

EDUCAÇÃO EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PROJETO MENINAS NO ESPAÇO: O USO DO PROTOCOLO DE ÁRVORES DO *GLOBE OBSERVER* NO ENSINO DE GEOGRAFIA

Francyjonison Custódio do Nascimento¹

(Doutor em Geografia, SEEC/RN, 84 988343207, jonisoncustodio@gmail.com)

RESUMO

Nos últimos anos, as mudanças climáticas passaram a ser tema central no debate público e, por consequência, surgiu a necessidade de discutir, de modo horizontal, questões educacionais relativas a elas. Várias práticas educativas, visando a formação de valores socioambientais e uma abordagem interdisciplinar, postularam maneiras de efetivar a educação em mudanças climáticas. Um dessas práticas é a vida da ciência cidadã, com a utilização do protocolo de árvores do *Globe Observer*, que estimula o cálculo de sequestro de carbono. Desse modo, o artigo é composto por uma revisão bibliográfica a respeito do Ensino de Geografia, da ciência cidadão e da educação em mudanças climáticas bem como de um relato do uso protocolo de árvores em uma aula de Geografia. Conclui-se que o uso do referido protocolo em sala de aula promove iniciação científica, auxilia na compreensão da relação das árvores com a dinâmica climática e incita o uso de ferramentas tecnológicas para a raciocínio geográfico.

PALAVRAS-CHAVE: Educação geográfica; Programa Globe; Ciência cidadã.

GT5: Ensino de Geografia

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as mudanças climáticas passaram a ser tema central no debate público e, por consequência, os ambientes educacionais se mostraram mais suscetíveis e inclui-las em seus currículos e nas suas práticas (Zezzo; Coltri, 2022). Com efeito, a chamada emergência climática, processo no qual há um ponto de inflexão entre a mudança de postura e a existência humana na terra, proporciona a necessidade de discutir, de modo horizontal, questões educacionais relativas às mudanças climáticas (Pena-Vega, 2023). Urge, então, uma educação voltada para a compreensão desses fenômenos e para o estabelecimento de atitudes que visam a resolução dos problemas causados por tais fenômenos, oferecendo uma consciência crítica, a formação de valores socioambientais, uma abordagem interdisciplinar e participação ativa dos estudantes. É justamente o que se chama de educação para as mudanças climáticas (Wise, 2010). É necessário, então, práticas educativas que possibilitem essas reflexões e essas posturas.

Uma das maneiras de se promover tais práticas educativas é inserir os estudantes em projetos de ciência cidadã. O programa *Globe* pode ser considerado parte de um movimento maior de ciência cidadã, possibilitando que “não cientistas” façam parte de projetos científicos (Land-Zandstra *et al*, 2016). O *Globe* foi implementado pela Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica dos Estados Unidos, a NASA, no ano de 1994 e, em 2015, o Brasil ingressou programa, por meio de um acordo de cooperação entre a NASA e a Agência Espacial Brasileira – AEB (Lima, 2024). Desde então, o programa forma professores e, notadamente, alunos da educação básica e superior no mundo científico, explicando a dinâmica do processo científico e ensinando a fazer ciência com o uso dos protocolos do *Globe Observer*, aplicativo utilizado pela AEB e pela NASA para coletar dados ambientais em diversas esferas. Desse modo, o projeto dissemina educação ambiental e científica, sobretudo ligada às mudanças

climáticas, nos mais variados contextos educacionais brasileiros, sobretudo na educação básica (Mendes; Reis; Jucoski, 2023).

A partir disso, este artigo objetiva apresentar uma prática educativa com o protocolo de árvore do *Globe Observer* em uma escola de Ensino Médio em Parnamirim na Região Metropolitana da Natal, a fim de compreender a relação entre os corpos arbóreos e sequestro de carbono apontando sua potencialidade em promover um espírito investigativo e a alfabetização geográfica com articulação entre uso de tecnologia e o raciocínio geográfico. Este trabalho, ainda, possui uma revisão bibliográfica a respeito do ensino de Geografia, de educação em mudanças climáticas e da noção de ciência cidadã.

