projetos de ciência cidadã em países ibero-americanos (a).

País	Referência	Projetos
Argentina	PNUD – Argentina ^(b)	30
Bolívia	<i>Ciencia Ciudadana</i> – Bolívia	6
Brasil	Rede Brasileira de Ciência Cidadã	199
Chile	<i>Ciencia Ciudadana</i>	20
Cuba	EcuRed ^(b)	6
Costa Rica	<i>Inovacion Ciudadana</i>	10
Equador	Inabio ^(b)	9
Espanha	<i>Observatorio de la ciencia ciudadana en España</i>	312
El Salvador	<i>Asociación Territorios Vivos El Salvador</i>	2
Guatemala	CONAP ^(b)	1
México	CONABIO ^(b)	3
Panamá	<i>Ministerio de ambiente</i> ^(b)	9
Paraguai	Guyra ^(b)	1
Peru	WCS (<i>Wildlife Conservation Society</i>) ^(b)	3
Portugal	Rede Portuguesa de Ciência Cidadã	3
República Dominicana	Grupo Jaragua ^(b)	3
Uruguai	Ladera Sur ^(b)	1

Fonte: Dados organizados pelos autores.

(a) Lista de países conforme a organização de estados ibero-americanos (OIE, 2022); os que não constam na tabela não apresentam descrição de projetos em algum site, porém, sabe-se que muitos cidadãos em diferentes locais participam de projetos internacionais, como o Globe ou o iNaturalist.

(b) Não consta um portal que agrega todos os projetos de ciência cidadã.

Alguns guias que auxiliam no processo de elaboração de projetos de ciência cidadã também a discutem em pesquisas na área da saúde, artes e humanidades, nas ciências sociais e na educação (PETTIBONE *et al.*, 2016; VEECKMAN *et al.*, 2019). Ressalta-se que, dependendo da pesquisa realizada, alguns projetos acabam se enquadrando em mais de uma área do conhecimento, o que os torna ferramentas valiosas para que professores possam trabalhar de maneira interdisciplinar,

ampliando a visão e o entendimento dos alunos sobre os conteúdos discutidos em sala de aula. Como exemplo específico, na plataforma de pesquisa aberta Zooniverse existem diversos projetos contribuintes em áreas menos comuns, como as que abrangem as ciências sociais, as artes e as humanidades, como linguagens, história, artes e literatura e medicina, além da biologia, natureza, clima, física e espaço (ZOOIVERSE, 2021).

AS DIFERENTES TIPOLOGIAS E MODELOS DA CIÊNCIA CIDADÃ

Há vários modelos de ciência cidadã, alguns podem ser classificados em relação às dimensões das pesquisas realizadas, sejam com um viés científico, educacional ou uma mistura de ambos. Conforme Edelson e Kirn (2018), durante a elaboração de projetos de ciência cidadã deve-se tomar cuidado com alguns equívocos em relação a essas dimensões. Não é porque a iniciativa tem um viés científico que vai automaticamente também ser educativo, ou vice-versa. Contudo, os objetivos científicos e educacionais não são incompatíveis, podendo ser trabalhados de forma simultânea pelas iniciativas que foram elaboradas para tal. Para os autores, a grande diferença entre as duas abordagens está nas estratégias que são adotadas pelas iniciativas.

Para facilitar a discussão e a comparação de iniciativas de ciência cidadã, vários sistemas de classificação descritivos foram sugeridos, incluindo tipologias que são distintas de acordo com o nível ou tipo de colaboração entre cientistas e participantes (HAKLAY, 2013), pela forma de participação na coleta de dados em programas de monitoramento da biodiversidade (DANIELSEN *et al.*, 2009), pelo grau de contribuição do projeto para a ciência (COOPER *et al.*, 2007), pelo tipo de atividades realizadas pelos voluntários (BONNEY *et al.*, 2016), pelo nível de participação do público nas etapas da pesquisa (SHIRK *et al.*, 2012) ou quanto a objetivos e tarefas do projeto (WIGGINS; CROWSTON, 2011).

Dessas tipologias apresentadas, a classificação pelo nível de participação dos cidadãos na pesquisa científica proposta por Shirk e colaboradores (2012) é a mais conhecida e adotada. Tal classificação está sintetizada na tabela 2.

Os projetos do tipo contributivo são geralmente pensados por cientistas e os voluntários contribuem principalmente fazendo a coleta de dados. Projetos dentro dessa categoria são os mais populares e são encontrados em plataformas on-line como o Zooniverse e o INaturalist. As iniciativas do tipo colaborativo também normalmente são criadas pela comunidade científica, porém se preocupam em engajar o público em outras etapas da pesquisa científica. A contribuição dos participantes consiste na coleta de dados, análise e divulgação das descobertas da pesquisa, além de eles também auxiliarem em algumas etapas do planejamento da investigação. Como exemplo de iniciativas dentro dessa categoria há o *Global Learning and Observations to Benefit the Environment* (GLOBE), programa que promove pesquisas na área de ciências atmosféricas e da terra.

Tabela 2: Modelo de interação entre os participantes em projetos de ciência cidadã

Forma de participação	Atitudes dos membros
Contrato	Os cientistas cidadãos apenas seguem as orientações dadas pelos pesquisadores nos protocolos.
Contribuição	Os cientistas cidadãos são questionados e orientados sobre como coletar os dados.
Colaboração	Os cientistas cidadãos também analisam os dados coletados.
Cocriação	Os cientistas cidadãos interferem nas perguntas de pesquisa, inserindo seus interesses.
Colegas	Os cientistas cidadãos e os pesquisadores trabalham os resultados para produzir conhecimentos para uma determinada área.

Fonte: adaptado de Shirk e colaboradores (2012).

Na plataforma SiBBR (Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira) podemos encontrar muitos projetos contributivos e colaborativos que estão ocorrendo no Brasil. Projetos colaborativos se destacam na aprendizagem de conceitos científicos e da natureza da ciência, possibilitando maior entendimento de seus voluntários sobre os processos científicos e a metodologia científica (PHILLIPS *et al.*, 2018).

Os projetos de ciência cidadã do tipo cocriados são elaborados tanto por cientistas profissionais quanto por cidadãos e há participação direta de pelo menos uma parcela dos voluntários em todas as etapas da pesquisa e no direcionamento do projeto. Muitos desses projetos são conduzidos pela comunidade e abordam questões ambientais locais. *WeatherBlur* é um exemplo de plataforma de dados que facilita a cocriação de projetos de pesquisa por comunidades, cientistas e indivíduos, com foco em projetos relacionados a eventos climáticos ou mudanças climáticas (WEATHERBLUR, n.d.). Os projetos cocriados se destacam principalmente no processo de aprendizagem de habilidades importantes em uma investigação científica, como coleta e análise de dados, argumentação, pensamento crítico e o uso da tecnologia (PHILLIPS *et al.*, 2018).

