



Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



EDSON DA SILVA SANTOS

**ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS SOBRE O CONTINENTE ANTÁRTICO A
PARTIR DE ASPECTOS LIGADOS À ASTRONOMIA NO 8º ANO DA ESCOLA
BÁSICA**

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2023

EDSON DA SILVA SANTOS

**ANÁLISE DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS SOBRE O CONTINENTE ANTÁRTICO A
PARTIR DE ASPECTOS LIGADOS À ASTRONOMIA NO 8º ANO DA ESCOLA
BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Astronomia – Mestrado Profissional do Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador(a): Prof. Dr. José Vieira do Nascimento Júnior

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2023

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Santos, Edson da Silva

S234a Análise de sequências didáticas sobre o continente antártico a partir de aspectos ligados à Astronomia no 8º ano da Escola Básica / Edson da Silva Santos. – 2023.

108f. : il.

Orientador: José Vieira do Nascimento Júnior

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2023.

1. Astronomia - Ensino. 2. Antártica. 3. Estações do ano. 4. Antártica – Ensino – Situações didáticas. I. Nascimento Júnior, José Vieira do, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 521/525:919

Rejane Maria Rosa Ribeiro CRB-5/695



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): EDSON DA SILVA SANTOS

DATA DA DEFESA: 18 de agosto de 2023 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 16:05h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
JOSÉ VIEIRA DO NASCIMENTO JÚNIOR	195.357.835-72	Presidente	DR	DEXA - UEFS
CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO	848.990.004-30	Membro Interno	DR	DFIS - UEFS
RITA LOBO FREITAS	705.216.705-00	Membro Externo	DR	UNEB

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

UM ESTUDO DA PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DO CONTINENTE ANTÁRTICO A PARTIR DE ASPECTOS LIGADOS À ASTRONOMIA.

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 37 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 45 min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

** Recomendações¹: Atender as considerações da banca no ato de defesa

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 18 de agosto de 2023

Presidente: José Vieira do Nascimento Júnior

Membro 1: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 2: Rita Lobo Freitas

Membro 3: _____

Candidato (a): Edson da Silva Santos

Coordenador do PGAstro: Paulo César de Melo Aguiar

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): EDSON DA SILVA SANTOS

DATA DA DEFESA: 18 de agosto de 2023 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 16:05h

Sistema Terra-Sol: uma maquete para compreensão da
dinâmica das estações no continente antártico

Simulador do descongelamento de geleiras no continente au-
tártico e elevação do nível dos oceanos

Elaboração de vídeos para o youtube: uma proposta in-
terdisciplinar para ensino da dinâmica antártica

Tutorial de como simular o movimento aparente do Sol
usando o software stellarium.

Feira de Santana, 18 de agosto de 2023.

Presidente:

José Vaz

Membro 1:

Carlos Alberto de Almeida

Membro 2:

Paulo César de Azevedo

Membro 3:

Candidato (a):

Edson da Silva Santos

Coordenador do PGAstro:

Paulo César de Azevedo

Dedico esse trabalho à Mãinha, mulher aguerrida e de fibra, que sempre acreditou nos estudos e me motiva desde sempre a estudar, mesmo com todas as dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Na oportunidade, gostaria de agradecer a Deus, por me possibilitar obter mais uma conquista.

À Universidade Estadual de Feira de Santana, por me permitir a realização de mais um sonho que não é apenas meu.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Vieira, por aceitar a tarefa de me orientar e ter se mostrado uma pessoa preocupada com a minha formação.

Ao corpo docente do Mestrado em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana – MPASTRO, em especial: Prof.^a. Dr.^a. Vera Martin, Prof. Dr. Paulo Poppe e Prof. Dr. Carlos Alberto, cuja dedicação e entusiasmo durante as aulas contribuíram para aumentar a minha admiração pelo ensino da Astronomia.

Ao colégio Resgatyeshua, representado nas pessoas do Professor Jobson Atayde e da Professora Rita Atayde, por apoiarem e me permitirem o desenvolvimento da pesquisa.

Aos estudantes do colégio Resgatyeshua que aceitaram participar da pesquisa e contribuíram com muita dedicação para o desenvolvimento das atividades.

Agradeço a toda a minha família, que mesmo com alguma distância, contribuíram direta ou indiretamente com essa conquista, que na verdade é nossa.

À Joane, irmã que, na medida do possível, sempre me ajuda.

Aos meus avós, Paulo e Maria (*in memoriam*), por contribuírem, entre outras coisas, com a formação de meu caráter.

Agradeço aos meus colegas de pós-graduação Marli Santana, Marli Alves, Janildes e Paulo Oliveira, Welberton e Edgar por todo apoio e incentivos que foram fundamentais para a minha permanência no curso.

Por fim, agradeço a todos os materiais consultados, principalmente os disponíveis em meio digital, espero que citados e referenciados segundo às normas.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento, porque o conhecimento é limitado, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.

Albert Einstein

RESUMO

Os fenômenos didáticos ligados ao aprendizado de conceitos associados ao conhecimento da dinâmica do clima e as quatro estações do ano na Antártica podem ser estar ligados ao fraco desempenho de alguns alunos na compreensão desses conceitos. Um dos problemas que encaminham a esse quadro, no que diz respeito às habilidades interpretativas deles, ocorre por causa da prática e das escolhas didáticas dos professores quando ensinam geografia. Um dos objetivos desse projeto foi provocar uma reflexão sobre os problemas de formação de conceitos geográficos ligados à Astronomia nos alunos, bem como sobre a formação de professores do 4º ciclo do Ensino Fundamental. Nessa problemática de pesquisa, o objetivo de entender a mudança de estatuto das representações para a definição, teoremas geométricos, hipóteses e conclusão, apontamos a necessidade de construir situações de ensino-aprendizagem que contemplem o aspecto da importância mobilização dos registros de representação figural geométrico e de linguagem natural em maquetes para a compreensão de conceitos em geográficos, apoiando-se na metodologia da Engenharia Didática e na Teoria das Situações Didáticas. A hipótese de que a atividade de formulação é crucial para a aquisição de conhecimentos e resolução de problemas de geometria e Astronomia está ligada a essa apreensão, tendo a construção de situações didáticas um papel crucial para conduzir os alunos do 8º ano do Ensino Fundamental a uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos na aquisição de habilidade geométricas. Considerando os obstáculos epistemológicos levantados na literatura, desenvolvemos quatro sequências didáticas com seus respectivos produtos educacionais. Nos resultados, a análise *a posteriori*, mostra que as atividades se desenvolveram, no decorrer do desenvolvimento das sequências didáticas, em um processo de aprendizagem por meio de discussões e distinção entre definição e as características da região antártica em associação com os registros de representação, estabelecendo o conceito de fenômenos climáticos, o que pode levar a uma definição de estação do ano. A validação interna da engenharia fez-se a partir da articulação entre os estudos preliminares e a análise *a priori*, com as constatações feitas na análise *a posteriori*, parcialmente presente nesta dissertação. Nela, foram constatadas dificuldades relacionadas à administração das atividades desenvolvidas e aos processos de aquisição de certos conhecimentos, especialmente aquelas que demandam dos alunos a organização de esquemas de demonstração e a coordenação de diferentes registros de representação ligadas ao tratamento dos conhecimentos no tema estudado. Essas dificuldades decorrem, principalmente, de lacunas apresentadas no modelo didático dominante da instituição quanto ao modo de exposição do tema livro didático, e na forma de avaliação do aprendizado, que não privilegia demonstrações dissertativas.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, Antártica, quatro estações, situações didáticas, obstáculos.

ABSTRACT

The didactic phenomena linked to the learning of concepts associated with knowledge of climate dynamics and the four seasons in Antarctica may be linked to the poor performance of some students in understanding these concepts. One of the problems that leads to this situation, as far as their interpretative skills are concerned, is due to the practice and didactic choices made by teachers when teaching geography. One of the aims of this project was to provoke reflection on the problems of forming geographical concepts linked to astronomy in students, as well as on the training of 4th cycle elementary school teachers. In this research problem, the objective of understanding the change in the status of representations for definition, geometric theorems, hypotheses and conclusion, we pointed out the need to build teaching-learning situations that take into account the aspect of the importance of mobilizing the geometric figural and natural language representation registers in models for the understanding of geographical concepts, based on the methodology of Didactic Engineering and the Theory of Didactic Situations. The hypothesis that the activity of formulation is crucial to the acquisition of knowledge and problem solving in geometry and astronomy is linked to this apprehension, with the construction of didactic situations playing a crucial role in leading 8th grade students to a better understanding of the concepts involved in the acquisition of geometric skills. Considering the epistemological obstacles raised in the literature, we developed four didactic sequences with their respective educational products. In the results, the *a posteriori* analysis shows that the activities developed, during the didactic sequences, in a learning process through discussions and distinction between the definition and characteristics of the Antarctic region in association with the representation records, establishing the concept of climatic phenomena, which can lead to a definition of the season. The internal validation of the engineering was based on the articulation between the preliminary studies and the *a priori* analysis, with the findings made in the *a posteriori* analysis, partially present in this dissertation. In this analysis, difficulties were found related to the management of the activities developed and the processes of acquiring certain knowledge, especially those that require students to organize demonstration schemes and coordinate different registers of representation linked to the treatment of knowledge on the subject studied. These difficulties stem mainly from shortcomings in the institution's dominant didactic model in terms of the way the subject is presented in the textbook, and in the way, learning is assessed, which does not favor dissertative demonstrations.

Keywords: Teaching astronomy, Antártica, four seasons, didactic situations, obstacles.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa-múndi de Ptolomeu em 1486.	26
Figura 2. Planisfério do Globo, em 1570.....	27
Figura 3. Theatrum Orbis Terrarum (Teatro do Mundo) 1598.....	27
Figura 4. Localização do Continente Antártico.....	29
Figura 5. Deriva Continental.	29
Figura 6. Localização do Ártico e continente Antártico.....	30
Figura 7. Áreas de rocha exposta, manto de gelo e plataforma de gelo no continente Antártico	31
Figura 8. Variação na concentração de gelo na Antártica	32
Figura 9. Curvatura da Terra e variação da altura do Sol em diferentes latitudes.....	33
Figura 10. Variação da altura do Sol e quantidade de energia recebida em diferentes latitudes	34
Figura 11. Eixo de inclinação, órbita terrestre e as estações do ano no Continente Antártico.	35
Figura 12. Ciclos Glaciais de Milankovitch	36
Figura 13. George Graham (1673 – 1751)	38
Figura 14. Thomas Tompion (1639 – 1713).....	38
Figura 15. Proto-Orrery desenvolvido por George Graham.....	39
Figura 16. Planetário desenvolvido por John Rowley para Charles Boyle, datado de 1712 –1713	39
Figura 17. Charles Boyle (1674 – 1731)	40
Figura 18. Planetário de Thomas Wright’s – 1740.....	40
Figura 19. Grande Orrery – 1780	41
Figura 20. Maquete tátil-visual do sistema Sol - Terra.	44
Figura 21. Fluxograma das quatro sequências didáticas: da maquete, montagem do simulador, simulador do sistema Sol da meia-noite e da elaboração do vídeo	60
Figura 22. Cobertura Global de Neve e Ciclo do Gelo Marinho em ambos os polos	64
Figura 23. Temporadas de simulador eclíptico	64
Figura 24. Montagem do mancal usando transferidor ou gabarito para ajustar o ângulo de inclinação do eixo de rotação da Terra.....	65
Figura 25. Montagem da parte elétrica.....	66
Figura 26. Teste da iluminação solar no planeta Terra.....	66

Figura 27. Bate-papo com Ser Tão Ciências	67
Figura 28. Marcar o nível da água na lateral externa dos dois recipientes.....	69
Figura 29. Elaboração do roteiro	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Passo a passo da atividade de montagem e teste do dispositivo de Orrery	65
Quadro 2. Passo a passo da atividade de simulação do degelo de geleiras da plataforma de gelo na Antártica e elevação dos oceanos	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Interface de Programação de Aplicações
AV	Audiovisual
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DC	Divulgação Científica
EAD	Educação a Distância
ED	Engenharia Didática
HQ	História em Quadrinho
IA	Inteligência Artificial
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PG	Plano Geral
PM	Plano Médio
PP	Primeiro Plano
SAB	Sociedade Astronômica Brasileira
SD	Sequência didática
TIC	Tecnologias da Comunicação e Informação
TSD	Teoria das Situações Didática
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

LISTA DE SÍMBOLOS

♈	Áries
♎	Libra
#	<i>Hashtag</i> , ou seja, palavras-chave.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Contextualização.....	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1 A dinâmica natural da antártica a partir de aspectos da Astronomia	25
2.2 Contribuições da Astronomia para o descobrimento da Antártica e atual localização: um apanhado histórico-geográfico.....	25
2.3 Características do continente Antártico e contribuições da Astronomia para a compreensão da dinâmica das estações do ano nas regiões polares	30
2.4 Dispositivo Orrery: um resgate histórico de sua idealização e utilização para o ensino de Astronomia.....	37
2.5 Maquete: limites e potencialidades de utilização interdisciplinar no ensino de Astronomia.....	42
2.6 Produção de vídeos: limites e potencialidades a partir de uma prática interdisciplinar como estratégia de ensino	46
2.7 Plataforma do <i>YouTube</i> : um ambiente virtual para o ensino e divulgação da Astronomia.....	51
3 MARCO TEÓRICO	54
3.1 Hipótese de trabalho.....	56
3.2 Objetivo geral.....	56
3.3 Marco teórico-metodológico da didática	57
4 METODOLOGIA	59
4.1 Construção das situações e análise <i>a priori</i>	59
4.2 Experimentação da Engenharia Didática.....	59
5 RESULTADOS	63
5.1 A utilização de sequências didáticas na compreensão da dinâmica ambiental antártica a partir de aspectos da astronomia	63
6 DISCUSSÃO	72
6.1 Análise da intervenção pedagógica da sequência didática.....	72
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	80

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	91
APÊNDICE B - PRÉ-TESTE: CONTINENTE ANTÁRTICO	92
APÊNDICE C - PRÉ-TESTE: ROTEIRO DE VÍDEO	96
APÊNDICE D - PÓS-TESTE: ATIVIDADES PRÁTICAS	100
ANEXO.....	103
ANEXO I MODELO DE ROTEIRO	104
ANEXO II ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES.....	105
ANEXO III ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES	106
ANEXO IV ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES	107
ANEXO V ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES.....	108

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação aborda situações didáticas no ensino de conceitos ligados à geografia do continente Antártico, mais precisamente, àqueles relacionados à Astronomia, como a dinâmica dos movimentos de rotação e revolução da Terra na ocorrência das quatro estações do ano no nosso planeta. Como as sequencias didáticas propostas podem contribuir para o modo de pensar a Geografia a partir dessa abordagem, se constitui numa questão de investigação que é central nesse projeto de mestrado.