2 CIÊNCIA CIDADÃ E ENSINO DE GEOGRAFIA: ENTRELACES

Tradução do termo inglês *citizen science*, a nomenclatura “ciência cidadã” diz respeito a parcerias entre cientistas e voluntários não-cientistas, que realizam coletas e/ou análises de dados em pesquisas científicas de interesse público (Bonney *et al*, 2009). Na compreensão de Albagli e Rocha (2021), o termo ciência cidadã se refere a um conjunto de ações que possibilitam a participação direta de não cientistas no mundo científico, com o intuito de melhorar a qualidade dos resultados e ampliar o engajamento público no mundo da ciência. Com efeito, a ciência cidadã propicia o protagonismo aos chamados “não cientistas” em vários estágios da produção do conhecimento científico, incluindo a formulação de questões e de hipóteses assim como as análises de dados. Dessa forma, os cidadãos contribuem ativamente por meio de recursos intelectuais, conhecimento do ambiente local e ferramentas disponíveis. Essa dinâmica permite a construção de culturas participativas nos diversos modos de produzir e divulgar ciência (Parra, 2015).

Outro ponto a se destacar é que a ciência cidadã possibilita o recolhimento de uma variedade de dados em locais diferentes ao longo de muitos anos, favorecendo o estudo em padrões multiescalares ou com uma área muito grande (Bonney *et al*, 2009). Desse modo, a postura de inserir não cientistas na ciência propicia uma ampliação quantitativa dos dados e, por consequência, da qualidade da pesquisa. Os voluntários não cientistas, por sua vez, além de aprenderem mais sobre o processo científico, conhecem mais a respeito do tema estudado e podem colaborar com algum problema socioambiental da região onde mora, entre outras possibilidades interessantes. Isto é, há uma promoção de elementos educacionais para os voluntários não cientistas que participam de projetos de ciência cidadã. Esse mesmo processo se dá com o *Globe Observer*, que tem os seus protocolos de coleta desenvolvidos por cientistas, com o intuito de ter dados confiáveis para pesquisas de toda ordem, sobretudo relacionados às mudanças climáticas e problemas ambientais (Lima, 2024).

É necessário frisar, ainda, que a ciência cidadã tem um potencial educacional significativo, principalmente quando se trata de iniciação científica – e o programa *Globe* é um exemplo dessa potencialidade, como apontam Mendes, Reis e Jucoski (2023). De fato, unir ciência cidadã e projetos de cunho educacional possibilita que o alunado compreenda o que é ciência bem como participe de práticas de investigação científica, aplicando os conhecimentos construídos em sala de aula na compreensão e resolução de questões do cotidiano, sobretudo as ambientais (Morais, 2022). Esse movimento é importante no ensino de Geografia, pois é fundamental compreender a sociedade em que vive, a sua história, os seus problemas, e o espaço por ela produzido como resultados da vida dos seres humanos (Callai, 2018). Com efeito, o ensino de Geografia, com sua proposta de formar para a análise espacial do mundo, pode ser enriquecido por projetos de ciência cidadã e suas práticas (Kerski, 2015; Lima, 2024).

Entre essas possibilidades de favorecer situações de aprendizagens que relacionem ensino de Geografia e ciência cidadã pode-se citar programa *Globe*. Ele é um programa de ciência e educação com abrangência internacional. De cunho ambiental, ele incentiva a participação de estudantes, professores, cientistas e cidadãos na coleta de dados e em estudos científicos. . Esses pressupostos coadunam perfeitamente com os da educação geográfica. Afinal, o ensino de Geografia, além de promover habilidades e competências para a compreensão da dinâmica espacial da sociedade, visa igualmente uma formação cidadã, fundamentada no entendimento de mundo, na contextualização e na reflexão crítica do espaço geográfico (Callai, 2018; Cavalcanti, 2019).

Se enveredar nessa seara é optar pelo caminho da descoberta, da compreensão e da explicação de fenômenos; um percurso no qual o docente é compreendido como um orientador dos estudantes no processo de investigação e reflexão crítica. Trata-se de incitar a curiosidade epistêmica e ensinar a pensar o mundo diante das ebulições climáticas que o planeta está passando. Aliás, também no ensino de Geografia, a curiosidade se faz necessária, posto que possui a pesquisa como princípio educativo. O professor de Geografia, então, é entendido como uma espécie de caçador de curiosidades, isto é, um profissional docente capaz de despertar nos alunos a curiosidade do saber (Cavalcanti, 2019).

