

Estudos Geográficos

Revista Eletrônica de Geografia

Uso do protocolo de nuvem do *Globe Observer* no Ensino de Geografia: um relato de caso

Francyjonison Custódio do Nascimento¹  

Resumo: O programa *Globe* é um projeto de ciência cidadã da NASA e realizado, no Brasil, pela AEB. Por meio de cursos e projetos de pesquisa, o programa dissemina educação científica e ambiental nos mais variados contextos educacionais. Para tanto, o programa se utiliza do uso de protocolos, iniciando estudantes no mundo da ciência. Assim, além de propiciar educação científica, promove coleta de dados para estudos de toda ordem, sobretudo voltados para as mudanças climáticas. Entre os protocolos *Globe*, o mais popular é o de nuvens, por não exigir muitos aparatos técnicos e por favorecer estudos climáticos. A partir desses pressupostos, o artigo objetiva apresentar, de modo reflexivo, uma prática educacional com o protocolo de nuvem do *Globe Observer* em uma escola de Ensino Médio em Parnamirim (RN), a fim de compreender a relação entre as nuvens e os elementos climáticos. Desse modo, o artigo tem como procedimento metodológico a revisão bibliográfica a respeito do Ensino de Geografia, da ciência cidadã e da educação científica bem como o relato de uma aula de Geografia fundamentada no protocolo de nuvens. Conclui-se que o uso do referido protocolo em sala de aula promove iniciação científica, auxilia na compreensão da dinâmica climática e incita o uso de ferramentas tecnológicas para a raciocínio geográfico.

Palavras-chave: Ensino de Geografia; educação científica; protocolo de nuvem; *Globe Observer*; ciência cidadã.

¹ Doutor em Geografia pela UFRN. Mestre em Geografia pela UFRN. Graduado em Licenciatura em Geografia pelo IFRN. Professor substituto do Centro de Educação da UFRN.



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons

USE OF GLOBE OBSERVER CLOUD PROTOCOL IN TEACHING GEOGRAPHY: A CASE REPORT

Abstract: The Globe program is a citizen science project run by NASA and carried out in Brazil by AEB. Through courses and research projects, the program disseminates scientific and environmental education in a wide variety of educational contexts. To this end, the program uses protocols to introduce students to the world of science. As well as providing scientific education, it promotes data collection for studies of all kinds, especially those focused on climate change. Among the Globe protocols, the most popular is the cloud protocol, because it doesn't require a lot of technical equipment and because it favors climate studies. Based on these assumptions, the article aims to present, in a reflective way, an educational practice with the Globe Observer cloud protocol in a high school in Parnamirim (RN), in order to understand the relationship between clouds and climatic elements. The article's methodological procedure is a literature review on geography teaching, citizen science and science education, as well as a case report of a geography lesson based on the cloud protocol. It concludes that the use of this protocol in the classroom promotes scientific initiation, helps to understand climate dynamics and encourages the use of technological tools for geographical.

Keywords: Geography teaching; scientific education; cloud protocol; Globe Observer; citizen science.

USO DEL PROTOCOLO DE NUBE DE GLOBE OBSERVER EN LA ENSEÑANZA DE GEOGRAFÍA: UN INFORME DE CASO

Resumen: El programa Globe es un proyecto de ciencia ciudadana dirigido por la NASA y ejecutado en Brasil por la AEB. A través de cursos y proyectos de investigación, el programa divulga la educación científica y ambiental en los más diversos contextos educativos. Para ello, el programa utiliza protocolos para introducir a los estudiantes en el mundo de la ciencia. Además de impartir educación científica, el programa promueve la recogida de datos para estudios de todo tipo, especialmente los relativos al cambio climático. Entre los protocolos de Globe, el más popular es el de la nube, ya que no requiere mucho equipamiento técnico y favorece los estudios sobre el clima. Partiendo de estas premisas, el artículo pretende presentar, de forma reflexiva, una práctica educativa con el protocolo de nubes Globe Observer en una escuela secundaria de Parnamirim (RN), con el fin de comprender la relación entre las nubes y los elementos climáticos. El procedimiento metodológico del artículo comprende una revisión bibliográfica sobre la enseñanza de la geografía, la ciencia ciudadana y la educación científica, así como un informe de caso de una lección de geografía basada en el protocolo de nubes. Se concluye que el uso de este protocolo en el aula promueve la iniciación científica, ayuda a comprender la dinámica climática y fomenta el uso de herramientas tecnológicas para el razonamiento geográfico.

Palabras clave: Enseñanza de la Geografía; educación científica; protocolo de nube; Globe Observer; ciencia ciudadana.

INTRODUÇÃO

No ambiente escolar, professores têm encontrado nos projetos de ciência cidadã a possibilidade de oportunizar situações de aprendizagens em que os estudantes aprendem sobre a natureza da ciência em um contexto próximo às suas realidades (Makuch; Aczel, 2018). Esse movimento permite que os alunos, em um diálogo com o mundo externo à sala de aula, desenvolvam um olhar crítico frente à

concretude do espaço geográfico e pensem em mudanças mediante uma acurada análise crítica social, capitaneada pela educação geográfica (Cavalcanti, 2019).

Dessa forma, relacionar ciência cidadã e ensino de Geografia favorece o uso social do conhecimento científico por meio dos estudantes, possibilitando compreender a dinâmica espacial da sociedade, pautada na contextualização e na reflexão crítica do mundo, que tem como objetivo central promover uma formação cidadã (Callai, 2018). O ensino de Geografia, com seu propósito de formar para a análise do mundo em sua dimensão espacial, pode ser enriquecido por projetos de ciência cidadã (Kerski, 2015; Lima, 2024).

Entre essas possibilidades de oportunizar situações de aprendizagens que envolvam ensino de Geografia e ciência cidadã pode-se citar programa *Globe*. Ele é um programa de ciência e de educação com abrangência internacional. Dessa forma, ele incentiva a participação de estudantes, professores, cientistas e cidadãos na coleta de dados e em estudos científicos. Com efeito, ele pode ser considerado parte de um movimento maior de ciência cidadã, possibilitando que “não cientistas”² façam parte de projetos científicos (Land-Zandstra *et al*, 2016).

Assim, o *Globe* é uma iniciativa que desempenha um papel significativo na compreensão do meio ambiente, em diversas escalas, principalmente no contexto das mudanças climáticas e de outros problemas socioambientais. *Globe* significa Programa Global de Aprendizagem e Observações em Benefício do Meio Ambiente (no original, em inglês, *Global Learning and Observations to Benefit the Environment*) e foi implementado pela Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica dos Estados Unidos, a NASA, no ano de 1994 (Lima, 2024).

O Brasil tornou-se participante do programa *Globe* em 2015, por meio de um acordo de cooperação entre a NASA e a Agência Espacial Brasileira – AEB (Lima, 2024). A promoção do *Globe*, ainda, está em um cenário maior, no qual a AEB, autarquia vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), tem na criação e aplicação de programas educacionais um dos seus objetivos (Santos, 2023).

Esses projetos educacionais ganham corpo com oficinas e cursos ofertados no Brasil inteiro em parcerias com universidades e escolas públicas. Nestes momentos, professores e alunos da educação básica são instruídos a respeito do processo

² Aqui, opta-se por usar o termo “não-cientista” entre aspas para todos aqueles que não são cientistas profissionais devido a compreensão, vinculada a noção da pesquisa como princípio educativo, de que alunos e professores também são pesquisadores, mas não são cientistas profissionais segundo o modelo americano.

científico, compreendendo sua dinâmica e aprendendo a como fazer ciência usando os 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 nos mais variados contextos educacionais brasileiros, notadamente nas escolas públicas.

