Revista Brasileira de Educação em Geografia
www.revistaedugeo.com.br
ISSN 2236-3904

COMO ESTUDANTES BRASILEIROS PERCEBEM OS ANDES?
Mapeando áreas de riscos sociocriosféricos no Peru

Carina Petsch
carinapetsch@gmail.com

Professora Doutora no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1079-0080

Eric Moises Beilfuss
moiseseric1610@gmail.com

Mestrando em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8094-8330

Franciele Delevati Ben
francielidelevattiben@gmail.com

Graduanda em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6608-4070

Bruno Traesel Schreiner
bruno10ts@hotmail.com

Mestre em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4057-7109

Rafaela Mattos Costa
raffaellamattos@hotmail.com

Mestre em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0496-7377

Anderson Ribeiro de Figueiredo
anderson.chb25@gmail.com

Doutor em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0228-249X

Kátia Kellem da Rosa
profkatiakrosa@gmail.com

Professora Doutora no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0977-9658

RESUMO

As comunidades andinas vêm sofrendo intensamente os impactos das mudanças climáticas. Portanto, o objetivo deste artigo é aplicar uma oficina sobre a Sociocriosfera Andina, com estudantes do ensino médio, visando compreender quais são as representações que os participantes possuem dos Andes. A oficina foi dividida em três momentos: levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema; sensibilização sobre a temática por meio de artigos científicos, mapas e fotografias; realização do mapeamento de geleiras da Cordilheira Vilcanota, a partir de imagens de satélites de 2013, 2019 e 2021, com representação das áreas de risco. No primeiro momento da oficina a maioria dos estudantes indicou que não possuía conhecimentos prévios sobre os Andes, apontando que esta cadeia montanhosa se localizava no Rio de Janeiro ou Uruguai. No segundo momento, a partir do debate sobre os riscos sociocriosféricos associados às mudanças climáticas, foi demonstrado interesse principalmente pelas inundações por transbordamento/rompimento de lagoas glaciais (GLOF). Em relação ao terceiro momento, os estudantes tiveram uma dificuldade inicial para realizar o mapeamento, por não entenderem que se tratava do mesmo ambiente ao comparar as três imagens satelitais de datas distintas, ou ainda, por decorrência das deficiências na alfabetização cartográfica. Após o auxílio dos ministrantes, o mapeamento foi feito por todos os participantes, sendo que 82% desses colocaram todos os elementos fundamentais do mapa e 43% indicaram as áreas de riscos sociocriosféricos. Os GLOFs foram os mais citados como possibilidade de risco para as comunidades andinas, e problemas com a criação de alpacas estão em segundo lugar. A oficina proposta, além de trabalhar com diversas competências e habilidades da BNCC, fomentou a discussão sobre o conceito de Sociocriosfera e proporcionou avanços no processo de alfabetização e letramento cartográfico.

PALAVRAS-CHAVE

Sensoriamento Remoto, Cartografia escolar, Alfabetização cartográfica, Letramento cartográfico.

HOW DO BRAZILIAN STUDENTS PERCEIVE THE ANDES?
Mapping areas of sociochriospheric risks in Peru

ABSTRACT

Andean communities have been suffering intensely from the impacts of climate change. Therefore, the objective of this article is to apply a workshop on the Andean Sociocriosphere, with high school students, in order to understand what are the representations that the participants have of the Andes. The workshop was divided into three moments: survey of students' prior knowledge on the subject; raising awareness on the subject through scientific articles, maps and photographs; mapping of glaciers in the Cordillera Vilcanota, based on satellite images from 2013, 2019 and 2021, with representation of risk areas. In the first moment of the workshop, most students indicated that they had no previous knowledge about the Andes, pointing out that this mountain range was located in Rio de Janeiro or Uruguay. In the second moment, based on the debate on socio-cryospheric risks associated with climate change, interest was shown mainly in floods due to overflow/rupture of glacial lakes (GLOF). Regarding the third moment, the students had an initial difficulty in carrying out the mapping, because they did not understand that it was the same environment when comparing the three satellite images from different dates, or even, due to deficiencies in cartographic literacy. After the help of the lecturers, the mapping was done by all the participants, with 82% of these placing all the fundamental elements of the map and 43% indicating the areas of socio-criospheric risks. GLOFs were most cited as a potential risk to Andean communities, and problems with alpaca farming came in second. The proposed workshop, in addition to working with various skills and abilities of the BNCC, fostered discussion on the concept of Sociocriosphere and provided advances in the process of literacy and cartographic literacy.

KEYWORDS

Remote Sensing, School Cartography, Cartographic literacy.

Introdução

A Criosfera de montanha é um dos sistemas da Terra mais fortemente afetados pelas mudanças climáticas (DUSSAILLANT *et al.*, 2019; HUGGEL *et al.*, 2019). Nesse viés, destaca-se que o sistema criosférico andino esteve sujeito a um aumento de cerca de 0,8°C na temperatura média anual ao longo do século XX (SCHOOLMEESTER *et al.*, 2018), como consequência, estudos mostram que muitas das geleiras vêm apresentando reduções significativas em suas áreas e massas (VUILLE, *et al.*, 2008; VEETTIL, 2017; INAIGEM, 2018; SCHOOLMEESTER *et al.*, 2018; DUSSAILLANT *et al.*, 2019). De acordo com Vuille *et al.* 2018), as projeções de cenários climáticos para as próximas décadas indicam que diversas geleiras, com áreas pequenas e que estão em situação de menor altitude, irão desaparecer.

Nos ambientes de montanha, as geleiras são componentes importantes para as bacias hidrográficas da região, especialmente durante as estações de seca, quando a água de derretimento glacial é o principal recurso hídrico para a população (VUILLE *et al.*, 2008;

HEIKKINEN, 2017). O termo "sistema sócio-criosférico" foi introduzido por Carey *et al*. (2015) para abordar as dinâmicas socioecológicas e suas interações em contextos específicos de riscos e perigos criosféricos. Posteriormente, Figueiredo (2021) elaborou uma releitura do referido termo para compreender as dinâmicas civilizatórias e ambientais da região andina, num contexto de mudanças climáticas (aumento de riscos relacionados às geleiras) e de uma perspectiva decolonial, propondo o termo Sociocriosfera andina. Portanto, a proposição do neologismo "Sociocriosfera" surge com o intuito de reconhecer a profunda relação estabelecida entre as comunidades andinas e as geleiras de montanha, ao longo do tempo. Nesse sentido, Figueiredo *et al*. (2019, p. 3) destacam que "as geleiras estão imersas no campo cultural das populações andinas e reforçam o seu sentido de pertencimento".

Diante da importância da Criosfera de montanha, esta pesquisa resulta de duas inquietações dos autores, enquanto educadores do ensino básico e superior: (a) os Andes comumente são estudados em função do relevo e dos movimentos convergentes de placas tectônicas, e (b) a representação dos Andes, voltada ao relevo, pode causar a impressão de que não há ocupação humana nessas regiões e, consequentemente, negligenciar os impactos que as mudanças climáticas podem ocasionar nestas comunidades. Afonso (2015) evidencia que abordagens como estas são comuns nas aulas de Geografia, pois os professores apresentam um desconforto e/ou inaptidão ao abordarem os temas relacionados à dinâmica da natureza.

Como uma possível solução para os problemas apresentados, admite-se que os pressupostos da Cartografia Escolar e do Sensoriamento Remoto (SR) possam possibilitar novas significações por parte dos estudantes brasileiros acerca dos Andes. Os avanços tecnológicos proporcionaram a criação de sensores remotos que produziram uma melhoria na resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, permitindo o mapeamento, a medição e o estudo de uma diversidade de fenômenos ambientais com o uso de imagens de satélite (FLORENZANO, 2005). Nesse sentido, sobre o uso de imagens de satélite no âmbito escolar, representam a inserção de novas ferramentas para o ensino-aprendizagem de Geografia proporcionando uma melhor leitura da paisagem local (PEREIRA, 2007; SANTOS; PEREIRA FILHO, 2010; VIEIRA *et al*., 2015). Além disso, as imagens de satélite fomentam a expansão dos conhecimentos espaciais por meio do desenvolvimento de noções da alfabetização cartográfica (PISSINATI; ARCHELA, 2007; VIEIRA *et al*., 2015; OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2017; RIZZATTI, 2022) através da decodificação da simbologia cartográfica (PEREIRA, 2007).