Ademais, de acordo com Kerski (2015), o ensino de Geografia possui a potencialidade de auxiliar na promover da compreensão da complexidade dos problemas contemporâneos bem como na resolução de questões globais quando relaciona a conscientização ambiental, a capacidade de compreender o mundo espacialmente, as geotecnologias e a ciência cidadã – elementos presentes no programa *Globe*. De fato, as geotecnologias contribuem com a coleta de dados para pesquisas, mas, sem consciência ambiental e educação geográfica para compreender a realidade e a urgência em proteger o meio ambiente, a ciência cidadã perde seu sentido. Há, então, a necessidade de aglutinar todos esses elementos em uma alfabetização geográfica (Kerski, 2015). Assim sendo, aponta o autor, se faz necessário trabalhar com os fenômenos estudados, com ferramentas de geolocalização e com o raciocínio geográfico concomitantemente.

Desse modo, é possível compreender que não basta desenvolver habilidades para utilizar ferramentas tecnológicas se não há o desenvolvimento de conceitos e princípios geográficos na aula de Geografia (Castellar; De Paula, 2020). É necessário articular os objetos de conhecimento com o uso de tecnologias e o desenvolvimento do raciocínio geográfico, descartando a memorização do conhecimento geográfico (Cavalcanti, 2019). Para que isso ocorra é fundamental o desenvolvimento do processo de investigação geográfica (Kerski, 2015; Morais, 2022). Este processo inclui formular perguntas geográficas, adquirir dados de cunho geográfico, explorar tais dados, analisar as informações geográficas e, sobretudo, agir com base no conhecimento geográfico adquirido (Kerski, 2015). Trata-se, então, do mesmo processo estimulado pela ciência cidadã e pelo Projeto *Globe*, mas acrescido de um olhar geográfico. Feitos esses apontamentos, parte-se agora para o relato do uso do programa *Globe Observer*, do projeto *Globe*, em uma aula de Geografia no Ensino Médio durante o projeto Meninas no Espaço – projeto da UFRN que visa, através de *workshops* e pesquisas, implantar ciência cidadã em escolas públicas do Rio Grande do Norte.

3 PROTOCOLO DE ÁRVORES COMO PROCESSO DE EDUCAÇÃO CLIMÁTICA

A educação para as mudanças climáticas, assim como a educação ambiental, não se resume a uma questão disciplinar e é convidada a perpassar não só todas as disciplinas, mas

todas as dimensões da vida humana (Zezzo; Coltri, 2022). De acordo com Magno, Costa e Borba (2016), se constitui como abordagens nos últimos anos, utilizando o referencial teórico da educação ambiental ou da educação para o desenvolvimento sustentável, com grande ênfase na primeira delas. A questão é que não se pode confundir educação para as mudanças climáticas com educação ambiental. Mesmo que alguns autores indiquem que a primeira está contida na segunda, é preciso salientar que elas são diversas. Ainda que ambas estejam conectadas, sobretudo porque estão preocupadas em motivar e sensibilizar para transformar as diversas formas de participação, a educação para as mudanças climáticas tem identidade própria e (Zezzo; Coltri, 2022).

Ainda para Magno, Costa e Borba (2016), educar para a educação em mudanças climáticas exige o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades para saber como responder a situação atual por intermédio do pensamento crítico e do desenvolvimento de abordagens multidimensionais. É justamente por isso que ela abrange as dimensões sociais, ambientais, epistemológica e educacional ao propor que o clima não está dissociado das demais questões humanas (Pena-Veja, 2023). Desse modo, para a efetivação de uma educação para as mudanças climáticas, além da produção e reestruturação dos saberes, é preciso uma mudança de postura, incluindo o esforço de inseri-la de maneira efetiva no currículo e até mesmo como ferramenta para mitigar a vulnerabilidade climática nas escolas e ao seu redor (Zezzo; Coltri, 2022).

Somente isso permite a identificação de interrelações de questões correlacionadas às mudanças climáticas e a consequente capacidade de mobilização contra elas. Assim, pontua o autor, as iniciativas exigem reflexão-ação, seja nas escolas ou em outros espaços educacionais, propiciando que os jovens educandos não sejam mais perspectivados como eternos detentores do futuro da sociedade e passem a ser construtores desse futuro que se inicia agora (Callai, 2018; Pena-Vega, 2023).