Entre os protocolos presentes no *Globe Observer* está o protocolo de nuvens. Efetivamente, o estudo das nuvens é vital, posto que elas possuem um papel importante no equilíbrio dos ecossistemas terrestres, seja na regulação da temperatura, no abastecimento de corpos hídricos, no suporte às atividades antrópicas, no desenvolvimento das plantas ou na produção de alimentos para uso comercial (França Junior; Malysz; Lopes, 2016).

Realizar tal estudo no contexto da ciência cidadã é significativo, pois um dos seus objetivos é despertar o interesse da sociedade civil pelo mundo da ciência e, conseqüentemente, envolvê-la na pesquisa científica. Essa postura é fundamental, tanto na construção do saber como na possibilidade de avanços na sociedade de modo geral, posto que os dados científicos podem ser utilizados na produção e na análise de políticas públicas (Cohn, 2008). Todo esse movimento visa estratégias que postulam uma educação científica mais crítica na educação básica (Santana; Araújo, 2021).

Igualmente pertinente, para esse fim, é usar recursos como o programa *Globe*. Aliás, há diversos trabalhos que fazem uso do aplicativo e já demonstraram sua importância para o ensino, sobretudo de Ciências Biológicas e de Geografia (Mendes; Reis; Jucoski, 2023; Lima, 2024; Oliveira; Oliveira, 2024). Além disso, a aprendizagem se efetiva de forma coletiva devido aos avanços da tecnologia e ao acesso à informação; e o programa *Globe* proporciona isso ao usar ferramentas e metodologias colaborativas integradas a recursos tecnológicos (Selbach, 2014).

Todo esse movimento é mais significativo em um contexto de crise ambiental, no qual projetos de ciência cidadã, como é o caso do programa *Globe*, articulados com a educação ambiental, auxiliam a proporcionar novas formas de abordar problemas, outras bases de conhecimento e outros modos de fazer ciência, condizentes com a urgência e com a complexidade dos desafios impostos pela crise planetária (Albagli; Rocha, 2021).

A partir desses pressupostos, o artigo tem como objetivo apresentar, de modo reflexivo, uma prática educacional com o protocolo de nuvem do *Globe Observer* em

uma escola de Ensino Médio em Parnamirim, na Região Metropolitana de Natal, a fim de compreender a relação entre as nuvens e os elementos climáticos, apontando sua potencialidade em promover um espírito investigativo e a alfabetização geográfica com articulação entre uso de tecnologia e o raciocínio geográfico. Dessa forma, no primeiro momento, será abordado a relação entre a ciência cidadã e o ensino de Geografia, discutindo também de educação científica; no segundo momento, o relato reflexivo supracitado será feito

CIÊNCIA CIDADÃ E ENSINO DE GEOGRAFIA: O PROGRAMA *GLOBE*

Do inglês *citizen science*, o termo ciência cidadã faz referência a parcerias entre cientistas e voluntários “não-cientistas”, que atuam em coletas e/ou análises de dados científicos relacionados a pesquisas de interesse público (Bonney *et al*, 2009). Com efeito, de acordo com Albagli e Rocha (2021), o termo ciência cidadã tem sido utilizado para indicar um conjunto de ações que promovem a participação direta de não cientistas para a ciência, na expectativa de melhorar a qualidade dos resultados e reduzir os custos da pesquisa, além de ampliar o engajamento público no mundo da ciência.

A ciência cidadã permite dar protagonismo aos chamados “não cientistas” em várias etapas da produção científica, como na formulação de questões e de hipóteses bem como nas análises que contribuam para novas abordagens científicas. Nesse sentido, os cidadãos contribuem de forma ativa para o mundo científico por meio de recursos intelectuais, conhecimento local e ferramentas disponíveis. Tudo isso também permite a construção e a divulgação de culturas participativas nos diversos modos de produzir ciência (Parra, 2015; Albagli; Rocha, 2021).

Outro ponto pertinente é a possibilidade de, por meio da ciência cidadã, recolher uma variedade de dados em locais e habitats diferentes ao longo de anos, permitindo o estudo em padrões multiescalares ou com uma área muito grande (Bonney *et al*, 2009). Assim, a postura dialogante de incluir “não cientistas” no mundo da ciência promove uma ampliação quantitativa dos dados e, por conseguinte, da qualidade da pesquisa. Os “não cientistas”, por sua vez, passam a conhecer mais a respeito do tema estudado e podem colaborar com algum problema socioambiental da região onde mora, entre outras coisas, incluindo pressão política para dirimir tal problema. Com efeito, afirmam Bonney *et al* (2009), os projetos de ciência cidadã tem

sido notavelmente bem-sucedidos no avanço do conhecimento científico nas últimas décadas.

Na verdade, a participação de “não cientistas” na investigação científica não é recente. Nos Estados Unidos, por exemplo, ainda no século XIX, faroleiros começaram a registrar aves e seus padrões de migração. Ao longo de todo século XX, explica Cohn (2008), milhares de voluntários públicos participaram em projetos científicos, com os mais diversos fins, seja monitorando a qualidade da água, documentando a distribuição de aves reprodutoras ou observando o céu durante a noite em busca de novas estrelas e galáxias.

A grande questão é que, na atualidade, há novos significados e novas características relativas ao papel dos chamados “amadores”, posto que agora os projetos de ciência cidadã utilizam protocolos testados para o recolhimento de dados, integrando à coleta de dados uma verificação feita por profissionais e uma promoção de elementos educacionais para os voluntários “não cientistas” (Bonney *et al*, 2009; Albagli; Rocha. 2021). O mesmo processo acontece, portanto, com o *Globe Observer*, que tem os seus protocolos de coleta desenvolvidos por cientistas e professores, a fim de que os dados sigam o mesmo procedimento científico e sejam confiáveis para pesquisas de toda ordem (Robles *et al*, 2020). Todo esse processo contribui para o movimento de desenvolvimento de ferramentas abertas e descentralizadas de produção do saber científico, promovendo a democratização e a apropriação cidadã da ciência.

Assim, mesmo que a relação de “amadores” em trabalhos científicos seja registrada desde o século XIX, o termo ciência cidadã surge apenas nos anos 1980, com a difusão dos trabalhos do britânico Alan Irwin e do norte-americano Ricky Bonney. Ao passo que o primeiro desenvolve uma perspectiva mais dialógica entre o mundo da ciência e sociedade, o segundo está interessado na contribuição voluntária de “não cientistas” para a pesquisa científica (Albagli; Rocha, 2021).

Desse modo, independente da abordagem, um dos aspectos centrais da ciência cidadã é a multiplicidade de atores sociais envolvidos no processo de construção de conhecimento, possibilitando a vivência de inúmeras dinâmicas e experiências em vista de um aprendizado coletivo, unindo o saber prático ao saber teórico. E isto só é possível em um panorama caracterizado por uma abordagem interdisciplinar, por uma postura de abertura e, igualmente, por interconexões em redes, que possibilitam contato instantâneos e frequentes entre os participantes da

ciência cidadã, alterando as dinâmicas de produção, validação, difusão e apropriação dos conhecimentos produzidos (Parra, 2015).