Devido ao nível de abstração que envolve entendimento da dinâmica das estações do ano na Antártica e os possíveis obstáculos a esse entendimento, saber como é a visão do aluno e como ela pode evoluir é crucial para professores de geografia e investigadores nesse tema. A didatização contida na proposta desse projeto, propõe trazer a visão intuitiva e ideias iniciais dos alunos para depois vir a sua atuação no nível das definições e conceitos onde a resposta esperada às questões se daria numa etapa do processo de ensino-aprendizagem em que os conhecimentos adquiridos se tornem compatíveis com o saber estabelecido socialmente pela Geografia. O meio para essa proposta de ensino e investigação, contempla sequências didáticas com quatro experimentos, aqui, produtos educacionais, que serão detalhados adiante no capítulo da metodologia.

1.1 Contextualização

No Ensino Básico brasileiro, os conteúdos de Astronomia são comumente ensinados nas disciplinas de Ciências, Física e Geografia; muitas vezes, isoladamente, assim como em séries e momentos específicos. Contudo, é importante que esses conteúdos sejam abordados de maneira interdisciplinar ao longo de toda a escolarização, como é recomendado pela Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018).

A interface de conhecimentos da Astronomia e Geografia se dá em razão da influência que os fenômenos cósmicos exercem sobre a superfície terrestre. Contudo, enquanto a Geografia se debruça sobre os fenômenos terrestres, a Astronomia investiga as múltiplas relações entre os fenômenos celestes e terrestres (Faedo, 2020).

A compreensão das estações do ano, por exemplo, requer entendimento do movimento de revolução do planeta Terra e do eixo de inclinação da Terra. Já a circulação geral dos ventos demanda a compreensão do movimento de rotação, responsável por criar células fixas de baixa

e alta pressão (Borges, Jardim, Teixeira, 2011). O fenômeno das marés, fases da Lua e eclipses, dependem da relação entre Sol-Terra-Lua. Sendo, portanto, de fundamental importância ter conhecimentos dos conteúdos da Astronomia para explicar conteúdos de interesse geográfico de maneira consistente.

Com a reformulação dos currículos escolares, no entanto, muitos conteúdos desenvolvidos historicamente nas aulas de Geografia do Ensino Básico brasileiro têm se afastado da Astronomia, passando a ser ministrados na disciplina de Ciências da Natureza. Aproveitando-se dessa tendência, muitas editoras de livros didáticos de Geografia têm reduzido, e por vezes omitido, temas de discussão física e natural em edições atuais (Maguelnisk, Foetsch, 2019).

Ao analisar quatro livros didáticos de Geografia do 8º ano do Ensino Fundamental, percebeu-se que dois deles dedicam um capítulo ao continente Antártico (Piccoli, 2020; Linhares, 2020; Vários autores, 2020). A escolha de uma dessas obras ocorreu em razão de ser utilizada na instituição onde foi desenvolvida a pesquisa. Os demais livros serviram de comparação. Contudo, apenas a obra adotada pela escola, *locus* da pesquisa, abordou o continente Antártico associando-o aos aspectos ligados à Astronomia para explicar fenômenos de interesse geográfico, ainda que de maneira superficial e com ausência de algumas figuras ilustrativas (Piccoli, 2020). As demais obras abordam esse continente sob o ponto de vista físico e de importância climática, com um dos exemplares ressaltando o potencial econômico do continente (Dellore, 2020), o que foge ao escopo desta pesquisa.

Tal constatação está de acordo com as análises de Faedo (2020), ao ponderar que, apesar da importância e potencialidades dos livros didáticos enquanto recurso para o ensino de conteúdos de Astronomia, por vezes apresentam algumas limitações, tais como: apresentar o conteúdo de forma superficial ou omiti-lo; trazer pouca ou nenhuma ilustração sobre o assunto; não sugerir a prática observacional do céu como algo que possa trazer mais clareza ao processo de ensino-aprendizagem; apresentar erros conceituais, de difícil compreensão ou afirmações que sugerem interpretações equivocadas, mesmo após passarem por avaliação do Ministério da Educação (MEC) (Langhi e Nardi, 2005).

A abordagem do conteúdo da Astronomia na Educação Básica no Brasil também se detém na carência de recursos didáticos e embasamento teórico-metodológico-prático consistente, para que o professor possa abordar com propriedade e segurança o conteúdo da Astronomia durante a mediação didática. Para além disso, os cursos de graduação geralmente não ofertam disciplinas que subsidiam o ensino de temas da Astronomia nas matérias de

Ciências, Geografia, Física, entre outras. Como resultado, é comum o conteúdo de Astronomia deixar de ser abordado em sala de aula (Langhi e Nardi, 2012).

O reflexo dessa falta de formação adequada resulta em outra limitação muito comum no ensino básico: a utilização de aulas puramente expositivas, descontextualizadas e com disciplinas isoladas, cuja mediação por meio de recursos bidimensionais e estáticos, como o livro didático e a lousa analógica, em nada contribui para aumentar o interesse dos estudantes ou para a formação de sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem.

Parte desses problemas poderia ser contornada através de uma formação inicial e continuada dos professores, capaz de capacitá-los para a mediação de aspectos da Astronomia nas matérias em que lecionam, tal como incentiva o método da pesquisa aplicada no ambiente escolar, na busca de resolução de problemas que visam superar o senso comum a partir de conhecimento teórico-metodológico consistente.

A mediação de conteúdos envolvendo a dinâmica natural do continente Antártico requer conhecimentos sobre: 1) teorias geocêntricas, heliocêntricas e seus modelos; 2) o eixo de inclinação e movimento de revolução que a Terra realiza ao redor do Sol e Ciclos Orbitais de Milankovitch, como algo fundamental para explicar o ciclo das estações do ano, assim como dinâmicas climáticas no continente Antártico; 3) estrutura interna do planeta Terra para explicar o processo de Deriva Continental, elucidar climas do passado e explicar a formação do campo magnético, polos magnéticos, polos geográficos e auroras polares¹.

Nessa perspectiva, surge a necessidade de aplicar estratégias de ensino que façam uso da interdisciplinaridade, recursos tridimensionais, audiovisuais, virtuais e de realidade aumentada, pois são processos que envolvem movimento, abstração e buscam explicar algo longínquo da realidade dos estudantes, por meio de idealizações e simplificações.

Considerando toda essa complexidade, a nossa questão de investigação é: situações didáticas cuja característica principal seja a de usar dispositivos que explorem aspectos geométricos como bidimensionalidade e tridimensionalidade podem contribuir para desenvolver a visualização da estática e dinâmica que envolve as quatro estações no continente Antártico?

Para responder a esta questão norteadora, foi estabelecido como objetivo geral: analisar como a elaboração e a utilização de recursos didáticos pautados numa abordagem teórico-experimental pode contribuir para o ensino e divulgação do continente Antártico a partir de aspectos ligados a Astronomia. Como objetivos específicos: elaborar maquetes físicas e realizar

¹ Quando acontecem no hemisfério sul são Aurora Austral, no hemisfério norte Aurora Boreal.

experimentos para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos geográficos sobre o continente Antártico, associados a aspectos da astronomia; desenvolver e compartilhar vídeos, na plataforma *YouTube*, desenvolvidos pelos estudantes, sobre os experimentos, como estratégia de ensino, divulgação científica e atividade avaliativa; averiguar como os estudantes avaliam a elaboração de vídeos digitais, levando em consideração a utilização de roteiros, métodos de edição, conhecimentos sobre direitos autorais e linguagem audiovisual.

Como justificativa, verificamos que, do ponto de vista ambiental, o ensino do continente Antártico a partir de aspectos da Astronomia é pertinente, pois é tido como um regulador térmico em nível planetário por meio da massa de ar polar e correntes marinhas frias que interferem, inclusive, no clima da América do Sul e do Brasil.

Compreender a dinâmica natural do continente Antártico envolvendo o congelamento e descongelamento de parte do Oceano Austral, a partir de aspectos da Astronomia, justifica-se pelo fato de que, para algumas pessoas, o degelo de geleiras no continente Antártico é algo natural, enquanto outras acreditam que esse degelo é intensificado pela ação humana e pode elevar o nível dos oceanos, causando uma série de problemas ambientais.

A reelaboração de recursos didáticos, nesse caso a realização de experimentos e desenvolvimento de maquetes físicas por parte dos estudantes para explicar fenômenos do continente Antártico, justifica-se por aliar teoria e prática. Na situação em questão, busca-se reproduzir com adaptações um dispositivo de Orrery para explicar como a distribuição da luz solar ao longo do ano interfere em diferentes latitudes, em especial nas regiões polares,² e realizar um experimento que simula o derretimento de geleiras no continente Antártico.

O desenvolvimento de roteiros audiovisuais e sua transposição em vídeos a serem compartilhados na plataforma do *YouTube* pelos estudantes, como meio de divulgação científica da dinâmica natural do continente Antártico a partir de aspectos da Astronomia, são necessários porque a utilização e a elaboração de recursos audiovisuais, durante o processo de ensino-aprendizagem, têm mostrado resultados satisfatórios quando o delineamento é responsável. Ademais, segundo, Goulart, *et. at.* (2021) pesquisas brasileiras são desenvolvidas na Antártica e necessitam ser compartilhadas fora do ambiente acadêmicos e científicos.

As potencialidades educacionais dos recursos audiovisuais podem ser melhor exploradas caso as características das atividades responsáveis pelo processo de elaboração dos vídeos sejam levadas em consideração, tais como: desenvolvimento de sinopse, elaboração do

² Para a Astronomia a delimitação das regiões polar toma como referência “[...] os paralelos de latitude nos quais o Sol se torna circumpolar (o Círculo Polar Ártico e o Círculo Polar Antártico, nas latitudes de cerca de 66,5° N e 66,5° S, respectivamente) são considerados os limites inferiores.” (Miguens, 2000, p. 1541).

roteiro, elaboração do *storyboard* e edição que, somada à utilização de *software* na realização dessas atividades, contribui para a compreensão geral de todo o processo produtivo (Vargas, Rocha, Freire, 2007).

Do ponto de vista da orientação curricular no processo de ensino e aprendizagem, a Base Nacional Comum Curricular respalda o desenvolvimento, uso e compartilhamento de recursos audiovisuais a partir das seguintes Competências Gerais que os estudantes devem desenvolver:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

O uso da plataforma do *YouTube* justifica-se também por diversas razões: (i) trata-se de uma mídia social gratuita, utilizada por mais de 70% dos brasileiros; (ii) possibilita elaborar, armazenar e compartilhar conteúdos audiovisuais, sobre várias temáticas, capazes de serem acessados, em muitos casos, gratuitamente, assim como a partir de qualquer lugar, desde que o dispositivo utilizado esteja conectado a uma rede com acesso à *internet*.

Enquanto recurso audiovisual, os vídeos na plataforma *YouTube* possuem potencial de uso pelos discentes e docentes, antes, durante ou após a mediação didática, neste caso como sugestão de aprofundamento do conteúdo por parte dos estudantes. Isso porque os recursos audiovisuais são capazes de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais atraente e fácil, principalmente para os nativos digitais, entendidos como aqueles que nasceram cercados por *videogames*, computadores, *internet*, *smartphones*, *tablets*, aplicativos, redes sociais, entre outros (Oliveira, Brito, 2015).

Sendo assim, a elaboração de roteiros e produção de vídeos para a plataforma do *YouTube* para abordar conteúdos geográficos do continente Antártico, explicados com o auxílio de conhecimentos da Astronomia, poderão despertar maior interesse e participação dos estudantes e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo e duradouro, tanto para discentes quanto para docentes.

A escolha do continente Antártico é justificada devido a sua importância do ponto de vista da localização geográfica, para onde convergem e divergem linhas do campo magnético da Terra, responsáveis pela formação de polos magnéticos, muitas vezes confundidos com polos geográficos, tratados como se fossem um só, ou conceituados de maneira errônea e insuficiente nos livros didáticos (Canalle, Trevisan, Lattari, 1997). Os polos magnéticos possibilitam a

utilização de instrumentos como bússola e protegem o planeta de partículas vindas do Sol, permitindo também o fenômeno da aurora austral.

A localização geográfica latitudinal do continente Antártico torna o estudo do continente pertinente, pois entre o Círculo Polar Antártico $-66^{\circ}, 33'$ e -90° , no Polo Geográfico, é possível, ao estudar o movimento aparente diário e anual do Sol, conhecer sobre o “Sol da meia-noite”, fenômeno típico dos meses de verão, segundo o qual o Sol fica no horizonte 24 horas por dia sem se pôr.

Do ponto de vista climático, o clima frio e seco do continente Antártico, aliado às elevadas altitudes, forma a combinação ideal para a instalação de telescópios (Bhathal, 2008) e Tobin (2007). Sua extensão territorial, somada à camada de gelo que cobre aproximadamente 95% do continente, “facilita” a identificação e a coleta de meteoritos, considerando o contraste existente entre o gelo e o meteorito escuro.

Além disso, o continente Antártico é tido como um regulador térmico, em que são originadas massas de ar e correntes marinhas frias que atuam em outros continentes, por isso a necessidade de sua preservação e monitoramento climático para entender a dinâmica climática atual. É preciso estar alerta para o uso sustentável dos recursos, o aquecimento global, a elevação do nível dos oceanos, “buracos” na camada de ozônio e paleoclimas, responsáveis por permitir a existência de árvores fossilizadas e combustíveis fósseis no continente, cuja gênese remete a um período anterior à deriva continental.

Vale ressaltar que este trabalho não é a primeira pesquisa acadêmica a ser desenvolvida sobre o Continente Antártico. Para o desenvolvimento deste trabalho, por exemplo, foram consultados *site* e trabalhos sobre os aspectos físicos do continente Antártico, a saber: Aitken *et al.*, (1994); Costa Filho (2000); Felicio (2007); Simões (2011) e Dotta *et al.*, (2021). Sobre o ensino do continente Antártico consultou-se os trabalhos de Brasil (2006); Kaiser (2010); Affonso *et al.*, (2015); Lopes *et al.*, (2020) e Petsch e Batista (2022); Costa (2022) e Furtado *et al.*, (2017). Referente à divulgação científica das regiões polares foram consultados os trabalhos de Goulart *et al.*, (2021); Affonso *et al.*, (2022); Petsch *et al.*, (2021) e Petsch *et al.*, (2023).

O diferencial desta pesquisa advém da abordagem interdisciplinar pautada em aspectos da Astronomia para a realização da mediação pedagógica na explicação da dinâmica natural do continente Antártico e no desenvolvimento de recursos didáticos para essa finalidade.

O interesse em desenvolver este trabalho origina-se na prática do professor pesquisador em perceber, em aulas Geografia do 8º ano, a necessidade de: conhecimentos teórico-metodológicos interdisciplinares, recursos didáticos tridimensionais-dinâmicos e realização de

experimentos explicados por meio de vídeos, elaborados como estratégia de ensino e compartilhados nas mídias digitais como meio de divulgação científica da dinâmica natural do continente Antártico, a partir de aspectos da Astronomia.

Assim sendo, para efeitos de organização, a dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma: primeiramente encontra-se a introdução, destinada a contextualizar, problematizar e justificar a temática em estudo, ressaltando a importância da realização da pesquisa, seja para o âmbito escolar, acadêmico ou ambiental.