Daí a pertinência de envolvê-los em práticas educativas que promova o engajamento cívico e a cidadania, posto que se parte do pressuposto de que a educação age não sobre a consciência dos indivíduos e de sua capacidade de mudança nas relações socioambientais. É preciso, então, superar o paradigma de conhecimento sem o exercício da prática cotidiana. Para tanto, é preciso, via práticas educativas diversas, aumentar a conscientização da população a respeito dos efeitos do clima extremo, promovendo uma comunidade proativa e mais resiliente. Isso é vital, principalmente em um contexto em que o importante papel desenvolvido pelos cidadãos na tomada de decisões é considerado, ao menos em tese, importante (Pena-Vega, 2023).

3.2 USO DO PROTOCOLO *GLOBE OBSERVER*: UM RELATO

Como parte de um processo de iniciação científica, o uso de protocolo Globe demandou a apresentação dos caminhos da construção do conhecimento científico em um desenvolvimento das ideias científicas e, assim, no debate e explicação de tais ideias, construindo uma investigação relacionada com os problemas da vida real (Moraes, 2022). Assim, se propôs investigar as consequências que a sequência de incêndios que aconteceram na mata ciliar do Rio Pitimbu no bairro de Emaús (Parnamirim/RN) no que diz respeito a conservação das árvores e do seu papel de equilíbrio climático ao sequestrar carbono, já que, a área fica próxima à escola. Essa escolha é fundamental na construção de um projeto de ciência cidadã, pois identifica um problema ambiental que afeta o cotidiano e a realidade local do alunado. Devido à presença abundante de cajueiros (*Anacardium occidentale* L.) na área

atingida pelos incêndios, decidiu-se que essa espécie de vegetação seria a escolhida para o desenvolvimento da pesquisa.

Assim, depois de identificar um problema, parte-se para a construção da pergunta que norteará a pesquisa. As alunas, com o auxílio do professor, foram elaborando vários questionamentos, que, por sua vez, foram refinados e chegaram a uma pergunta central: “Como a presença de cajueiros na mata ciliar na bacia do Rio Pitimbu (Emaús - Parnamirim/RN) auxilia no sequestro de carbono e na regulação climática?”. Para compreender melhor a temática, o professor orientou as alunas a construírem uma revisão bibliográfica, tanto a respeito das mudanças climáticas, da mata ciliar e do sequestro de carbono nos cajueiros. Esse momento é crucial numa pesquisa de ciência cidadã, posto que os participantes compreendam os conceitos científicos e métodos relacionados ao tema de estudo, são estimulados a realizar de pesquisas mais contextualizadas (Makuch; Aczel, 2018).

Para investigar essa questão, além da revisão bibliográfica, utilizou-se o protocolo de árvores do programa *Globe*. Antes de tudo, o professor promoveu um treinamento com as alunas-pesquisadoras para que se estabelecesse uma compreensão acurada a respeito da importância das árvores bem da aplicação do referido protocolo. Para tanto, utilizou o material didático do projeto *Globe*, traduzido para o português pela AEB. Posteriormente, com as informações estabelecidas e com o treinamento do protocolo em árvores da escola, houve a escolha de um local não padrão a partir da área incendiada às margens da BR-101, a 800m da escola. Seguindo o protocolo *Globe*, como o número de árvores é menor que 150 indivíduos, toda a área acessível foi elegida (Figura 1).

Figura 1 – Local escolhido: área verde que foi incendiada



Fonte: Autor (2024)