Dessa forma, o desenvolvimento e a disseminação de plataformas e aplicativos de colaboração *online*, muitos deles com interface amigável para não especialistas, abriram e sedimentaram caminhos para diversas inovações no que diz respeito à produção, a utilização e a circulação de dados, informações e conhecimentos. Por isso, novas aplicações de dispositivos são utilizadas na pesquisa científica como também há o uso comunicacional que repercute no envolvimento e na participação social em pesquisas. O desenvolvimento de plataformas e aplicativos, ainda, facilitam a combinação de *big data* com os dados gerados em contextos locais (Albagli; Rocha, 2021).

Assim, a ciência cidadã vem ganhando reconhecimento como um dos pilares da ciência aberta, capaz de incentivar colaborações científicas benéficas para a ciência e para a sociedade de modo geral. Nas últimas duas décadas, inclusive, esse reconhecimento gerou visibilidade nas agendas governamentais e de organismos internacionais diversos (Cohn, 2008; Bonney *et al*, 2009). No Brasil, porém, essas iniciativas são incipientes, mas já vêm atraindo crescente atenção e sendo objeto de trabalhos e projetos de pesquisa (Albagli; Rocha, 2021).

Vale a pena frisar que a ciência cidadã possui um potencial educacional significativo, sobretudo no que diz respeito a iniciação científica; e o programa *Globe* é um exemplo vigoroso dessa potencialidade (Mendes; Reis; Jouscoski, 2023). Com efeito, unir ciência cidadã e projetos educacionais permite com que o estudante compreenda o que é ciência bem como que ele se envolva em práticas de investigação científica, aplicando seus conhecimentos, com colaboração de cientistas e professores, na resolução de questões ambientais (Moraes, 2022).

Esse último aspecto é importante. A educação científica em diálogo com a educação ambiental é cada vez mais necessária, posto que os cidadãos, incluindo os estudantes, precisam estar cientificamente letrados e politicamente conscientes para que possam discutir e se engajar no enfrentamento dos desafios socioambientais, sobretudo na avaliação do clima (Robles *et al*, 2020; Santana; Araújo, 2021). Esse movimento é importante no ensino de Geografia, já que, nele, 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).

Nesse mesmo sentido, há indícios concretos de como a ciência cidadã contribui para o desenvolvimento da educação científica e da educação ambiental, gerando a popularização da ciência, desde que aconteça em formatos dialógicos e participativos, com a valorização do papel do conhecimento científico na educação geográfica (Kerski, 2015; Albagli; Rocha, 2021). Além do mais, pontuam Santana e Araújo (2021), é preciso frisar-se, qualquer abordagem é enriquecida com a presença de outra, já que, quando se enxerga os campos do saber de forma segmentada e/ou isolada, deixa-se de visualizar a realidade em sua completude.

Essa articulação ganha vitalidade quando ocorre no ensino de Geografia. Com efeito, a educação científica no ensino de Geografia já demonstrou ter seu valor, como apontou Risetete (2018). Segundo a autora, o desenvolvimento do raciocínio geográfico na educação científica é essencial, sobretudo na compreensão dos conceitos, na comparação dos lugares em diversas escalas e na leitura da realidade geográfica de maneira contextual.

Para tanto, explica Risetete (2018), é preciso articular conceitos, habilidades e estratégias didáticas a fim de compreender como o conhecimento científico, incluindo o geográfico, é construído e como o espírito investigativo pode auxiliar no exercício da cidadania, correlacionando o que se estuda com o que é vivenciado cotidianamente (Callai, 2018).

Soma-se a tudo isso, a pertinência de estudar o pensamento científico na educação básica, que é parte integrante do processo educacional brasileiro ao ser indicado como competência da Base Nacional Curricular Comum. Tal competência pressupõe, que os alunos conectem os conhecimentos científicos aos usos que fazemos deles para identificar questões e problemáticas, para explicar fenômenos e elaborar conclusões baseadas em evidências, envolvendo os assuntos relacionados com a ciência (Brasil, 2018). Ademais, segundo Parra (2015), por definição, envolve a difusão e a educação científica, sendo esta vital para a concretização de projetos de ciência cidadã.

Na perspectiva de Silva (2020), desde o século XX, há uma forte inclinação para os estudos relativos à educação científica. O contexto de desenvolvimento científico e tecnológico no pós-guerra contribui para isso, segundo o autor. Contudo, é no século presente que a educação científica torna-se mais ainda urgente diante dos desafios à respeito do conhecimento, como a desinformação e o negacionismo científico, incluindo o climático.

É necessário, então, desenvolver nos alunos uma compreensão conceptual das ideias científicas, debater e explicar ideias, construindo uma investigação relacionada com os problemas da vida cotidiana, incluindo os de ordem geográfica (Risette, 2018; Moraes, 2022). Com efeito, afirmam Santana e Araújo (2021), a educação científica se mostra importante na formação cidadã, incluindo valores éticos e princípios democráticos, e necessita ser promovida para que os conteúdos e os temas de carácter científico façam sentido para os educandos. 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 reflexão crítica do espaço geográfico (Callai, 2018; Cavalcanti, 2019).

Ademais, para a concretização de uma educação científica na educação básica, é preciso optar por um caminho educativo que propicia um percurso específico. Trata-se do caminho da descoberta, da compreensão e da explicação de fenômenos e contextos diversos, percurso em que o professor é entendido como um orientador dos estudantes no processo de investigação e reflexão crítica. Afinal, o grande propósito da educação científica é incitar a curiosidade epistêmica e ensinar a desenvolver o raciocínio geográfico (Santana; Araújo, 2021). Aliás, também no ensino de Geografia, a curiosidade se faz necessária, posto que possui a pesquisa como princípio educativo.

O professor de Geografia é compreendido como uma espécie de caçador de curiosidades, isto é, um profissional capaz de despertar nos alunos a curiosidade do saber (Selbach, 2014). Esse aspecto é crucial para os estudantes porque vislumbra a possibilidade de iniciá-los em uma investigação, promovendo o exercício reflexivo contínuo, desde desenvolver uma questão até pensar em metodologias para análise científica.

Sobre a educação científica, de acordo com Moraes (2022), desenvolver pensamento científico na educação básica é fundamental, posto que propicia formas importantes de estimular a comunicação, a colaboração, a criatividade e o espírito crítico. Assim, explica a autora, um projeto de ciência cidadã colaborativo ou cocriado, como é o caso do Programa *Globe*, pode ser muito valioso do ponto de vista educacional, além de experiências educativas com a coleta de dados, é possível

também outras oportunidades de aprendizagem como é o caso das análises dos próprios dados coletados.

Outro ponto a ser levado em consideração quando se fala em educação científica, aponta Silva (2020), é o fato de que conhecimentos científicos serem construídos por alunos fora da escola e de diversos modos, seja em visitas a museus ou em acesso a livros e revistas de teor acadêmico ou não. O que importa, salienta o autor, é que a educação científica formal e informal sejam conectadas e os professores considerem também os conhecimentos sobre ciência apropriados pelos estudantes em outros contextos que não o escolar. Afinal, na atualidade, a relação entre educação e ciência está posta em um contexto em que não há apenas uma mudança quantitativa na produção de informações e conhecimentos, mas também uma emergência de novas formas de conhecer (Parra, 2015).