Independentemente do modelo adotado pelas iniciativas de ciência cidadã, é preciso ter a preocupação de que os objetivos e a pergunta de pesquisa estejam claros, com o engajamento dos participantes na pesquisa científica, com as equipes e os recursos que serão necessários para a condução da pesquisa. O modelo de muitos projetos brasileiros é baseado na construção de protocolos de pesquisa em que os voluntários inserem seus dados, ou seja, um modelo de contribuição.

Com o intuito de estabelecer boas práticas entre os cientistas e para que os dados tenham validade científica, a Associação Europeia de Ciência Cidadã (ECSA, 2015) elencou, em um documento, os dez princípios da ciência cidadã. Entre os princípios destaca-se o fato de que os cientistas cidadãos participam de várias etapas do processo de pesquisa, os dados são públicos e de livre acesso. Para isso, é importante que os voluntários estejam envolvidos em todo o processo científico e sejam capacitados na análise e na divulgação dos resultados, não focando apenas na coleta de dados.

Um exemplo de projeto que faz uma análise da validade dos dados obtidos por cientistas cidadãos é o trabalho de Kasten e colaboradores (2021). Na pesquisa, os autores perceberam que os dados oriundos dos voluntários tinham mesmo valor científicos dos dados coletados por cientistas especialistas. A diferença entre os dados foi menor do que 1% nas regiões monitoradas por especialistas e por cientistas cidadãos.

O comitê de pesquisadores de ciência cidadã da *National Academies of Science, Engineering and Medicine* (2018) aponta a necessidade do envolvimento ativo dos participantes, do engajamento na coleta de dados e no uso de uma abordagem sistemática para produzir conhecimento científico confiável. Assim, os participantes não são os cientistas responsáveis pelo projeto, mas contribuem para o avanço científico, ou seja, se beneficiam com sua participação e a divulgação dos resultados obtidos com a pesquisa. Os pontos levantados pelo comitê nos ajudam a compreender os elementos que são fundamentais para um projeto ser considerado de ciência cidadã, como o engajamento dos participantes na pesquisa científica e a preocupação com o rigor científico na condução das atividades desempenhadas pelos voluntários. Além disso, de acordo com a Unesco (2021), as informações coletadas pela ciência cidadã, por seguirem metodologias cientificamente válidas, produzem dados reprodutíveis.

Os projetos de ciência cidadã, portanto, compartilham as principais características anteriormente citadas, mas variam amplamente em outros aspectos: a duração e intensidade da participação, a comunicação entre o projeto e seus participantes e/ou a comunicação entre os próprios participantes, os modos de participação do projeto (on-line, pessoalmente ou híbrido), a escala de participantes necessários nas atividades (individual, pequenos ou grandes grupos), o papel que a localização assume (centralizado ou descentralizado) e a participação por livre escolha, voluntária ou compensatória (o participante recebe um valor em dinheiro ou paga uma determinada taxa ao projeto) (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE, 2018). Aspectos como a duração e os modos de participação e a comunicação com os participantes impactam diretamente nos resultados de aprendizagem obtidos pelos projetos e devem ser pensados com atenção durante o planejamento.

CIÊNCIA CIDADÃ E EDUCAÇÃO

Embora os projetos de ciência cidadã envolvam principalmente um público mais diversificado, muitos cientistas veem um grande potencial de alunos e professores participarem ativamente de suas pesquisas. É importante ressaltar que alguns projetos não envolvem estudantes como voluntários na pesquisa científica, porém, estes podem contribuir na produção de materiais didáticos, na organização de feiras de ciências, de palestras e de outras atividades educativas em escolas.

No Brasil, uma das primeiras publicações que usa uma metodologia de ciência cidadã é o trabalho de Malhadas e colaboradores (2002) para avaliar a qualidade do ar na cidade de Curitiba. O trabalho descreve um projeto aplicado nas escolas públicas chamado de ProAr, em que os professores participantes recebiam um kit para determinação da qualidade do ar, usando parâmetros relacionados à concentração de ozônio troposférico, à acidez da água da chuva e à identificação da quantidade de material particulado sobre folhas de plantas. Após a formação dos professores, que ocorria sempre no primeiro semestre dos anos em que correram o projeto (entre 1995 e 2002), os professores faziam as coletas dos dados; por fim, os dados eram socializados entre os cidadãos que aplicaram o projeto em suas escolas durante uma mostra de educação ambiental. Os dados eram divulgados no site da Pró-Reitoria de Graduação da UFPR em uma página própria do programa. Embora os autores não usem o termo ciência cidadã, tratava-se de um projeto no modelo de colaboração.

Bonney e colaboradores (2016) analisaram o aumento do entendimento público sobre a ciência dentro de quatro categorias, destacando-se aqui a terceira: projetos baseados no currículo. Esses projetos normalmente fazem parcerias com outros programas e organizações que trabalham com crianças e adolescentes em vários contextos, em geral, fora do ambiente formal de ensino. No Brasil, muitos desses projetos são adequados para atender aos objetivos pedagógicos da Educação Básica.

O fato de tais programas não serem necessariamente associados à Educação Básica não desqualifica o potencial educativo do projeto; assim como pode-se observar na plataforma de ciência cidadã SciStarter, os projetos cadastrados não se restringem a essas etapas de ensino, podendo atuar desde a pré-escola até o Ensino Superior.

Um exemplo de aplicação pedagógica de um projeto de ciência cidadã na escola, consta no artigo de Muñoz e colaboradores (2020), que aplicaram o protocolo do CEMADEN em escolas de educação básica de forma multidisciplinar, relacionado disciplinas das áreas de Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Linguagens e Matemática. Com atividades que incluem, por exemplo, o monitoramento da quantidade de chuva em um pluviômetro semiautomático e o mapeamento de áreas de risco com os dados de ciência cidadã.

Dessa forma, muitos projetos se vinculam à educação básica, assim como

Bonney e colaboradores (2016) e Muñoz e colaboradores (2020), as propostas de Wiggins e Crowstown (2011) também trazem projetos com diferentes tipologias que estão vinculados ao processo educativo da ciência cidadã como objetivo principal. Esses projetos podem atuar tanto em contextos não formais como espaços formais de ensino.

Cabe ressaltar que, segundo Gohn (2014), educação não formal “designa um conjunto de práticas socioculturais de aprendizagem e produção de saberes que envolve organizações/instituições, atividades, meios e formas variadas” (p. 40), mas que se desenvolve também em ambientes fora do âmbito escolar.

O projeto de Kasten e colaboradores (2021) é um exemplo de projeto de ciência cidadã que se desenvolve em ambientes não formais de educação. No projeto de monitoramento de ambientes costeiros, com três etapas previstas para a formação e cientistas cidadãos, que incluíram a contextualização do projeto, conceitos teóricos sobre ecologia e monitoramento e a aplicação do protocolo propriamente dita. Os cientistas cidadãos eram pertencentes à comunidade e bastava que tivessem mais de 18 anos de idade, podendo ter ou não vínculo a qualquer instituição educação.