O capítulo 2 destina-se a refletir sobre a dinâmica natural do continente Antártico a partir de aspectos da Astronomia e propõe a utilização de maquetes, simuladores e realização de experimentos, capazes de demonstrar a relação das estações do ano, os processos de expansão do gelo marinho durante o inverno e seu degelo durante o verão, bem como as implicações do degelo de geleias sobre ou ligadas ao continente Antártico. Na sequência, ressaltam-se as potencialidades dos recursos audiovisuais e propõe-se a elaboração e divulgação de vídeos sobre os experimentos desenvolvidos pelos estudantes, como estratégia de ensino, e seu compartilhamento na plataforma do *YouTube*, promovendo a divulgação científica.

No capítulo 3, trazemos o marco teórico, objetivos e hipótese de investigação com a proposta da metodologia utilizada, pontuando os sujeitos investigados, o *locus* da realização do estudo e as etapas que a pesquisa seguiu. O capítulo 4 discorre sobre aplicação da metodologia. O capítulo 5, discute sobre os resultados observados na engenharia didática, e finalmente, no capítulo 6 trazemos as conclusões.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A dinâmica natural da antártica a partir de aspectos da Astronomia

Este capítulo apresenta os aspectos importantes do continente Antártico para a compreensão de sua gênese e dinâmica natural, a partir de conhecimentos da Astronomia. No plano didático, propõe a utilização de maquetes e a realização de experimentos para representar como é a dinâmica que envolve os processos de congelamento e descongelamento do mar em volta do continente Antártico, o degelo de geleiras³ nesse continente, e suas implicações para o clima. Nas situações didáticas apresentadas que contêm as sequências didáticas, são abordadas a produção e o compartilhamento de vídeos, na plataforma *YouTube*, desenvolvidos pelos estudantes sobre os experimentos, como estratégia de ensino e investigação nos moldes da Engenharia Didática.

2.2 Contribuições da Astronomia para o descobrimento da Antártica e atual localização: um apanhado Histórico-Geográfico

A origem do nome Antártico, e a hipótese de um continente gelado no hemisfério sul do planeta Terra, foi levantada por povos antigo e possui relação com o hemisfério norte terrestre e celeste, em razão da estrela *Polaris*, pertencente à constelação da Ursa Menor, localizada no polo celeste norte e utilizada por viajantes para se localizar na direção norte. Como o urso, animal endêmico do hemisfério norte terrestre, em grego significa *árktos*, a região polar norte passou a ser chamada de Ártico.

Ao realizar observações de eclipses lunares, povos antigos levantaram a possibilidade de uma região polar no hemisfério sul terrestre. Por ser oposta ao Ártico sua denominação deveria ser Ant(i)-Ártico, por isso Antártico, do grego *Antarctikós*. No entanto, alguns preferem a denominação Antártida, em alusão ao continente perdido, ou por entender que no polo norte não existe uma Ártica, não justificando, assim, o uso da palavra Antártica. Apesar de muitas discussões quanto a grafia, ambas são aceitas. O Brasil, oficialmente, utiliza a Antártica (Capozoli, 2001).

³ Formadas pela acumulação de neve, as geleiras ou glaciares são massas de gelo que se movem lentamente de regiões elevadas para regiões baixas e de áreas de acumulação mais espessa para áreas de menor espessura. Nesse sentido, campos de neve perenes e imóveis ou o gelo formado a partir da água do oceano nas regiões polares não são considerados geleiras (Almeida, Sígolo, 2019).

O interesse sobre o continente Antártico, como supramencionado, remonta à Antiguidade. Entretanto, a possibilidade de existência de uma região polar sul data de 500 a.C., quando Pitágoras de Samos (~ 572 - 497 a.C.), por meio de observações e cálculos, já levantava a hipótese da Terra redonda (Costa Filho, 2000).

Para argumentar a teoria da Terra redonda, filósofos e geógrafos, como Ptolomeu e Aristóteles, acreditavam na simetria da natureza e propuseram o seguinte: se o globo terrestre fosse redondo e existisse uma zona fria ao norte do planeta, deveria conter uma grande massa de terra também fria no hemisfério sul, para contrabalançar a Europa, a o norte da Ásia e “conter” os oceanos Atlântico e o Índico (Ortelius, 1589).

A possível massa de terra na base do planeta é mencionada por volta de 150 d.C., no livro “A Geografia”, de autoria de Ptolomeu de Alexandria, com a denominação de *Terra Australis Nondum Cognita*, ou a Terra Desconhecida do Sul (Costa Filho, 2000).

No Mapa-múndi de Ptolomeu de 1484, presente em seu livro *Cosmographia*, a massa continental Antártica está ligada às porções de terras conhecidas: Europa, costa leste da Ásia, leste da Ásia e ao centro do Oceano Índico (Figura 1).

Figura 1. Mapa-múndi de Ptolomeu em 1486.

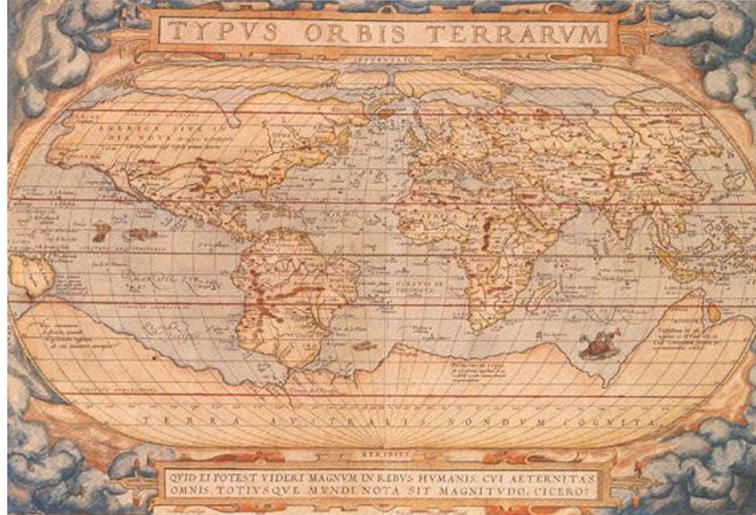


Fonte: Braga, 2019.

Com as viagens exploratórias das grandes navegações e descobrimentos do século XV ao XVII, Colombo descobriu a América do Norte, em 1492. Com a descoberta da América do

Sul, o continente Antártico, até então “*Terra Australis Nondum Cognita*”, aparecia ligado com a América e a Austrália (Figura 2).

Figura 2. Planisfério do Globo, em 1570.



Fonte: Crossley, 1995.

Ao realizar uma viagem de círculo-navegação, Fernão de Magalhães, em 1519, descobriu o estreito que leva o seu nome ao contornar a porção sul da América, cuja passagem lhe permitiu chegar ao Oceano Pacífico e alcançar as Índias Orientais pelo oeste (Figura 3). Já a viagem de Sir Francis Drake⁴, em 1577, descobriu que as Américas não estavam ligadas com a Antártica.

Figura 3. Theatrum Orbis Terrarum (Teatro do Mundo) 1598.



Fonte: Ortelius, 1589.

⁴ Sir Francis Drake, a bordo do Cabo de honor, comprovou “[...] que a Terra do Fogo não era senão uma grande ilha, banhada ao sul pelo tempestuoso estreito que hoje tem o seu nome.” (Castro, 2022, p. 49).

Com a “descoberta” da Austrália⁵, pelo capitão inglês James Cook⁶ (1728 - 1779), permanecia a hipótese de ligação de um continente mais austral à Austrália. No entanto, quando os holandeses contornaram o sul da Austrália pelo mar, provaram a não existência de ligação com um continente desconhecido até então (Costa Filho, 2000).

Não há um consenso quanto aos descobridores do continente Antártico. Sabe-se que o Capitão James Cook, no século XVIII, navegou ao sul do Círculo Polar Antártico, mas não avistou o continente. Atribui-se ao navegador russo Bellingshuasen o título de primeiro a avistar o continente durante uma expedição à região Antártica (1819 a 1821). Nessa disputa também há o corsário Sir Francis Drake que alega ter descoberto o continente por volta do ano de 1577-80.

Os interesses econômicos, o espírito aventureiro, disputas políticas e fins científicos motivaram a continuação de expedições em busca do continente Antártico. Entretanto, foram em viagens de cunho comercial que dois caçadores de focas, Nathaniel Brown Palmer e James Wddell, descobriram, respectivamente, a península Antártica, em 1820 (embora outros navegadores também tenham pleiteado este feito) (Costa Filho, 2000).

Após a descoberta do continente Antártico, as expedições continuaram, com destaque para: a localização do polo sul magnético e a mais emocionante de todas: a busca pelo sul geográfico, alcançada em 14 de dezembro de 1911.

O interesse do Brasil pelo continente Antártico remonta ao período colonial, quando a Marinha brasileira realizou uma viagem à região subantártica, a bordo da Corveta “Parnayba”, à Punta de Arenas, cidade chilena ao sul da América do Sul, em 1882. A expedição possuía caráter científico e foi realizada pelo então imperial Observatório do Rio de Janeiro, atual Observatório Nacional, com o objetivo de observar e estudar a passagem do planeta Vênus pelo disco solar, em 06 de dezembro de 1882 (Secirm, 2007). Provavelmente, a viagem foi realizada a pedido do Imperador Dom Pedro II, admirador da Astronomia.

O continente Antártico está localizado no hemisfério sul (Figura 4), praticamente centralizado no polo sul geográfico e inserido, quase em sua totalidade, na região Antártica, cuja delimitação definida pela Astronomia toma como referência “[...] os paralelos de latitude nos quais o Sol se torna circumpolar (o Círculo Polar Ártico e o Círculo Polar Antártico, nas latitudes de cerca de 66,5° N e 66,5° S, respectivamente) são considerados os limites inferiores.” (Miguens, 2000, p. 1541).

⁵ A Austrália deriva da palavra *australis*, oriunda do latim, e significa austral, ou seja, sul.

⁶ Em 1768, James Cook foi financiado pela coroa britânica e pela Sociedade Real de Geografia com a missão de “observar o planeta Vênus à bordo do Endeavour”.

Ao analisar a imagem, observa-se que o continente Antártico origina-se do processo de fragmentação do supercontinente *Gondwana*, iniciado há 180 milhões de anos. Ao migrar de norte para o sul, o continente Antártico⁷ levou consigo vestígios de paleoclimas, como árvores fossilizadas, oriundos de um período em que esteve em uma região mais tropical.

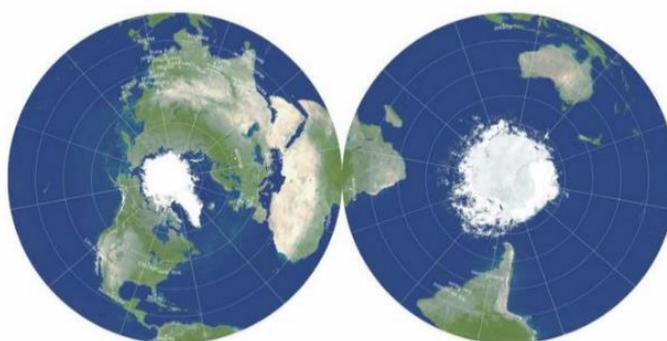
2.3 Características do continente Antártico e contribuições da Astronomia para a compreensão da dinâmica das estações do ano nas regiões polares

As regiões polares norte e sul são delimitadas pelo Círculo Polar Ártico $66^{\circ}33'$ e Círculo Polar Antártico $-66^{\circ}33'$. Essas regiões estão sob influência das altas altitudes geográficas. Apesar de apresentarem características semelhantes, como clima frio, hostil e coberto por gelo, o continente Antártico e o Ártico são bastantes distintos, como exposto a seguir.

Enquanto o continente Antártico é rochoso, com aproximadamente 14 milhões de km², cerca de 10% da superfície terrestre, e tem 95% de seu território coberto por um extenso manto de gelo, com variação média de espessura de 2. 200 a 4.800m (Secirm, 2007). As plataformas geladas projetam-se sobre o mar e frequentemente ocultam o contorno da crosta (Costa Filho, 2000).

O Ártico não é um continente, mas sim uma calota do mar congelado, com espessura próxima de 10 metros, cercado pela maior massa continental do planeta, Eurásia e América do Norte, com estreitas faixas de oceanos livres (Felicio, 2007), aspecto que influencia no clima, deixando-o mais aquecido, possibilitando maior biodiversidade que o continente Antártico. A seguir um comparativo da localização do Ártico e do continente Antártico (Figura 6).

Figura 6. Localização do Ártico e continente Antártico



Fonte: Gott *et al.* 2021.

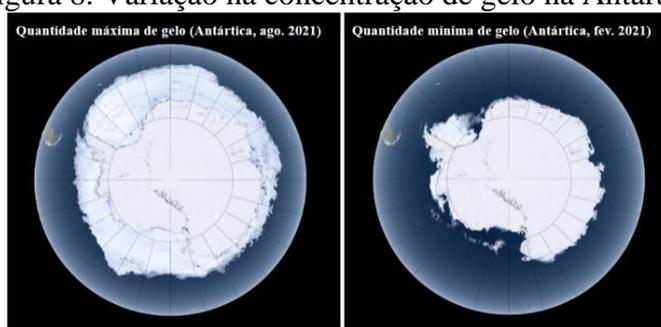
⁷ A Teoria da Deriva Continental consegue explicar vestígios de depósitos glaciais e camadas de carvão presentes em alguns continentes do período em que estavam em posições antigas do Equador e dos polos.

As áreas mais livres de gelo do continente Antártico localizam-se na Antártica Marítima, região compreendida pela Península Antártica e arquipélagos adjacentes. Devido à localização e extensão, apresenta clima menos severo, temperaturas mais elevadas e maiores índices de precipitação líquida (Lopes *et al.*, 2020).

Em razão de sua localização, extensão e altitude média em relação ao nível do mar, o continente Antártico é tido como a região dos superlativos: mais fria, mais seca, mais inóspita, mais remota, mais intocada, mais desértica, mais estéril, mais ventosa e de mais alta superfície média (Secirm, 2007).

Em volta do continente Antártico, o gelo marinho forma um cinturão, cuja espessura varia de 1 a 3 metros. “Sazonalmente, entre verão e inverno, a área desse cinturão expande de uma área mínima ao redor de 3,0 milhões de km² (em fevereiro) para 18 milhões de km² (no final de setembro).” (Simões, 2011, p. 22), como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8. Variação na concentração de gelo na Antártica



Fonte: Nasa, 2022.

A variação sazonal envolvendo a expansão e retração do gelo marinho em volta do continente Antártico acontece devido a inclinação “fixa” do eixo imaginário de rotação terrestre, responsável pelos dias e as noites em cerca de 23,5 graus. Em combinação com o movimento de revolução ao redor do Sol durante um ano, possibilita uma distribuição desigual da incidência de radiação solar sobre a superfície terrestre e a ocorrência das estações do ano. No caso das zonas polares são duas estações bem definidas, verão e inverno.

A trajetória descrita ao longo do movimento de revolução da Terra é uma elipse de baixa excentricidade, com o Sol ocupando um dos focos. Ao longo dessa trajetória, há momentos em que o planeta Terra se encontra mais próximo do Sol, conhecido como periélio, e momentos em que a Terra se encontra mais distante do Sol, conhecido como afélio. Tal aproximação ou afastamento não são responsáveis pelas estações inverno e verão, respectivamente, como comumente podem ser associados.