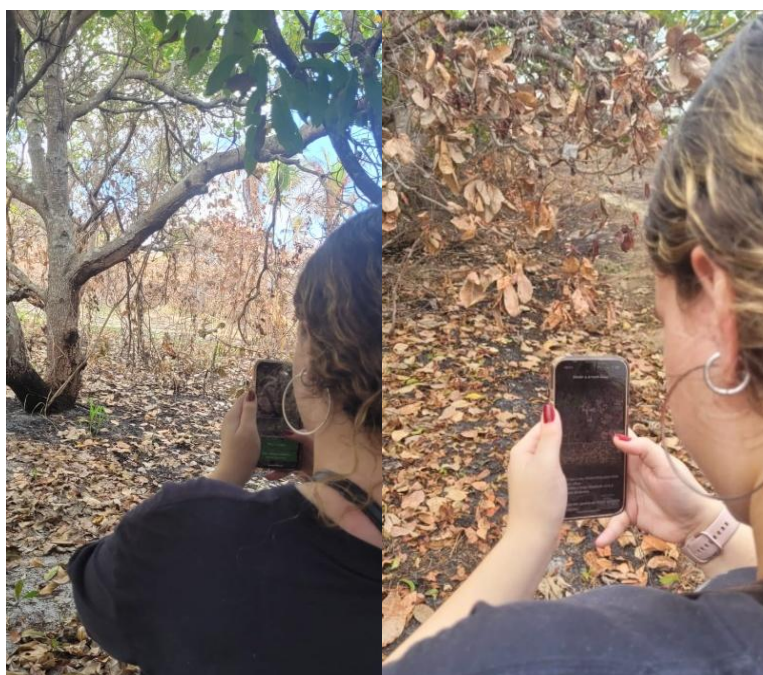
As coletas foram realizadas em dezembro de 2024, na área indicada na figura 1. Esta visita à mata ciliar para a coleta de dados se evidencia importante, pois, além da obtenção de dados, se efetiva uma leitura do mundo a partir do local. Com efeito, a interação com o ambiente contribui com a construção do conhecimento e com a participação de forma mais crítica do mundo em que vive, contribuindo com a iniciação científica (Cascais; Fachín-Téran, 2015). Nesse sentido, ir diretamente ao local do incêndio para coletar os dados a respeito promoveu

não só o registro de imagens e a obtenção de dados, mas também uma experiência direta com a mata ciliar pós o impacto ambiental. Durante o campo, pode-se constatar que, nessas ocorrências, além do perigo para os habitantes dos condomínios residenciais próximos à mata ciliar, houve danos ambientais severos, como a poluição atmosférica, mas, sobretudo a perda de biodiversidade, com a morte de animais e de várias árvores, incluindo diversos cajueiros.

Ao recordar o que foi aprendido em sala de aula e no treinamento, as alunas indicaram que ao se alastrar até alcançar a mata ciliar do Rio Pitimbu, o incêndio também pode ter mais consequência danosas do que a aquilo que foi visto. Isto porque as matas ciliares são responsáveis por manter em equilíbrio a conservação do meio ambiente por diversos motivos, tais como o funcionamento das bacias hidrográficas, a proteção do solo contra processos erosivos e assoreamentos, que são problemas que já acontecem em outros pontos do rio que não tem mata ciliar e que foram citados pelas alunas.

Dessa forma, a ida a mata ciliar promoveu uma apreensão diversa daquela da sala de aula, provocando nas estudantes uma nova percepção dos conteúdos curriculares, numa reelaboração do saber científico e no estabelecimento da relação de unidade entre a teoria e a prática, como indica Pavani (2013). Além disso, o caráter integrativo da educação para as ciências climáticas, proposto por (Pena-Vega, 2023), também se fez presente, posto que o aspecto ético surgiu no momento da coleta e foi-se discutido como a busca pelo lucro e a falta de sensibilidade ambiental provou tantos danos ambientais. Do ponto de vista prático, no momento da coleta, com o uso do aplicativo *Globe Observer*, a princípio, calculou-se a altura das árvores e, com o auxílio de uma fita métrica flexível, calculou-se a circunferência do tronco dos cajueiros encontrados na área indicada acima. Para tanto, foi realizada a medida ao redor da árvore na altura de 135 cm para encontrar a circunferência da árvore à altura do peito, conforme as figuras 2 e 3.

Figura 2 – Uso do Globe Observer



Fonte: Autor (2024)

Figura 3 – Medição da circunferência de cajueiro em mata ciliar



Fonte: Autor (2024)

Durante o campo, foi possível registrar apenas os dados de seis (6) árvores. Vários fatores contribuíram para isso, desde a quantidade de cajueiros em situação de mata fechada, impossibilitando a medição das árvores, a quantidade de indivíduos *Anacardium occidentale* L. mortos e até mesmo o aviso de moradores próximos de que adentrar muito na mata poderia ser perigoso. Com os dados coletados, foi possível fazer os cálculos de alometria.