A partir da interpretação de imagens de satélite é possível acompanhar as mudanças que ocorrem na superfície terrestre. Nesse viés, Pissinati e Archela (2007, p. 172) destacam que "é muito difícil conceber que a geografia é dinâmica, extremamente presente em nossas vidas e uma das poucas ciências que conseguem relacionar os conhecimentos de diferentes áreas de

estudo". Portanto, as imagens de satélites permitem a observação da dinamicidade do ambiente, o que não está presente no livro didático, por exemplo.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é compreender quais são as representações que os estudantes do ensino médio têm dos Andes, por meio da realização de uma oficina, utilizando como recurso o conceito de Sociocriosfera. Os objetivos específicos são: (i) criar uma oficina, utilizando a Cartografia Escolar e o SR, para trabalhar com a temática andina; e (ii) avaliar quais competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018) foram mobilizadas pela oficina.

Área de estudo

Os Andes estão localizados entre ~10° N e 56° S e são formados por uma cadeia montanhosa, composta por uma grande variedade de condições topográficas e climáticas (GARREAUD *et al.*, 2009), desde os picos mais altos e vulcões acima de 6.000 m, nos Andes Tropicais e Equatoriais, até o nível do mar, na Patagônia e Terra do Fogo (DUSSAILLANT *et al.*, 2019). De acordo com Ribeiro (2014), dos 2.500 km² de geleiras sul-americanas tropicais, 70% se localizam no Peru, 20% na Bolívia e 4% no Equador e na Colômbia. Assim, a maior parte das geleiras tropicais estão localizadas nos Andes peruanos.

A Cordilheira Branca, que abrange a maior superfície glacial do Peru (*Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña* - INAIGEM, 2018), apresenta cerca de 210 km de extensão sendo que a maior altitude pode ser encontrada no nevado Huascarán (6.701 m). Rio Santa, rio Marañón e rio Pativilca são as três importantes bacias da região, e se originam no divisor de águas dessa cordilheira, entre as vertentes continentais do Pacífico e do Atlântico.

As geleiras da Cordilheira Branca são essenciais para as comunidades que vivem às suas margens, e também são importantes para as populações costeiras, pois fornecem água para consumo humano, produção agrícola e de energia elétrica. Destaca-se que a cordilheira teve a maior perda de área glacial total no Peru: 277,4 km², que representa uma perda expressiva de 38,2% em um período de apenas 54 anos, entre 1962 e 2016 (INAIGEM, 2018). A retração das geleiras é reconhecida pelas comunidades campesinas como a principal percepção dos impactos das mudanças climáticas na região (FIGUEIREDO *et al.*, 2019). Além disso, a referida retração intensifica as preocupações em relação aos desastres criosféricos, pois aumenta o número de lagoas glaciais e o volume daquelas preexistentes, potencializando o risco de inundações por transbordamento/rompimento de lagoas glaciais, termo conhecido em inglês como *Glacial Lake Outburst Flood* - GLOF (EMMER *et al.*, 2022; FIGUEIREDO *et al.*, 2020).

Vilcanota é a segunda cordilheira com a maior superfície glacial do Peru, ficando atrás somente da cordilheira Branca (INAIGEM, 2018). Localiza-se entre as coordenadas 14°33'08.86"S e 13°07'23.82" S e 71°45'11.64"O e 70°28'14.91"O. Apresenta 134 km de extensão, e sua maior altitude (6.364 m) é encontrada no nevado Ausangate (UGRH, 2014). Seu divisor de águas, entre as vertentes do oceano Atlântico e do lago Titicaca, dá origem a quatro bacias hidrográficas: Urubamba, Inambari, Alto Madre de Dios e Azángaro. Ademais, ela abrange 374 geleiras (UGRH, 2014), com uma superfície total de 255,4 km² (INAIGEM, 2018). Contudo, de acordo com o (INAIGEM, 2018), a cordilheira Vilcanota perdeu 48,4% (239,61 km²) de sua área glacializada, entre 1962 e 2016 (54 anos).

Materiais e métodos

A presente pesquisa é de cunho qualitativo, com dados provenientes das observações dos ministrantes da oficina e por análises baseadas nos mapas feitos pelos estudantes. A oficina teve a duração de dois períodos de 50 minutos, com a participação de 49 estudantes do Ensino Médio, de uma escola localizada em Santa Maria (RS). Foi organizada em três momentos, que serão descritos abaixo: (momento 1) "o que você sabe sobre os Andes?", (momento 2) "sensibilização com recursos visuais" e (momento 3) "entendendo na prática" (Figura 1). Visando atender aos pressupostos do Novo Ensino Médio, a oficina ocorreu nas disciplinas de Cultura e Tecnologias Digitais e de Geografia.

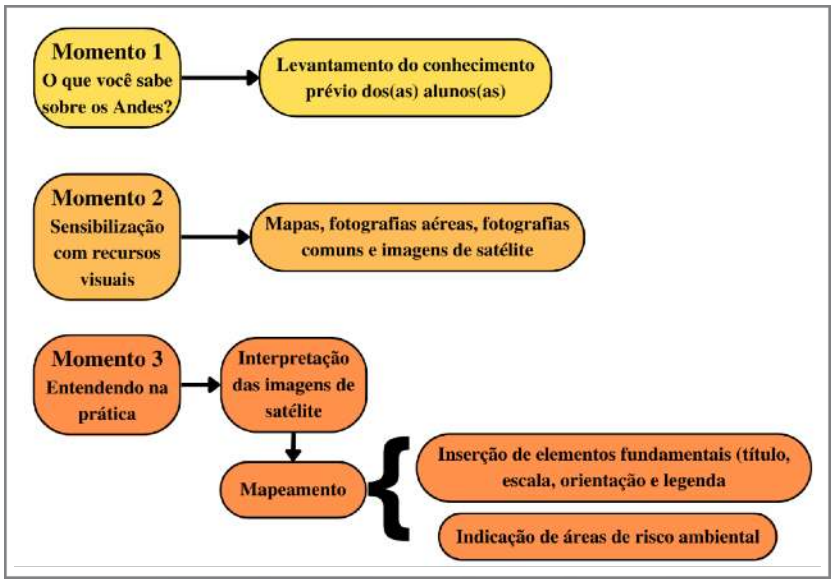

Figura 1: Fluxograma metodológico adotado na pesquisa
Org.: Elaboração dos autores (2023).

Momento 1 - O que você sabe sobre os Andes?

O primeiro momento da oficina foi destinado ao levantamento do conhecimento prévio dos estudantes acerca dos Andes. Para esta verificação, foram feitas algumas perguntas, de modo oral, que procuraram avaliar as seguintes informações: a distância de Santa Maria (RS) em relação aos Andes; conhecimento sobre algum filme ou documentário sobre a área; vivência com alguém que visitou algum dos países com geleiras tropicais; e, como as mudanças climáticas podem afetar esse ambiente.

Momento 2 - sensibilização com recursos visuais

Nesta etapa da oficina foi trabalhado o conceito de localização. Para isto, foram utilizados os seguintes recursos: um mapa-múndi político; um mapa da estrutura geológica e do planisfério físico em escala global; o planisfério físico em escala da América do Sul; uma imagem com o relevo e a composição colorida de bandas (cor natural) da América do Sul; e um mapa localizando a escola em relação à América do Sul. Destaca-se que a escola não dispunha de projetores na sala de aula, portanto, foi necessário realizar a impressão dos recursos visuais.

A partir da apresentação destes recursos, foi perguntado aos estudantes sobre sua compreensão a respeito das diferentes escalas nos mapas, e de como diferentes níveis de detalhes podem ser observados, o que também é possível de se verificar por meio da ferramenta de zoom, em aplicativos com bases cartográficas. Ressalta-se, que a utilização de recursos visuais ocorreu em conformidade com os pressupostos de Pissinati e Archela (2007) e Rizzatti (2022), visando desenvolver a noção espacial dos estudantes.

Após, foram expostas aos estudantes, fotografias tiradas por uma das autoras do artigo obtidas em trabalho de campo na Cordilheira Vilcanota (Peru), que mostravam canais de derretimento de neve, criação de alpacas e as casas dos moradores nas imediações da cadeia de montanhas (Figura 2 A, B e C). Estas fotografias tiveram o objetivo de sensibilizar os participantes sobre as consequências das mudanças climáticas em relação às comunidades que residem nas porções a jusante das geleiras, apresentando o conceito de Sociocriosfera.

