

USO DE PLATAFORMAS DE DADOS E GOOGLE EARTH ENGINE NO ENSINO DA CRIOSFERA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

USE OF DATA PLATFORMS AND GOOGLE EARTH ENGINE IN CRIOSPHERE EDUCATION AND CLIMATE CHANGE

USO DE PLATAFORMAS DE DATOS Y EL GOOGLE EARTH ENGINE EN LA EDUCACIÓN EN CRIOSFERAS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

CARINA PETSCH¹
LUIZ FELIPE VELHO²
KÁTIA KELLEM DA ROSA³

¹ Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Avenida Roraima, 1000 - Bloco 17 - CEP: 97105 – 900–Santa Maria (RS), Brasil, carinapetsch@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1079-0080>

² Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS). Campus Porto Alegre. Rua Coronel Vicente, 281 - CEP: 90030-040–Porto Alegre (RS), Brasil, luiz.velho@poa.ifrs.edu.br, <http://orcid.org/0000-0001-9543-7544>

³ Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Campus do Vale–Prédio 43136 - CEP: 91501-970–Porto Alegre (RS), Brasil, Tel.: (+55 51) 3308.7522 - katiakellem@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-0977-9658>

Histórico do Artigo:

Recebido em 18 de Julho de 2019.

Aceito em 15 de Agosto de 2019.

RESUMO

A proposta dessa pesquisa é apresentar planos de aula, utilizando TICs, para auxiliar professores no ensino de mudanças climáticas e Criosfera. Os planos de aula foram construídos com itens de objetivo, descrição da aula, atividade e público alvo. Foram propostas duas aulas (1 e 2) onde serão discutidos conceitos da Criosfera e como sua dinâmica é alterada pelo fator antrópico. Os alunos serão estimulados a refletirem sobre os efeitos das mudanças climáticas na sua cidade, e como podem ser adotadas estratégias para minimizarem esses impactos (Aulas 4 e 5). Abordando o contexto social, uma aula (a 3) propõe a discussão sobre como as comunidades de baixa renda serão afetadas. Os planos de aula foram organizados segundo uma lógica de ensino-aprendizagem que estimula o aluno a ter uma visão sistêmica dos efeitos e impactos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Tecnologias De Informação E Comunicação. Ensino De Geografia. Geografia Das Regiões Polares.

ABSTRACT

The proposal of this research is to present lesson plans, using ICT, to assist teachers in teaching climate change and Cryosphere in the Geography course. The lesson plans were constructed with objective items, class description, activity and target audience. Two classes (1 and 2) were proposed where concepts of the Cryosphere will be discussed and how their dynamics will be altered by the anthropic factor. Students will be encouraged to reflect on the effects of climate change on their city, and how strategies can be adopted to minimize these impacts (Lessons 4 and 5). Addressing the social context, a class (a 3) proposes to discuss how low-income communities will be affected. The lesson plans were organized according to a teaching-learning logic that encourages students to have a systemic view of the effects and impacts of climate change.

Keywords: Information And Communication Technologies. Teaching Geography. Geography Of The Polar Regions.

RESUMEN

El propósito de esa investigación es presentar planes de clase utilizando las TICs para ayudar a los maestros en la enseñanza de los cambios climáticos y de la Criosfera. Se construyeron los planes de clase con los ítems objetivo, descripción de la clase, actividad y público destinatario. Se propusieron dos clases (1 y 2) donde se discutirán los conceptos de Criosfera y

cómo el factor antrópico altera su dinámica. Los alumnos serán estimulados a reflexionar sobre los efectos de los cambios climáticos en su ciudad y sobre cómo se pueden adoptar estrategias para minimizar esos impactos (clases 4 y 5). Abordando el contexto social, una clase (la clase 3) propone una discusión acerca de cómo las comunidades de baja renta serán afectadas. Los planes de clase fueron organizados según una lógica de enseñanza-aprendizaje que estimula el alumno a tener una visión sistémica de los efectos e impactos de los cambios climáticos.

Palabras clave: Tecnologías De La Información Y La Comunicación. Enseñanza De La Geografía. Geografía De Las Regiones Polares

INTRODUÇÃO

Atualmente, diante do crescimento dos debates que envolvem as mudanças climáticas, se faz cada vez mais necessário abordar esse assunto em sala de aula. Como se trata de uma temática que constantemente tem novos dados divulgados, as tecnologias podem ajudar o professor, principalmente a partir de plataformas que permitem, ao aluno, a visualização e compreensão dos impactos dessas mudanças climáticas. Como Santos e Callai (2009, p.2) abordam, as novas tecnologias auxiliam na busca e na visualização de dados e, também, complementam e atualizam conhecimentos que estão presentes no cotidiano da sala de aula. Silveira et al. (2014) já apontou que poucos são os autores que, nos livros didáticos, abordam o continente antártico e, quando inserem essa temática, baseiam-se em mitos, informações midiáticas nada confiáveis ou, ainda, em dados desatualizados das décadas de 1960 e 1970.