A inclinação fixa do eixo imaginário de rotação terrestre durante o movimento de revolução, em uma órbita elíptica, também possibilita que as estações do ano aconteçam simultaneamente de maneira opostas nos hemisférios norte e sul da Terra.

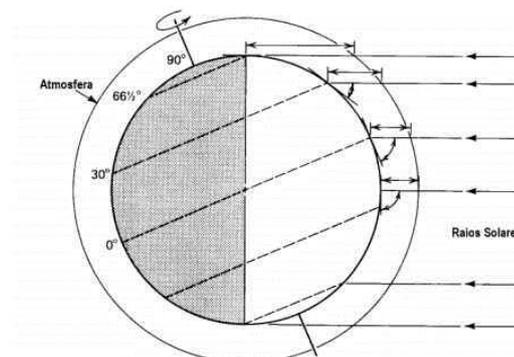
No momento do Solstício de Inverno Austral, por volta de 26 de junho, acontece o dia mais curto do ano. O Sol nasce na constelação de Câncer, incidindo quase perpendicularmente sobre o Trópico de Câncer. Contudo, ao longo do solstício, os raios solares passam a atingir a superfície terrestre, no hemisfério sul, de modo oblíquo (inclinado). Logo, a incidência de radiação solar é menor, tendo como consequência temperaturas mais baixas.

Já o Solstício de Verão Austral acontece no momento em que o Sol atinge a posição mais angular ao sul do Equador Celeste, $23,5^\circ$. Nesse momento, o Sol nasce na constelação de Capricórnio, por volta de 21 de dezembro. Sua incidência tende a ser quase perpendicular nas proximidades do Trópico de Capricórnio e de modo oblíquo na superfície terrestre do hemisfério norte. Em razão dessa inclinação, a insolação tende a ser maior, gerando temperaturas mais quentes no hemisfério sul (Milone, 2018).

Nos equinócios, os raios solares incidem perpendicularmente sobre a Linha do Equador. Logo, os dois hemisférios recebem a mesma quantidade de iluminação e, a depender da mudança de estação, quando for equinócio de primavera no hemisfério norte, será equinócio de outono no hemisfério sul. Tomando como exemplo o hemisfério sul do planeta Terra, o Equinócio do Outono Austral acontece quando o Sol, percorrendo a Eclíptica, desloca-se do hemisfério celeste sul para o norte, passando pelo ponto de Libra, por volta de 21 de março. Já o Equinócio de Primavera Austral acontece quando o Sol realiza o caminho inverso, passando pelo Ponto de Áries, em torno de 22 de setembro, ao deslocar-se do hemisfério celeste norte para o sul (Milone, 2018).

Como a Terra é curva, a altura do Sol varia de acordo com a latitude (Figura 9).

Figura 9. Curvatura da Terra e variação da altura do Sol em diferentes latitudes

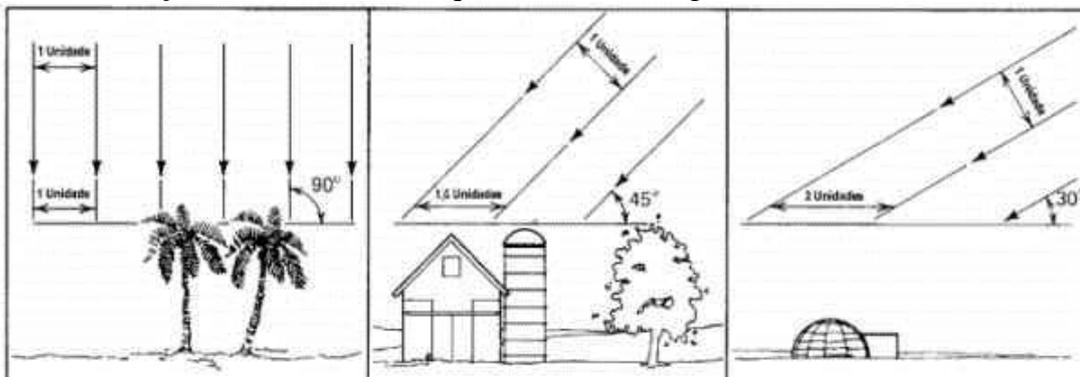


Fonte: Grimm, 1999.

Tal variação é responsável pela quantidade de radiação solar que atinge a Terra (Figura 10). Quanto maior a altura do Sol, menor a distância da radiação solar a ser percorrida na atmosfera e maior a quantidade de energia recebida, pois a radiação solar atinge verticalmente a superfície terrestre (Grimm, 1999).

Quanto menor for a altura do Sol, maior a distância que radiação solar deve percorrer na atmosfera, podendo ser refletida e/ou absorvida. Logo, menor será a quantidade de energia recebida, o calor e as temperaturas tendem a ser mais baixas (Grimm, 1999).

Figura 10. Variação da altura do Sol e quantidade de energia recebida em diferentes latitudes



Fonte: Grimm, 1999.

Nas regiões polares, a radiação solar incide sobre a superfície terrestre de forma inclinada, sempre próxima da linha do horizonte, ou pouco abaixo dessa linha, com menor intensidade.

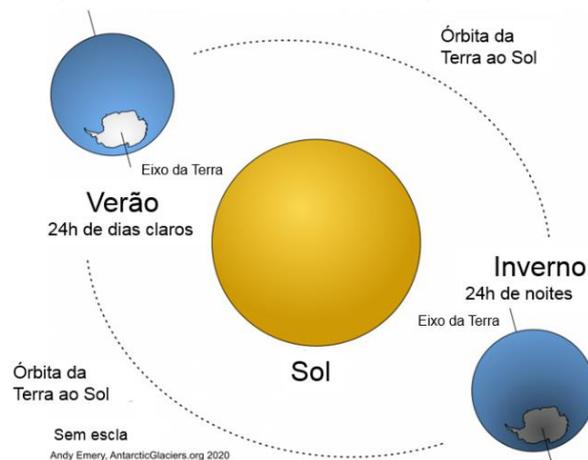
Durante o Solstício de Inverno, a máxima elevação do Sol acima do horizonte durante o dia é menor. Logo, os dias claros são mais curtos e as noites mais longas. Consequentemente, há menos radiação e menos calor. Já ao longo do Solstício de Verão, a máxima elevação do Sol acima do horizonte durante o dia é maior. Logo, têm-se dias claros mais longos e noites mais curtas. Consequentemente, há mais radiação e mais calor. No entanto, devido ao albedo da neve e do gelo sobre o continente Antártico, 85% radiação solar é refletida e pouco calor é absorvido (Brasil, 2006).

A desigual distribuição da luz solar ao longo do ano no planeta Terra traz uma característica típica para as regiões polares o fenômeno conhecido como Sol da meia-noite. Nesse período, o movimento aparente do Sol, durante os meses de verão, circula no horizonte sem se pôr. Quanto mais próximo do polo estiver, aumentam-se as chances de observar esse fenômeno por um maior número de dias.

Um fenômeno oposto ocorre durante o inverno: quanto mais próximo dos polos, maior o número de dias sem a luz do Sol. Logo, não é válido dizer que o Sol da meia-noite é um fenômeno observável em todo o continente Antártico, nem tão pouco afirmar que na Antártica são seis meses de luz e seis meses de escuridão, pois essa característica só é válida para os 90° de latitude nos polos geográficos da Terra (Simões, 2013).

Tais fenômenos se devem à combinação envolvendo a inclinação do eixo imaginário terrestre, aliado ao movimento de revolução, responsáveis por possibilitar que nas regiões polares um hemisfério esteja mais voltado para o Sol, durante o verão, enquanto o outro hemisfério se volta para longe do Sol, ao longo do inverno, como pode ser observado no exemplo a seguir para o continente Antártico (Figura 11).

Figura 11. Eixo de inclinação, órbita terrestre e as estações do ano no Continente Antártico



Fonte: Emery, 2020.

Essa dinâmica permite que ocorra a expansão do gelo marinho durante o inverno e sua retração ao longo do verão. Contudo, pesquisas têm demonstrado que a não reposição de gelo durante o inverno na região Antártica⁸ pode estar relacionada com o Aquecimento Global, promovido por intervenção antrópica, responsável por intensificar o Efeito Estufa, fenômeno natural responsável por manter o planeta Terra aquecido.

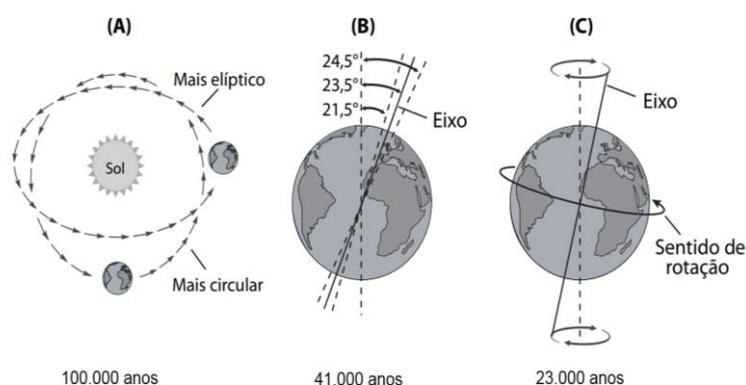
No entanto, para algumas pessoas, o Aquecimento Global não possui relação com as intervenções antrópicas no meio ambiente, pois o avanço e recuo das geleiras é visto como algo natural, uma vez que já aconteceram em outros períodos, devido à variação da energia solar

⁸ A Região Antártica é a parte que envolve o continente Antártico mais o Oceano Austral. Não é todo o continente Antártico que está derretendo, mas sim geleias e plataformas de gelo situadas na região mais amena da Antártica, a Península Antártica (Simões, 2013).

recebida pelo planeta Terra ao longo de sua órbita, em períodos superiores a rotação diária e revolução anual. Tais variações podem ser explicadas por meio da teoria dos ciclos orbitais de Milankovitch (Almeida, Sígolo, 2019).

Os três principais ciclos de Milankovitch (Figura 12) indicam variações orbitais terrestres na: (a) excentricidade da órbita terrestre; (b) obliquidade envolvendo o eixo de rotação e o plano da órbita; (c) inclinação do eixo e a posição da Terra no ciclo de revolução, conhecida como precessão do Equinócio (Almeida, Sígolo, 2019).

Figura 12. Ciclos Glaciais de Milankovitch



Fonte: Oliveira, *et al.* 2017.

Apesar de polêmico, e de não existir um consenso do porquê os climas mudam e as glaciações acontecem, acordos são firmados e conferências ambientais realizadas com o objetivo de promover a proteção do meio ambiente. Por exemplo, considerando a importância econômica, geoestratégica, ambiental e científica do continente Antártico, alguns tratados foram firmados, cujas disposições aplicam-se às áreas situadas ao sul do paralelo -60, a saber: Tratado Antártico (1959), criado para coibir a atividade econômica, permitir a livre circulação de embarcações em alto-mar, a realização de pesquisa, proibir o uso territorial para fins militares e exploração econômica por 30 anos (1961 – 1991) e não reconhecer a soberania de porções do território antártico para nenhuma nação.

Apesar do enfoque atual, o tema Mudanças Climáticas e Aquecimento Global vem sendo discutido em âmbito global desde a primeira Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em 1970, em Estocolmo, na Suécia. Desde então, busca-se estabelecer metas para a redução da emissão de gases do Efeito Estufa, pautadas no desenvolvimento sustentável, de modo a não comprometer a disponibilidade de recursos naturais para as gerações futuras.

Para complementar o Tratado Antártico, segue o Protocolo de Madrid (1991), com o objetivo de reafirmar o continente Antártico como não pertencente a nenhuma nação, estabelecer ações que visam a preservação e conservação do ecossistema, proibir sua exploração econômica por 50 anos e o designar como reserva natural, consagrada à paz e à ciência (Brasil, 2021).

Ante o exposto, observa-se a importância de: ter conhecimento histórico, geográfico e da Astronomia para relacionar a forma da Terra ao descobrimento do continente Antártico; compreender o eixo de inclinação, o movimento de revolução, as estações do ano e a dinâmica natural envolvendo o congelamento e descongelamento de parte do Oceano Austral. Para tanto, é importante esclarecer as peculiaridades das características apresentadas pelo continente Antártico, cuja demonstração e explicação das estações do ano e demais fenômenos de interesse da Astronomia requer a utilização de recursos didáticos tridimensionais e dinâmicos. Um desses recursos é explicitado na seção a seguir, que trata da utilização de telúrios do tipo Orrery para simular os movimentos da Terra e relacionar o eixo de inclinação, movimento de revolução e as estações do ano.

2.4 Dispositivo Orrery: um resgate histórico de sua idealização e utilização para o ensino de Astronomia

Os modelos cosmológicos evoluíram do bidimensional-estático para o tridimensional-dinâmico. Passaram do geocentrismo (um modelo defendido por Ptolomeu, aceito pela igreja católica e pela maioria dos cientistas da época), com a Terra estática no centro do Universo e os demais astros girando ao seu redor, para o Heliocentrismo, com o Sol no centro do Universo e a Terra e demais astros girando em seu entorno. O Heliocentrismo é o modelo atualmente aceito e foi defendido por Nicolau Copérnico, porém criticado pela igreja e muitos cientistas da época.

O Telúrio é um tipo de modelo planetário capaz de simular os movimentos de rotação e revolução dos planetas e satélites naturais ou artificiais em um sistema heliocêntrico. A origem do termo Telúrio vem do latim *Tellurium*, ou seja, *Tellus*, e significa Terra. Trata-se de um dispositivo idealizado por Adrien Anthonioz, em 1600, sendo posteriormente aprimorado pelo cartógrafo, fabricante de globos e astrônomo holandês, Wilhelm Janszoon Bleau (1571 – 1338) (Martins, Silva, João, 2014).

No transcorrer dos aprimoramentos, esse tipo de planetário Telúrio passou a ser conhecido popularmente como Planetário Orrery. A mudança da nomenclatura foi iniciada em 1707, quando os relojoeiros ingleses, integrantes da *Royal Society* e desenvolvedores de instrumentos científicos, George Graham (1673 – 1751) (Figura 13) e Thomas Tompion (1639 – 1713) (Figura 14), utilizando mecanismos de relógio, projetaram e desenvolveram planetários mecânicos do Sistema Solar, capazes de simular os movimentos orbitais da Terra e da Lua em torno do Sol.

Figura 13. George Graham (1673 – 1751)



Fonte: Betts, 2019.

Figura 14. Thomas Tompion (1639 – 1713)



Fonte: Mulder, 2021.

Na figura 15 é possível ver o primeiro modelo experimental criado por George Graham (Buick, 2014).

Figura 15. Proto-Orrery desenvolvido por George Graham



Fonte: Buick, 2014.

De posse de uma cópia do projeto do planetário desenvolvido por George Graham e Thomas Tompion para o Príncipe Eugene (1663 – 1736), o fabricante de instrumentos londrino John Rowley (1668 – 1728) criou um planetário (Figura 16) a pedido do irlandês Charles Boyle (1674 – 1731), 4º Conde de Orrery (Figura 17) (Buick, 2014).

Figura 16. Planetário desenvolvido por John Rowley para Charles Boyle, datado de 1712 – 1713



Fonte: Buick, 2014.