Diante disso, discutiu-se sobre a importância da água de degelo para a sobrevivência humana e para a dessedentação animal, bem como sua utilização na agricultura. Explicou-se aos estudantes sobre as variações no aporte de água de degelo para os lagos, o que pode causar GLOFs, como um que ocorreu na Cordilheira Branca, em 1970, causando destruição da comunidade atingida, conforme pode ser visto nas fotografias aéreas (Figura 2 D e 2 E).

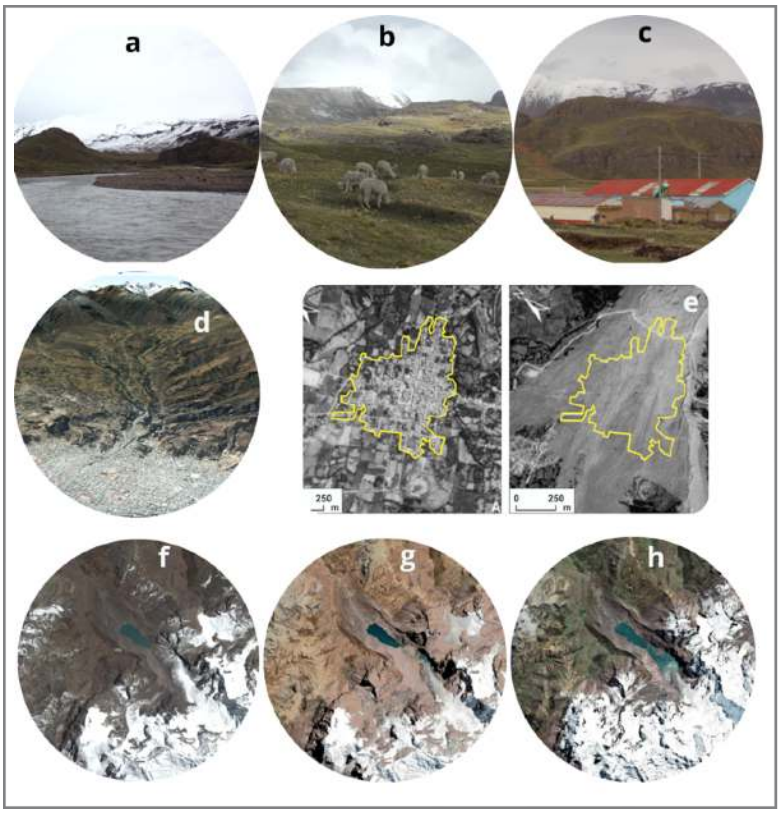

Figura 2: Imagens de satélite e fotografias utilizadas durante a oficina.
Fonte: Google Earth Pro, Figueiredo *et. al.* (2020) (adaptado de Evans *et. al.*, 2009) e Costa (2022).

Momento 3 - entendendo na prática

No momento 3, foram fornecidas aos estudantes imagens de satélite do Google Earth Pro, referente aos anos de 2013, 2019 e 2021 (Figura 2 F, G e H), de uma área da Cordilheira Vilcanota. Para a realização do mapeamento pelos estudantes, os ministrantes da oficina explicaram os elementos de interpretação das imagens de satélite como tonalidade, cor, textura, padrão e localização. Em seguida, foram distribuídas folhas transparentes para os estudantes, para que eles as sobrepusessem às imagens de satélite, com o objetivo de que delimitassem as geleiras e lagos proglaciais nos três períodos. Para avaliar os mapas produzidos pelos estudantes, foi considerado o nível de detalhe e generalização cartográfica, além da inserção dos elementos fundamentais.

Após a realização do mapeamento, pediu-se aos estudantes para que identificassem e delimitassem as possíveis áreas sujeitas aos riscos explicados no "momento 2" da oficina. Além disso, os participantes receberam orientações dos ministrantes, acerca do que deveriam escrever brevemente sobre o risco embaixo do seu mapa. Para auxiliar os estudantes na realização da atividade, foi apresentado um quadro resumo da oficina no quadro da sala de aula (Quadro 1). Por fim, foi organizado no software Excel, um gráfico mostrando qual foi o risco mais apontado pelos estudantes em seus mapas.

Dados fornecidos/ apresentados	Riscos	Adaptações
Retração das geleiras e água de degelo	Aumento do fornecimento de água de degelo das geleiras no verão e escassez em outros períodos; aumento de risco de desastres por GLOFs	Escolha de locais seguros para habitar; migrações; e drenagem das lagoas glaciais
Diminuição e/ou extinção de espécies da flora e fauna da região	Menor biodiversidade de flora/ sobrepastoreio de alpacas	Diminuição da quantidade de alpacas por hectare/ investimento em técnicas de recuperação de pastagens degradadas

Quadro 1: Informações inseridas no quadro da sala de aula.
Org.: Elaboração dos autores (2023).

Resultados e discussões sociocriosféricas

A oficina criada mobilizou diferentes habilidades propostas pela BNCC, na área das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, referentes ao Ensino Médio, como: utilizar as linguagens cartográficas; e analisar a produção de diferentes territorialidades em suas dimensões culturais, econômicas, ambientais, políticas e sociais, respectivamente EM13CHS106 e EM13CHS205 (BNCC, 2018, p. 573). Quanto à área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, também referentes ao Ensino Médio, têm-se de "analisar questões socioambientais, políticas e econômicas" que se refere a EM13CNT309 (BNCC, 2018, p. 560). Além disso, contribuiu para o desenvolvimento de uma habilidade do Ensino Fundamental, do componente curricular Geografia: identificar paisagens da América Latina e associá-las, por meio da Cartografia, aos diferentes povos da região, com base em aspectos da geomorfologia, da biogeografia e da climatologia - EF08GE23 (BNCC, 2018, p. 391).

Destaca-se, que a oficina foi desenvolvida no âmbito da nova disciplina no Ensino Médio, Cultura e Tecnologias Digitais, que fomenta o uso de variadas tecnologias. Por este motivo, foram apresentadas as utilidades do aplicativo *Google Earth Pro*, com análise de imagens satelitais. Em diálogo com as concepções geográficas, buscou-se instigar o conhecimento da superfície terrestre, a partir das ferramentas digitais.

Conhecimentos prévios e sensibilização: momentos 1 e 2 da oficina

Inicialmente, teve-se a intenção de compor uma nuvem de palavras, a partir dos termos citados pelos estudantes no "momento 1" da oficina, referente aos conhecimentos prévios em relação aos Andes. Porém, poucas informações foram levantadas, devido a maioria dos estudantes relatarem não terem nenhum conhecimento sobre os Andes, nem mesmo por meio de filmes ou documentários.

Em seguida, os ministrantes da oficina utilizaram o mapa-múndi político para indagar aos estudantes a localização dos Andes, solicitando que os apontassem no mapa. Alguns participantes relataram que se localizavam no Rio de Janeiro, com a justificativa de que "lá tinha montanhas", outros apontaram no mapa a localização do Uruguai, porém, sem apresentar argumentos para esta escolha.

Em razão do fato de alguns estudantes associarem os Andes à forma de relevo montanha, os ministrantes solicitaram que eles recorressem ao planisfério físico (escala global e da América do Sul), e observassem a questão da altitude, especialmente, quais eram as porções mais altas da América do Sul. De imediato, vários apontaram para a Cordilheira dos Andes. Em seguida, foi exposta a imagem que representa o relevo e composição colorida de bandas (cor natural) da América do Sul, sendo que a parte branca chamou a atenção dos participantes, fazendo-os concluir que se tratava de uma porção com neve e/ou gelo. Assim, puderam compreender que a cadeia montanhosa mais alta na América do Sul se tratava dos Andes e que havia Criosfera nesta região.

Sobre a questão da proximidade com a escola, muitos conseguiram localizar Santa Maria (RS) no mapa-múndi, sendo que alguns até recorreram a escala gráfica para estimar a distância do RS em relação aos Andes (porção mais próxima em linha reta). No que diz respeito aos estudantes que não manifestaram interesse em se deslocar até o mapa-múndi, os ministrantes da oficina foram individualmente até as carteiras, mostrando o mapa de localização da escola em relação à América do Sul, e procurando debater sobre a distância e orientação dos Andes em relação à Santa Maria (RS). De forma geral, os estudantes demonstraram surpresa na descoberta da curta distância entre Santa Maria (RS) e os Andes.