Harlin e colaboradores (2018) apresentam três modelos de como os projetos de ciência cidadã são incorporados nas escolas: I. adoção e adaptação de um programa que já existe (e.g.: GLOBE, OPAL); II. desenvolvidos localmente e de forma autônoma; e III. parcerias locais entre cientistas e professores (e.g.: França *et al.*, 2019; C. Martins, 2019). Os projetos do segundo modelo são desenvolvidos pelos próprios professores motivados pelas demandas da comunidade em que a escola se encontra, porém, algumas considerações nos mostram que esses projetos nem sempre são relacionados à ciência cidadã, pois não basta haver um vínculo com a comunidade científica, é preciso, também, que haja participação ativa do cidadão na pesquisa (HARLIN *et al.*, 2018).

O modelo de educação para a ciência cidadã proposto por França e colaboradores (2019) é de que os alunos são colaboradores dos projetos de ciência cidadã e que o contato deles com os cientistas das universidades pode, inclusive, melhorar os processos, ou seja, a colaboração permite aos pesquisadores melhorar os protocolos.

Como a ciência cidadã estabelece conexões entre a ciência e o cotidiano, a aplicação de projetos em sala de aula permite o desenvolvimento de habilidades nos estudantes, além de admitir que eles construam uma cultura científica mesmo após terminar seu processo de educação formal (FRANÇA *et al.*, 2019).

Como processo de educação formal, os grupos de pesquisa que trabalham com projetos de ciência cidadã podem desenvolver materiais educativos com vistas a contribuir para a prática dos professores da Educação Básica.

Assim, por exemplo, tem-se a proposta de criação de um Manual de

Observação de Aves (MOA) desenvolvida por Martins (2019) como produto de sua dissertação em ensino de biologia. Embora não seja um projeto de ciência cidadã propriamente dito, o MOA foi criado para motivar professores de biologia para o birdwatching (observação de pássaros ou passarinhada), atividade fundamental para a coleta de dados de diversas iniciativas de ciência cidadã (WikiAves, eBird, entre outros). O autor inclusive apresenta a plataforma WikiAves e eBird no manual, além de destacar o potencial pedagógico que a participação nesse tipo de projeto oferece às aulas investigativas.

O programa *Global Learning and Observations to Benefit the Environment* (GLOBE) fundado em 1994 nos Estados Unidos graças ao suporte de diferentes agências governamentais, promove a participação de alunos e professores em pesquisas envolvendo as ciências naturais e atmosféricas. O GLOBE tem uma comunidade internacional de alunos, professores e pesquisadores, presente em 126 países espalhados por todos os continentes. O Brasil se juntou ao programa em 2015, com a participação de mais de 200 escolas, 8 mil alunos e 400 professores, que coletaram mais de 57 mil dados científicos (GLOBE, n. d.). O programa vem colaborando no ensino de ciências, despertando o interesse dos alunos pelas ciências por meio de protocolos interdisciplinares, promovendo investigação e atividades práticas, via coleta, análise e interpretação de dados científicos que contribuem para uma pesquisa científica real (BONNEY *et al.*, 2016; SALAME *et al.*, 2020).

Assim como o programa GLOBE, o programa *Open Air Laboratories* (OPAL) foi uma iniciativa fundada e conduzida pelo *Imperial College London* entre 2007 e 2019, no Reino Unido. O programa criou um sistema de parcerias que atingiu mais de um milhão de pessoas em suas atividades de pesquisa. Seus protocolos simples e adaptados para todas as idades foram trabalhados por milhares de escolas, constituindo uma ferramenta valiosa para o ensino de ciências ao aplicar protocolos relacionados à qualidade da água e do ar, propriedades do solo, biodiversidade de plantas e animais e polinizadores, entre outros (*Imperial London College*, n. d.).

Pelo relatório da comunidade e meio ambiente publicado pela equipe da OPAL observou-se o importante papel que o programa teve em levar o ensino de ciências para fora dos muros da escola, atividades essenciais para inspirar uma geração de sujeitos preocupados com as problemáticas ambientais. Além disso, ressalta-se a importante contribuição de cidadãos cientistas em descobertas significantes, como o primeiro registro da espécie de mariposa *Pryeria sinica* em território britânico, realizado por uma menina de apenas seis anos de idade (DAVIES *et al.*, 2012).

Muitos projetos de ciência cidadã são executados por diferentes plataformas e, ao mesmo tempo, com objetivos próprios, mas com propostas complementares, por exemplo, Rossitier e col. (2015) estabelecem similaridades entre os projetos de ciência cidadã voltados para estudo dos solos, conclusão obtida analisando os projetos *mySoil*, OPAL, Globe e LandPKS. Eles conseguem perceber que os projetos

vão muito além do simples mapeamento e levantamento de dados e que se pode, por exemplo, analisar fotos, mapas e a relação com o que é produzido em cada região ou, ainda, deixar que os alunos criem suas próprias questões de pesquisa com base nos dados levantados (ROSSITIER *et al.*, 2015)

Para além da coleta de dados, projetos cocriados, como o americano *WeatherBlur* e o espanhol ATENC!Ó, envolvem os estudantes em outras etapas da pesquisa científica. No projeto *WeatherBlur*, os cidadãos cientistas contribuem utilizando o espaço on-line “iWonder” para formular questões SMART (em português: Específico, Mensurável, Alcançável, Realista/Relevância e Temporal). As questões elaboradas pela comunidade impulsionam a criação de equipes de cientistas e voluntários nas investigações e na coleta de dados científicos para respondê-las (WEATHERBLUR, n.d.). Já no caso do projeto ATENC!Ó, pesquisadores da área da saúde buscaram por meio de um projeto cocriado envolver estudantes do Ensino Médio de escolas da cidade de Barcelona no desenvolvimento de um questionário sobre os fatores que influenciam a atenção dos adolescentes. Os estudantes ajudaram na elaboração de questões pensando nos fatores que afetavam sua atenção. O questionário final do projeto constituiu-se de 32 questões elaboradas pelos estudantes e 10 pelos pesquisadores. O seu objetivo era produzir um questionário para ser aplicado em um estudo experimental sobre a saúde ambiental que busca compreender a influência da poluição do ar no desempenho da atenção dos adolescentes (GIGNAC *et al.*, 2021).

No Brasil, estudos já estão sendo publicados sobre pesquisas desenvolvidas por projetos brasileiros de ciência cidadã com atuação na Educação Básica. Marchezini e colaboradores (2017) apresentam os resultados das ações de um projeto realizado entre 2014 e 2016 que envolviam alunos e professores de escolas de Ensino Médio das cidades paulistas de Cunha e São Luiz em conjunto com diversos pesquisadores do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Por meio de diversos *workshops*, os alunos realizaram atividades de monitoramentos meteorológicos e hidrometeorológicos, entrevistas com a comunidade local sobre os desastres ambientais e mapeamento da bacia hidrográfica utilizando o *Google Earth*.