Usando os estudos de Santos et al (2016), descobriu-se o total de carbono é dado a partir de 48% do peso seco da árvore. Desse modo, utilizou-se o Excel para calcular o peso fresco e, depois, encontrou-se a porcentagem equivalente. Para calcular o peso seco, foi utilizada a equação:

$$PF = -2,694 + 2,038 \times D + 0,90 \times H$$

Nessa equação, PF = Peso fresco, encontra-se em kg, D = Diâmetro à altura do peito, em cm, H = Altura total da árvore, em metros. Ao descobrir o peso fresco, as alunas descobriram o peso seco e, por meio dele, identificaram a quantidade de carbono. Assim, através da fórmula utilizada a cima, obteve-se a quantidade de carbono em kg de cada elemento arbóreo.

Tabela 1 – Dados obtidos pelo Globe Observer

Indivíduo	Circunferência (cm)	Altura (m)
1	54	4,29
2	95	3,36
3	180	13,6
4	142	2,74
5	112	3,85
6	47	5,23

Fonte: Autores (2024)

Tabela 2 – Dados obtidos pelo cálculo a de estimativa de sequestro de carbono

Indivíduo	Circunferência	Altura	Peso Fresco	Peso Seco	Estimativa (kg)
1	54 cm	4,29 m	111,219	66,7314	32,03107
2	95 cm	3,36 m	193,94	116,364	55,85472
3	180 cm	13,6 m	376,386	225,8316	108,3992
4	142 cm	2,74 m	289,168	173,5008	83,28038
5	112 cm	3,85 m	229,027	137,4162	65,95978
6	47 cm	5,23 m	97,799	58,6794	28,16611
					Total 373,6912

Fonte: Autor (2024)

Com os resultados em mãos, passou-se para a análise de dados. Estimuladas pelo professor, as estudantes voltaram a pergunta inicial que motivou a pesquisa: Como a presença de cajueiros na mata ciliar na bacia do Rio Pitimbu (Emaús - Parnamirim/RN) auxilia no sequestro de carbono e na regulação climática?”. Elas concluíram que a presença de cajueiros, ameaçada pela recorrência de incêndios na área, promove sequestro de carbono e discutiram, em sala de aula, a importância das árvores no equilíbrio climático. Elas se mostraram impressionadas com o fato de que em apenas 6 árvores exista mais de 300 kg de carbono, o que demonstra a necessidade de promover diálogos com a Biologia. As estudantes pontuaram, ainda, a necessidade de combater os incêndios e os desmatamentos bem como todos os demais problemas socioambientais às margens do Rio Pitimbu.

5. CONCLUSÕES

Promover a participação de estudantes sejam em projetos de ciência cidadã, participando de diversas etapas do processo de construção do conhecimento científico – que vai desde o desenvolvimento de um problema científico, passando pela revisão bibliográfica, pela coleta e pela análise dos dados obtidos, culminando na discussão dos resultados – é um movimento potente na atualidade, pois, propicia uma educação científica, auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades científicas. Assim, aprender a utilizar os protocolos do *Globe Observer* se mostra um caminho frutífero o ensino de Geografia.

Mais frutífero ainda se este caminho se correlacionar com o ensino para as mudanças climáticas, com uma postura multidimensional e interdisciplinar. De fato, uma maneira de aprimorar essa atividade é convidando a participação de professores de outras disciplinas, como Biologia e Matemática, fazendo dialogar a questão ambiental e utilizando dados matemáticos e ferramentas de planilhas para uma melhor compreensão da realidade.

Esse movimento integrativo ganha força em um contexto de emergência climática mundial, mas que tem relações com a cotidianidade dos estudantes. Daí a pertinência de investigar incêndios ou outros danos ambientais em locais próximos à escola e/ou às residências dos alunos, o que estimula a cidadania no ensino de Geografia e para as mudanças climáticas. Somado a isso existe o fato de associar a coleta de dados à visita de campo, o que favorece a reestruturação do conhecimento científico e ética ambiental.

Por fim, percebe-se o diálogo entre a ciência cidadã e a educação para as mudanças climáticas possui um enorme potencial ainda não alcançado. É necessário investir na formação

de profissionais docentes, seja formação inicial ou continuada, em vista de um maior aprofundamento em ambas as áreas e para enfrentar a crise ambiental de forma criativa e colaborativa. Não obstante as dificuldades, como a necessidade de maior inclusão digital consciente, capacitação de educadores e políticas públicas que incentivem a participação cidadã na ciência, se enveredar por esta senda já propicia grandes vantagens.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S.; ROCHA, L.. Ciência Cidadã no Brasil: um estudo exploratório. In: BORGES, M. M. CASADO, E. S.. **Sob a Lente da Ciência Aberta: olhares de Portugal, Espanha e Brasil**. Imprensa da Universidade de Coimbra. 2021, p. 489-511.