Com relação ao mapa da estrutura geológica do planeta, a maioria dos estudantes indicou que era possível visualizar a tectônica de placas, compreendendo que os tipos de movimentos podem ser convergentes, divergentes e transformantes. Além disso, um estudante recordou que o tipo transformante ocorria nos Estados Unidos da América. Isso indica que os estudantes conhecem o conceito de movimentos das placas tectônicas, mas têm dificuldade em compreender como isso se materializa no relevo, como a representação da altitude no planisfério físico, por exemplo. Nesse sentido, alguns autores (SOUZA, 2009; BERTOLINI,

2010; SOUZA; VALADÃO, 2015) destacam que o estudante pode até saber o que significam os conceitos geomorfológicos, mas não necessariamente irá compreender sua origem, ou então, identificar sua ocorrência no ambiente.

Uma consideração importante a ser feita, é o fato de que estes estudantes vivenciaram o ensino remoto emergencial (ERE), que aconteceu principalmente por meio da entrega de atividades impressas, devido ao limitado acesso da comunidade às tecnologias. Assim, muitos estudantes da escola ficaram de um ano e meio a dois anos sem aulas. Souza e Morais (2022) salientam que o acesso restrito ou ausente às tecnologias geraram diversas dificuldades no ensino-aprendizagem no período do ERE. Portanto, vários assuntos estão sendo recapitulados desde o retorno do ensino presencial obrigatório, no início de 2022.

No que tange ao debate sobre os riscos sociocriosféricos, o assunto que mais despertou curiosidade nos estudantes, no decorrer desta etapa da oficina foi sobre os GLOF. Os ministrantes da oficina apresentaram dados científicos para comprovar que as geleiras andinas estão recuando desde os últimos cem anos, e estão entre as que mais retraíram no planeta, em virtude disso, essas perdas de volume e área podem causar desastres às comunidades que vivem as suas margens (BACH; RADIC; SCHOOF, 2018; DUSSAILLANT *et al.*, 2019; LÜNING *et al.*, 2022).

Em seguida, foi explicado para os estudantes que a diminuição do volume e áreas das geleiras, resulta na formação de lagos represados por morainas, que podem romper repentinamente liberando grandes volumes de água armazenada e material sedimentar, produzindo GLOFs (RICHARDSON; REYNOLDS, 2000; CARRIWICK; TWEED, 2016; HARRISON *et al.*, 2018). Os GLOFs estão entre os perigos mais destrutivos ligados às mudanças de área e volume em geleiras e mataram milhares de pessoas em eventos únicos (CARRIVICK; TWEED, 2016). Com a continuidade do aquecimento global, os GLOFs podem se tornar mais frequentes e/ou mais graves no futuro, portanto, demandando o monitoramento contínuo (CARRIVICK; TWEED, 2016; VEH; KORUP; WALZ, 2020; STUART-SMITH; LI; ALLEN, 2021).

Os estudantes puderam associar os GLOFs a eventos conhecidos por eles, ou seja, mais próximos da sua realidade. Um exemplo desses eventos são os desastres ocorridos no Brasil em função do rompimento de lagoas de rejeitos de mineração, como o desastre de Mariana (MG). Na ocasião, os estudantes explicaram que a escola fica próxima a uma barragem, onde ocorre a captura de água para a cidade de Santa Maria (RS). Com isso, relataram que se houvesse o rompimento desse lago, todo bairro seria afetado. Esta conclusão demonstra que os estudantes compreenderam o conceito apresentado na oficina, conseguindo o relacionar com situações encontradas no seu cotidiano.

Ainda, em relação aos GLOFs, também foi apresentado na oficina um desastre ocorrido em maio de 1970, na Cordilheira Branca, descrito por Figueiredo *et al*. (2020). Nesta ocasião, um forte terremoto colapsou uma porção da geleira Huascarán e desencadeou avalanches de gelo e detritos, que soterraram o povoado de Yungay e provocaram a morte de aproximadamente 15 mil pessoas. Esse desastre também chamou a atenção dos estudantes, principalmente quando viram as fotografias aéreas (Figura 2 D e E) mostrando a destruição ocasionada. Muitos questionaram se a comunidade voltou a se estabelecer no mesmo local do desastre e se o lago proglacial ainda poderia representar algum risco atualmente. Outros disseram que as pessoas provavelmente teriam ficado na região porque são apegadas ao lugar. Como forma de controle de tragédias, falou-se sobre a possibilidade de drenagem dos lagos (CAREY, 2008).

Em seguida, foi comentado com os estudantes sobre outros riscos para as comunidades andinas. Destacou-se que a retração das geleiras é impulsionada pelo aquecimento global, e que afeta as comunidades que vivem nas suas imediações de diversas maneiras, impactando setores como irrigação, agricultura, energia hidrelétrica, água potável, lazer e demografia (CAREY, 2008; DING *et al*., 2021).

O segundo ponto que mais gerou discussões foi como as mudanças climáticas podem impactar a criação de alpacas. Além disso, os estudantes questionaram sobre a diferença entre alpacas e lhamas, o consumo da carne de alpaca por humanos, a diferença entre a carne de alpaca e a bovina, e a utilização da lã de alpaca para a confecção de casacos. Postigo (2014) relata que as alpacas, por um lado, podem ser afetadas por nevascas inesperadas, e não conseguem comer a pastagem, já que não cavam na neve, por outro lado, a seca pode prejudicar o crescimento das gramíneas, então os animais desnutridos e enfraquecidos tornam-se mais vulneráveis às mudanças climáticas. Liberman (2021) aponta que alguns pastores têm implantado sistemas de condução de água para aumentar as áreas úmidas e permitir o crescimento da pastagem.

Ao se discutir sobre as migrações que ocorrem em função das mudanças climáticas, houve pouca participação e interesse dos estudantes. Entre os dados expostos neste momento, estão os três principais efeitos das mudanças climáticas que irão desencadear movimentos migratórios, conforme Oliver-Smith (2009): perda de serviços ecossistêmicos, perda de terras e aumento da intensidade e frequência de desastres naturais baseados no clima. Os indivíduos e/ou grupos que precisam abandonar temporariamente ou definitivamente seus locais de origem, pressionados por causas ambientais, têm sido denominados de "refugiados ambientais" (RAMOS, 2011). Por conta das previsões de mudanças climáticas para o século XXI, há um cenário futuro de que cada vez mais pessoas estarão em deslocamento motivadas por alterações ambientais e desastres naturais que, inclusive, sempre foram os principais

impulsionadores de migrações (IOM, 2009). Salienta-se que a migração é uma das principais estratégias de adaptação às mudanças climáticas (WRATHALL *et al.*, 2014).

Ainda, relatou-se sobre a experiência de uma das autoras do artigo que, durante trabalho de campo na comunidade campesina de Phinaya (Cordilheira Vilcanota), observou a predominância de uma população constituída por pessoas mais velhas. Falou-se também sobre exemplos mais próximos à realidade dos estudantes, como no caso de ocorrer inundações recorrentes em casas que estão na planície de um rio. Nessa situação, os moradores seriam obrigados a migrar para um local mais seguro. Em vista disso, houve relatos de que esta situação ocorre em algumas áreas próximas à escola e que também se percebeu que atualmente é mais comum que chuvas extremas ocorram. Por fim, muitos estudantes se colocaram no lugar dos jovens que vivem nas comunidades andinas, concluindo que "como toda água depende do gelo, se não tem gelo, tem que ir embora".

Momento 3 - entendendo na prática

No que se refere à interpretação das imagens de satélite, inicialmente, muitos estudantes relataram que não conseguiram perceber que elas tratavam da mesma área de estudo, porque havia muitas mudanças na cobertura superficial de neve e gelo. Foi explicado que sazonalmente a queda da neve representa variações na área "branca" da imagem, porém, que a retração das geleiras era consequência direta de mudanças climáticas globais, ou seja, significando na escala local um fenômeno global. Portanto, os estudantes trabalharam com diferentes escalas espaciais e temporais, sendo que Castellar (2017, p. 210) complementa que "o desenvolvimento das relações espaço-temporais são fundamentais para o desenvolvimento do pensamento espacial e para a análise geoespacial".

Ademais, foi necessário retomar algumas questões da Cartografia, como os tipos de visões e critérios de interpretação das imagens de satélite, uma vez que os estudantes relataram dificuldades para iniciar o mapeamento proposto. Halaszen e Gomes (2022), em seu estudo, também observaram a dificuldade dos alunos em relação ao entendimento das imagens de satélite. Possivelmente, isso ocorre em função de que a Cartografia quase sempre apresenta mapas prontos e acabados, o que não fomenta o viés do mapeador consciente no processo de alfabetização cartográfica (SIMIELLI, 1999).