Martins e colaboradores (2019) relatam a participação de estudantes do Ensino Médio, junto com professores no município de Águas Formosas, em Minas Gerais. Os cidadãos registravam, por meio de aplicativos, as observações do papagaio chauá (*Amazona rhodochorytha*) durante as trilhas ecológicas feitas pelo grupo. Como última etapa do projeto, os estudantes apresentaram para a escola e a comunidade os resultados obtidos durante o projeto em uma feira de ciências organizada na escola. O projeto envolveu 36 alunos de Ensino Médio, 20 professores e 20 famílias da comunidade local.

França e colaboradores (2019) apresentam os resultados de uma pesquisa na região metropolitana de Belo Horizonte (MG). A pesquisa envolveu um total de 1.810

estudantes e 155 professores da Educação Básica de escolas de 12 municípios. Diferentes times de professores e alunos coletaram dados utilizando protocolos simplificados e amostras da qualidade da água e de macroinvertebrados bentônicos de 46 córregos urbanos. Os autores destacam que apesar de algumas escolas terem uma certa resistência inicial, nenhuma desistiu de participar do projeto e o trabalho em grupo motivava os participantes que se sentiam desconfortáveis com alguma atividade desenvolvida. O projeto demonstra que é possível produzir dados científicos de qualidade com esse tipo de público e que contribuam para o conhecimento científico, mas para isso é necessário treinamento de alunos e professores, além de adaptar as tarefas de acordo com a idade e nível de ensino, além de etapas de validação dos protocolos de ciência cidadã.

Uma das grandes preocupações dos cientistas ao desenvolverem seus projetos no espaço escolar é a qualidade dos dados coletados pelos estudantes. Projetos em que alunos coletam dados para realizar atividades investigativas da disciplina, mas que não são utilizados em pesquisas científicas reais, não são considerados projetos de ciência cidadã. Embora sejam válidos como estratégia de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades científicas, é necessário que o projeto contribua para a comunidade científica gerando conhecimentos científicos relevantes e de qualidade (WIGGINS; CROWSTOWN, 2011). Além das questões relacionadas ao processo científico, Wiggins e Crowstown (2011) destacam ainda os aspectos organizacionais, como o custo elevado na obtenção de dados nos projetos atuantes na educação formal, que demanda financiamento de organizações parceiras ao projeto. Também destacam aspectos tecnológicos relacionados à presença constante do uso de tecnologias no processo de submissão dos dados coletados pelos participantes e que a tecnologia necessita ser adaptada de acordo com o nível educacional com que se está trabalhando. Parra e col. (2017) usam a nomenclatura de laboratórios cidadãos, apontando a qualidade dos dados como resultado de projetos de ciência cidadã.

Por fim, uma discussão da qualidade de dados em um estudo de Rodrigues e col. (2021), num trabalho sobre ciência cidadã com recursos hídricos no Brasil, mostra que a motivação dos participantes é um ponto que pode afetar a qualidade de dados, pois quando os cientistas cidadãos se veem como participantes de um projeto maior, há um engajamento, rompendo o fluxo tradicional da produção de conhecimento, ou seja, ele não é mais apenas da universidade para a sociedade.

Os cientistas também podem enfrentar algumas dificuldades em engajar escolas e professores em seus projetos devido à disponibilidade de tempo de que os docentes dispõem para se dedicar à pesquisa devido à currículos escolares que os sobrecarregam. Para contornar esses problemas, os coordenadores dos projetos devem entrar em contato com escolas e professores no início do ano letivo para que consigam organizar suas aulas de acordo com as demandas do projeto. É necessário também estabelecer conexões entre as tarefas e os materiais educativos com o

currículo da escola e oferecer o suporte e o treinamento necessários para que os professores consigam cumprir as demandas da pesquisa (HARLIN *et al.*, 2018; VEECKMAN *et al.*, 2019).

A ciência cidadã tem o potencial educacional de atingir resultados individuais, sociais e institucionais. Ela pode promover nos indivíduos a mudança de comportamentos, maior entendimento sobre a ciência e despertar o seu pensamento crítico. A sociedade pode se beneficiar da democratização do acesso ao conhecimento científico, influenciando no desenvolvimento de políticas públicas e oportunizando a transformação social. Por fim, a ciência cidadã pode contribuir para a ciência pela criação de novas ferramentas de pesquisa e coleta de grandes conjuntos de dados e, principalmente, no aumento da confiança da sociedade na ciência, que é fundamental no combate ao negacionismo científico que vivemos atualmente (PETTIBONE *et al.*, 2016; BONNEY *et al.* 2016). Toda essa observação está de acordo com as recomendações da UNESCO sobre a ciência aberta, que sugerem uma maior liberdade acadêmica, abordagens inclusivas de gênero de forma a reduzir as exclusões digitais e tecnológicas (UNESCO, 2021).

O que a UNESCO chama de ciência aberta está diretamente ligado a geração de dados abertos, como os obtidos pelos projetos de ciência cidadã. Essas recomendações nos permitem pensar em processos educativos na Educação Básica que sejam mais inclusivos e que incluam os alunos no centro do processo de ensino e aprendizagem.

Pensando em metodologias que incluam os alunos em projetos de ciência cidadã, diferentes autores mostram um grande potencial pedagógico na aprendizagem dos participantes, principalmente favorecendo o ensino de conceitos científicos relacionados à ciência (HARLIN *et al.*, 2018; MAKUCH; ACZEL, 2018), promovendo a alfabetização científica (HARLIN *et al.*, 2018; PETTIBONE *et al.*, 2016) e ecológica (MAKUCH; ACZEL, 2018), provocando mudanças positivas nas atitudes relacionadas à ciência, motivando e gerando o interesse pelo estudo das ciências e a natureza (BONNEY *et al.*, 2016; HARLIN *et al.*, 2018; Phillips *et al.*, 2018), além de trazer uma compreensão do processos de investigação científica, como métodos científicos e objetos de pesquisa (PETTIBONE *et al.*, 2016). Além disso, a ciência cidadã tem o potencial de educar os sujeitos sobre o ambiente, desenvolvendo sua empatia e responsabilidade pela natureza e pelos outros (MAKUCH; ACZEL, 2018).

Cabe ressaltar que a associação entre ciência cidadã e o ensino ainda é uma área pouco explorada. Em 2022 realizou-se, de forma virtual, o II Workshop da Rede Brasileira de Ciência Cidadã. Na programação, o evento contou com apenas uma mesa temática que discutiu as interfaces desta área com o ensino de ciências entre as cinco que foram apresentadas.