Na figura 17, podemos ver Charles Boyle, o 4º conde de Orrery, responsável por popularizar o nome do dispositivo Orrery.

Figura 17. Charles Boyle (1674 – 1731)



Fonte: Buick, 2014.

A trabalhosa, cuidadosa e demorada elaboração de um planetário mecânico resultava em peças de beleza única, bem detalhadas e de grande valor, pois tornaram-se ferramentas educacionais e símbolo de *status*, acessíveis, a princípio, à realeza, nobreza e posteriormente a cavaleiros e professores (Figura 18 e Figura 19).

Figura 18. Planetário de Thomas Wright's – 1740



Fonte: Buick, 2014.

Hoje, muitos desses dispositivos estão sob os cuidados de museus e colecionadores. Em razão da popularização desse dispositivo, os planetários mecânicos passaram a ser chamados de Orrery, em homenagem ao seu patrono, Charles Boyle, quarto conde de Orrery (Buick, 2014).

Figura 19. Grande Orrery – 1780



Fonte: Buick, 2014

Vale ressaltar que os planetários desenvolvidos por Graham, Tompion e Rowley não tinham a preocupação com a escala e faziam uso de órbitas circulares, pois objetivavam demonstrar os movimentos do Sol, da Terra e da Lua em um sistema heliocêntrico (Buick, 2014).

O nosso modelo adaptado do planetário Orrery também desconsidera a escala e o fato da órbita elíptica do planeta Terra, pois, a princípio, tem-se por objetivo demonstrar manualmente que as estações do ano estão relacionadas com o eixo de inclinação da Terra, associado ao movimento de revolução que a Terra realiza em torno do Sol. Foi desenvolvido com base nos trabalhos de Araujo (2009); Boaventura (2015); Barbosa (2016); Resende (2017) e Silva (2018), a partir do uso de materiais acessíveis e de baixo custo. Entretanto, a elaboração de maquetes mecânicas do dispositivo Orrery também pode ser desenvolvida para ser automatizada, utilizando mecanismos de relógio, robótica, programação e eletrônica, por meio de sucatas ou peças adquiridas.

Com um planetário Orrery, também é possível demonstrar fases da Lua, eclipses e calendário. Contudo, com o nosso modelo adaptado, pretende-se apenas mostrar:

- i) a simultaneidade do movimento de rotação e revolução da Terra;

ii) que, para um observador acima do polo norte, o movimento que a Terra realiza em torno do seu próprio eixo ocorre de oeste para leste, ou seja, no sentido anti-horário, porém o movimento aparente diário do Sol ocorre em sentido contrário, de leste para oeste, ou seja, no sentido horário;

iii) que a inclinação do eixo de rotação da Terra, em $23,5^\circ$, combinada com os movimentos simultâneos de rotação e revolução, contribui para a distribuição desigual da luz solar no planeta Terra.

iiii) que a dinâmica natural do processo de congelamento da água do mar durante o inverno e o derretimento das calotas polares, ao longo do verão, em especial no continente Antártico, estão associados à inclinação do eixo de rotação da Terra, em $23,5^\circ$, e aos movimentos simultâneos de rotação e revolução. Dessa forma é possível desmistificar que as estações do ano, no caso o inverno e o verão, possam ter relação com o afastar-se e aproximar-se do Sol, respectivamente.

Saber a funcionalidade e aplicabilidade de um recurso didático é importante. Porém, é preciso conhecer as potencialidades e os limites da sua utilização no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, tal como é descrito na seção a seguir, referente ao uso de maquetes físicas no processo de ensino-aprendizagem.

2.5 Maquete: limites e potencialidades de utilização interdisciplinar no ensino de Astronomia

O abstrair de linhas retas, circulares e setas (órbitas e volume), indicando a trajetória de movimentos simultâneos de objetos e fenômenos interessantes à Astronomia, não é tarefa fácil para alguns estudantes. Muitas vezes, devido à faixa etária, não estão preparados para realizar abstrações ou não foram condicionados para tal; precisam visualizar para compreender. Isso acontece porque “[...] nas séries iniciais do 1º grau os alunos ainda apresentam-se com um nível de abstração em desenvolvimento, incipientes para compreender a representação de elementos tridimensionais em superfícies planas [...]” (Simielli *et al.*, 1992, p. 6).

O uso de recursos didáticos apenas bidimensionais no processo de formação e no estímulo à abstração pode se tornar um problema, capaz de acompanhar o estudante ao longo da escolarização, como constatou Gomes, Silva e Oliveira (2020) em estudantes de arquitetura da educação profissional técnica de nível médio, com dificuldades de interpretar projetos arquitetônicos. Em muitos casos, avançavam no curso sem conseguir visualizar o modelo

tridimensional de uma edificação, mesmo tendo conhecimento prévio de Geometria e sendo estimulados a compreender o espaço tridimensional.

Outra razão para essa dificuldade na assimilação do conteúdo, segundo Barbosa e Moura (2013), pode ter relação com o ensino baseado na abordagem tradicional, pautado em aulas expositivas e dependente do uso intensivo da memória. Para o contexto atual, alertam que o uso excessivo de *softwares* educacionais pode dificultar o desenvolvimento educativo dos estudantes em sua totalidade, pois a formação humana em caráter integral demanda o desenvolvimento equilibrado de fatores relativos à abstração racional e ao desenvolvimento sensível e sensório-motor.

Nesse sentido, observa-se que nada substitui situações reais e contextualizadas. Logo, observar concretamente, em escala real, a dinâmica de objetos ou fenômenos de interesse da Astronomia é uma boa alternativa. No entanto, devido à escala, em muitos casos, é necessário, para além do deslocamento e permanência no local, utilizar instrumentos observacionais e *software* para ampliar ou reduzir objetos, bem como aumentar ou diminuir a velocidade dos eventos.

Como essas atividades são de difícil execução, uma maneira de ajudar na abstração de algo que está representado por uma figura bidimensional e estática para uma representação tridimensional e dinâmica é por meio da utilização de maquetes físicas⁹, pois são recursos didáticos capazes de estimular a percepção visual e o tato. Isso porque permite representar “[...] um objeto de forma tridimensional em escala reduzida, real ou ampliada, com a finalidade artística, de estudo, de planejamento ou comercial, que possibilita ao observador apropriar-se do objeto por meio de sua manipulação.” (Pitano, Roqué, 2015, p. 274).

Aproveitando-se da capacidade de estimular diversos sentidos, as maquetes podem ser desenvolvidas ou adaptadas segundo uma perspectiva inclusiva para pessoas com deficiência visual parcial ou total. Para tanto, sua elaboração e abordagem devem seguir alguns cuidados metodológicos, para que não se comprometa sua potencialidade por meio do tato (Oliveira, Malanski, 2008)¹⁰.

Quando se trata de uma maquete tátil-visual, desenvolvida para pessoas com deficiência visual, Medeiros (2015) ressalta que o professor deve estar atento para o tipo de deficiência

⁹ Adota-se a terminologia maquetes físicas pois existem maquetes desenvolvidas em ambiente digital, capazes de simular a tridimensionalidade, tal como maquetes em Realidade Virtual e em Realidade Aumentada, cuja projeção permite a interação dinâmica entre seres reais e virtuais (Oliveira, 2019).

¹⁰ Utilizar material com tamanho adequado, revestido de materiais agradáveis ao tato. A pintura deve fazer uso de cores fortes e a legenda deve conter escrita convencional e em Braille (Oliveira, Malanski, 2008).

visual dos estudantes, pois, a depender do grau dessa deficiência, não há percepção da luz. Nesse sentido, cabe ao docente conhecer e atentar-se às limitações e possibilidades de cada estudante, de modo a viabilizar a compreensão do que está acontecendo durante as etapas da atividade por todos os discentes.

Um exemplo de uma maquete tátil-visual do sistema Sol - Terra (Figura 20), movido à manivela, foi desenvolvido por Medeiros (2015) para explorar didaticamente como: o eixo de inclinação da Terra influencia na existência das estações do ano; a simultaneidade do dia e da noite possibilita perceber e abordar a ocorrência dos fusos horários. Destaca-se também a possibilidade dessa maquete explorar fases da Lua e eclipses lunares e solares.

Figura 20. Maquete tátil-visual do sistema Sol - Terra.



Fonte: Medeiros, 2015.

Essa maquete tátil-visual é um tipo Telúrio, Planetário ou Orrery, capaz de simular conceitos práticos que, em muitos casos, são apenas enfatizados em texto ou imagens. Nesse sentido, a utilização de uma maquete facilita o processo de aprendizagem por meio de um ensino lúdico, interdisciplinar e experimental (Martins, Silva, João, 2014).

Ao justificar a utilização de uma maquete no processo de ensino aprendizagem, Lima Filho *et al.* (2017, p. e3504-8) ponderam que “[...] há situações em que uma imagem vale mais que mil palavras, pois muitas vezes os estudantes não conseguem mentalizar um objeto ou fenômeno descrito verbalmente [...]. Também há casos que um vídeo vale mais que muitas imagens, pois há fenômenos dinâmicos que perdem sua essência quando imobilizados em gravuras [...]”¹¹. Por fim, concluem argumentando que uma maquete vale mais que diversos

¹¹ No entanto, a utilização de recursos audiovisuais deve ser feita quando não for possível oportunizar ao estudante o seu direito de viver em contato direto com a realidade (Sant’Anna, Sant’Anna, 2004).

vídeos, pois ao permitir a visualização tridimensional e o tato, é capaz de ativar vários sentidos dos estudantes, considerando seu contato direto com o objeto de estudo.

Antes de utilizar qualquer recurso didático no processo de ensino-aprendizagem, e com a maquete não seria diferente, o professor deve planejar a aula, elaborar e testar a maquete antes de usá-la ou desenvolvê-la em conjunto com os estudantes em sala de aula. É preciso ter domínio técnico para executá-la e teórico para abordá-la com segurança, explorando ao máximo as capacidades possíveis. Além do mais, a sala deve ser organizada de modo que todos possam ver e participar.

O planejamento envolvendo a elaboração e teste de uma maquete deve levar em consideração o perfil da turma, a quantidade de tempo necessário para a intervenção, recursos¹² financeiros e materiais indispensáveis à elaboração, tidos como uma das eventuais limitações à elaboração de uma maquete (Pitano, Roqué, 2015). Nesse sentido, é pertinente que o professor tenha tempo disponível para planejar, elaborar e testar a maquete para ter uma ideia do tempo necessário para elaborá-la em sala de aula com os estudantes e utilizá-la na mediação pedagógica do conteúdo.

Outra possibilidade aventada é destinar a elaboração da maquete como uma atividade a ser realizada em casa pelos estudantes, como uma forma de evitar sua elaboração no espaço tempo destinado à aula (Pitano, Roqué, 2015). No entanto, atividades presenciais e para casa, envolvendo a utilização de ferramentas e materiais cortantes, pontiagudos, eletrificados ou que façam uso de tintas, do fogo, entre outros utensílios e substâncias perigosas, necessitam de avaliação do professor ou supervisão de um adulto para evitar acidentes durante a elaboração e utilização (Oliveira, Malanski, 2008).

A maquete desenvolvida pelos estudantes pode servir para a finalidade solicitada e para explorar outros conteúdos em uma única reprodução, possibilitando ao educando análise e síntese, inclusive, por outras matérias, conferindo-lhe caráter interdisciplinar (Gomes, Silva, Oliveira, 2020). Ademais, acredita-se que participar da elaboração da maquete desperta o interesse dos estudantes em utilizá-la.

Outra forma de despertar o interesse dos estudantes com relação à elaboração da maquete é a realização de exposição, pois é uma forma de valorizar a beleza e reconhecer o trabalho artístico dos estudantes, além de servir de incentivo e dedicação para a elaboração da maquete.

¹² Os recursos disponíveis para a elaboração de uma maquete não podem ser um limite à sua elaboração, por isso devem ser de baixo custo, de fácil aquisição ou recicláveis, neste caso como uma forma de conscientizar para a preservação do meio ambiente.

Segundo Simielli (2011), a elaboração de uma maquete física é um processo interessante, pois permite ao estudante perceber a passagem do tridimensional para o bidimensional ou da bidimensão para a tridimensão, além de possibilitar uma maior interação entre docente e discente, bem como a articulação entre teoria e prática (Gomes, Silva, Oliveira, 2020).

No ensino de Astronomia, a elaboração e utilização de maquetes permite confrontar as ideias presentes no senso comum dos estudantes, com conhecimento científico (Menezes, *et al.*, 2020). Por exemplo, não é trivial a teoria do geocentrismo, sustentada com muitas dificuldades por antigos sábios, em virtude da complexidade proveniente da inserção dos epiciclos para explicarem as laçadas planetárias. Nesse sentido, a elaboração e utilização de uma maquete, a partir de uma contextualização histórica, filosófica e observacional, possibilita compreender as motivações que levaram pensadores da época a propor e defender o modelo geocêntrico e o heliocêntrico (Lima Filho, *et al.*, 2017).

Ante o exposto, observa-se a importância da elaboração e uso de recursos didáticos tridimensionais no processo de ensino-aprendizagem ao longo da escolarização, como algo que ajuda na abstração e interpretação de recursos bidimensionais, desde que sejam utilizados de forma planejada e intencional.

Dessa forma, a maquete física não pode ser vista como um fim didático, autoexplicativa ou elaborada apenas para abordar conteúdos isolados de uma disciplina escolar, mas como um meio didático interdisciplinar pelo qual estudantes, segundo o seu nível cognitivo, conseguem dominar conceitos espaciais e suas representações em diversas escalas (Oliveira, Malanski, 2008).

Por não serem autoexplicativos, a exploração de uma maquete ou reprodução de experimentos científicos pelos estudantes pode contar com elaboração de vídeos explicativos e seu compartilhamento nas mídias sociais, como estratégia de ensino e meio de divulgação científica, com qualidade e relevância aos cidadãos, tal qual será abordado na seção seguinte.

2.6 Produção de vídeos: limites e potencialidades a partir de uma prática interdisciplinar como estratégia de ensino

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão presentes no cotidiano dos estudantes e possibilitam a comunicação e troca de informações. Quando aplicadas ao processo de ensino-aprendizagem, com objetivos bem delineados, possibilitam inovações no

desenvolvimento de recursos didáticos e nas práticas pedagógicas, ao passo que favorecem a construção participativa e coletiva do conhecimento, a partir da interação entre professor e estudante (Souza, Torres, Máximo, 2012).

A inserção das novas TIC, em sala de aula, no entanto, apresenta algumas limitações devido à realidade de muitas escolas brasileiras, como carência de profissionais capacitados, equipamentos disponíveis e acesso à *internet* de qualidade. Por isso, é importante maiores investimentos na formação inicial e continuada dos professores e em recursos materiais para equipar as escolas.

O desenvolvimento tecnológico e, por conseguinte, o surgimento da *internet* (1969), promoveu mudanças significativas em todas as áreas; na educação não foi diferente. Segundo Queiroga Júnior (2018), o surgimento da *Web 1.0* (1995) trouxe possibilidades de uso para a Educação, como a realização de pesquisas em páginas e sites. Contudo, é com a *Web 2.0* (2003) que mudanças significativas aconteceram, pois, a atualização permitiu a interação dos usuários em um Ambiente Virtual (AV), possibilitando que deixassem de ser meros espectadores estáticos para se tornarem produtores/colaboradores, ou seja, participantes ativos do processo de produção de conteúdo *online*, algo que contribuiu para a consolidação de maior dinamismo virtual.