Pissinati e Archela (2007, p. 194) destacam que alguns alunos "[...] acham os mapas bonitos, mas não conseguem compreender muito bem como podem ser usados e tudo o que eles podem informar[11]. Portanto, a linguagem cartográfica deve estar presente no ensino-aprendizagem de Geografia, assim como no novo Ensino Médio, em Cultura e Tecnologias Digitais ou outras disciplinas, para que os estudantes usem os mapas como um instrumento

que possibilita a localização, análise, correlação espacial de fenômenos e a resolução de problemas que surgem no cotidiano.

Isto posto, após compreenderem os critérios de interpretação, as dificuldades para a realização do mapeamento foram minimizadas. Os estudantes entenderam que diferentes texturas e cores representavam água, neve ou gelo e que a forma observada também seria útil para identificar as geleiras. Destaca-se que ocorreu uma maior generalização cartográfica em alguns mapas (indicado pela seta vermelha - Figura 3 B e 3 C), o que aconteceu em função da não compreensão da geleira como um sistema, o que os levou a mapearem somente algumas frentes, e não todo o polígono (Figura 3 A). Outros mapearam mais detalhes, destacando inclusive porções de neve mais afastadas das frentes das geleiras (Figura 3 D). De forma geral, evidencia-se que o uso das imagens de satélite foi válido para que os estudantes pudessem observar a retração das geleiras, o que vai ao encontro do que foi exposto por Rizzatti (2022, p. 322): "o entendimento espacial, com uso de imagens de satélite, pode servir de introdução nas aulas para a contextualização de assuntos".

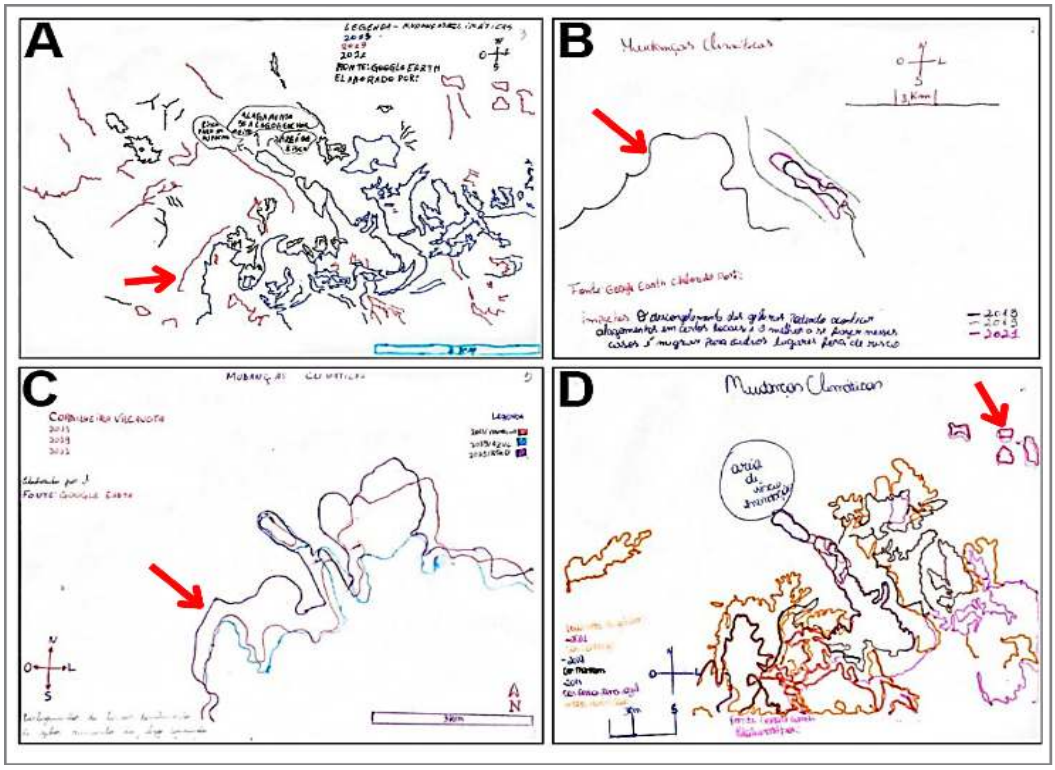

Figura 3: Mapeamento das geleiras, realizado pelos estudantes. Os mapas B e C demonstram uma maior generalização das informações representadas, e o mapa D apresenta mais detalhes. Em A, o estudante não considerou a geleira como um sistema, mapeando somente algumas frentes. A seta em vermelho indica o que foi debatido no texto.
Fonte e Org.: Elaboração dos autores (2023).

No que tange à inserção dos elementos fundamentais do mapa, 40 estudantes (82%) inseriram escala, orientação, legenda e título, confirmando o progresso no processo de alfabetização cartográfica. Os 9 que não inseriram os elementos, correspondem aos que chegaram atrasados na aula ou que realizaram a atividade posteriormente.

Ressalta-se que alguns deles conseguiram aplicar a escala gráfica da imagem para calcular o valor de retração da geleira por ano. Ademais, também houve o fomento do letramento cartográfico, na medida em que atrelaram o mapa aos riscos que assolam as comunidades. Richter (2017, p. 292) salienta que dessa forma poderemos ter "a formação de alunos com maior desenvolvimento nas habilidades de representar e, ao mesmo tempo, de ler e compreender o espaço em diferentes vertentes, fator essencial para a construção da crítica."

Quanto a representação de situações de risco nos mapas, os resultados também foram positivos: 43% indicaram os riscos e os apontaram espacialmente no mapa; 39% colocaram os riscos, mas não indicaram quais áreas do mapa estariam sujeitas; e somente 18% não inseriram - são os mesmos que não inseriram os elementos fundamentais do mapa. Alguns estudantes indicaram a frente das geleiras como área de risco (Figura 4 D) por meio de uma linha que contorna a margem glacial; outros delimitaram a frente do lago proglacial como área de risco, indicada como um polígono (Figura 4 A e 4 C); e outros colocaram setas para indicar a direção da vazão de água, em caso de rompimento (Figura 4 B). Portanto, houve a mobilização de mais uma noção da alfabetização cartográfica, no caso, do alfabeto cartográfico, ao escolherem representar as porções de risco com linhas e polígonos.