Além disso, dos 38 trabalhos enviados, apenas nove tinham relação direta com o ensino, dos quais sete eram relativos à Educação Básica: o projeto de Guimarães e Ferreira (2022) usava a coleta de dados do site iNaturalist para análise do

comportamento de abelhas com alunos do Ensino Fundamental; Monteiro e Ghilardi-Lopes (2022) montaram uma sequência didática para ser aplicada na Educação Básica sobre o uso de um projeto de ciência cidadã na observação de plantas; Trajber e col. (2022) envolveram os alunos na coleta de dados de um projeto para prevenção de desastres ambientais, com atividades que envolveram o desenvolvimento de sistema de coletas de água da chuva e permitiu uma aproximação dos alunos com as comunidades vulneráveis; Pinto e Eleutério (2022) aplicaram o protocolo do projeto Globe na região de Foz do Iguaçu em escolas de Educação Básica, motivados pela incidência de casos de arboviroses na região; Gonzalez e Ghilardi-Lopes (2022) desenvolveram projetos de ciência cidadã com alunos da Educação Básica, explorando o modelo de projeto cocriado com alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental – neste trabalho, os alunos puderam elaborar perguntas sobre a composição da fauna ao redor da escola; Ghilardi-Lopes e Almeida (2022) estudaram a elaboração de um projeto de ciência cidadã com a temática de desperdício de alimentos no ambiente escolar usando os dados para o desenvolvimento de uma sequência didática num projeto colaborativo.

Entre os trabalhos apresentados, apenas dois eram projetos de ciência cidadã relacionados ao Ensino Superior: os trabalhos de Koffler e col. (2022) e de Barbiéri Júnior e col. (2022) publicaram relatos de projetos com alunos de cursos de extensão universitária. Esses dois projetos nos permitem refletir sobre as novas orientações do Ministério da Educação do Brasil sobre a inclusão da extensão na matriz dos cursos de graduação, que de acordo com a resolução 7/2018 estabelece que “as atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação” (MEC, 2018). Além disso, analisando os princípios da extensão universitária, como a formação cidadã e a interação dialógica com a comunidade acadêmica os projetos de ciência cidadã têm grande potencial para atender essa demanda.

A ciência cidadã também promove o ganho de capital científico dos indivíduos, o que aumenta a sua participação e aprendizagem nas atividades relacionadas à ciência (EDWARDS *et al.*, 2018; JOSEPH *et al.*, 2020). No trabalho de Pacheco e col. (2022), no workshop da Rede Brasileira de Ciência Cidadã, os autores adaptaram uma proposta de avaliação de capital científico relacionado aos princípios da ciência cidadã para avaliar projetos aplicados na Educação Básica.

CIÊNCIA CIDADÃ E CAPITAL CIENTÍFICO

O capital científico foi proposto por Archer e colaboradores (2015) com base na teoria dos capitais de Pierre Bourdieu. Em sua publicação original, Bourdieu propõe a existência de quatro tipos de capitais (social, econômico, cultural e simbólico), para complementar essa proposta, Archer e col. (2015) propõem um modelo de capital científico como uma ferramenta que relaciona as quatro formas de capitais e, ao mesmo tempo, desenvolvem uma escala para medi-lo. Como os

outros tipos de capitais, o capital científico também pode ser acumulado, porém, esse acúmulo se deve à participação das atividades relacionadas à ciência pelos indivíduos e suas famílias, não apenas na sala de aula, mas em atividades como visitas a museus de ciências ou a participação em clubes de ciência. Além disso, pessoas que possuem um elevado capital científico tendem a seguir carreiras nas áreas STEM (ARCHER *et al.*, 2015a; MOOTE *et al.*, 2020, ARCHER *et al.*, 2015b).

Em outro contexto, Edwards *et al.* (2015) construíram uma ferramenta para medir o capital científico de participantes de projetos de ciência cidadã, pois, para esses pesquisadores, o capital científico é uma forma importante de explicar a participação dos indivíduos na aprendizagem de ciências. Assim, ele pode ser usado para projetar experiências que incentivem a participação na ciência em geral e o aprendizado. Porém, o guia montado pelos autores é baseado apenas na manifestação de como um projeto de ciência cidadã impacta na alfabetização científica, no consumo de mídias e no conhecimento de pessoas que trabalham com a ciência, ou seja, os mesmos parâmetros usados por Archer e colaboradores (2015a).

Um ponto importante sobre a distribuição do capital científico é que este é desigual na sociedade. Bourdieu (2003), ao se referir ao campo científico, identifica a necessidade de reconhecer que os agentes pertencentes a um mesmo campo compartilham um capital em comum. Como a distribuição dos indivíduos em um campo é desigual na sociedade, a distribuição do capital ocorre de forma também desigual.

Assim, segundo Edwards *et al.* (2015), aprimorar os recursos da ciência que permitem acumulação de capital científico para um grupo de pessoas pode potencialmente mudar suas atitudes e hábitos de forma a influenciar positivamente o aprendizado em ciências. Porém, para que isso ocorra é necessário que a participação dos educandos em projetos de ciência provoque mudanças no seu comportamento cotidiano.

Embora a noção de capital científico esteja presente em Bourdieu (2003), Archer e colaboradores (2015a) constroem uma escala para identificar o nível do capital científico mesmo em pessoas que não estejam diretamente inseridas no campo da ciência. Para isso, os autores consideram oito dimensões do capital cultural relacionado à ciência, que englobam: a I) alfabetização científica; II) disposições e preferências científicas; o III) conhecimento simbólico sobre a transferibilidade da ciência no mercado de trabalho. Nos comportamentos e práticas relacionadas à ciência, destacam-se: IV) o consumo de mídia relacionada à ciência; V) a participação em contextos de aprendizagem de ciências fora da escola. Por fim, o capital social relacionado à ciência: VI) conhecer alguém que trabalha com ciência; VII) qualificação científica dos pais; VIII) conversar com os outros sobre ciência no seu cotidiano. Edwards e colaboradores (2018) destacam que essas dimensões podem auxiliar no planejamento de projetos de ciência cidadã

no desenvolvimento de intervenções pedagógicas que ajudem os participantes a construir seu capital científico.

Todo trabalho de Bourdieu, entretanto, se concentra na figura do cientista, que para ele “é a materialização de um campo científico” (BOURDIEU, 2004, p. 62), assim, o capital científico se relaciona intimamente ao capital simbólico, pois o fazer ciência depende da articulação entre o conhecimento incorporado e o recurso financeiro. Essa visão de ciência, entretanto, pode afastar as pessoas que poderiam vir a se interessar por fazer ciência. Assim, a ciência cidadã é uma forma de aproximar as pessoas que não estão diretamente inseridas no campo científico com a produção da ciência, permitindo o desenvolvimento das oito dimensões apontadas por Archer e col. (2015a).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de a ciência cidadã ser uma prática relativamente nova, muitos pesquisadores estão produzindo trabalhos e documentos que colaboram no avanço das discussões na área. Nos textos apresentados nesta revisão bibliográfica observam-se alguns elementos importantes no processo de criação e desenvolvimento de projetos que objetivam engajar o público na ciência. Devido à grande quantidade de variáveis que impactam diretamente nos resultados desses projetos, estudos sobre as diferentes tipologias, visões e percepções sobre a ciência cidadã são fundamentais no processo de criação de iniciativas.