Uma das mais importantes ferramentas das geotecnologias utilizadas em sala de aula é o *Google Earth*. De acordo com Google (2019), o *Google Earth*, assim como outras ferramentas desenvolvidas por essa empresa, permite relacionar os recursos existentes na Terra, bem como acompanhar as mudanças nos diferentes ambientes, conectando diferentes conhecimentos, culturas e lugares. Moura (2009) ressalta que o *Google Earth* possibilita o acesso a informações de cunho geográfico em qualquer parte do mundo, tornando a Terra acessível por meio da tela do computador (MOURA, 2009, p.6). O uso das imagens de satélite faz com que os alunos possam identificar e relacionar elementos naturais e antrópicos, assim como permite acompanhar o resultado da dinâmica do uso do solo (SANTOS, 2002, p.06). O *Google Earth Engine* possui uma ferramenta chamada *Timelapse*, que é poderosa para observação das mudanças na paisagem e da dinâmica temporal, proporcionando uma ampla discussão sobre mudanças antrópicas e climáticas. Nesse sentido, Caña et al. (2015) realizou uma prática pedagógica para estudo do desmatamento da Amazônia com uso da ferramenta *Timelapse*, que permite a análise das transformações temporais na área de estudo.

Diante dos debates que envolvem mudanças climáticas é fundamental entender alguns conceitos que envolvem a Criosfera e a Antártica, já que este continente e suas mudanças afetam diretamente o Brasil. O uso da criatividade e de tecnologias de informação e comunicação (TICs) são particularmente fundamentais no estudo de Antártica, pois podem tornar o assunto mais didático diante da distância física que se tem deste continente. Trata-se de diversificar as aulas, despertando a atenção do aluno e o aproximando do ambiente escolar (TOMAZ; SARTOR, 2010, p.2), na medida em que professor consegue trazer o assunto para o cotidiano do aluno a partir de alguns questionamentos como, por exemplo: o que as mudanças climáticas irão afetar no cotidiano do aluno?; o que o derretimento de geleiras na Antártica pode mudar na nossa escola? Questões como as apresentadas são, além de tudo, um exercício de geografia num caráter geossistêmico. E os professores necessitam de instrumentos didáticos que possam facilitar essa aproximação entre os alunos e temáticas da aula.

Diante disso, a proposta dessa pesquisa é elaborar planos de aula visando guiar o professor do ensino básico no ensino de mudanças climáticas e de ambiente antártico, usando geotecnologias, em especial, as ferramentas e imagens da plataforma *Google Earth Engine*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os planos de aula foram elaborados considerando o uso de três ferramentas: o *Google Earth Engine* (disponível em earthengine.google.com) e outras plataformas de dados da NASA – National Aeronautics and Spatial Administration - (dados disponíveis em vesl.jpl.nasa.gov/sea-level/slr-eustatic e climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine). A partir desses dados e ferramentas, foram criados roteiros apresentando discussões e apontamentos que possam guiar os professores no ensino de mudanças climáticas para o ensino fundamental e médio.

Ressalta-se que esses planos podem ser adaptados ao assunto que o professor estiver trabalhando em sala de aula como, por exemplo, climatologia, relevo, cidades ou correntes oceânicas, constituindo, apenas, diretrizes e indicações de alternativas didáticas que podem tornar a aula mais contextualizada e atrativa.

O plano de aula, nesse sentido, constitui-se em um instrumento didático-pedagógico primordial à execução da atividade do professor no cotidiano escolar, sendo elemento básico (CASTRO et al 2008; OLIVEIRA, 2011) no planejamento das atividades de ensino. O docente que não planeja sua aula acaba recorrendo a uma aula improvisada, com atividades sem intencionalidades pedagógicas concisas, portanto, sem importância para a aprendizagem dos alunos (SANTOS, 2013). Os planos são compostos de:

- Objetivo: o que se pretende que o aluno possa entender nessa aula. Quais conceitos e aprendizados geográficos podem ser abordados;
- Descrição da aula: uma breve descrição de como abordar e conduzir a discussão e atividades na sala de aula;
- Atividade: uma forma de avaliar o aprendizado e compreensão dos alunos;
- Público-alvo: proposta de público-alvo, podendo ser adaptado para outros níveis de ensino.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando uma abordagem ampla de assuntos relacionados a Criosfera e mudanças climáticas, alguns temas de aula foram selecionados para a elaboração dos planos de aula. Assim, nesta seção são apresentados planos para os seguintes tópicos: Criosfera e conceitos associados, retração das geleiras e áreas livres de gelo; geleiras andinas e esfera social das mudanças climáticas; nível do mar e mudanças climáticas no Brasil; e resiliência urbana. A seguir, cada subseção apresentará a construção dos planos de aula para cada um desses tópicos.

Como abordado na seção anterior, os planos de aula aqui apresentados podem ser adaptados para conter conteúdos de outras áreas da Geografia, como Climatologia, Geomorfologia, Geografia Urbana, Geopolítica, entre outras. A adaptação considerará o tempo disponível, no planejamento docente, para esses conteúdos programáticos e o acesso às ferramentas aqui indicadas.