E o ensino de Geografia tem muito a contribuir nesse contexto. De fato, de acordo com Kerski (2015), é o ensino de Geografia que possui a potencialidade de ajudar a promover o entendimento da complexidade dos problemas contemporâneos e a resolução de questões globais quando envolve a consciência ambiental, a capacitação para compreender o mundo, as geotecnologias e a ciência cidadã, elementos que, aliás, estão presentes no programa *Globe*.

Com efeito, as geotecnologias favorecem ao facilitar a contribuição de dados para pesquisas, mas, sem consciência ambiental e educação geográfica para compreender a realidade e a urgência em salvaguardar o meio ambiente, a ciência cidadã tem negligenciado o seu aspecto principal, a saber: a pertinência de aglutinar todos esses elementos em uma alfabetização geográfica (Kerski, 2015). Desse modo, para efetivação de uma alfabetização geográfica, pontua o autor, é necessário trabalhar com os fenômenos estudados, com ferramentas de geolocalização e com o raciocínio geográfico.

A partir disso, é possível compreender que não basta desenvolver habilidades e tampouco utilizar ferramentas tecnológicas se não há o desenvolvimento de conceitos e princípios geográficos em sala de aula (Castellar; De Paula, 2020). É preciso articular os objetos de conhecimento com o uso de tecnologias e o desenvolvimento de raciocínio geográfico, fugindo da mera memorização do conhecimento geográfico e, por consequência, superando uma educação mnemônica e bancária – isto é, apolítica (Freire, 2005; Cavalcanti, 2019).

Para que essa articulação 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). 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.

O USO DO *GLOBE OBSERVER* NA AULA DE GEOGRAFIA: UM RELATO DE CASO

O desenvolvimento da atividade consistiu, primeiramente, em uma aula a respeito dos tipos de nuvens. A aula foi ministrada por duas participantes do Projeto que compartilharam o que aprenderam no *workshop* a respeito do *Globe* com a Agência Espacial Brasileira realizado na UFRN, no âmbito do projeto Meninas no Espaço – o que configura uma parceria formal entre AEB, UFRN e SEEC/RN, que é uma recomendação a ser considerada na implantação de projetos de ciência cidadã e educação científica (Morais, 2022).

Esse movimento é importante, pois, como indica Morais (2022), *workshops*, cursos e oficinas formativas são atividades que facilitam a integração da ciência cidadã nas salas de aula. De fato, tanto o *workshop* com membros da Agência Espacial Brasileira como a replicação dos estudos de climatologia na sala de aula foram momentos de aprofundamento nos conteúdos de Geografia e aproximou os estudantes ao discurso e método científico.

Utilizando a ferramenta Canva, as bolsistas do projeto, com auxílio do professor, produziram um material didático para a aula. As alunas demonstraram os vários tipos de nuvens existentes e as maneiras de identificá-las. Esse ponto da atividade relatada merece reflexão, ajuda a ampliar uma visão a respeito do processo de ensino-aprendizagem. Com efeito, não é possível compreender o profissional docente como único sujeito do conhecimento que, detentor de todo o saber, transmite conhecimento geográfico de forma linear ao passo que os educandos repousam na passividade (Cavalcanti, 2019).

De fato, são necessárias propostas de ensino de Geografia que, estimulando reflexões de teor crítico, promovam a interação, a pesquisa e o diálogo – justamente o que as alunas fizeram ao preparar a aula expositiva-dialogada e discutir com os colegas a respeito do protocolo de nuvens do *Globe Observer*.

Outro ponto importante já comentado brevemente e destacado por Moraes (2022) é o papel dos professores. Para a autora, os docentes precisam ser participantes ativos nos projetos de ciência cidadã, colaborando com a significação das experiências e dos resultados da participação dos seus educandos. Dessa maneira, é preciso que os professores estimulem debates em sala de aula a respeito dos objetivos e problemas relacionados ao projeto.

Com base nessa demanda, antes de iniciar a aula de Geografia, o professor explicou do que se tratava o programa *Globe*, enfatizando a importância das coletas de dados a respeito dos problemas socioambientais do planeta. Além disso, elucidou como funciona a ciência cidadã e a participação de “não-cientistas” nesse tipo de projeto.

Nesse ponto, o professor dialogou com a educação científica e com a investigação geográfica proposta por Kerski (2015), já que explicou brevemente como funciona uma pesquisa científica com a formulação de perguntas, definição de objetivos, revisão bibliográfica, obtenção e análise de dados, seguindo as orientações dos membros da Agência Espacial Brasileira. Ademais, estimulou-se o espírito de curiosidade ao instigar os alunos pela pergunta sobre a qual iria tratar a aula: “Como a cobertura de nuvens contribui para as mudanças de temperatura e umidade?”. É necessário recordar a consciência de que o ensino de Geografia e a investigação geográfica precisam ensinar a vitalidade do pensamento científico ao valorizar a dúvida, as indagações no processo de ensino-aprendizagem (Kerski, 2015; Batista; Castrogiovanni, 2018).

No desenvolvimento da aula, foi realizado um momento diagnóstico, com o objetivo de reconhecer os saberes dos estudantes sobre o tema em estudo. Por meio de indagações, os alunos partilhavam o que sabiam a respeito das nuvens. Foi constatado que os estudantes compreendiam o processo do ciclo da água, mas não sabiam da importância das nuvens e tampouco da diferença entre elas e da possibilidade de registrá-las para estudos relativos às mudanças climáticas ou variação de tempo climático.

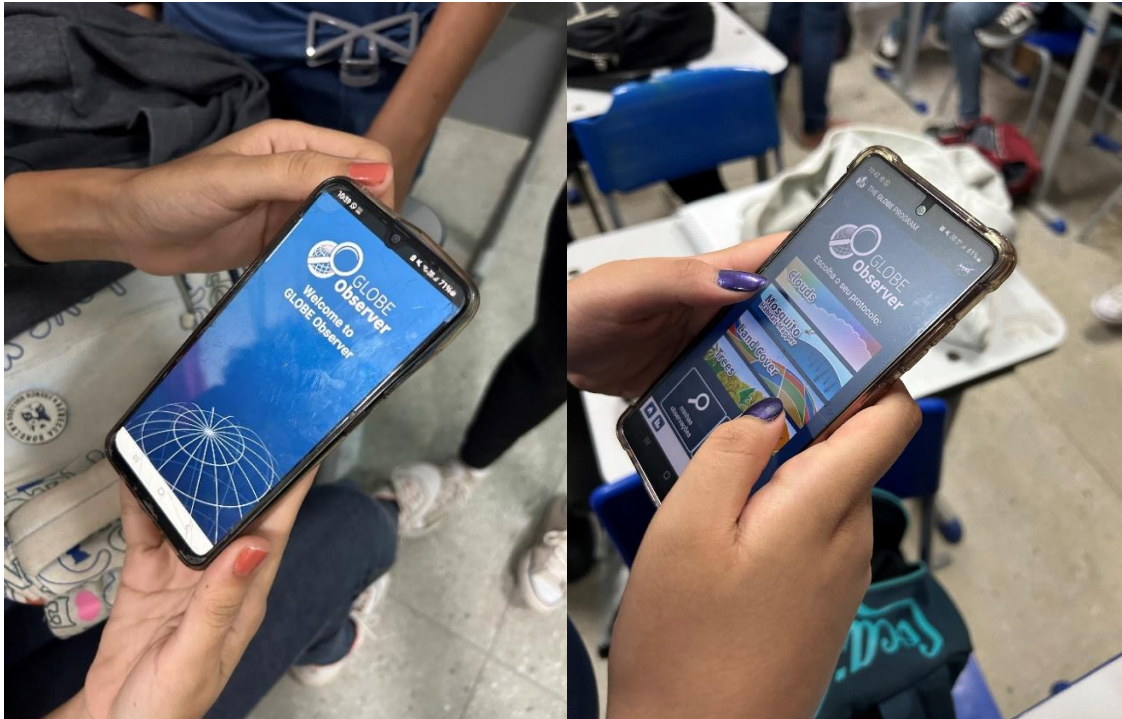
Esse movimento é de vital importância em um processo de ensino-aprendizagem, pois um momento de diagnóstico evidencia os procedimentos e os conhecimentos que devem ser articulados em sala de aula. Além disso, um momento com trocas de ideias entre os sujeitos desse processo favorece a reorganização dessas mesmas ideias e constituição do saber (Hoffmann, 2012).