BONNEY, R. et al. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **BioScience**, v. 59, n. 1, p. 977-984, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>

CALLAI, H. C.. Educação geográfica para a formação cidadã. **Revista de Geografia Norte Grande**, v. 70, p. 9-30, 2018. Disponível em:

CASCAIS, M. G. A.; FACHÍN-TERÁN, A. **Os espaços educativos e a alfabetização científica no ensino fundamental**. Manaus: Editora e Gráfica Moderna, 2015.

CASTELLAR, S. M; DE PAULA, I. R.. O papel do pensamento espacial na construção do raciocínio geográfico. **Revista Brasileira De Educação Em Geografia**, v. 10, n. 19, p. 294 – 322, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.46789/edugeo.v10i19.922>

CAVALCANTI, L.S.. **Pensar pela Geografia: ensino e relevância social**. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2019.

COHN, J. P.. Citizen science: Can volunteers do real research? **BioScience**, v. 58, n. 1, p.192–197, 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/58/3/192/230689?redirectedFrom=fulltext>

DODSON, J. B.; ROBLES, M.; ROGERSON, T. M., TAYLOR, J. E.. Do citizen science intense observation periods increase data usability? A deep dive of the NASA GLOBE Clouds data set with satellite comparisons. **Earth and Space Science**, v. 10, p. 1-18, 2023.

FRANCA JUNIOR, P.; MALYSZ, S. B.; LOPES, C. S.. Práticas de ensino em climatologia: Observação sensível do tempo atmosférico. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, p. 335-351, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/42455>

LAND-ZANDSTRA, A. M. et al. Citizen science on a smartphone: participants motivations and learning. **Public Understanding of Science**, New York, v. 25, n. 1, p. 45-60, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0963662515602406>

LIMA, E. C. S.. **As práticas pedagógicas no ensino de geografia: conservação e conscientização ambiental**. 2024. 191 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2024.

MAGNO, C. L.; COSTA, F. A.; BORBA, G. L.. A educação em mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. **Holos**, v. 4, p. 176–188, 2016. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3950>

MENDES, M.; REIS, R. A.; JOUCOSKI, E.. Ciência Cidadã em sala de aula: uma proposta de sequência didática sobre arboviroses e seus desafios de percepção pública. **Revista Insignare Scientia**, v. 6, p. 868-881, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2023v6n6.13386>

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.

MORAIS, C.. Ciencia ciudadana y educación CTS/CTSA: mirando aportes, desafíos y oportunidades. **Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología Y Sociedad**, v. 17, n.51, p. 157-178, 2022. Disponível em: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/324>

PARRA, H. Z. M. . Ciência cidadã: modos de participação e ativismo informacional. In: ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; ABDO, A. H. . **Ciência aberta, questões abertas**. Brasília, IBICT; Rio de Janeiro, Unirio, 2015, p 121-141.

PAVANI, E. C. R. **Aulas de campo na perspectiva histórico-crítica**: contribuições para os espaços de educação não formal. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013

PENA-VEGA, A.. **Os Sete Saberes Necessários À Educação Sobre As Mudanças Climáticas**. São Paulo, Cortez Editora, 2023.

SILVA, S. D. S.; RIBEIRO, S. A.; LIMA, D. P ; SILVA, G. M. da ; QUEIROZ, J. A.. Estimativa de sequestro de carbono em área urbana: Av. Gov. Paes De Carvalho, Conceição do Araguaia-PA. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2016, Campina Grande - PB. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2016. v. 7.

ZEZZO, L. V.; COLTRI, P. P. Educação em Mudanças Climáticas no contexto brasileiro: uma revisão integrada. **Terræ Didática**, v. 18, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8671305/30855>. Acesso em: 02 maio. 2025.

WISE, S. B.. Climate Change in the classroom: patterns, motivations, and barriers to instruction among Colorado Science teachers. **Journal of Geoscience Education**, v.58, n.5, p. 297-309, 2010. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1164623.pdf>