Sugere-se que o docente realize uma explanação de alguns termos antes da utilização dos planos de aula propostos neste trabalho. Essa atividade deve ocorrer de forma contínua e integrada às aulas de Geografia. A explanação prévia dos conceitos introdutórios pode ser estruturada, onde o docente já traz uma lista de conceitos a serem trabalhados, ou pode ser realizada a partir das curiosidades e dúvidas dos alunos como, por exemplo, a diferença entre a Antártica e o Ártico, a movimentação, ou não, das geleiras, o congelamento da água dos oceanos e da água doce, entre outros aspectos. Alerta-se que, para o trabalho baseado nas

curiosidades dos alunos, necessita-se um docente com conhecimentos sobre Criosfera e sua dinâmica.

CRIOSFERA E CONCEITOS ASSOCIADOS

Considerando que os alunos já terão um conhecimento prévio sobre Criosfera, promovido pelas discussões realizadas na disciplina de Geografia, essa aula não tem foco somente em apresentação de conceitos, mas na utilização de ferramenta para exemplificar alguns termos, e estimular a discussão sobre os efeitos antrópicos sobre essa dinâmica. O planejamento da aula Criosfera é apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Plano de aula para o ensino médio, ou fundamental (séries finais), abordando os principais elementos da Criosfera.

Título da aula	Criosfera
Objetivo	Compreender e localizar elementos da Criosfera
Descrição da aula	Utilizando a ferramenta <i>Timelapse</i> , do <i>Google Earth Engine</i> , o professor abordará e conceituará gelo marinho, plataformas de gelo, manto de gelo e geleiras. Com base nesses termos, o docente apontará quais são as mudanças temporais nesses elementos e as possíveis consequências do aumento da temperatura do ar nesses sistemas.
Atividade	Cada grupo deve buscar, no aplicativo <i>Google Earth Engine</i> , utilizando a ferramenta <i>Timelapse</i> , áreas que possuam elementos da Criosfera, discutindo as transformações observadas e se são naturais ou antrópicas.
Público-alvo	Ensino Fundamental (séries finais) ou Médio – nível de discussão deve ser adaptado a idade dos alunos.

Fonte: elaborada pelo autor.

Na abordagem dos conceitos relacionados à Criosfera, o professor pode consultar o “Glossário da língua portuguesa da neve, do gelo e termos correlatos”, elaborado por Simões (2004), que contém 200 termos em português, com seus equivalentes em outros idiomas, bem como a explicação de cada vocábulo (disponível em <http://www.ufrgs.br/inctcriosfera/arquivos/Glossario.pdf>). Para o termo “geleira”, sugere-se o conceito de Benn e Evans (2010), que definem geleira como massa de neve e gelo que pela declividade se move continuamente, de um ponto mais alto para outro mais baixo.

Para tornar a aula mais dinâmica e construir coletivamente a visualização dos conceitos em um exemplo real, o professor pode demonstrar, através da ferramenta *Timelapse*, mudanças que ocorrem nas geleiras, nos mantos de gelo, nas plataformas de gelo e no gelo marinho. Pode ser apresentada uma situação problema como a questão da diminuição do gelo marinho no Ártico e estimular os alunos a refletirem sobre o quanto esse processo pode ser natural ou então induzido pelo homem. O professor deve facilitar a conexão entre a diminuição dessa camada de gelo no Ártico, por exemplo, e as mudanças locais nos ecossistemas, na cultura, na saúde, na economia e no bem-estar das pessoas. As discussões não devem se esgotar, apenas, nos aspectos locais, mas deve-se estimular a compreensão dos efeitos globais das mudanças na Criosfera, afetando as correntes oceânicas que, por sua vez, alteram o clima (com mudança de padrões e eventos climáticos extremos), conforme aponta Santos et al (2018).

Como atividade avaliativa, os alunos podem procurar outras áreas do planeta em busca de outros elementos da Criosfera e discutir como sua mudança de área ou volume podem estar

atreladas às atividades antrópicas. Ao término dessa aula, espera-se que os alunos tenham uma noção básica sobre Criosfera e sobre como diferenciar alguns de seus elementos. Esse conhecimento será fundamental para que os outros planos de aula possam ter efetivo desenvolvimento.

RETRAÇÃO DAS GELEIRAS E ÁREAS LIVRES DE GELO

Essa aula é uma continuidade da aula “Criosfera”, e pretende aplicar a visão sistêmica associada aos processos de mudanças climáticas na Criosfera (Tabela 2). Essa aula pode ser atrelada ao tema vegetação, onde os alunos terão conhecimento sobre biogeografia, mais especificamente vegetação de tundra, e como esta se fixará no terreno recém exposto. Os alunos podem ser estimulados a refletirem sobre de que forma a água proveniente do degelo pode alterar as formas de deposição e o desenvolvimento de solos. Nesse sentido, essa aula visa estimular questionamentos acerca de quatro tópicos: (i) retração de geleiras e áreas livres de gelo; (ii) vegetação; (iii) geomorfologia e (iv) solos.