Para contribuir para produção de conhecimentos de ordem científica a respeito dos aspectos climáticos e das nuvens, mais propriamente, procedeu-se uma exposição de caráter dialógico. Explicou-se, então, a classificação das nuvens, apontando como são catalogadas de acordo com dois critérios, que são a aparência (ou formato) e a altitude em que elas se formam e estão posicionadas. Combinando esses critérios, as nuvens podem ser divididas em dez (10) tipos, a saber: cirrus, cirrocumulus, cirrostratus, altocumulus, altostratus, stratus, stratocumulus, nimbostratus, cumulus e cumulonimbus. Cada uma delas foi explicada de forma individualizada, indicando onde e como são formadas. Também foi ensinado formas de identificar cada tipo de nuvem.

Além disso, a aula explanou a respeito da dinâmica de formação das nuvens e sua relação com a temperatura e a umidade relativa do ar. Discutiu-se, ainda, a importância do papel que as nuvens desempenham no equilíbrio dos ecossistemas, na regulação da temperatura, no abastecimento de rios, lagos e no suporte às atividades humanas, como o crescimento das plantas e a produção de alimentos. Ademais, de acordo com França Junior, Malysz e Lopes (2016), o entendimento da dinâmica atmosférica é sempre complexo para estudantes da educação básica devido ao fato de que as informações relativas ao tempo, geralmente, podem parecer demasiadamente abstratas. Desse modo, observações sensíveis, de caráter empírico, como é o caso de coleta de dados de nuvem (por meio do protocolo *Globe* ou não), favorecem a compreensão dessas informações – que devem ser trabalhadas pelo professor.

Depois disso, as integrantes do projeto, juntamente com o professor, ensinaram aos alunos a instalar o aplicativo *Globe Observer* no celular e a acessar o protocolo de nuvens, indicando como fazer o cadastro individual e como usar o aplicativo para a coleta de dado das nuvens (figura 1). Com efeito, para fazer uso do aplicativo citado é preciso preencher um registro específico, disponibilizando informações do usuário e abrindo a possibilidade de cadastrar-se enquanto organização/escola – o que favorece a visualização e a análise de dados em uma mesma região ou ligados a uma mesma instituição.

Figura 1 – Celulares com o Globe sendo instalado



Fonte: Autor (2024)

Ao iniciara coleta é preciso escolher o local adequado. Para nortear essa escolha partiu-se do princípio de que uma das maneiras de engajar os estudantes e promover a reflexão da sua realidade cotidiana é promover uma educação científica mais abrangente através da criação de práticas pedagógicas que associem conteúdos curriculares ao entorno escolar (Santana; Araújo, 2021).

Dessa forma, os alunos foram convidados para ir ao estacionamento da escola que, por ser descoberto, é um local adequado para a coleta de dados do protocolo de nuvens. Os estudantes, auxiliados pelas integrantes do projeto e pelo professor, fizeram a coleta de dados, utilizando o protocolo de nuvens.

Infelizmente, a totalidade dos estudantes não conseguiram baixar o *app*. Alguns não portavam o celular no dia e outros não tinham configurações necessárias no celular para baixar o referido software. Assim, apenas a metade dos alunos (18 de 35 alunos) conseguiram baixar. Entretanto, esse problema de conexão não impediu a metodologia, pois os alunos trabalharam em duplas ou equipes de três pessoas.

Com efeito, ter atenção a esses imprevistos de ordem tecnológica deve estar no planejamento do professor e pensar estratégias para evitar que alunos sejam prejudicados por falta de conectividade ou acesso à tecnologia também deve ser contemplado no ato de planejar. Por isso, pensar em oportunidades em trabalhar em

equipe com os *smartphones* disponíveis é fundamental quando se usa esse tipo de tecnologia.

Não obstante a isso, no ensino de Geografia, o professor é convidado a estimular, nos discentes, interações com novos códigos e linguagens que auxiliam na leitura geográfica do mundo, incluindo aplicativos de visualização de dados ou, como é o caso do *Globe*, de produção de dados a respeito do espaço geográfico (García Ríos, 2019). Em uma aula de Geografia que faz parte de um projeto de ciência cidadã, tais aplicativos são primordiais. Além disso, os aplicativos desenvolvidos com base nos pressupostos teóricos e políticos da ciência cidadã podem ser instrumentos importantes na validação em relação à tecnologia, à construção de conhecimentos e à compreensão do mundo real (Albagli; Rocha, 2021).

É importante lembrar ainda que os protocolos de coleta de dados foram desenvolvidos por cientistas e professores, a fim de que os dados sigam o mesmo procedimento científico e sejam confiáveis para pesquisas de toda ordem (Robles *et al*, 2020). Entre os protocolos *Globe* está o de nuvens, que, segundo os autores supracitados, é historicamente o protocolo mais popular, uma vez que os olhos dos usuários, juntamente com um celular, são os únicos instrumentos necessários para recolher observações do céu.

O uso do protocolo de nuvens do *Globe Observer*, por exemplo, já permitiu a reunião de um conjunto de dados sobre a Passagem de Drake na Antártida, relatórios de eventos de poeira no Saara e variações de nuvem durante a aurora boreal, munindo de informações a respeito de fenômenos diversos, incluindo eventos meteorológicos (Dodson *et al*, 2023). Mais do que isso, a importância do uso do protocolo de nuvens repousa na utilização para validação de dados dos satélites, neblina marinha, investigações de rastros de condensação ou comparações de tipos de nuvens em diferentes partes do mundo e a consequente compreensão do clima (Robles *et al*, 2020).

No que diz respeito ao estudo das nuvens, o uso de protocolo do *Globe* possui resultados robustos. Isso por que o referido protocolo consegue relatar mais nuvens de baixo nível do que os satélites. Com efeito, os satélites não captam nuvens baixas quando nuvens altas bloqueiam sua visão e o mesmo acontece com algumas nuvens opticamente finas. Assim sendo, o envio de dados realizado por cientistas cidadãos, no modo “de baixo pra cima”, permite que um projeto de ciência cidadã, como é o caso do *Globe*, dê suporte à pesquisa científica de qualidade. Afinal, possibilita que

os cientistas tenham visões combinadas entre os registos dos satélites e os registos dos cientistas cidadãos, propiciando uma comparação detalhada da estrutura vertical da nuvem e evitando vieses nas pesquisas (Dodson *et al*, 2023).