Este levantamento de dados, baseado em 45 artigos disponíveis em plataformas especializadas, nos permite compreender como projetos atuam e o seu impacto na educação formal e não formal. De forma que esses dados são fundamentais para que novas iniciativas sejam bem planejadas e conduzidas. Pelos trabalhos analisados neste ensaio, percebe-se que a aprendizagem de conceitos e de habilidades científicas nos participantes de projetos de ciência cidadã têm alto potencial para impactar a Educação Básica.

A educação básica brasileira sofreu mudanças significativas com a implantação da Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Assim, a ciência cidadã pode ajudar a desenvolver algumas competências gerais da Educação Básica, como a possibilidade de:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2018, p. 9, grifo nosso).

Nas competências específicas do ensino de ciências no Ensino Fundamental e no Ensino Médio observa-se o grande papel do processo investigativo na formação dos estudantes. A contribuição da ciência cidadã ocorre principalmente pela participação ativa dos estudantes em pesquisas científicas reais que contribuem na construção de conhecimentos científicos, compreensão de procedimentos e metodologias científicas e na argumentação de ideias com base em dados científicos.

Ressaltamos ainda o potencial da ciência cidadã para a curricularização da extensão aos cursos de graduação conforme a legislação própria do Ministério da Educação (MEC) e a possibilidade do acúmulo de capital científico dos participantes em projetos. A área da ciência cidadã ainda tem muito a crescer, principalmente no Brasil e em países ibero-americanos, haja vista o fato de que são projetos com um baixo investimento de recursos financeiros (MCCLURE *et al.*, 2020; GARABINO; MASON, 2016) e com um elevado retorno na produção do conhecimento (CAPDEVILA, *et al.* 2020; WALKER; SMIGAJ.; TANI, 2021).

Por fim, destaca-se a necessidade de que mais estudos nacionais sejam produzidos sobre as relações entre a ciência cidadã e as escolas brasileiras, uma vez que é preciso também observar a ciência cidadã dentro da realidade do país, que vem sofrendo com os cortes de recursos para a educação básica, buscando compreender de que forma novos projetos podem impactar o ensino de ciências no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio institucional e das agências de fomento: Fundação Araucária e Fulbright pelo financiamento e as bolsas concedidas. Agradecemos também ao biólogo Gabriel Antônio Iorczeski pelas ideias e sugestões de abordagens.

REFERÊNCIAS

- ALBAGLI, S. Ciência aberta em questão. In: ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; ABDO, A. H. (Org.). Ciência aberta, questões abertas. Brasília: Ibict, 2015.
- ARCHER, L. *et al.* “Science capital”: a conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *J Res Sci Teach*, v. 52, n. 7, 2015a. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.21227>. Acesso em: 20 set. 2022.
- ARCHER, L.; DEWITT, J.; OSBORNE, J. Is Science for Us? Black Students’ and Parents’ Views of Science and Science Careers. *Science Education*. v. 99, n. 2, p. 199-237, 2015b. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.21146>. Acesso em: 10 mar.2022.
- ASOCIACIÓN Territorios vivos El Salvador. Disponível em: <http://atves.org>. Acesso em: 29 maio 2022.

- BARBIÉRI JÚNIOR, C. Avaliação da motivação dos participantes de um curso de formação em Meliponicultura e Ciência Cidadã. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.
- BONNEY, R. et al. Can *citizen science* enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, v. 25, n. 1, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>. Acesso em: 17 mar. 2022
- BOURDIEU, P. Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Editora da UNESP, 2003.
- BOURDIEU, P. Para uma sociologia da ciência. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC/SEB, 2018.
- CAPDEVILA, A. S. L. et al. Success factors for *citizen science* projects in water quality monitoring. *Science of the Total Environment*, v. 728, p. 137843, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720313553>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- CECCARONI, L.; BOWSER, A.; BRENTON, P. Civic education, and *citizen science*: Definitions, categories, knowledge representation. In: CECCARONI, L.; PIERA, J. (Eds.). *Analyzing the role of citizen science in modern research*. IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-5225-0962-2.ch001. Acesso em: 10 maio 2021.
- CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. 2022. Disponível em: <http://educacao.cemaden.gov.br/aprenderparaprevenir2021>. Acesso em 19 out. 2022.
- CIENCIA Ciudadana – Bolívia. Disponível em: <https://cienciaciudadanabolivia.org/>. Acesso em: 17 mar. 2022.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponível em: <https://www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/que-es>. Acesso em: 29 maio 2022.
- COOPER, C. B. et al. Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society*, v. 12, n. 2, dez. 2007. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/26267884>. Acesso em: 10 maio 2022.
- COOPER, C.; LEWENSTEIN, B. Two meanings of *citizen science*. In: Cavalier, D. & Kennedy, E. (Eds.). *The Rightful Place of Science: Citizen Science*. Consortium for science, Policy & Outcomes, Tempe. 2016. p. 51-62.
- DANIELSEN, F. et al. Local participation in natural resource monitoring: A characterization of approaches. *Conservation Biology*, v. 23, n. 1, p. 31-42, 2009. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2008.01063.x>. Acesso em: 13 set. 2021.

DAVIES, L. et al. OPAL community environment report. 2012. Disponível em: http://clok.uclan.ac.uk/6487/1/Opal_A4_completed2.pdf. Acesso em: 13 maio 2021.

ECSA, European Citizen Science Association. Dez princípios da ciência cidadã. Lisboa, 2015. Disponível em: https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2021/05/ECSA_Ten_principles_of_CS_Portuguese.pdf. Acesso em: 29 maio 2022.

EDELSON, D. C.; KIRN, S. L. Designing *citizen science* for both science and education: a workshop report. 2018. Disponível em: <https://media.bsos.org/tech-report/2018-1/2018-1.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

EDWARDS, R. et al. Citizen Science and Science Capital: a tool for practitioners Stirling: University of Stirling, 2015. Available at: https://resources.informalscience.org/sites/default/files/Citizen_Science_and_Science_Capital_A_Tool_for_Practitioners.pdf. Acesso em: 17 abr. 2022.

EDWARDS, R. et al. Learning and developing science capital through *citizen science*. In: HECKER, S. et al. Citizen science: innovation in open science, society, and policy. Londres: UCL Press, 2018. p. 381-390.