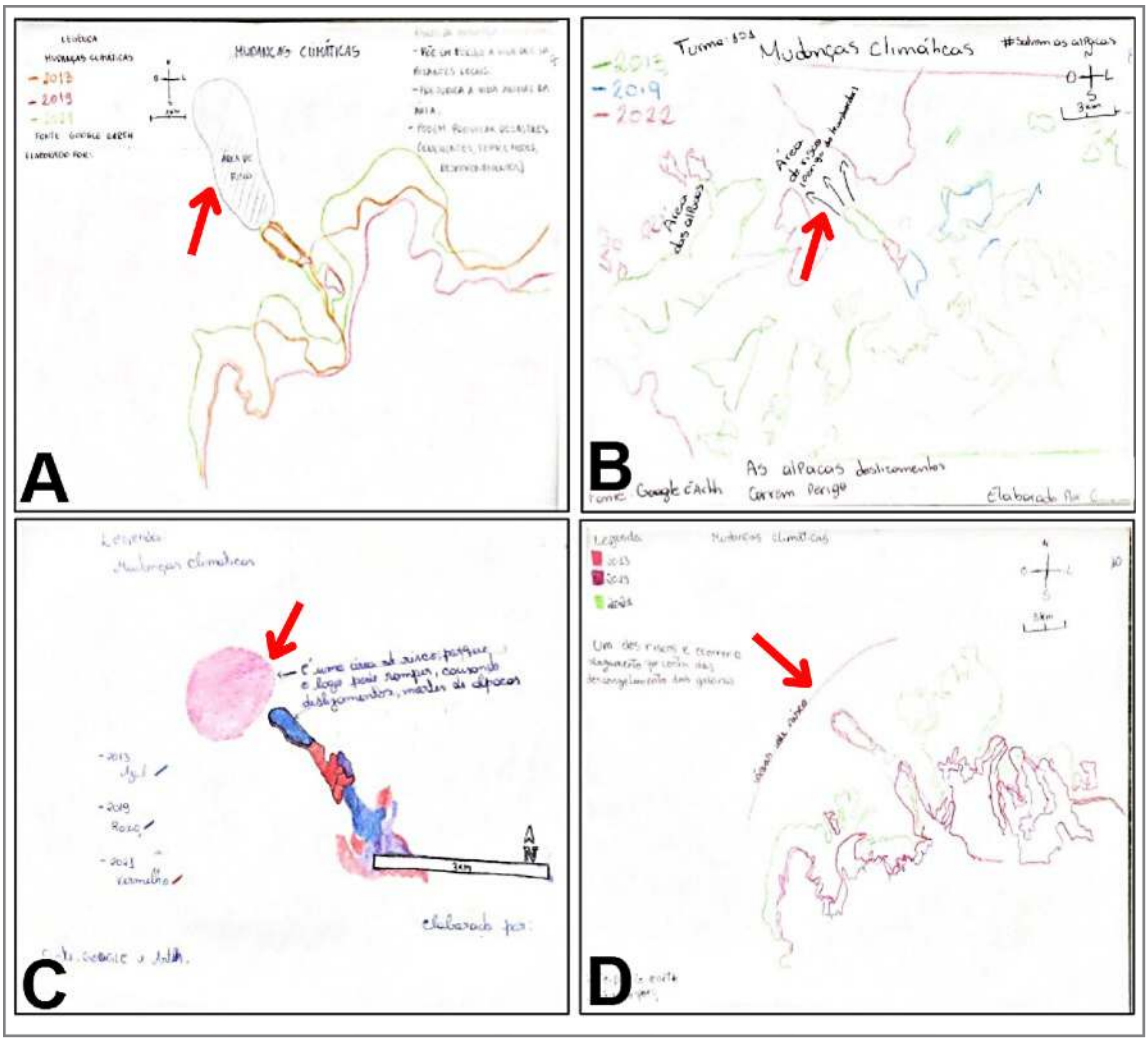

Figura 4: Exemplos de estudantes que representaram as áreas de risco com linhas (D) e polígonos (A e C). Em B, o estudante indicou a direção de saída da água, em caso de rompimento da lagoa glacial. A seta em vermelho indica o que foi debatido no texto.
Fonte e Org.: Elaboração dos autores (2023).

Ressalta-se que dois estudantes inseriram informações complementares no mapeamento, indicando o aquecimento global e as mudanças climáticas como responsáveis pelas modificações na área das geleiras. Outros dois fizeram associações que não foram trabalhadas durante a oficina, apontando que as queimadas na Amazônia e a emissão de CO2, gerada por veículos (Figura 5), seriam os responsáveis pelo derretimento das geleiras. Os dois afirmam que tiveram acesso a estas informações na mídia. Petsch *et al*. (2017) destacam que muitas das informações dos estudantes sobre a Criosfera provém da mídia, embora estes dados nem sempre sejam confiáveis e atualizados. Assim, se faz fundamental estruturar atividades de divulgação científica para a comunidade escolar, visando ampliar o conhecimento sobre a Criosfera.

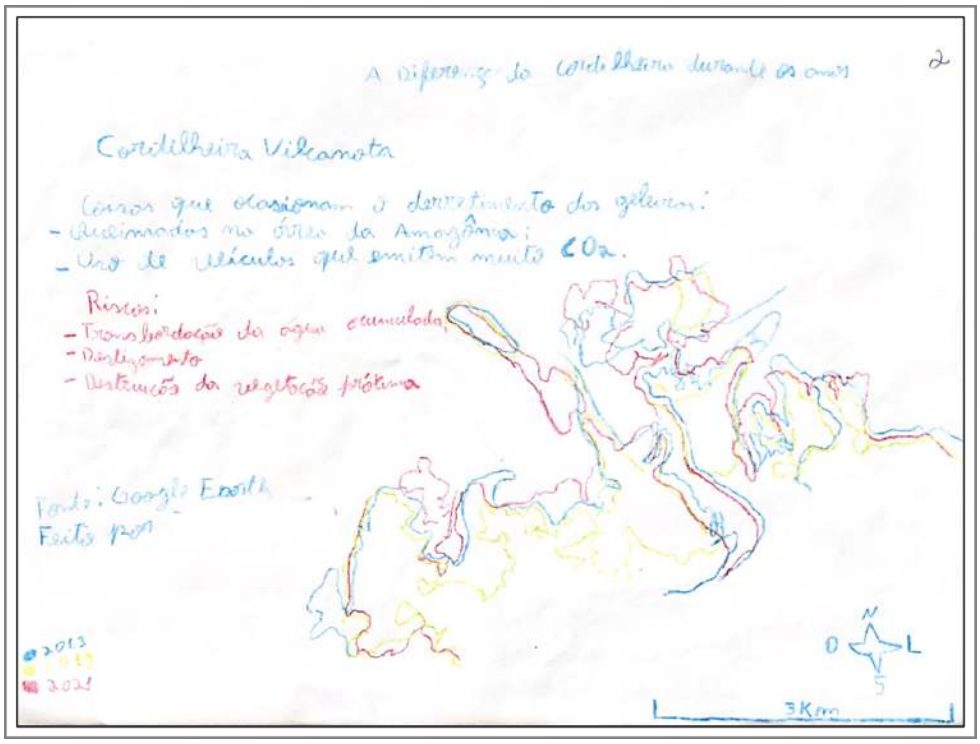

Figura 5: Mapa desenvolvido pelo estudante que descreveu as causas da retração das geleiras nos Andes com informações que não foram citadas na oficina.
Fonte e Org.: Elaboração dos autores (2023).

Em relação aos principais riscos citados pelos estudantes em seus mapas (Figura 6), houve 29 menções aos GLOFs, embora este termo, especificamente, não tenha sido escrito. Em vez disso, utilizou-se "explosão do lago", "extravasamento", "alagamento" e "inundação". O termo "deslizamento" foi citado 14 vezes, sendo que na maioria delas foi utilizado para se referir ao "deslizamento de blocos de gelo" para a lagoa, e posterior rompimento. Portanto, os GLOFs apresentaram potencial para o ensino-aprendizagem de Geografia, já que fomentam o raciocínio geográfico a partir de uma situação que envolve eventos ambientais e sociais, conforme Castellar e De Paula (2020, p. 296), que definem a enchente como um "produto de um conjunto sistêmico de eventos climato-geomorfológico-histórico-social."

As alpacas foram citadas 16 vezes (Figura 6), sendo que em algumas eram representadas por meio de frases como "coitadas das alpacas" ou "salvemasalpacas", o que demonstra a preocupação dos estudantes com os animais. O terremoto que ocorreu na Cordilheira Branca também foi marcante, já que apareceu como um risco em seis mapas (Figura 6). As migrações foram citadas seis vezes, e destaca-se que representam uma estratégia de fuga da situação de risco e não o risco propriamente dito.

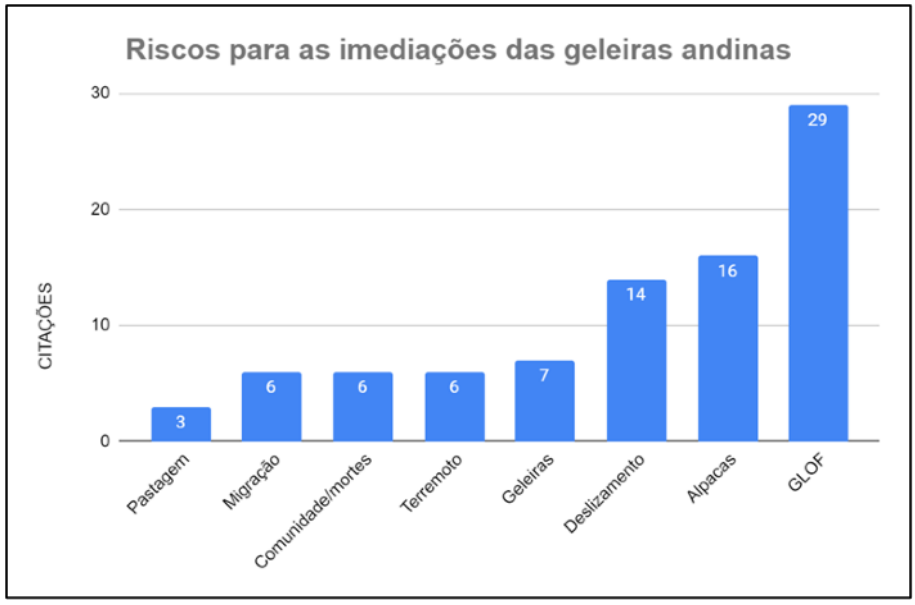

Figura 6: Representação gráfica dos fatores de risco indicados nos mapas dos estudantes. Fonte e Org.: Elaboração dos autores (2023).