Desse modo, as observações e a coleta de dados do protocolo de nuvens ajudam a preencher lacunas de dados de uma área específica, a rastrear indicadores-chave das alterações climáticas, a informar e melhorar o desenvolvimento de modelos explicativos bem como a documentar as mudanças em áreas com desafios ambientais já identificados. Tudo isso com uma grande abrangência espacial e temporal, o que agrega valor à ciência de modo geral (Muller *et al*, 2015).

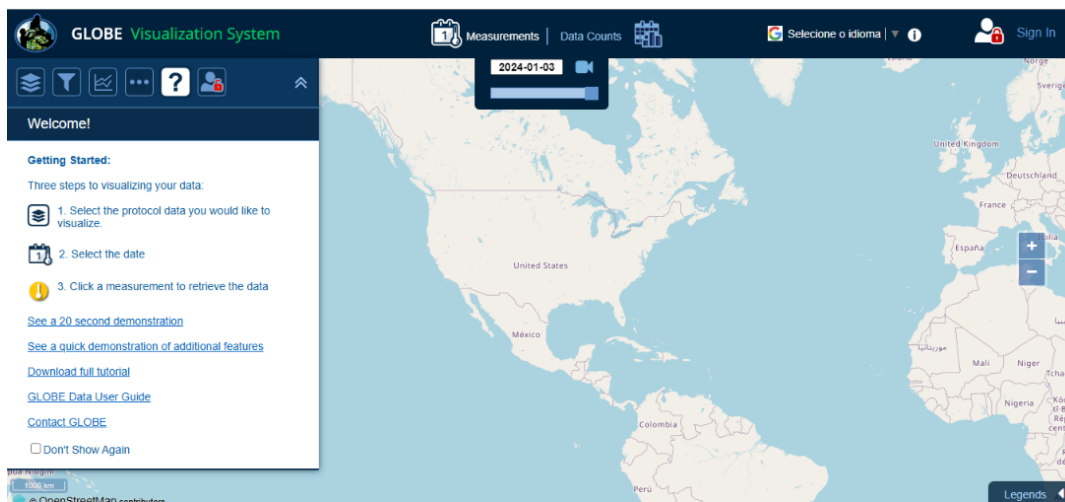
Nesse protocolo, as observações visuais de nuvens são baseadas no solo e, quando possível, são colocadas nas horas de passagem mais próximas dos satélites geoestacionários. No caso da aula aqui estudada, o horário é o escolar e não foi possível coincidir totalmente com o dos satélites, mas o próprio aplicativo, ainda explicando que as observações a qualquer horário são úteis, contém a opção de verificar a passagem de satélites, como Aqua, Terra e CALIPSO.

Desse modo, o uso do aplicativo também pode proporcionar estudos e revisões a respeito de conteúdos da Astronomia, tais como os próprios satélites artificiais, trabalhados no ensino fundamental e também na primeira série do Ensino Médio – ou até mesmo propor uma atividade de caráter interdisciplinar com o(a) professor(a) de Física, para que os conteúdos sejam perspectivados de maneira mais multidimensionais.

Assim, os estudantes e o público em geral podem se envolver e aprender sobre como os satélites auxiliam nos estudos da atmosfera terrestre, seja lendo os resultados em tabela ou também através da análise visual das imagens de satélite e de outras representações espaciais.

Desse modo, os dados de observações visuais de nuvens baseadas no solo e observações derivadas de satélite, bem como guias de documentação de dados, estão disponíveis gratuitamente no site do *Globe Observer* (<https://vis.globe.gov/GLOBE/>) (figura 2). Todos os dados recolhidos através do Programa *Globe* são de livre acesso, seja no aplicativo, no caso dos dados coletados no próprio celular, ou no *site* supracitado.

Figura 2 – Site de visualização de dados do programa Globe



Fonte: Autor (2024)

É interessante recordar que coletar os dados do *site* e utilizá-los em sala de aula já se tornaria uma atividade importante no ensino de Geografia. Isto porque a educação geográfica também convida os educandos a promoverem uma utilização crítica de diferentes fontes de informação bem como a desenvolver pensamento crítico a partir deles (Carneiro, 2022). Assim, a aula se torna mais significativa quando esses dados são coletados pelos próprios alunos, como é de praxe em projetos de ciência cidadã (Albagli; Rocha, 2021).

Esta opção, de acordo com França Junior, Malysz e Lopes (2016), é um caminho que possibilita o educando a aprender a interpretar os dados, propiciando um entendimento sobre as condições atmosféricas. Além disso, continuam a explicar os autores, a utilização de materiais gráficos é importante no processo de ensino-aprendizagem a respeito da atmosfera, posto que possibilita aos estudantes uma visualização da informação e uma percepção das suas características.

Nesse contexto, o papel do professor de Geografia é ajudar os educandos a ressignificarem a informação no âmbito da relação que estabelece com a realidade, capacitando-os para reconstruir significados atribuídos à realidade (Selbach, 2014). Não se trata, portanto, de “encher” o aluno de informação, mas de possibilitar que ele conquiste uma nova maneira de ver a realidade por meio de tecnologias, que já fazem parte de seus conhecimentos prévios e de suas experiências – o que é fundamental para a educação geográfica.

Importante ressaltar que o aplicativo contém tutoriais para coleta e envio de dados. De qualquer modo, é preciso que o professor supervisione o estudante, já que

as observações precisam ser realizadas ao ar livre, com uma vista relativamente desimpedida do céu (figuras 3 e 4).

Figura 3 – Coleta de dados com o protocolo de nuvens



Fonte: Autor (2024)