EITZEL, M. V. et al. Citizen science terminology matters: Exploring key terms. *Citizen science: Theory and practice*, v. 2, n. 1, p. 1-20, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.5334/cstp.96>. Acesso em: 10 abr. 2022.

FRANÇA, J. S. et al. Student monitoring of the ecological quality of neotropical urban streams. *Royal Swedish Academy of Sciences*. Vol. 48, p. 867-878, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1122-z>. Acesso em: 10 maio 2021.

FUNDACIÓN Chilena de Ciencia Ciudadana. Disponível em: <http://cienciaciudadana.cl/>. Acesso em: 29 maio 2022.

GARBARINO, J.; MASON, C. E. The power of engaging citizen scientists for scientific progress. *Journal of microbiology & biology education*, v. 17, n. 1, p. 7-12, 2016. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/jmbe.v17i1.1052>, Acesso em: 25 mar. 2023.

GHILARDI-LOPES, N. P.; ALMEIDA, J. Lições aprendidas com a aplicação piloto de um protocolo de ciência cidadã voltado para a redução do desperdício de alimentos no espaço escolar. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.

GIGNAC, F. et al. Identifying Factors Influencing Attention in Adolescents with a Co-Created Questionnaire: A Citizen Science Approach with Secondary Students in Barcelona, Spain. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, v. 18, n. 15, 2021 Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18158221>. Acesso em: 10 maio 2021.

GLOBE program. Disponível em: <https://www.globe.gov/web/brazil>. Acesso em: 13 maio 2021.

GOHN, M. G. Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos. *Investigar em Educação*, n. 1, p. 35-50, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201701151678>. Acesso em: 13 fev. 2021.

GONZALEZ, J. D.; GHILARDI-LOPES, N. Que tipos de perguntas são elaboradas por cientistas cidadãos mirins? Resultados de uma proposta de ciência cidadã cocriada em escola. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.

GUIMARÃES, B. M. C.; FERREIRA, F. H. N. iNaturalist como “laboratório” coletivo para coleta de dados em interação envolvendo abelhas. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.

GUYRA invita a la primera Biomaratón de Paraguay para registrar la biodiversidad. *Ciencia del Sur: la evidencia sale a la Luz*. Disponível em: <https://cienciasdelsur.com/2020/11/19/guyra-invita-biomaraton-biodiversidad-paraguay>. Acesso em: 29 maio 2022.

HAKLAY, M. Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In: SUI D., ELWOOD, S.; GOODCHILD, M. (Ed.). *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Springer, Dordrecht, p. 105-122, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7. Acesso em: 13 maio 2022.

HAKLAY, M. et al. Contours of *citizen science*: a vignette study. *SocArXiv*. 2020. Disponível em: [10.31235/osf.io/6u2ky](https://doi.org/10.31235/osf.io/6u2ky). Acesso em: 13 ago. 2022.

HARLIN, J., KLOETZER, L., PATTON, D.; LEONHARD, C. Turning students into citizen scientists. In: HECKER, S. et al. *Citizen science: innovation in open science, society, and policy*. UCL Press, 2018. p. 410-428.

IMPERIAL College London (n.d.). OPAL: Citizen science for everyone. Disponível em: <https://www.imperial.ac.uk/opal/>. Acesso em: 5 jan. 2022.

INABIO, El Instituto Nacional de Biodiversidad. Disponível em: <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/>. Acesso em: 29 maio 2022.

INATURALIST (n.d.). Projetos. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/projects>. Acesso em: 05 jan. 2022.

IRWIN, A. *Ciência Cidadã: Um estudo das pessoas, especialização e desenvolvimento sustentável*. Coleção Epistemologia e Sociedade. Lisboa: Instituto Piaget. 1995.

JOSEPH, R. et al. Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities. *Frontiers in Sociology*, v. 5, 2020.

KASTEN, P.; JENKINS, S. R.; CHRISTOFOLETTI, R. A. Participatory Monitoring – A Citizen Science Approach for Coastal Environments. *Frontiers in Marine Science*,

v. 8, jul. 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.681969/full>. Acesso em: 19 out. 2022.

KERSON, R. Lab for the environment. *Technology Review*, v. 92, n. 1, p. 11-12, 1989.

KOFFLER, S. et al. Projeto #cidadãosf: o desenvolvimento de uma plataforma à luz dos Dez Princípios da Ciência Cidadã. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.

KULLENBERG, C.; KASPEROWSKI, D. What Is Citizen Science? A Scientometric Meta-Analysis. *PLoS ONE*, v. 11, n. 1, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147152>. Acesso em: 13 maio 2021

LABORATORIO de Innovación Ciudadana da Costa Rica. Disponível em: <https://innovacionciudadana.org/LABICCR>. Acesso em: 29 maio 2022.

LADERA Sur. Uruguay: Lanzan novedosa plataforma de ciencia ciudadana para el avistamiento de fauna marina. Disponível em: <https://laderasur.com/estapasando/uruguay-lanzan-novedosa-plataforma-de-ciencia-ciudadana-para-el-avistamiento-de-fauna-marina/>. Acesso em: 29 maio de 22.

LANZAMIENTO de la primera plataforma de ciencia ciudadana en Guatemala. iNaturalistGT. Disponível em: <https://conap.gob.gt/lanzamiento-de-la-primera-plataforma-de-ciencia-ciudadana-en-guatemala-inaturalistgt>. Acesso em: 29 maio 2022.

MAKUCH, K.; ACZEL, M. Children and citizen Science. In: HECKER, S. et al. *Citizen science: innovation in open science, society, and policy*. UCL Press, 2018. p. 391-409.

MALHADAS, Z. Z. et. al. A poluição atmosférica das grandes cidades enfocada através da educação ambiental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Brasil*, v. 9, p. 57-66, 2002.

MARCHEZINI, V. et al. Participatory early warning systems: youth, *citizen science*, and intergenerational dialogues on disaster risk reduction in Brazil. *International Journal of Disaster Risk Science*, vol. 8, p. 390-401, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13753-017-0150-9>. Acesso em: 22 maio 2022.

MARTINS, C. et al. Using *citizen science* to connect people with parrots. *Ize Journal*, p. 41-43, 2019.

MARTINS, J. J. Elaboração de um manual de observação de aves do Distrito Federal: ferramenta de promoção de ensino de Biologia. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

MCCLURE, Eva C. et al. Artificial intelligence meets *citizen science* to supercharge ecological monitoring. *Patterns*, v. 1, n. 7, p. 100109, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666389920301434>. Acesso em 25 mar. 2023.

MEC – Ministério da Educação. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/201, que aprova o plano Nacional de educação – PNE 2014-2024 e dá providências. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 02 ago. 2022.

MONTEIRO, G. B.; GHILARDI-LOPES, N. P. Experiência de aplicação de um teste piloto de projeto de ciência cidadã com estudantes do ensino médio. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.