Campos *et al*. (2019) destacam que a realização de atividades práticas nas aulas de Geografia é primordial para proporcionar um maior significado ao conteúdo, tornando as aulas mais dinâmicas e atrativas. Dessa forma, a partir da dinamização da oficina proposta, verificou-se que os estudantes, independentemente da idade, tiveram um processo significativo de ensino-aprendizagem sobre a Sociocriosfera, a partir das metodologias ativas, envolvendo a Cartografia e o SR.

Considerações finais

A oficina instigou os alunos a conhecerem mais sobre a temática andina e contribuiu para o desenvolvimento de diversas habilidades e competências relevantes associadas ao Novo Ensino Médio e à BNCC. Assim sendo, a estrutura de oficina tem potencialidades para ser adaptada para outros contextos escolares, e aplicada tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, visando significar ambientes da América do Sul.

Os mapas e fotografias tiveram um papel fundamental na significação dos Andes, pois auxiliaram os alunos a compreenderem um ambiente ligado à Criosfera, já que possuíam um conhecimento superficial ou desconheciam sobre a temática. Nesse sentido, a observação dos Andes e das comunidades por meio das fotografias capturadas por uma das autoras do trabalho proporcionou fascinação e encantamento nos estudantes.

Em relação à Cartografia e ao SR, as ferramentas se mostraram estratégias válidas para fomentar a alfabetização cartográfica e o letramento cartográfico. Pôde-se observar um

processo de letramento cartográfico, apoiado e fundamentado no conceito de Sociocriosfera, o que garantiu que se tivesse uma abordagem crítica e social do mapa, possibilitando entender riscos e adaptações inerentes às comunidades andinas em um ambiente em transformação. Portanto, a atividade de Cartografia Escolar fomentou nos estudantes um pensamento geográfico crítico.

Dessa forma, julga-se que a introdução do conceito de Sociocriosfera contribuiu amplamente para a compreensão do ambiente andino. Com a inserção do aspecto humano em uma narrativa ambiental complexa, permeada por mudanças climáticas e marcada por migrações em busca de melhores condições de vida, os estudantes conseguem se identificar com esses personagens e histórias o que facilita o ensino-aprendizagem. Foi possível evidenciar a compreensão do conceito de Sociocriosfera pelos estudantes, quando foram feitas relações do conteúdo com situações mais conhecidas por eles, como os desastres envolvendo a mineração em MG ou eventos associados ao rio localizado próximo à escola.

Por fim, como propostas futuras, a atividade poderia ser realizada em conjunto com imagens tridimensionais como as anaglifo ou fomentar a construção de maquetes, pois permitiriam observar a diferença de altitude e declividade, tornando ainda mais palpável o conceito de GLOF, que foi o risco mais citado pelos participantes. Ademais, recomenda-se o uso de geotecnologias - caso a escola possua computadores ou *notebooks* - como o *Google Earth Pro*, que permite inúmeras atividades relacionadas à Geografia. No caso aqui abordado, pode-se criar maior interatividade na manipulação das imagens de satélite, além de ser possível acessar outras datas de imageamento e realizar rapidamente cálculos de retração da geleira ou de distância dos Andes em relação à Santa Maria (RS).

Referências Bibliográficas

AFONSO, A. E. **Perspectivas e possibilidades do ensino e da aprendizagem em Geografia física na formação de professores**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

BACH, E.; RADIĆ, V.; SCHOOF, C. How sensitive are mountain glaciers to climate change? Insights from a block model. **Journal of Glaciology,** v. 64, n. 244, p. 247-258, 2018. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-glaciology/article/how-sensitive-are-mountain-glaciers-to-climate-change-insights-from-a-block-model/28BA3694D360B9CDE899703750C84900. Acesso em: 8 jun. 2023.

BERTOLINI, W. Z. **O ensino do relevo:** noções e propostas para uma didática da geomorfologia. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

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

CAREY, M. *et al*. Synthesis and conclusions: The future of high-mountain cryospheric research. In: HUGGEL C; CAREY M; CLAGUE J. J.; KAAB, A. (Eds) **The High-Mountain Cryosphere:** Environmental Changes and Human Risks. Cambridge: Cambridge University Press, p. 339-353, 2015.

CAREY, M. Disasters, development, and glacial lake control in twentieth-century Peru. In: WIEGANDT, E. (Eds.) **Mountains:** Sources of water, sources of knowledge. Springer, Dordrecht, v.31, p. 181-196, 2008. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6748-8_11. Acesso em: 8 jun. 2023.

CARRIVICK, J. L.; TWEED, F. S. A global assessment of the societal impacts of glacier outburst floods. **Global and Planetary Change**, v. 144, p. 1-16, 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818116301023. Acesso em: 8 jun. 2023.

CASTELLAR, S. M. V. Cartografia escolar e o pensamento espacial fortalecendo o conhecimento geográfico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia,** Campinas, v.7, n.13, p. 207–232, 2017. Disponível em: https://www.revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/494/236. Acesso em: 8 jun. 2023

CASTELLAR, S. M. V.; DE PAULA, I. R. O papel do pensamento espacial na construção do raciocínio geográfico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 10, n. 19, p. 294-322, 2020. Disponível em: https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/922/427. Acesso em: 8 jun. 2023.

CAMPOS, J. O.; MARINHO, J. O.; REINALDO, L. R. L. R. Experimentos como recursos didáticos para educação em solos no ensino de geografia. **Revista Ensino de Geografia (Recife)**, Recife, v. 2, n. 1, p. 167- 186, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/ensinodegeografia/article/download/240694/32673. Acesso em: 8 jun. 2023.

COSTA, R. M. **Migrações na comunidade campesina de Phinaya, Cordilheira Vilcanota, Peru:** contexto das mudanças climáticas e socioambientais. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

DING, Y. *et al*. Increasing cryospheric hazards in a warming climate. **Earth-Science Reviews**, v. 213, p. 103500, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825220305468. Acesso em: 8 jun. 2023.

DUSSAILLANT, I. *et al*. Two decades of glacier mass loss along the Andes. **Nature Geoscience**, Londres, v. 12, n. 10, p. 802-808, 2019. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41561-019-0432-5. Acesso em: 8 jun. 2023.

EMMER, A. *et al*. Progress and challenges in glacial lake outburst flood research (2017–2021): a research community perspective. **Natural Hazards Earth System Sciences,** Berlim, v. 22, n. 9, p. 3041–3061, 2022. Disponível em: https://nhess.copernicus.org/articles/22/3041/2022/. Acesso em: 8 jun. 2023.

EVANS, S. G. *et al*. A re-examination of the mechanism and human impact of catastrophic mass flows originating on Nevado Huascarán, Cordillera Blanca, Peru in 1962 and 1970. **Engineering Geology**, v. 108, n. 1-2, p. 96-118, 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013795209001574. Acesso em: 8 jun. 2023.

FIGUEIREDO, A. R. *et al*. Percepções e adaptações às mudanças climáticas na Cordilheira Branca, Peru. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 31, p. 1–23, 2019. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/45623. Acesso em: 8 jun. 2023.

FIGUEIREDO, A. R. *et al*. Mudanças climáticas e impactos sócio-territoriais dos desastres glaciais na Cordilheira Branca, Peru. **Confins**, Paris, n. 47, 2020. Disponível em: https://journals.openedition.org/confins/33198?lang=pt. Acesso em: Acesso em: 8 jun. 2023.

FIGUEIREDO, A. R. **Sociocriosfera andina:** etnoconhecimento ancestral e a ruptura pós-colonial nos Andes Ancestrais. Tese (Doutorado em Geografia) **-** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/226139. Acesso em: 8 jun. 2023.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 24-29, 2005. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47272/51008. Acesso em: 8 jun. 2023.

GARREAUD, R. D.; VUILLE, M.; COMPAGNUCCI, R. MARENGO, J. Present-day south american climate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 281, n. 3-4, p. 180-195, 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031018208005002. Acesso em: 8 jun. 2023.

HARRISON, S. *et al*. Climate change and the global pattern of moraine-dammed glacial lake outburst floods. **The Cryosphere**, v. 12, n. 4, p. 1195-1209, 2018. Disponível em: https://tc.copernicus.org/articles/12/1195/2018/. Acesso em 8 jun. 2023.

HEIKKINEN, A. Climate change in the Peruvian Andes: a case study on small-scale farmers' vulnerability in the Quillcay River basin. **Iberoamericana: Nordic Journal of Latin American Studies**, v. 46, n. 1, p. 77–88, 2017. Disponível em: https://helda.helsinki.fi/handle/10138/296513. Acesso em: 8 jun. 2023.