Figura 4 – Coleta de dados em grupo

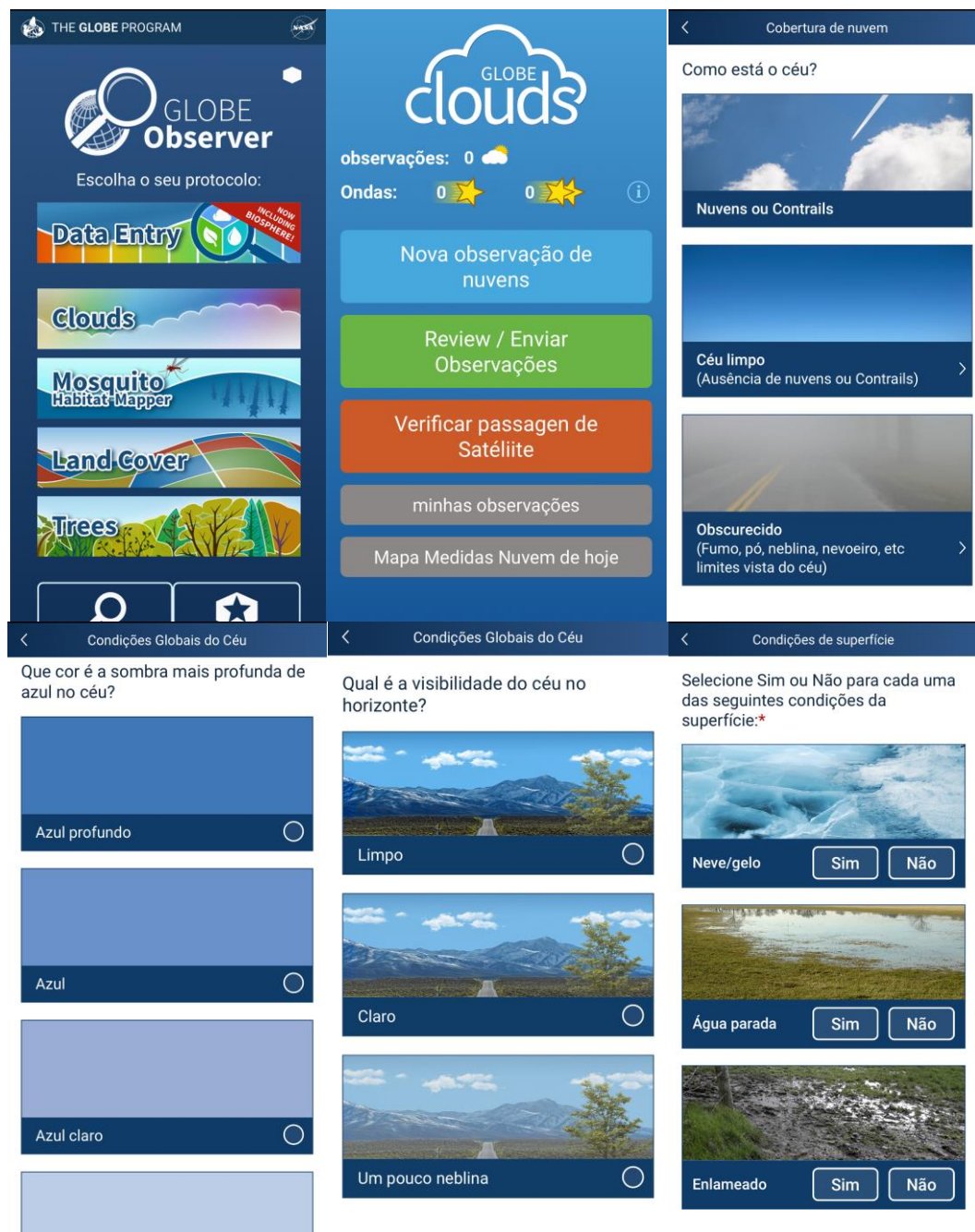


Fonte: Autor (2024)

Para iniciar o protocolo no celular, após clicar na opção “Clouds” e “Nova observação de nuvem”, os estudantes respondem perguntas a respeito da condição da superfície e do tempo atmosférico, tais como: “Como está o céu?”; “Que cor é a sombra mais profunda de azul no céu?”; “Qual é a visibilidade do céu no horizonte?”.

Após as respostas, os estudantes são convidados a tirar fotografias do céu em diferentes direções (norte, sul, este, oeste) e uma fotografia reta para baixo e outra para cima no intuito de registrar as condições de superfície no dia da observação, indicando se há evidências de chuva, neve ou de forte incidência solar, conforme a figura 5.

Figura 5 – Mosaico do passo a passo do protocolo de nuvem *Globe Observer*



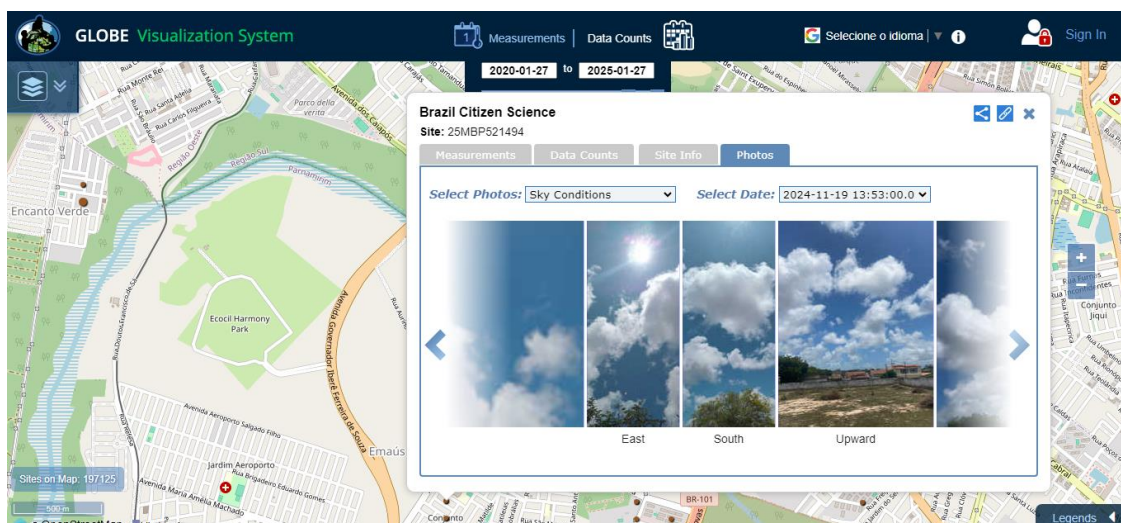
Fonte: Autor (2024)

Neste momento, o telefone celular passa a fazer parte da instrumentação para auxiliar na obtenção de provas fotográficas; e a interface amigável, intuitiva, do

aplicativo facilita o processo. Aqui também o professor pode recapitular, brevemente, os pontos cardeais e sua importância para a localização e a orientação geográfica – vitais na construção de raciocínio geográfico (Katuta, 2000). Mesmo que o aplicativo, ao usar o GPS do celular, consiga identificar o Norte e favorecer esse processo, é possível trabalhar com os alunos aspectos de orientação e propor a identificação por meio de bússolas ou do próprio corpo.

Realizados estes procedimentos, as informações podem ser enviadas para o banco de dados do *Globe*. Depois da coleta, o professor explicou que os dados, uma vez aprovados pela equipe, estariam disponíveis para visualizações no site do *Globe* (figura 6). Explicou, ainda, a importância de ter dados atmosféricos, incluindo as nuvens, devido ao seu papel na dinâmica climática da região e do mundo.

Figura 6 – Dados da coleta de nuvem registrados no site *Globe*



Fonte: Autor (2024)

A partir dos dados presentes no site *Globe*, foi explicado como a cobertura de nuvens contribui para as mudanças de temperatura e umidade no solo da Terra, apontando que há uma relação intrínseca entre esses elementos. Na exposição dos dados, verificou-se que a medida que a cobertura de nuvens diminui, a umidade também diminui e, a medida que a cobertura de nuvens diminui, a temperatura aumenta. Esses dados foram encontrados em outras bases de dados buscadas na internet, como o site do INMET, já que o *Globe Observer* não havia informações a respeito de umidade e temperatura da Região Metropolitana de Natal (Figura 7).