Tabela 2: Plano de aula para mostrar as rápidas mudanças que ocorrem nas áreas recentemente expostas pós retração da geleira. Os alunos devem pensar no sistema hídrico, relevo, vegetação e solos.

Título da aula	Retração das geleiras e áreas livres de gelo
Objetivo	Mostrar efeitos de rápidas mudanças na paisagem glacial devido às mudanças climáticas
Descrição da aula	O professor pode trabalhar com os alunos a questão sistêmica da modificação rápida dessa paisagem, abordando elementos que podem sofrer alterações.
Atividade	Alunos devem fazer um estudo integrado abordando todas possíveis mudanças nas áreas recém expostas: sistema hídrico, relevo, vegetação, solos e erosão.
Público	Ensino Médio
Disponível em:	https://climate.nasa.gov/images-of-change

Fonte: elaborada pelo autor.

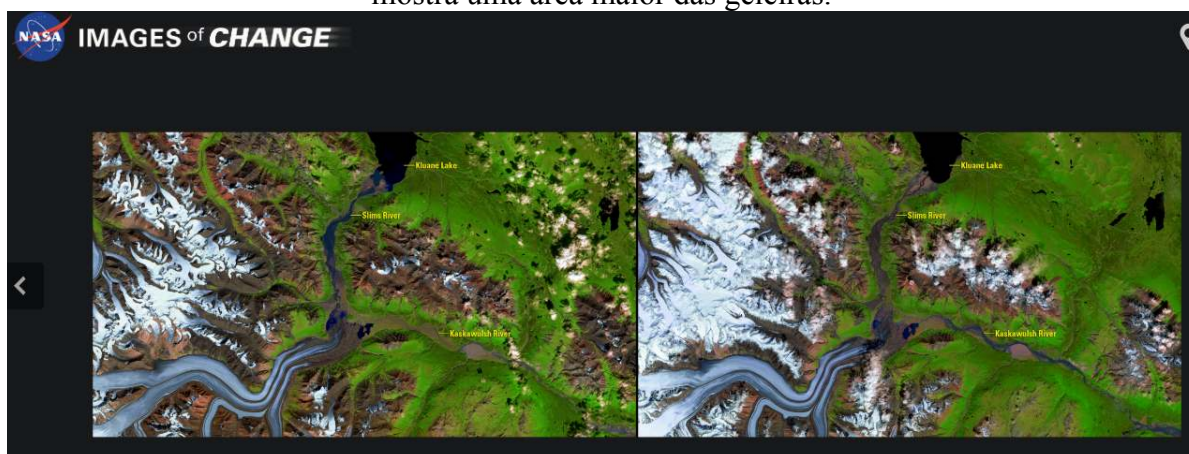
Sobre o primeiro tópico, algumas perguntas nortearão a atividade, que podem ser: (a) com a retração de geleiras, e a exposição de uma área livre de gelo, o que ocorrerá?; (b) a formação de lagos proglaciais está associada ao derretimento da geleira?; e (c) como ocorre a dinâmica de erosão e deposição nesses ambientes modificados? Para o segundo tópico, apenas uma pergunta mobilizará a investigação dos alunos: (d) quanto à vegetação, em qual momento haverá estabilização da área para fixação de briófitas?

Pelos questionamentos apresentados como propulsores das atividades, fica evidente a abordagem sistêmica da Geografia Física. Para apoiar o docente na mediação dessa abordagem, em sala de aula, sugere-se uma consulta ao livro de Christopherson (2012), onde as interações entre litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera são amplamente apresentadas. Além da questão sistêmica, essa aula tem forte característica interdisciplinar, e pode ser planejada por professores de diferentes disciplinas, como Biologia e Física, por exemplo, que podem aprofundar conteúdos de botânica e de biodiversidade antártica, bem como de energia e os sistemas terrestres.

A ferramenta a ser utilizada nessa aula está disponível no *site* da NASA na aba “*images of change*” (disponível em <https://climate.nasa.gov/images-of-change>). O órgão norte-americano disponibiliza uma série de fotografias e de imagens de satélites que mostram

mudanças de áreas em geleiras e em outros ambientes. Lá, os alunos poderão observar uma série de imagens que mostram mudanças temporais de área de geleiras, e acompanharão, em grande escala, quais são as respostas ambientais. A partir dessas observações pode ser feita uma análise visual do que ocorreu nos últimos 30 anos em um determinado ambiente, e os alunos poderão ter uma noção temporal do quanto é rápida a resposta de algumas geleiras às mudanças climáticas. Provavelmente, as alterações mais representativas serão: o crescimento da vegetação, a formação de lagos e formação de formas de relevo proglaciais (Figura 1).

Figura 1: Captura de tela do *Images of change*, da NASA. Imagem da direita, mais antiga, mostra uma área maior das geleiras.



Fonte: <https://climate.nasa.gov/images-of-change>

Ao final dessa aula, o aluno será capaz de avaliar de forma sistêmica os efeitos da retração de geleiras sob a nova área exposta.