HALASZEN, L.; GOMES, M. F. V. B. Tecnologias geocolaborativas na educação geográfica: uma busca pela formação cidadão. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 12, n. 22, p. 05-20, 2022. Disponível em: https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/1102/581. Acesso em: 8 jun. 2023.

HUGGEL, C. *et al*. Loss and damage in the mountain cryosphere. **Regional Environmental Change**, v. 19, n. 5, p. 1387-1399, 2019. Disponível em: https://research-information.bris.ac.uk/en/publications/loss-and-damage-in-the-mountain-cryosphere. Acesso em: 8 jun. 2023.

INAIGEM. Instituto Nacional de Investigación En Glaciares y Ecosistemas de Montaña. **Inventario Nacional de Glaciares**: las Cordilleras Glaciares del Perú. Huaraz: Instituto Nacional de Investigación En Glaciares y Ecosistemas de Montaña - Biblioteca y Publicaciones. 348 p, 2018. Disponível em: http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5176_inventario-nacional-de-glaciares-las-cordilleras-glaciares-del-peru.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

IOM. International Organization For Migration. 2009. **Glossário sobre Migração**. Organização Internacional para as Migrações (OIM), 92 p. Disponível em: https://publications.iom.int/system/files/pdf/iml22.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

LIBERMAN, M. Climate Change, Wetland Management and Alpaca Pastoralism in the Bolivian High Andes Mountains. **Tools for Landscape-Scale Geobotany and Conservation**. Springer, Cham, p. 65-98, 2021. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-74950-7_5. Acesso em: 8 jun. 2023.

LÜNING, S. *et al*. Attribution of modern Andean glacier mass loss requires successful hindcast of pre-industrial glacier changes. **Journal of South American Earth Sciences**, v.119 p. 104024, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981122003108. Acesso em: 8 jun. 2023.

OLIVEIRA, I. J.; NASCIMENTO, D. T. F. As geotecnologias e o ensino de cartografia nas escolas: potencialidades e restrições. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 7, n. 13, p. 158-172, 2017. Disponível em: https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/491/233. Acesso em: 8 jun. 2023.

OLIVER-SMITH, A. Climate Change and Displacement: Disasters and Diasporas in the Twenty-first Century. *In*: Crate, S.A. & Nuttall, M. (Eds). **Anthropology & Climate Change: from encounters to actions**. p. 116-138, 2009.

PEREIRA, T. **Remote sensing as a didatic resourse at middle school.** 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/16277. Acesso em: 8 jun. 2023.

PETSCH, C.; SILVEIRA, P. C.; HOLGADO, F. L.; ROSA, K. K.; VELHO, L. F.; SIMÕES, J. C. Sentindo os pólos: experiências sensoriais para o aprendizado de Antártica e Ártico. *In*: PESSOA, V. L. S.; RUCKERT, A. A.; RAMIRES, J. C. L. (Orgs.) **Pesquisa Qualitativa:** Aplicações em Geografia. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2017. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172844?locale-attribute=en. Acesso em: 8 jun. 2023.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Fundamentos da alfabetização cartográfica no ensino de geografia. **Geografia**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 169-95, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/GEOGRAFIA/Artigos/art_cartografia_geo.pdf. Acesso em: 8 jun. 2023.

POSTIGO, J. C. Perception and resilience of Andean populations facing climate change. **Journal of Ethnobiology**, v. 34, n. 3, p. 383-400, 2014. Disponível em: https://bioone.org/journals/journal-of-ethnobiology/volume-34/issue-3/0278-0771-34.3.383/Perception-and-Resilience-of-Andean-Populations-Facing-Climate-Change/10.2993/0278-0771-34.3.383.full. Acesso em: 8 jun. 2023.

RAMOS, E. P. **Refugiados ambientais: em busca de reconhecimento pelo direito internacional.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/portugues/eventos/Refugiados_Ambientais.pdf. Acesso em: 8 jun. 2023.

RIBEIRO, R. R. **Geleiras tropicais na América do Sul e as variações climáticas da Bacia Amazônica Ocidental.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/88627. Acesso em: 8 jun. 2023.

RICHARDSON, S. D.; REYNOLDS, J.M. An overview of glacial hazards in the Himalayas. **Quaternary International**, v. 65, p. 31-47, 2000. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104061829900035X. Acesso em: 8 jun. 2023.

RICHTER, D. A linguagem cartográfica no ensino de Geografia. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 7, n. 13, p. 277-300, 2017. Disponível em: https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/511/252. Acesso em: 8 jun. 2023.

RIZZATTI, M. **Cartografia escolar, inteligências múltiplas e neurociências no ensino fundamental:** a mediação (geo)tecnológica e multimodal no ensino de geografia. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/24075. Acesso em: 8 jun. 2023.

SANTOS, F. C.; PEREIRA FILHO, W. O uso de imagens de satélite como recurso didático para o estudo da categoria lugar. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 21, p. 330-358, 2010. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/viewFile/1490/1248. Acesso em: 8 jun. 2023.

SCHOOLMEESTER, T. *et al*. Atlas de Glaciares y Aguas Andinos. El impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos. **Arendal: UNESCO e GRID-Arendal,** p. 77. 2018.

STUART-SMITH, R. F; LI, GH. R.; ALLEN, S. Increased outburst flood hazard from Lake Palcacocha due to human-induced glacier retreat. **Nature Geoscience**, v. 14, n. 2, p. 85-90, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349047033_Increased_outburst_flood_hazard_from_Lake_Palcacocha_due_to_human-induced_glacier_retreat. Acesso em: 8 jun. 2023.

SIMIELLI, M. E. R. Cartografia no ensino fundamental e médio. In: CARLOS, A. F. A. (Org.). **A Geografia na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 1999.

SOUZA, C. J. O. **Geomorfologia no ensino superior:** difícil, mas interessante! Por quê? Uma discussão a partir dos conhecimentos e das dificuldades entre graduandos de geografia. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-7SAPFR. Acesso em: 8 jun. 2023.

SOUZA, C. J. O.; VALADÃO, R. C. Habilidades e competências no pensar e fazer geomorfologia: proposta para a formação em geografia. **GEOUSP Espaço e Tempo,** São Paulo, v. 19, n. 1, p. 93-108, 2015. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/99768/98626. Acesso em: 8 jun. 2023.

SOUZA, P. B. M.; MORAIS, K. S. A percepção docente sobre o retorno as aulas presenciais na pandemia da Covid-19. **Revista de Educação, Saúde e Ciências do Xingu**, Altamira, v. 1, n. 5, p. 102- 112, 2022. Disponível em: https://periodicos.uepa.br/index.php/rescx/article/view/5195/2416. Acesso em: 8 jun. 2023.

UGRH. Unidad de Glaciologia y Recursos Hidricos. 2014. **Inventario de Glaciares del Peru**. 2. ed. Huaraz: Ana - Autoridad Nacional del Agua, 56 p. Disponível em: http://ponce.sdsu.edu/INVENTARIO_GLACIARES_ANA.pdf. Acesso em: 15 maio 2020.

VEETTIL, B. K.; SOUZA, S. F. Study of 40-year glacier retreat in the northern region of the Cordillera Vilcanota, Peru, using satellite images: preliminary results. **Remote Sensing Letters**, v. 8, n. 1, p. 78-85, 2017. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2150704X.2016.1235811. Acesso em: 8 jun. 2023.

VEH, G.; KORUP, O.; WALZ, A. Hazard from Himalayan glacier lake outburst floods. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 2, p. 907-912, 2020. Disponível em: https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1914898117. Acesso em: 8 jun. 2023.

VIEIRA, D. M.; CARVALHO, V. M. S. G.; ZANI, M. V. O uso de imagens de satélite como suporte para o aprendizado significativo da cartografia no ensino fundamental. **Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 119-125, 2015. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5489964.pdf. Acesso em: 8 jun. 2023.

VUILLE, M. *et al*. Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. **Earth-science reviews**, v. 89, n. 3-4, p. 79-96, 2008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825208000408. Acesso em: 8 jun. 2023.

VUILLE, M. *et al*. Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes–Impacts, uncertainties and challenges ahead. **Earth-science reviews**, v. 176, p. 195-213, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825216304512. Acesso em: 8 jun. 2023.

WRATHALL, D. J. *et al*. Migration amidst climate rigidity traps: Resource politics and social–ecological possibilism in Honduras and Peru. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 104, n. 2, p. 292-304, 2014. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00045608.2013.873326. Acesso em: 8 jun. 2023.

Recebido em 9 de dezembro de 2022.

Aceito para publicação em 15 de junho de 2023.