Figura 7 – Dados de temperatura e de umidade no site do INMET

Data de Referência: 19/11/2024 - 19/11/2024
Estação: NATAL A304

[Baixar CSV](#)

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)		
		Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.
19/11/2024	0000	26,1	26,2	26,1	80,0	81,0	78,0	22,2	22,6	22,0	1006,6	1006,8	1006,5
19/11/2024	0100	26,0	26,1	25,9	81,0	81,0	79,0	22,5	22,5	22,0	1006,5	1006,6	1006,5
19/11/2024	0200	25,8	26,0	25,8	84,0	85,0	81,0	22,9	23,1	22,4	1006,2	1006,5	1006,2
19/11/2024	0300	26,0	26,0	25,8	81,0	84,0	80,0	22,5	22,8	22,3	1005,4	1006,2	1005,4
19/11/2024	0400	25,9	26,0	25,7	85,0	86,0	81,0	23,1	23,3	22,5	1004,9	1005,4	1004,9
19/11/2024	0500	25,3	25,9	24,9	87,0	91,0	85,0	22,9	23,5	22,8	1004,7	1004,9	1004,5
19/11/2024	0600	25,7	25,7	25,3	85,0	89,0	85,0	23,0	23,4	22,9	1004,8	1004,9	1004,6
19/11/2024	0700	25,7	25,9	25,7	82,0	85,0	82,0	22,3	23,0	22,3	1005,0	1005,0	1004,7
19/11/2024	0800	25,7	25,8	25,7	84,0	84,0	81,0	22,7	22,9	22,2	1005,6	1005,6	1005,0
19/11/2024	0900	26,5	26,6	25,6	81,0	84,0	80,0	22,9	23,1	22,5	1006,4	1006,4	1005,6
19/11/2024	1000	27,3	27,4	26,3	79,0	81,0	76,0	23,3	23,4	22,7	1007,1	1007,1	1006,4
19/11/2024	1100	27,8	28,7	27,2	74,0	79,0	72,0	22,7	23,6	22,5	1007,8	1007,8	1007,1
19/11/2024	1200	28,3	29,0	27,6	74,0	77,0	71,0	23,3	23,6	22,7	1008,2	1008,3	1007,8

Fonte: Autor (2024)

Desse modo, os alunos conseguiram conectar informações sobre o tempo e sobre o clima da região que, anteriormente, não tinham ligações para eles. E tais informações foram apresentadas de maneira visual, o que diminui a abstração – o que vital quando se fala de dados sobre os elementos climáticos (França Junior; Malysz; Lopes, 2016). Além disso, os estudantes se interessaram pelo *site* do *Globe* e sugeriram que dados de outros locais também fossem utilizados. Contudo, não havia tempo hábil para fazer essa pesquisa e o *Globe* carece de dados na região. Não obstante isso, a inquietação e o desejo pela pesquisa despertada nesse momento já é um indício da curiosidade despertada pela iniciação científica e pela educação geográfica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Incentivar que os estudantes sejam cidadãos cientistas, participando em várias etapas do processo científico é um movimento pertinente na atualidade. Isso porque, ao promover educação científica, auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades científicas. Por isso, conhecer e aprender a utilizar os protocolos do *Globe Observer* se mostra uma potente via para os professores de Geografia.

Com efeito, a ciência cidadã pode ser usada em futuros projetos de pesquisa para entender melhor os problemas cotidianos, mas também lança os olhares de alunos e professores para desafios globais, promovendo uma consciência cidadã e despertando para o mundo da ciência ao promover curiosidade epistêmica. Ademais, a atividade aqui analisada também evidencia como a integração da tecnologia ao processo de ensino-aprendizagem, pois retira os estudantes da passividade, auxilia na construção de conceitos complexos e abstratos, como são os relativos à atmosfera, e possibilita que o educando desenvolva uma nova maneira de ver a realidade.

Além disso, a partir do site *Globe*, muitas outras comparações de dados podem ser realizadas, seja com o protocolo de nuvens ou combinando outros protocolos. Esse exercício de usar dados coletados por projetos de ciência cidadã tem muito a oferecer a educação geográfica. por meio deles, e com um olhar crítico realiza aquilo que é essencial no ensino de Geografia: refletir geograficamente sobre o mundo, promover o raciocínio geográfico. Com efeito, o uso do protocolo abordado permite discutir não apenas a cobertura de nuvens e sua relação com a umidade e temperatura, mas também possibilita estudar o ciclo da água e a previsão do tempo assim como propicia promover debates sobre consciência ambiental e emergências climáticas.

Portanto, o uso do programa *Globe* favorece uma educação geográfica crítica e conectada ao cotidiano dos estudantes, o que estimula a cidadania no ensino de Geografia. Este artigo é apenas uma das várias possibilidades que a utilização que o *Globe Observer* proporciona. Desse modo, investir em conhecimento sobre essa relação, investigar suas possibilidades e buscar aprimorar estratégias de ensino que o programa possibilita evidencia-se como um caminho necessário e frutuoso.

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.

BATISTA, Bruno Nunes; CASTROGIOVANNI, Antonio Carlos. Aproximação e emergência para uma postura emancipatória no Ensino da Geografia – bem-vindos à incerteza. **Geografia (Recife)**, v. 1, n.1, p. 1-16, 2018

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. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>

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

CALLAI, H. C.. Educação geográfica para a formação cidadã. **Revista de Geografia Norte Grande**, v. 70, p. 9-30, 2018. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022018000200009>

CARNEIRO, R. N.. Didáticas da Geografia: de agir instrumental para agir comunicativo. **Caderno de Geografia**, v. 32, p. 456-480, 2022. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2022v32n69p456>

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. <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. <https://doi.org/10.1641/B580303>

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. <https://doi.org/10.1029/2021EA002058>

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. <https://doi.org/10.5380/abclima.v19i0.42455>

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GARCÍA RÍOS, D. J.. Estrategias didácticas en Geografía. **Revista Geográfica Digital**, v. 16, n. 32, p. 2-14. 2019. <https://doi.org/10.30972/geo.16323913>

Globe Visualization System, **Programa Globe**, 2025. Disponível em <https://vis.globe.gov/GLOBE/>

HOFFMANN, J.. **Avaliação mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade. Porto Alegre: Mediação, 2012.

KATUTA, A. M.. O ensino e aprendizagem das noções, habilidades e conceitos de orientação e localização geográficas: algumas reflexões. **Revista de Geografia**, v. 9, n.1, p. 5-24, 2000. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2000v9n1p5>

KERSKI, J. J.. Geo-awareness, Geo-enablement, Geotechnologies, Citizen Science, and Storytelling: Geography on the World Stage. **Geography Compass**, v. 9, n.1, p. 14-26, 2015. <https://doi.org/10.1111/gec3.12193>

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. <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.

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.

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. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2023v6n6.13386>

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.

MULLER, C. et al. Crowdsourcing for climate and atmospheric sciences: current status and future potential. **International Journal of Climatology**, v.35, n.11, p. 3185-3203, 2015. <https://doi.org/10.1002/joc.4210>

OLIVEIRA, C. D.; OLIVEIRA, E. A.. A dengue e o uso do programa Globe Observer na educação: um aprendizado relevante em um projeto de iniciação científica. **Anais do XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente**. Campina Grande: Realize Editora, 2024.

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.

RISSETTE, M. C. U.. **Pensamento espacial e raciocínio geográfico: uma proposta de indicadores para a alfabetização científica na educação geográfica**. 2018. 201 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ROBLES, C; et al. Clouds around the world: How a simple data challenge became a worldwide success. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 101, n. 7, p. 1210-1213, 2020. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0295.A>

SANTANA, D. B.; ARAUJO, M. L. F.. Educação científica e educação ambiental: aproximações na prática docente. **Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias**, v. 20, p. 26-48, 2021.

SANTOS, W. L.. **Programas educacionais no contexto do programa espacial brasileiro**. 2023. 67 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

SELBACH, S.. **Geografia e didática**. Rio de Janeiro: Petrópolis: Vozes, 2014.

SILVA, W. R.. Educação científica como abordagem pedagógica e investigativa de resistência. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 59, n. 3, p. 2278-2308, 2020.

<https://doi.org/10.1590/01031813829221620201106>

Recebido em 14 de abril de 2025
Aceito em 12 de dezembro de 2025