GELEIRAS ANDINAS E ESFERA SOCIAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O planejamento dessa aula (Tabela 3) tem por objetivo a apresentação da esfera social das mudanças climáticas aos alunos, estimulando uma discussão que visa demonstrar que os mais afetados serão aqueles que não possuem condições de se adaptar (FIGUEIREDO, 2017). Um exemplo didático para abordar a esfera social da Criosfera consiste nas comunidades andinas, pois, para essas populações, a retração das geleiras provoca grandes mudanças no que tange a água para irrigação, para mineração, para geração de energia hidrelétrica e para abastecimento de água potável (THORSTEN et al. 2019). O desafio dessa aula é abordar o contexto social ligado a essas transformações no Brasil, em como as comunidades brasileiras de baixa renda sofrerão com o aumento de eventos extremos associados às mudanças climáticas.

A aula é dividida em dois momentos: (i) visualização de problemas sociais associados às geleiras tropicais; e (ii) compreensão dos efeitos das mudanças climáticas na problemática urbana brasileira. O primeiro momento demonstra a mudança ambiental afetando populações do entorno das geleiras, pessoas que necessitam desse recurso natural para sobrevivência e trabalho. O segundo momento busca a reflexão sobre a alteração nos regimes de chuvas e sua influência no dia-a-dia das cidades, e como essas alterações provocam efeitos diferentes nas regiões mais pobres e mais ricas das cidades.

Essas atividades podem ser desenvolvidas associadas a temas como geografia urbana, geografia do Brasil, geografia da América Latina buscando abordar aspectos sociais; e geomorfologia, no sentido de abordar áreas de risco e encostas sujeitas a movimentos de massa. Para a visualização dos efeitos sociais associados ao derretimento das geleiras andinas,

propõe-se o uso da ferramenta *Timelapse*, do *Google Earth Engine*, e o professor deverá buscar discussões e apontamentos como:

1. Comparar temporalmente as mudanças apresentadas não só no ambiente, mas também nas conexões entre a redução da área da geleira e o aumento da descarga de água líquida, modificando a rotina das comunidades andinas;
2. O rompimento de lagos represados por morainas pode causar mortes devido à movimentação de massa. Figueiredo (2017) aponta que, em sua área de estudo, a Cordilheira Branca - Peru (9°10'12''S; 77°34'47''), desde 1941 houve mais de 25 mil pessoas mortas por desastres associados às geleiras. Considerando que haja aumento da retração das geleiras e consequentemente, maior aporte de água de degelo, ocorrerá um aumento de lagos para essas regiões. O rompimento de lagos é um exemplo claro, de como as mudanças climáticas afetam diretamente a sobrevivência dessas comunidades em curto período de tempo.

Tabela 3: Plano de aula para o ensino médio sobre a esfera social das mudanças climáticas. O desafio dessa aula é explorar o contexto social das mudanças climáticas e como as comunidades brasileira de baixa renda serão afetadas.

Título da aula	Geleiras andinas e esfera social das mudanças climáticas
Objetivo	Abordar a esfera social das consequências das mudanças climáticas em ambientes andinos e no Brasil.
Descrição da aula	Utilizando o exemplo da Cordilheira Branca (9°10'12''S; 77°34'47'') para mostrar a alteração em sua área durante o período analisado, a partir da ferramenta <i>Timelapse</i> . Trazer a discussão para o Brasil e refletir como populações de baixa renda serão afetadas pelas mudanças climáticas.
Atividade	Propor um debate dividindo os alunos em grupos: cada grupo deve refletir como as mudanças climáticas irão alterar as comunidades de baixa renda, com aumento de inundações de rios, enchentes ou deslizamento de encostas.
Público-alvo	Ensino Médio

Fonte: elaborada pelo autor.

O segundo momento da atividade, onde busca-se a visualização dos efeitos das mudanças do clima nas áreas urbanas, propõe-se que os alunos sejam divididos em grupos para discutir como o aumento de eventos extremos de precipitação podem alterar as condições de inundação dos rios, enchentes e deslizamentos de encosta visando entender quem e quais áreas da cidade serão mais afetadas. O professor poderá utilizar a ferramenta *Timelapse* do *Google Earth Engine* para mostrar o aumento da área urbana da cidade em que está localizada e escola e, juntamente com os alunos, indicar as regiões da cidade que são mais afetadas por inundações e/ou enchentes, contextualizando com as diferenças sociais entre as regiões mais e menos afetadas pelos eventos extremos de precipitação.

Ao término dessa aula, espera-se que aluno instigado a investigar e fazer correlações entre mudanças climáticas e o contexto social, trazendo esse debate para seu cotidiano, para sua cidade.

NÍVEL DO MAR

As questões que envolvem as mudanças no nível do mar são as que estão mais associadas aos mitos das mudanças climáticas. Portanto, é um tema fundamental para

discussão em aula. Um propósito, que também deve ser buscado pelo professor, é o estímulo da capacidade crítica do aluno e, com isso, a habilidade de diferenciar notícias falsas de reais. Na aula sobre nível do mar (Tabela 4), é imprescindível que o professor retome os conceitos de elementos da Criosfera, explicando que somente o derretimento do gelo que está sobre os continentes irá causar mudanças no nível do mar. Esta aula pode estar associada ao cronograma de temas como correntes marítimas e geografia costeira, constantes no planejamento docente.