Essa mudança de relação no ambiente virtual da *internet*, segundo Batista (2020), inaugura mais um meio pelo qual é possível realizar o processo de ensino-aprendizagem, seja ela presencial ou virtual. Isso porque a pura e simples transmissão de conhecimento deu lugar à interatividade. Todavia, Pereira (2018) ressalta que o papel das “novas” tecnologias em sala de aula é o de auxiliar o professor frente às novas possibilidades a serem exploradas no ensino. A tecnologia não deve ser utilizada apenas como exemplo, mas sim apoiar os estudantes a aprender efetivamente e dessa forma contribuir com a sua emancipação, tal como buscarem de maneira construtiva e autônoma o conhecimento.

Para acessar a *internet*, os usuários se conectam por meio de uma gama de dispositivos fixos e móveis, pertencentes à Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), entendidas como um conjunto de tecnologias que auxiliam na comunicação. Para tanto, fazem uso de *hardware*, como *smartphones* e microcomputadores, assim como *software*, tais como aplicativos de troca de mensagens ou teleconferências.

Nesse processo de evolução tecnológica e digital, uma das modalidades de ensino que também se beneficiou das TICs foi a Educação a Distância (EaD). Isso porque, no AV, a interatividade permitida com a *Web 2.0* criou condições para os Ambientes Virtuais de

Aprendizagem (AVA), cujo intercâmbio, de maneira síncrona e assíncrona, pode ser realizado por meio das ferramentas de interação tais como fóruns, *chat*, e serviços de *e-mail* (Saraiva, Muller, Veit, 2015).

Dentre os inúmeros AV disponíveis na rede mundial de computadores, a presente pesquisa coloca em evidência a plataforma de *streaming YouTube*, com potencial de uso para um AVA. Isso porque, além de ser gratuita, segundo Oliveira e Brito (2015), é o local em que são produzidos e armazenados recursos em formato audiovisual, sobre várias temáticas, com a possibilidade de disponibilização em *blogs* e *sites* pessoais, por meio de mecanismos de *Application Programming Interface* (APIs) (Interface de Programação de Aplicações) desenvolvidos pelo *site*.

O processo de adesão e interação síncrona e assíncrona no AVA na plataforma de *Youtube*, segundo Spindola (2019), dá-se em razão do público sentir-se pertencente aos temas debatidos nos vídeos gravados, ao vivo e no *chat* do canal. Essa ação é típica de uma Comunidade de Conhecimento, cuja base possui pouca ou nenhuma hierarquia, ou seja, agrega pessoas apenas por interesses e gostos em comum; trabalhar e discutir em conjunto um mesmo tema. Tudo isso em um ambiente mais vivo, menos hostil, mais atraente e convidativo para o processo de ensino e aprendizagem.

A utilização de materiais audiovisuais como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem, segundo Aranha *et al.* (2019), não é uma metodologia nova. Contudo, o *YouTube* fornece ao ambiente escolar uma dinâmica diferenciada, pois faz uso de uma mídia social que possibilita aos usuários, entre outras aplicações, interagir em AV, produzir e compartilhar vídeos. Entretanto, cuidados devem ser tomados pelos professores ao fazerem uso de vídeos ou da plataforma do *YouTube*, tais como ver o vídeo antes para se certificarem de possíveis erros conceituais, se a linguagem e imagens estão adequadas à série, entre outros erros.

A elaboração de vídeos, com caráter educativo, por professores, destinados aos educandos e por estudantes como metodologia de ensino ganhou força no contexto atual, considerando a “popularização” de recursos tecnológicos e a “familiaridade” que os estudantes possuem em manipular ferramentas e equipamentos, como celulares, computadores, *smartphones*, *tablets*, *webcams*, *notebooks*, entre outras tecnologias, capazes de captar imagens e som. O tratamento audiovisual, por sua vez, pode ser realizado por meio de *software* de edição, disponíveis de forma paga e gratuitamente, tanto para computadores quanto para outros dispositivos, por meio de aplicativos.

A “familiaridade” quase que intuitiva apresentada pelos estudantes ao utilizar as TICs é típica da geração Z, composta por pessoas nascidas em meados da década de 90 até 2010. Essas pessoas passaram a ser conhecidas como nativos digitais, pois nasceram “cercadas” de tecnologias digitais e ficam boa parte do tempo *on-line*. Essa habilidade típica da geração Z não significa dizer que as outras gerações não as possuam ou não possam desenvolvê-las.

Aproveitando-se da “facilidade” e do interesse dos estudantes em utilizar essas tecnologias, a produção e compartilhamento de vídeos deve ser utilizada como estratégia para estimular o protagonismo discente, responsável por sua aprendizagem. O professor deve ser o mediador e orientador desse processo educacional que favorece aos estudantes a superação de dificuldades cognitivas, afetivas e motoras (Pinheiro, 2011).

Incentivar o protagonismo e autonomia estudantil não significa dizer que o trabalho em equipe não deva existir; pelo contrário, atividades em grupo devem ser incentivadas, pois possibilitam aos estudantes o desenvolvimento das capacidades de exporem, ouvirem e contraporem opiniões de maneira tolerante e respeitosa, de modo que desafios possam ser superados em grupos e permitam o protagonismo dos estudantes, assim como a capacidade de dividir tarefas e responsabilidades individuais, quanto ao cumprimento de prazos estabelecidos. Isso também possibilita criar e/ou fortalecer laços afetivos e de cooperação para uma melhor relação professor-aluno, aluno-aluno e aluno-escola. Ou seja, desenvolver competências socioemocionais.

O desenvolvimento de vídeos, entretanto, requer dos envolvidos na produção: a elaboração de um roteiro audiovisual, conhecimentos da linguagem audiovisual, das etapas básicas de produção, de técnicas de edição e de cuidados com direitos autorais (Souza, Ramos, 2017).

A elaboração de um roteiro é de fundamental importância, pois serve de guia para a realização de muitas atividades (roteiro de entrevista, roteiro de viagem, roteiro teatral, roteiro de estudo, entre outros), para que tudo transcorra como planejado. Mas afinal, o que é um roteiro? Para Comparato (2000), existem muitas maneiras de definir um roteiro. A mais simples e direta é: uma forma escrita de qualquer projeto audiovisual. Já para Field (2001, p. 12), um “roteiro é uma história contada em imagens, diálogos e descrições, localizada no contexto da estrutura dramática”. Campos (2012, p. 257), por sua vez, define um roteiro como “o esboço de uma narrativa que será realizada através de imagens e sons numa tela de cinema ou tv”.

Entende-se por roteiro a sistematização e materialização de idealizações estruturadas segundo uma lógica, cujo processo produtivo permite um delineamento de ações a serem materializadas na elaboração de um audiovisual.

Estruturalmente, a maioria dos roteiros audiovisuais são divididos em duas colunas, a saber: a coluna da esquerda destina-se às descrições e ações que serão filmadas e aparecerão na versão filmada das imagens. Já na coluna da direita consta o som que será ouvido simultaneamente à passagem das imagens (Oliveira, 2014).

Essa organização é de fundamental importância, pois facilita a sintetização de falas, evitando que sejam repetitivas ou que haja duplicidade de conteúdo na tela por meio de imagens, inscrições e áudio, facilitando dessa forma a edição, pois economiza tempo e recurso. Outras vantagens disso são o aproveitamento técnico-pedagógico e a possibilidade de uma visão geral do trabalho que será desenvolvido. Sem esse norteamento, é possível que o vídeo perca o foco, fique maior que o necessário, cansativo, ou pouco efetivo em termos comunicativos (Stacul, 2020).

A utilização do roteiro como guia indispensável na produção de um recurso audiovisual não significa dizer que sua estrutura deva ser rígida a ponto de inviabilizar a produção por não permitir modificações. Seu processo criativo e desenvolvimento, por serem interdisciplinares, devem permitir que mudanças sejam realizadas antes, durante ou após a execução do roteiro, pois na visão do ator, diretor e equipe, o roteiro inevitavelmente vai passar por algumas mudanças (Pereira, Garcia, 2018).

No processo criativo, a interdisciplinaridade pode ser explorada por meio dos componentes curriculares, a saber: língua portuguesa, por exemplo, pode fornecer diferentes formas de narrativas para a elaboração do roteiro e sua transposição para outros gêneros, de maneira intertextual, ou seja, criar novos textos a partir de outros preexistentes (Mello, Trevisan, 2011). No componente de artes, podem-se explorar discussões sobre técnicas de filmagem e as linguagens visuais do vídeo (Oechsler, Fontes, Borba, 2017).

A escrita do roteiro, no entanto, deve ser simples para que a leitura das informações seja de fácil compreensão para todos os envolvidos na produção (Rodrigues, 2007). Isso porque, na visão de Comparato (2000), o que fica bem no papel fica bom na tela, contudo, o autor pondera que um bom roteiro não necessariamente será a garantia de um bom filme, porém sem um roteiro bem delineado não é possível criar um bom filme.

No processo de edição dos vídeos é importante que os estudantes sejam protagonistas ou acompanhem essa etapa da produção para que percebam erros possíveis de serem evitados

em futuras gravações e suas contribuições, caso contrário podem ficar insatisfeitos e não se identificar com o produto final por não compreender as decisões tomadas pelos montadores (Christ, Pereira, 2015).

Atualmente, a Inteligência Artificial (IA) promete revolucionar diversas áreas; no audiovisual não é diferente. Com a IA, já é possível escrever, ler o roteiro, criar o *storyboard*, elaborar uma animação e ajudar na edição audiovisual do vídeo. Algo possível com o *software Adobe Firefly*. Ou seja, é possível criar, postar e pessoas interagirem com um vídeo criado com a utilização de IA. Enquanto essa realidade não se populariza, a seção seguinte apresenta a plataforma de *streaming YouTube*, mais utilizada para abrigar e compartilhar vídeos.

2.7 Plataforma do Youtube: um ambiente virtual para o ensino e divulgação da Astronomia

A plataforma do *YouTube* foi criada em 2005. Atualmente é considerada um dos maiores repositórios de vídeos desenvolvidos por usuários do mundo, capazes de serem acessados gratuitamente por meio de uma gama de dispositivos conectados à *internet*. Hospeda gratuitamente desde de *clips*, curtas-metragem, longas-metragem, vídeos amadores e tutoriais e vídeos educacionais sobre temas diversos (Pereira, 2017).

Parte considerável desses vídeos é desenvolvida por pessoas conhecidas, como influenciadores digitais ou *Youtubers*. Dentre essas pessoas, estão crianças, adolescentes e adultos, cujo carisma, sucesso e reputação fazem conquistar muitas visualizações e seguidores em seus canais; inclusive, estudantes da Educação Básica passam a se inspirar em seus ídolos para criar seus canais e publicar seus vídeos (Oechsler, Fontes, Borba, 2017).

Por hospedar em sua plataforma uma gama de vídeos, em muitos casos, com erros conceituais ou teorias da conspiração, o *YouTube* criou em 2009 o canal *YouTube Edu*, com vídeos educacionais voltados para apoiar a aprendizagem escolar. O canal é fruto de uma cooperação técnica entre o *YouTube* e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) no Brasil. A escolha dos vídeos passa por um processo rigoroso de seleção envolvendo critérios técnicos e pedagógicos.

O potencial educacional de vídeos no *YouTube* advém da possibilidade de visualizar quantas vezes for necessário um mesmo conteúdo abordado por diferentes profissionais. Utilizam-se recursos como adicionar legendas, pausar o vídeo, acelerar, diminuir a velocidade de execução, marcar para assistir depois.

Ao analisar canais de Astronomia e Divulgação Científica (DC) no *YouTube*, notou-se que as publicações são feitas por profissionais da área e por astrônomos amadores. Os conteúdos abordados envolvem Astronomia, Astrofísica e Astronáutica.

O compartilhamento do conteúdo engloba vídeos desenvolvidos previamente ou por meio de transmissões em tempo real de fenômenos de interesse da Astronomia (chuva de meteoro, eclipses, cometas, alinhamentos dos astros), missões espaciais, como lançamentos de satélite e sondas espaciais. No caso das *lives* é comum haver cortes e publicar pequenos vídeos.

As produções são desenvolvidas em estúdios, geralmente decorados com globos, foguetes, imagens e personagens de filmes e séries, algo típico do mundo *nerd*. Apesar de utilizar termos técnicos ou informações em outros idiomas nos vídeos, percebe-se, por parte dos apresentadores, um esforço para tornar a linguagem mais acessível a todos os públicos, mantendo uma riqueza de detalhes.

Essa transposição da linguagem científica para algo mais acessível a partir da transição da linguagem técnico-científica e a informal, segundo Affonso, Dotta e Rios (2022) é muito imprescindível para que o objeto principal, o de multiplicar a comunicação dos conhecimentos e dados adquiridos com a prática científica, seja atingido.

Preocupados com a qualidade dos conteúdos dos vídeos publicados, alguns canais de *Youtubers* são certificados pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB). Como exemplos, podem ser citados os canais AstroTubers¹³ e Mistérios do Espaço.

O acesso aos vídeos ou transmissões ao vivo pode ser restrito, apenas para membros ou pessoas que detenham o *link* de acesso, ou irrestrito, para que todos possam acessar. A interação na plataforma entre produtor do conteúdo e pessoas é possível por meio da seção de comentários; durante transmissões ao vivo, por meio de um convite do anfitrião.

Moderadores podem ocultar os comentários, restringir a participação apenas para pessoas inscritas no canal, apagar mensagens, destacar comentários, suspender ou bloquear usuários permanentemente por violação das diretrizes da plataforma.

A interação no *chat* possibilita fazer comentários, realizar perguntas, responder questionamentos de espectadores, esclarecer dúvidas, corrigir informações e fazer sugestões de novos vídeos, dinâmica típica de um Ambiente Virtual de Aprendizagem.

De modo independente, a fonte de receitas desses canais envolve a venda de cursos, camisetas, réplicas de foguetes, contratos publicitários, solicitações de doações. Já a plataforma

¹³ É formado por graduados e pós-graduados de Física e de Astronomia de diversas universidades do Brasil que se reuniram para fazer divulgação científica de qualidade.

YouTube fornece rendimentos por meio da monetização dos vídeos a partir de visualizações, publicidade, entre outros.

Para aumentar o alcance, engajamentos e visualizações dos vídeos é possível realizar impulsionamento pago. Caso não haja recursos financeiros, pode ser adotada a seguinte estratégia de engajamento natural: utilizar títulos e capas que despertem a curiosidade, sem ser sensacionalista; utilizar *hashtags*; realizar enquetes para saber temas dos próximos vídeos; propor *quizes* com perguntas e respostas.

Outra estratégia pertinente é utilizar gratuitamente a ferramenta *Google Analytics*, disponibilizada pela plataforma *YouTube*. Esse *software* é capaz de demonstrar os vídeos e horários mais assistidos, tempo médio de visualização, tempo de retenção, entre outras informações. De posse desses dados, os vídeos produzidos e publicados devem seguir os resultados adquiridos ao longo do tempo (Viégas, 2018).