MOOTE, J. et al. Science capital or STEM capital? Exploring relationships between science capital and technology, engineering, and maths aspirations and attitudes among young people aged 17/18. *J Res Sci Teach.* v. 57, p. 1228-1249, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21628>. Acesso em: 13 jun. 2022.

MUÑOZ, V. A. *et al.*, Success, innovation, and challenge: School safety and disaster education in South America and the Caribbean. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 44, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420919305813>. Acesso em 15 out. 2022.

NATIONAL Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design*. Washington, DC: The National Academies Press, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/25183>. Acesso em: 13 maio 2022.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. *Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design*. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/25183>. Acesso em: 25 maio 2022.

OBSERVATORIO de la Ciencia Ciudadana en España. Disponível em: <https://ciencia-ciudadana.es/proyecto-cc>. Acesso em: 29 maio 2022.

ORGANIZAÇÃO dos Estados Ibero-Americanos. Disponível em: <https://oei.int/pt/quem-somos/oei>. Acesso em: 29 maio 2022.

PACHECO, J. R.; REIS, R. A.; JOUCOSKI, E. Programa interinstitucional de ciência cidadã na escola: uma proposta de avaliação dos participantes. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.

PARRA, H. Z. M.; FRESSOLI, M.; LAFUENTE, A. Ciência Cidadã e Laboratórios Cidadãos. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 16, maio 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18617/liinc.v13i1.3901>. Acesso em: 29 maio 2022.

- PETTIBONE, L. et al. Citizen science for all—a guide for citizen science practitioners. Berlin, 2016. Disponível em: https://www.buergerschaffenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/handreichunga5_engl_web.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.
- PHILLIPS, T.; PORTICELLA, N.; CONSTAS, M.; BONNEY, R. A Framework for Articulating and Measuring Individual Learning Outcomes from Participation in Citizen Science. *Citizen Science: Theory and Practice*, p. 3, 2018. Disponível em: <http://doi.org/10.5334/cstp.126>. Acesso em: 20 maio 2021.
- PINTO, N. B.; ELEUTERIO, A. A. A. Ecologia e Saúde: Ciência Cidadã para monitoramento da dengue. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.
- RBCC – Rede Brasileira de Ciência Cidadã. Princípios Norteadores. Disponível em: <https://sites.usp.br/rbcienciacidada/principios-norteadores/>. Acesso em: 13 maio 2021.
- RBCC – Rede Brasileira de Ciência Cidadã. Quem faz parte da RBCC, 2022. Disponível em: <https://sites.usp.br/rbcienciacidada/a-rbcc/>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- REDE Portuguesa De Ciência Cidadã. Disponível em: <https://www.cienciacidada.pt>. Acesso em: 29 maio 2022.
- RODRIGUES, S. P.; CAMPOS, R. B. F.; SOUZA, M. C. R. F. de. Ciência cidadã e recursos hídricos no Brasil: reflexões sobre a produção acadêmica nos últimos 10 anos. In: VICENTE, N. M. de F.; SPERBER, C. F.; CARNEIRO, M. A. C. (Org.) *Dia D do Rio Doce: um olhar sobre o maior desastre socioambiental do Brasil*, Lavras: UFLA, 2021. p. 205-218.
- ROSSITER, D. G.; LIU, J.; CARLISLE, S.; ZHU, A.-X. Can citizen science assist digital soil mapping? *Geoderma*, v. 259, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.05.006>. Acesso em: 20 maio 2022.
- SALAME, I. I.; SABI, S.; HAMID, S. A Study of the GLOBE Program and its Impact on Public School Teachers and Their Students. *Journal of Academic Perspectives*, v. 1, 2020. Disponível em: https://www.journalofacademicperspectives.com/app/download/969924744/Salame_Sabi_and_Hamid.pdf. Acesso em: 10 maio 2021.
- SCIENCE Europe. Science Europe Briefing Paper on Citizen Science. 2018. Mountain View. Disponível em: [10.5281/zenodo.4925778](https://zenodo.org/record/4925778). Acesso em: 13 ago. 2021.
- SCISTARTE. Education. 2021. Disponível em: <https://scistarter.org/education>. Acesso em: 13 maio 2021.
- SHIRK, J. L. et al. Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate Design. *Ecology and Society*, v. 17, n. 2, jun. 2012. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/26269051>. Acesso em: 13 jul. 2021.
- SIBBR – Sistema da Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Disponível em:

<https://sibbr.gov.br/>. Acesso em: 13 maio 2021

SILVERTOWN, J. A new dawn for *citizen science*. *Trends in ecology & evolution*, v. 24, n. 9, p. 467-471, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>. Acesso em: 19 ag. 2022.

SNIMB. Ministerio de Ambiente – Panamá. *Ciencia Ciudadana*. Disponível em: <https://monitoreodiversidad.org/ciencia-ciudadana>. Acesso em: 20 maio 2022.

STEPHENS, M. D. The role of the amateur in nineteenth century American and English scientific education. *The Vocational Aspect of Education*, v. 34, n. 87, p. 1-5, 1982. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408347308001591>. Acesso em: 13 ago. 2022.

TOMASI, Claudio. La ciencia ciudadana como herramienta innovadora para el desarrollo sostenible. El PNUD en Argentina. Disponível em: <https://www.ar.undp.org/content/argentina/es/home/blog/2022/CienciaCiudadanaAccLabBlog3.html>. Acesso em: 29 maio 2022.

TRAJBER, R. et al. Ciência cidadã em redução de risco de desastres socioambientais e com testagem de aplicativo móvel: o caso do projeto WPD++. In: II WORKSHOP DA REDE BRASILEIRA DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2022. Anais... São Paulo. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022>. Acesso em: 01 out. 2022.

UNESCO. Recomendação da UNESCO sobre Ciência Aberta. 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_por. Acesso em: 02 ago. 2022.

VEECKMAN, C. et al. *Communication in Citizen Science. A practical guide to communication and engagement in citizen science*. Leuven, Belgium: SCIVIL, 2019.

WALKER, D. W.; SMIGAJ, M.; TANI, M. The benefits and negative impacts of *citizen science* applications to water as experienced by participants and communities. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, v. 8, n. 1, p. e1488, 2021. Disponível em: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wat2.1488>. Acesso em: 25 mar. 2013.

WEATHERBLUR. About us. Disponível em: <https://weatherblur.com/about-us/>. Acesso em: 29 maio 2021.

WIGGINS, A.; CROWSTON, K. From conservation to crowdsourcing: A typology of *citizen science*, 2011. In: 44th Hawaii international conference on system sciences. Disponível em: 10.1109/HICSS.2011.207. Acesso em: 13 maio 2021.

WILDLIFE Conservation Society – Perú. Disponível em: <https://peru.wcs.org/>. Acesso em: 29 maio 2022.

Zooniverse. Projects. Disponível em: <https://www.zooniverse.org/projects>. Acesso em: 15 maio 2021.