Dois tópicos são fundamentais nas discussões propostas por esta aula:

1. Questões de planejamento: quais serão as regiões mais afetadas com aumento do nível do mar e como a população pode se planejar para adaptar-se a essas mudanças.
2. Relação sistêmica do planeta: demonstrar a importância dos estudos nas regiões de alta latitude, Himalaia e Andes e como isso afetará o ambiente em outras partes da Terra. Também pode auxiliar o professor a trabalhar conceitos como circulação do ar e correntes oceânicas nas aulas de geografia.

Os tópicos acima descritos são propulsores para discussões baseadas em causa e efeito, considerando dados de pesquisas e visualização de imagens. Isso contribui para o desenvolvimento da criticidade e da preocupação com o futuro dos recursos naturais.

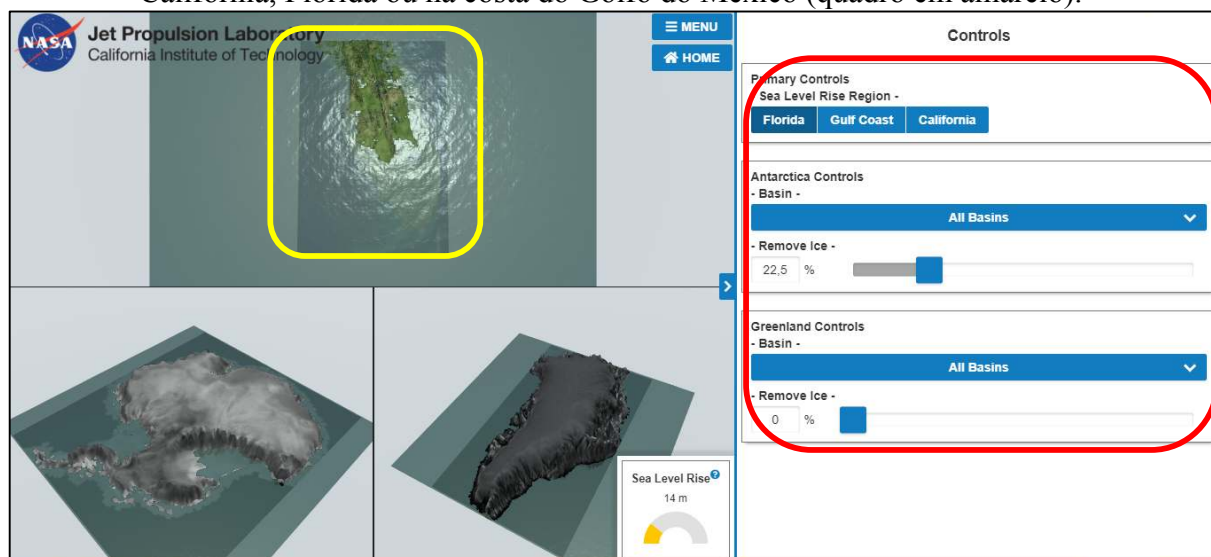
Tabela 4: Plano de aula para o ensino médio abordando o aumento do nível do mar e suas consequências. Essa aula deve estimular uma abordagem sistêmica no estudo das mudanças climáticas.

Título da aula	Nível do mar
Objetivo	Abordar a questão sistêmica do planeta ao analisar o aumento do nível do mar com o derretimento de geleiras e manto de gelo antártico.
Descrição da aula	Será utilizada a ferramenta disponível em <vesl.jpl.nasa.gov/sea-level/slr-eustatic> (Figura 2), na qual os alunos poderão manipular o derretimento na Antártica e na Groenlândia, acompanhando quais serão as consequências na Califórnia, na Flórida e na costa do Golfo do México. O professor também pode trabalhar com a alteração na costa brasileira e em outros locais de importância turística.
Atividade	O aluno deve apontar, quais serão as cidades brasileiras mais afetadas com a mudança do nível do mar. Para isso uma maquete do Brasil pode ser construída para exemplificar melhor como o aumento do nível do mar afetará o país.
Público-alvo	Ensino médio e fundamental – deve ser adaptado à idade do aluno

Fonte: elaborada pelo autor.

A ferramenta citada para ser utilizada, disponível em <vesl.jpl.nasa.gov/sea-level/slr-eustatic>, simula o que aconteceria com uma ilha caso toda Groenlândia e Antártica derretessem (Figura 2). Infelizmente, o aplicativo não existe para a costa do Brasil. Então propõe-se a elaboração de uma maquete da costa brasileira, alternando diferentes altitudes para o nível do mar (o mar pode ser feito com gel de cabelo azul). A maquete utilizará os conteúdos de cartografia, como escala e altimetria, para identificar quais seriam as cidades mais afetadas. Essa aula também pode dialogar com a temática social abordada no item anterior.