Ante o exposto, observa-se que, mesmo de maneira incipiente, a potencialidade educacional da elaboração de vídeos parte de um planejamento que envolve três fases: pré-produção (elaboração do roteiro), produção (filmagem) e pós-produção (edição). Todas as etapas amparam-se nos preceitos da linguagem audiovisual, como algo que pode contribuir para a elaboração de vídeos didaticamente atraentes, contribuindo para a ampliação das potencialidades educacionais, ainda mais quando tais vídeos podem ser explorados pelos estudantes na plataforma digital do *YouTube*, enquanto AVA, para o ensino e divulgação da Astronomia.

3 MARCO TEÓRICO

A definição do quadro teórico metodológico desta dissertação, se dá a partir da necessidade da aplicação de dispositivos didáticos ou produtos educacionais e análise de seus efeitos no ensino do conteúdo geral continente antártico no 8º ano do Ensino Fundamental. Destacamos a etapa da experimentação de numa concepção teórica embasada na metodologia da Engenharia Didática e da Teoria das Situações Didáticas. Adiante traremos mais detalhes deste quadro, após definirmos os objetivos de ensino e investigação e a hipótese de trabalho.

Do ponto de vista didático, há uma grande dificuldade no ensino-aprendizagem da dinâmica que envolve as quatro estações no continente antártico Ensino Básico. A compreensão teórica desse assunto requer um grande trabalho de reflexão do aluno devido ao seu alto grau de abstração. Isso exige o domínio de vários conceitos vinculados não menos abstratos. Por isso, condições de aprendizagem bem específicas são necessárias. Essa especificidade relativa a esse saber passa pela compreensão de noções relativos ao saber das Matemáticas (Brousseau, 2008) e por extensão da Física, Química e Geografia, o que confere muita interdisciplinaridade na concepção dos dispositivos didáticos. Isso requer que o paradigma de ensino-aprendizagem dos objetos geográficos - primeiro pensar o objeto para em seguida fazer a experimentação.

Por isso, as atividades experimentais previstas trazem um importante componente didático para o processo de aquisição do conhecimento, ou seja, os conhecimentos antigos do aluno – obstáculos epistemológicos – que desempenham um papel central nessa construção.

Foi Bachelard (1996) quem introduziu o conceito de "obstáculos epistemológicos" como parte de sua filosofia da ciência. Essa ideia se concentra na maneira como os cientistas e estudantes enfrentam desafios cognitivos e psicológicos ao adquirir e desenvolver o conhecimento científico. Os obstáculos epistemológicos são barreiras mentais que podem dificultar a compreensão e a aceitação de novas teorias ou conceitos científicos. Desse modo, os principais obstáculos no contexto da Geografia podem ser identificados e analisados a partir do funcionamento da atividade do aluno quando da interação do mesmo com o meio didático.

Nesse sentido, podemos fazer uma análise prévia quanto à abordagem que busque identificar esses obstáculos. Está dará um norte à problematização inicial deve levar em conta as concepções dos alunos. Muito estudiosos relatam na literatura essas concepções no ensino das relações existente entre a dinâmica climática e ambiental, aumento ou diminuição do nível dos oceanos e as quatro estações do ano no continente Antártico (Santos, Santos, 2020, p. 10):

- “os alunos apresentaram coerência quando se referiram à incidência dos raios solares em ângulos diferentes e que levaram em consideração as estações do ano, os movimentos de rotação e translação” (*idem*, p. 13);
- o Sol se põe, ele anda, ele vai lá pra China, Japão, sei lá... (*idem*, p. 10);
- Tá errado professora, faz de conta que o Sol é a minha mão, daí a Terra fica rodando em volta dele (*idem, ibidem*);
- Será que o formato da Terra tem alguma coisa a ver com isso? e
- Porque é redonda, a Terra é uma bola. (*idem*, p. 11)

Também, Jenifer Ortiz de Souza (2020) relata o que os alunos concebem a respeito sobre as condições climáticas e as estações na Antártica:

- A Antártica tem 40°C abaixo de zero é um lugar tão frio que vivem pinguins e ursos polares no lugar;
- É um lugar importante para pesquisar sobre o território, as rochas, as formas de vida capazes de se adaptar ao clima, como a vegetação rasteira tundra;
- Ela é muito importante para a dinâmica climática do mundo, pois abriga muitos animais que não conseguem se adaptar em outras regiões do planeta.

Principais obstáculos que podemos destacar nas concepções dos alunos são: animismo, metáforas e analogias para explicar o fenômeno, comparando o Sol a sua mão e a uma bola, também se observa o obstáculo verbal, “que é caracterizado pelo uso inadequado de expressões, imagens, metáforas e analogias para explicar fenômenos científicos” (Santos; Santos, 2020, p. 11). Além desses obstáculos epistemológicos, concepções equivocadas como trazer uma visão heliocêntrica, afirma que o Sol fica parado.

Tais concepções alternativas podem ter sido construídas em etapas anteriores da Educação Básica, especialmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental e perduram até os anos finais. Tais concepções podem ser devido à formação do docente sobre astronomia. (Santos, Santos, 2020, p. 11).

Esses elementos relativos ao conhecimento estudado nos levaram a propor uma abordagem centrada na seguinte questão:

- O que tem a ver aumento ou diminuição, do nível dos oceanos com as estações do ano na Antártica?

A partir dessas considerações teóricas, vejamos agora a hipótese de trabalho e os objetivos pretendidos.

3.1 Hipótese de trabalho

Essa hipótese surgiu a partir da seguinte questão de investigação: situações didáticas cuja característica principal seja a de usar dispositivos que explorem aspectos geométricos como dimensionalidade podem contribuir para desenvolver a visualização da estática e dinâmica que envolvem as quatro estações no continente Antártico? Para responder a esta questão, construímos a seguinte hipótese de investigação: situações didáticas com o uso de representação de maquetes e simuladores visuais na demonstração da dinâmica das estações do ano, dos processos de fusão e congelamento da água dos oceanos, podem criar condições favoráveis ao aprendizado.

Como hipótese auxiliar temos: associados aos recursos acima mencionados, se juntam situações de ação, formulação e comunicação de conteúdos sobre o continente Antártico na plataforma do *YouTube* [meio] como vídeos [mídia] de divulgação científica pelo aluno também ajudam a criar essas condições.

Essas hipóteses têm um grande potencial de serem confirmadas à luz de procedimentos da Engenharia Didática (ED) pois esta metodologia se ocupa da elaboração e análise de dispositivos de ensino (Artigue, 1989). Assim, destacaremos a etapa de experimentação da Engenharia Didática e a análise a posteriori. Passemos aos objetivos da investigação.

3.2 Objetivo geral

Para responder à questão norteadora da investigação, foi estabelecido como objetivo geral analisar de que modo a elaboração e a utilização de recursos didáticos pautados numa abordagem teórico-experimental pode proporcionar condições favoráveis ao aprendizado da dinâmica envolvendo as quatro estações no continente antártico, a partir de aspectos ligados a Astronomia.

Os objetivos específicos foram:

- elaborar maquetes físicas e realizar experimentos para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos geográficos sobre o continente Antártico, associados a aspectos da astronomia;
- implementar situações de ação, formulação e comunicação de conteúdos sobre o continente antártico na plataforma do *YouTube* [meio] como vídeos [mídia] de divulgação científica pelo aluno também ajudam a criar essas condições.

Para alcançar esses objetivos, adotamos uma metodologia de ensino e investigação que se insere no quadro teórico da Teoria das Situações Didáticas (TSD), de Guy Brousseau (2008). Portanto adotamos pressupostos da Engenharia Didática – aqui Engenharia (Artigue, 1989; Almouloud, 2022), cuja vantagem é a de revelar fenômenos didáticos para análise e aperfeiçoamento do processo de ensino e é focada na eficácia dos dispositivos nesse processo.

3.3 Marco teórico-metodológico da didática

A metodologia de ensino foi pautada no quadro da Teoria das Situações Didáticas (TSD) (Brousseau, 2008) e em pressupostos da metodologia da Engenharia Didática – aqui Engenharia (Artigue, 1989; Almouloud, 2022).

A TSD e a ED trazem princípios teóricos em comum como a noção de engenharia didática como metodologia de pesquisa e como criação de situações de ensino (didáticas). Tanto a TSD como a ED criam as condições de compreender a aprendizagem matemática, e por extensão, às ciências matematizadas (Brousseau, 2008), sendo que a engenharia se compõe de quatro fases: análises preliminares, análise *a priori*, experimentação ou aplicação de uma sequência didática, análise *a posteriori* e a validação (Artigue, 1989; Germano, 2016, p. 35).

Aqui a metodologia de investigação pode ser considerada como pesquisa qualitativa, onde os procedimentos focam nas duas últimas fases, sendo que tais etapas permitem avaliar a construção de sessões de ensino.

Os principais fatores identificados neste estudo que interferem nos processos de ensino dos conteúdos foram a opção didática e os obstáculos epistemológicos. Esses achados servirão de objeto de análise nas nossas discussões. Tais fatores serão mais bem abordados nas análises *a posteriori* e validação.

Com o intuito de modelar o processo de Ensino-Aprendizagem dos conceitos adotamos a classificando das situações didáticas da TSD nas etapas ou fases de: ação, formulação, devolução, validação e institucionalização. De modo a convergirmos para os objetivos da investigação na fase da institucionalização do saber, que se caracteriza pelo estabelecimento de convenções sociais e onde a intenção do professor é revelada. Assim, se dá sentido de um conhecimento, que pode ser encontrado pelo próprio aluno através da trama de raciocínios e reformulações, provas, formalizações, enfim, “onde o saber é identificado, sistematizado e reconhecido” (Pommer, 2008, p. 8).

Outro aspecto relevante desta teoria e que adotamos nas análises foi “o que é uma situação? Segundo Brousseau (2008), uma situação é um modelo de interação de um sujeito com um meio específico que determina um certo conhecimento, como recurso de um sujeito dispõe para alcançar ou conservar, nesse meio, um estado favorável (Brousseau, 2008, p. 19). Assim, Brousseau (2008) caracteriza uma situação tida como didática, como sendo delineada por atividades que envolvem o professor e o aluno. Já em uma situação adidática, componente importante de uma situação didática, se define como uma situação na qual a intensão de ensinar não é revelada, mas foi imaginada, planejada etc. pelo professor para proporcionar condições favoráveis à apropriação do novo saber que se deseja ensinar a cada indivíduo (Almouloud, 2022).

Do ponto de vista metodológico, para o ensino e a investigação, a construção, realização, observação e análise de situações didáticas, tem validação confirmada ou não nos moldes das análises a priori e a posteriori, próprios da Engenharia Didática (Artigue, 1989; Almouloud, 2022).

Nas análises prévias se defini o objeto de estudo e os objetivos da investigação, situando-os no contexto de pesquisas desenvolvidas, identificando aspectos que interferem no processo de ensino e aprendizagem; na análise a priori se constroem as situações didáticas – contendo experimentos; na experimentação se coloca em funcionamento o dispositivo elaborado na análise a priori; na análise a posteriori se testam as hipóteses que são confrontadas através da análise a priori a partir os resultados da experimentação, o que pode ou não validar esses resultados. Valer ressaltar que essa ordem é metodológica, não cronológica, necessariamente (Nascimento, Nascimento Júnior, 2019).

Neste trabalho, o dispositivo experimental que compôs o meio didático foram produtos educacionais que serão detalhados na metodologia da investigação a seguir. Destacamos que o meio aqui se refere ao ambiente didático contendo o dispositivo, os alunos, o professor o objeto do saber e a sua abordagem.

4 METODOLOGIA

4.1 Construção das situações e análise *a priori*

Essa investigação teve como objeto de estudo o ensino do continente Antártico a partir de aspectos da Astronomia. A produção dos dados foi desenvolvida ao longo do mês de dezembro de 2022, em um colégio de porte médio da rede particular de ensino, situado no centro da cidade de Feira de Santana-BA. Os sujeitos da pesquisa foram 11 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental II, com média de idade de 14 anos, que aceitaram participar de forma espontânea da pesquisa. A escolha do oitavo ano deu-se em razão de ser a o ano destinado a abordar o conteúdo continente Antártico.

A realização da pesquisa, por questões éticas, contou com um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A), segundo o qual os participantes tiveram conhecimento sobre as formas de possíveis utilizações de dados e imagens fornecidas na pesquisa e/ou em publicações.

O levantamento, produção, tratamento e análise dos dados da pesquisa seguiu os princípios metodológicos da pesquisa social de cunho qualitativo, considerando o método de abordagem da pesquisa intervenção em educação.

Por meio da pesquisa aplicada foi possível desenvolver a presente dissertação e um produto educacional organizado em sequências didáticas que visam uma mudança qualitativa dos sujeitos envolvidos na pesquisa. Para tanto, a pesquisa foi desenvolvida em seis momentos articulados, a seguir esquematizados no Fluxograma da próxima página.