Figura 2 – Ferramenta onde os alunos poderão manipular o degelo da Antártica e Groelândia (quadro em vermelho), e observando o que irá acontecer nestes ambientes e também na Califórnia, Flórida ou na costa do Golfo do México (quadro em amarelo).



Fonte: <vesl.jpl.nasa.gov/sea-level/slr-eustatic>

Ao término dessa aula, espera-se que os alunos possam ter desenvolvido uma aprendizagem de caráter sistêmico para avaliar os efeitos e causas do aumento do nível do mar.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL E QUESTÕES DE RESILIÊNCIA NO ESPAÇO URBANO

Nessa aula será abordada, mais especificamente, como as cidades brasileiras estão se preparando para adaptarem-se às mudanças climáticas. O desafio dessa aula é construir metodologias efetivas que possam trazer cada vez mais essa temática para o cotidiano do aluno. Para tal, é proposto o uso de uma ferramenta que pode auxiliar o entendimento desse assunto, e está disponível no site <<https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine>>. Nesta ferramenta, é possível simular quais os efeitos do aumento de 6 m no nível do mar, na região do delta do rio Amazonas (Figura 3). Infelizmente, a simulação não foi criada para costa brasileira, mas considerando a defasagem dos livros didáticos em relação a novos dados que abordam essas temáticas, as TICs ainda mostram resultados possíveis de serem melhor contextualizados em sala de aula, quando comparados aos dados que estão disponíveis nos livros.

O professor pode estimular os alunos a buscarem, na internet, notícias que mostram eventos extremos na cidade em que se localiza a escola, ou algum grande centro urbano que se localiza na região e identificarem alguma medida governamental para adaptações à essas mudanças. Essa aula pode ser planejada juntamente a estudos sobre geografia urbana, geografia política e meio ambiente. É interessante que os alunos possam discutir entre si e proporcionar um ensino investigativo com as seguintes questões:

- Como podemos nos preparar diante das mudanças climáticas?;
- Como os países podem diminuir a emissão de gases do efeito estufa?;
- Qual papel individual dos alunos nesse processo?.

Figura 3 – No site da NASA é possível simular os efeitos do aumento do nível do mar no delta do rio Amazonas. O aplicativo traz a informação de que se toda Groenlândia derreter, se terá um aumento de nível do mar de 5 a 7 metros, para a costa brasileira



Fonte: <climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine>

O planejamento desta aula, baseada nos questionamentos acima, é apresentado na Tabela 5. Como atividade avaliativa, propõe-se a elaboração de um vídeo, pelos alunos, simulando uma reportagem com algum representante da secretaria do meio ambiente da cidade, propondo soluções para amenizar as consequências das futuras mudanças climáticas.

Tabela 5: Plano de aula para o ensino fundamental abordando o quanto as cidades brasileiras estão preparadas para enfrentarem as mudanças climáticas. Através de pesquisas os alunos devem buscar informações sobre como é possível tornar a cidade mais resiliente.

Título da aula	Mudanças climáticas no Brasil e questões de resiliência no espaço urbano
Objetivo	Mostrar efeitos das mudanças no nível no marno Brasil e discutir sobre a resiliência das cidades
Descrição da aula	O professor irá trabalhar com os alunos a questão sistêmica dos oceanos. Também é possível trazer notícias de cidades que tiveram problemas com eventos extremos e abordar como essas cidades estão se preparando diante de possíveis tragédias. O professor pode discutir com os alunos como os países, em especial o Brasil, estão adotando estratégias para diminuir a emissão de gases do efeito estufa.
Atividade proposta	Alunos devem fazer um vídeo, onde simulem que são repórteres de suas cidades, mostrando possíveis soluções que as cidades estão adotando para enfrentarem eventos extremos ou mudanças climáticas
Público-alvo	8º e 9º ano do ensino fundamental

Fonte: elaborada pelo autor.

Ao final dessa aula, espera-se que o aluno possa ter uma visão sobre quais são as estratégias que podem ser adotadas para minimizarem os efeitos das mudanças climáticas, nos centros urbanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os planos de aula estão organizados segundo uma lógica de ensino-aprendizagem que estimula o aluno a ter uma visão sistêmica dos efeitos e impactos das mudanças climáticas. Além disso, essas aulas também podem contribuir para aumentar o conhecimento dos alunos no que tange ao Brasil, buscando quais são os dados e informações e o que realmente irá influenciar no cotidiano de cada aluno. Dessa forma, ressalta-se que as propostas podem ser modificadas e adaptadas pelos professores, mas aconselha-se que a ideia principal de discussão, investigação e uso das geotecnologias, como ferramentas didáticas, sejam mantidos. Os professores podem associar os planos de aula aqui propostos em conjunto com temáticas como climatologia, relevo, correntes oceânicas, cidades, entre outros, não sendo necessariamente preciso que as aulas sejam somente sobre Criosfera e Mudanças Climáticas. Pode-se também, propor atividades interdisciplinares, envolvendo outras disciplinas e professores, mostrando, aos alunos, que a interpretação ambiental requer conceitos das mais diversas áreas do conhecimento, sendo prejudicial a limitação das explicações a apenas um conjunto teórico-metodológico.

Como já abordado, os livros didáticos não são suficientes ou trazem informações defasadas sobre as mudanças climáticas, tornando-se essencial pensar novas práticas didáticas, pelos professores, especialmente com o uso de TICs. Sendo assim as geotecnologias são poderosas ferramentas a serem utilizadas em propostas pedagógicas para o ensino de mudanças climáticas na educação básica. As mudanças climáticas são um assunto recente, e novas pesquisas constantemente trazem novos dados. Assim, é importante trazer conteúdo atualizado, amplamente encontrado na *internet*, e utilizar ferramentas que ainda não estão consagradas no ensino da geografia brasileira, como o *Google Earth Engine* e outras plataformas de dados.

Ressalta-se que o *Google Earth Engine* é uma plataforma que apresenta um potencial significativo para ser utilizado em sala de aula, principalmente a ferramenta *Timelapse*, que aborda uma sequência de imagens do satélite Landsat dos anos 1985-2016, mostrando modificações na paisagem. Essa ferramenta permite, ao professor, construir um processo de ensino e de aprendizagem sobre os principais elementos da Criosfera, proporcionando discussões sobre a natureza antrópica ou natural dessas mudanças e estimulando a criticidade e a ação reflexiva dos alunos nas discussões de causas e efeitos.

REFERÊNCIAS

BENN D. E EVANS D. J. A. **Glaciers and Glaciation**. Londres: Arnold, 2010, 734 p.

CASTRO, P.A.P.P.; TUCUNDUVA, C.C.; ARNS, E.M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **ATHENA**, v. 10, n. 10, 2008.

CAVALCANTI, L. de S. **Geografia, escola e construção de conhecimentos**. 14. ed. São Paulo: Papirus, 2010. 192 p.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: uma introdução à Geografia Física**. Porto Alegre: Bookman, 7ed., 2012.

FIGUEIREDO, A. R. de. **A sociocriosfera nos Andes Centrais**: percepções, adaptações e impactos dos desastres glaciais no Callejón de Huaylas, Peru. 2017. 128 p. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
GOOGLE. **Google Earth Education**. Disponível em <https://www.google.com/earth/education/>. Acesso em 20 jul. 2019.

MOURA, L. M. C.; FILIZOLA, R. **Uso de linguagem cartográfica no ensino de Geografia: os mapas e atlas digitais na sala de aula**. Disponível em:
<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1017-4.pdf>. Acesso em 11 jan. 2019.

OLIVEIRA, M.C. **Plano de aula: ferramenta pedagógica da prática docente**. Pergaminho. Patos de Minas: UNIPAM, (2), 2011, 129 p.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Disponível em
<https://climate.nasa.gov/images-of-change>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Disponível em [vesl.jpl.nasa.gov/sea-level/slr-eustatic](https://climate.nasa.gov/sea-level/slr-eustatic). Acesso em 10 de janeiro de 2019.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Disponível em
<https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

PASSINI, E. Y. **Alfabetização cartográfica e a aprendizagem de Geografia**. 1.ed. São Paulo: Cortez, 2012.

SANTOS, A. **Planejamento de ensino**: suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem na Escola Municipal Papa Pio XII. 2013. 43 p. Monografia de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

SANTOS, V.M.N. **Uso escolar do Sensoriamento Remoto como recurso didático pedagógico no estudo do meio ambiente**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, 2002. 15p.

SANTOS, M.F.P.; CALLAI, H.C. **Tecnologia de Informação no Ensino de Geografia**. In: Encontro Nacional de Prática de Ensino em Geografia, Porto Alegre. Acesso em 10 jan. 2019.

SANTOS, L. E. F. dos; SOUZA JÚNIOR, E.; SIMÕES, J. C.; FILIPPI, E. E. O Brasil e o Ártico. **Finisterra - Revista Portuguesa de Geografia**, n. 107, 125-139, 2018.

SILVEIRA, P. da C.; PETSCH, C.; SIMÕES, J. C. Entre os altos e baixos do livro didático: a Antártica não é plana. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, v.10, n.1, p.74-79, 2014.

SIMÕES, J. C. Glossário da língua portuguesa da neve, do gelo e termos correlatos. **Pesquisa Antártica Brasileira**, 4, p. 119-154, 2004

TOMAZ, A.; SARTOR, S. de B. **Atividades para Trabalhar Didaticamente Conteúdos de Geografia na 6ª Série do Ensino Fundamental**. Associação dos Geógrafos Brasileiros, Porto Alegre, v. 31, n. 25, p. 01-10, 2010.

THORSTEN, S.; PHILIPP, M.; CHRISTIAN, S.; LIPPL, S.; COCHACHIN, A.; BRAUN, M. H. Changes of the tropical glaciers throughout Peru between 2000 and 2016 – Mass balance and area fluctuations. **The Cryosphere Discuss**, 34 p. 2019.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS, à CAPES e ao CNPq pelo financiamento desse estudo.