4.2 Experimentação da Engenharia Didática

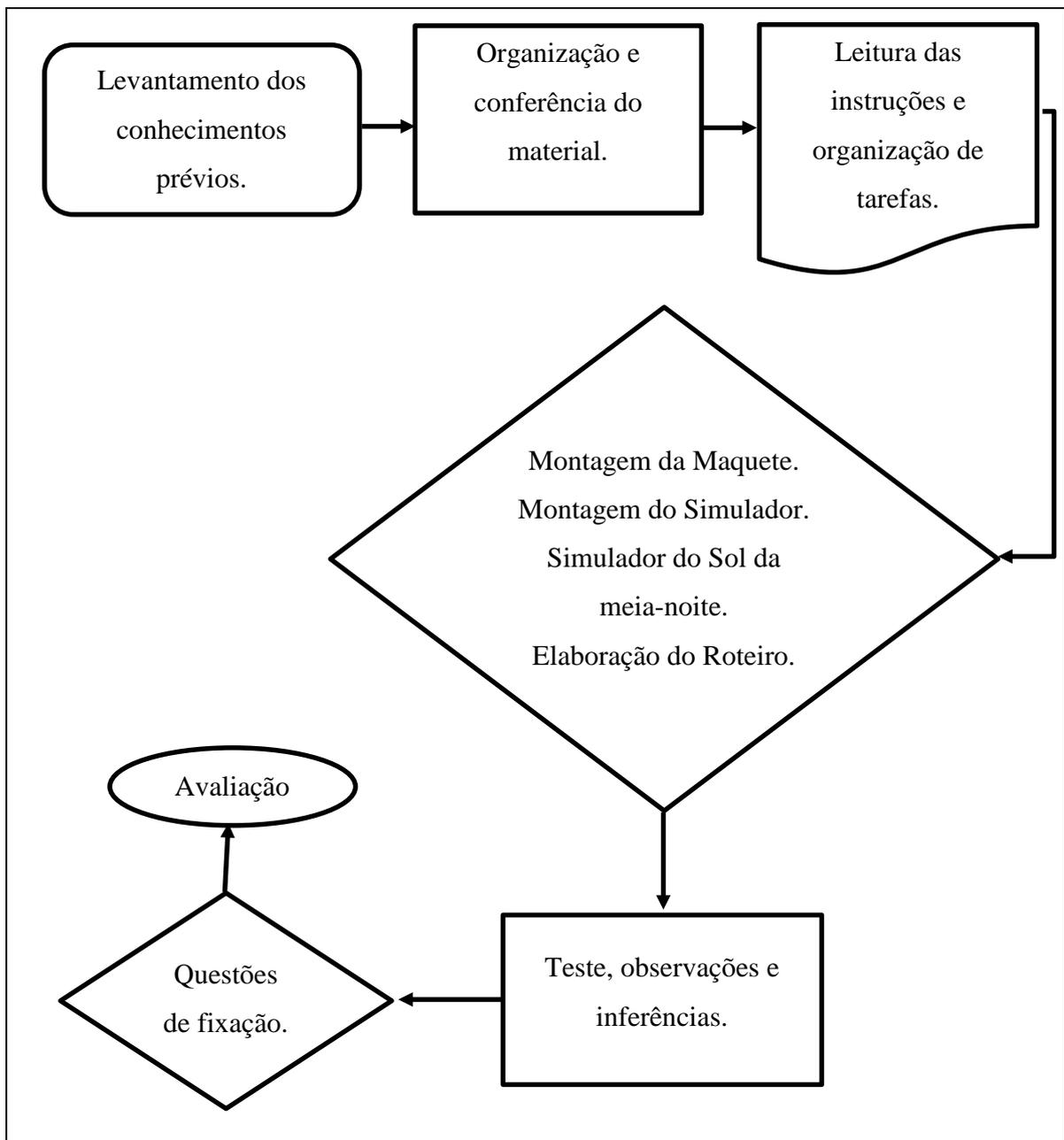
O primeiro momento foi desenvolvido pela realização do levantamento bibliográfico em livros, teses, dissertações, monografias, artigos, resumos e *sites* para embasar teoricamente a temática em questão nas análises prévias da Engenharia. O aporte teórico também foi norteado por estudos e reflexões desenvolvidas ao longo das aulas e seminários de atualização fornecidos pelo Programa de Pós-Graduação em Astronomia, na modalidade Mestrado Profissional da Universidade Estadual de Feira de Santana – MPASTRO (UEFS).

O segundo momento foi dedicado a buscar na literatura (Santos, Santos, 2020) quais são as concepções mais comuns que os alunos apresentam como conhecimentos prévios sobre a

temática em estudo, para traçar estratégias quanto aos recursos didáticos utilizados na intervenção e a problematização do tema em classe, expresso na questão: Quem é o responsável pela dinâmica climática e ambiental, aumento ou diminuição, do nível dos oceanos?

Em seguida, foi lançado um debate com a questão: O que tem a ver aumento ou diminuição, do nível dos oceanos com as estações do ano na Antártica?

Figura 21. Fluxograma das quatro sequências didáticas: da maquete, montagem do simulador, simulador do sistema Sol da meia-noite e da elaboração do vídeo



Fonte: Própria, 2022.

Para tanto, na fase de ação, foi dado um questionário (Apêndice B e Apêndice C), composto de questões abertas e de múltipla escolha, disponibilizado via *link* e respondido por 11 estudantes. Esta fase se caracterizou uma situação adidática, onde o professor não interveio.

O terceiro momento, análise a priori, da situação didática foi reservado a elaboração e aplicação das sequências didáticas pelo professor. Como parte do meio didático, as sequências didáticas foram: “Sistema Terra-Sol: uma maquete para compreensão da dinâmica das estações no continente Antártico”; Simulador do descongelamento de geleiras no continente Antártico e elevação do nível dos oceanos”; Elaboração de vídeos para o *YouTube*: uma proposta interdisciplinar para o ensino da dinâmica antártica”; Tutorial de como simular o movimento aparente do Sol usando o *software Stellarium*”.

O quarto momento foi dedicado à aplicação da intervenção, desenvolvida durante seis horas-aula, de 50 minutos cada. Nessa etapa de ação, eles desenvolveram o teste da maquete, e formularam um roteiro. A transposição dos conhecimentos adquirido para a mídia de vídeos e postagem no canal na plataforma do *YouTube* se seguiu. Nesta fase as atividades desenvolvidas foram predominantemente caracterizadas como adidáticas.

O quinto momento foi destinado à aplicação de um pós-teste (Apêndice D) junto aos estudantes e visou avaliar se os objetivos traçados por meio de problemas identificados na mediação do conteúdo antártico via formulário foram solucionados ou mantidos. Também buscou-se saber a avaliação dos discentes sobre as atividades desenvolvidas e possíveis sugestões de melhorias para futuras aplicações. Para tanto, foi feito um questionário, composto de questões abertas e de múltipla escolha, disponibilizado via *link* e respondido por 11 estudantes. Optou-se por um questionário porque essa ferramenta tem por característica envolver um maior número de participantes e desta forma contribuir para que se tenha uma visão ampla sobre o fenômeno investigado.

O sexto momento foi dedicado à organização e análise dos resultados à luz da bibliografia consultada, confrontando-os com os dados obtidos nos pré-testes com os pós-testes, com o objetivo de validar ou não as hipóteses da pesquisa. Para tanto, foi realizado um registro audiovisual, anotações das observações e relatos dos participantes.

A organização e análise do corpo textual das respostas fornecidas nos questionários pautou-se na Análise de Conteúdo, prevista nas análises prévias, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação (Artigue, 1989; Bardin, 1977). Para tanto, foram organizadas categorias a partir de critérios, cuja técnica consiste em encontrar

“expressões ou palavras significativas em função das quais o texto de uma fala será organizado” (Cavalcante, Calixto e Pilherio, 2014, p. 16).

Posteriormente ao tratamento textual, demais falas que não constam nos textos analisados foram desconsideradas como relevantes, pois apresentam redundância ou com conteúdo muito próximo do já citado.

5 RESULTADOS

O conjunto de dados gerados na experimentação se constituiu de: (a) observações realizadas durante as sessões de ensino e (b) das produções dos alunos em sala de aula. A principal variável didática foi a abordagem, ou seja, o nível de participação dos alunos na abordagem dos temas a partir das atividades que contemplam os produtos educacionais nas quatro sequencias didáticas. Essa participação precede a fase de formulação e teorização dos fenômenos.

5.1 A utilização de sequências didáticas na compreensão da dinâmica ambiental antártica a partir de aspectos da Astronomia

A compreensão da dinâmica envolvendo o congelamento do mar durante o inverno e o seu descongelamento ao longo do verão na região Antártica necessita de conhecimento da Astronomia para explicar como a distribuição da iluminação solar em diferentes latitudes ao longo das estações do ano no planeta Terra interfere nesse processo. Exemplificar esses processos, no entanto, perpassa por uma abordagem teórico-experimental interdisciplinar.

A contribuição teórica utilizada na mediação do conteúdo, com vista a compreender a dinâmica do continente Antártico sob o ponto de vista da Astronomia, contou com aporte de recursos didáticos como o livro didático (Piccoli, 2022), textos das sequências didáticas, slides, vídeos, simuladores virtuais, e objetivou conhecer, bem como esclarecer: a origem de termos; conceitos e definições ligados à Astronomia; modelos de representação do sistema solar. Para tanto, as aulas foram planejadas a partir de um pré-teste que almejou realizar um diagnóstico dos saberes prévios dos estudantes.

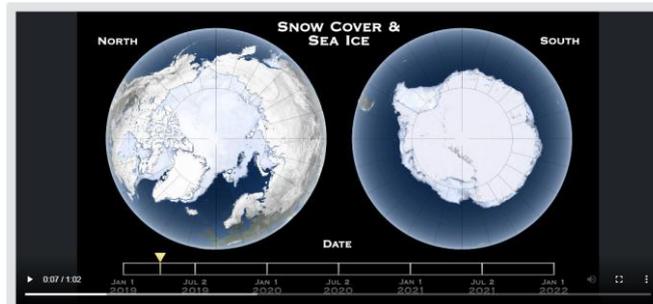
Com base nesse levantamento junto aos estudantes, verificou-se a necessidade da elaboração de uma sequência didática composta por glossário e quatro recursos metodológicos, a saber: a) uma maquete física adaptada do dispositivo de Orrery, representando o sistema heliocêntrico Terra-Sol; b) um experimento para simular o processo de derretimento de geleiras e plataformas de gelo situadas na Região Antártica, responsáveis pela elevação do nível dos oceanos; c) elaboração de vídeos pelos estudantes, apresentando os experimentos desenvolvidos, como estratégia de ensino; d) um tutorial de como simular o Sol da meia-noite utilizando o *software Stellarium*.

Optou-se pela elaboração de sequências didáticas por ser uma metodologia de planejamento de aulas que aborda uma série ordenada e articulada de atividades. Na elaboração de uma sequência didática deve constar a sequência das atividades a ser desenvolvidas, a temática abordada, o tempo de duração, intenções de aprendizagem, conceitos principais, atividades desenvolvidas e avaliação (Silva, Callai, 2013).

As atividades práticas envolveram a elaboração de maquetes, realização de experimentos e desenvolvimento do roteiro audiovisual. Foram desenvolvidas presencialmente em duas turmas de 8º ano, tendo o tema continente Antártico, durante seis horas-aula, três por semana, de 50 minutos cada. Coube a cada atividade duas horas-aula.

Primeiramente foi apresentado um vídeo (Figura 21) mostrando o processo natural do continente Antártico em razão da mudança da distribuição da radiação solar ao longo das estações do ano.

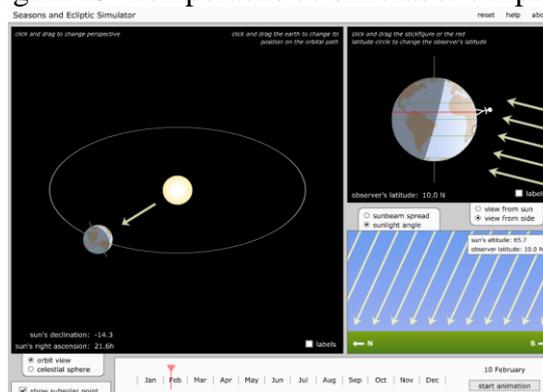
Figura 22. Cobertura Global de Neve e Ciclo do Gelo Marinho em ambos os polos



Fonte: <https://svs.gsfc.nasa.gov/4995>, 2022.

Posteriormente ao vídeo foi utilizado um simulador (Figura 22), cuja animação permite mostrar a inclinação dos raios solares na superfície terrestre em diferentes latitudes ao longo das estações do ano.

Figura 23. Temporadas de simulador eclíptico



Fonte: <http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>, 2023.

Na sequência, para a realização da maquete física adaptada do dispositivo de Orrery, foram disponibilizados aos estudantes os materiais necessários, ferramentas e um tutorial pertencente à sequência didática com o passo a passo de como montar e utilizar o dispositivo. Ao todo são 13 passos que podem ser agrupados em 10 momentos (Quadro 1), a saber:

Quadro 1. Passo a passo da atividade de montagem e teste do dispositivo de Orrery

1) Organização e conferência do material;	2) Leitura das instruções e organização de tarefas;
3) Montagem da base e fixação da polia ao Niple;	4) Inserção do suporte ao Niple;
5) Montagem do mancal usando um transferidor ou gabarito para ajustar o ângulo de inclinação do eixo de rotação da Terra;	6) Desenhar na bola de isopor e identificar com o nome a latitude e a longitude das principais linhas imaginárias do planeta Terra;
7) Inserção da bola de isopor simbolizando o planeta Terra, junto ao arame que faz o papel de eixo imaginário de inclinação terrestre;	8) Montagem da parte elétrica, com a passagem da fiação e instalação de um pino, tomada e um bocal;
9) Instalação do anel de vedação envolvendo as duas polias;	10) Teste, ligar a rede elétrica e movimentar o suporte.

Fonte: Própria, 2022.

Esse passo a passo contou com a supervisão e orientação do professor, contudo os estudantes realizaram as atividades sem apresentar maiores dificuldades. Na figura 23, por exemplo, podemos ver dois estudantes envolvidos diretamente na elaboração do dispositivo Orrery, enquanto os demais aguardam ansiosos o seu momento de intervenção.

Figura 24. Montagem do mancal usando transferidor ou gabarito para ajustar o ângulo de inclinação do eixo de rotação da Terra



Fonte: Própria, 2022.

Durante esse momento de montagem do mancal é possível notar que os estudantes utilizaram um transferidor para posicionar o arame e mensurar o ângulo de inclinação da Terra. Algo que também poderia ser realizado de modo mais fácil utilizando um gabarito presente no passo a passo.

Após a montagem do mancal e inserção da bola de isopor simbolizando a Terra, junto ao arame que faz o papel de eixo imaginário de inclinação terrestre, outro momento que merece destaque é a montagem da parte elétrica, pois foi algo desenvolvido pelos estudantes com muito cuidado e atenção, como pode ser observado na Figura 24.

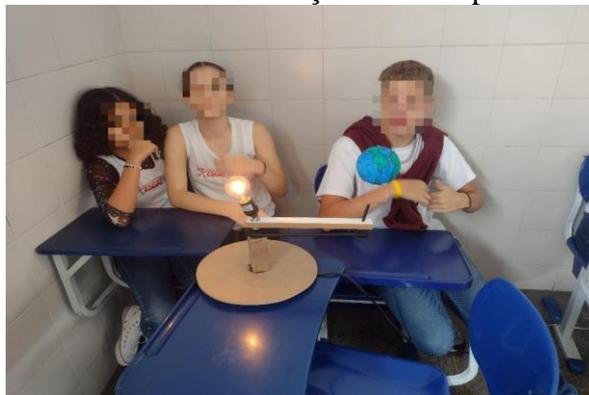
Figura 25. Montagem da parte elétrica



Fonte: Própria, 2022.

Na imagem a seguir, 25, podemos ver o teste do dispositivo Orrery. Nesse momento foi possível notar que a Terra, ao realizar simultaneamente os movimentos de rotação e revolução, mantendo a inclinação e direção do eixo de rotação, distribui a iluminação solar (representada por uma lâmpada) em diferentes latitudes no planeta Terra de maneira desigual.

Figura 26. Teste da iluminação solar no planeta Terra.



Fonte: Própria, 2022.

Ao mesmo tempo em que a atividade de montagem e testagem do dispositivo de Orrery era desenvolvida, parte do grupo dos estudantes estava elaborando o roteiro de vídeo, com o preenchimento da máscara de roteiro. O processo foi indicado em sala de aula com a possibilidade de finalização em casa ou na aula seguinte, com base em um modelo de roteiro (Anexo I) explicado em classe e fornecido previamente.

Anteriormente a essa atividade os estudantes tiveram um encontro com o professor, astrônomo e *Youtuber* Antonio Emanuel Costa, do canal no *Youtube* Ser Tão Ciências (Figura 26)¹⁴, como parte da preparação para o desenvolvimento de vídeos de cunho científico. O intuito da conversa era problematizar, sensibilizar e motivar os estudantes para a produção de vídeos, envolvendo Astronomia e Divulgação Científica (DC); algo que também pode ser alcançado por meio da exibição de vídeos realizados por estudantes, filmes, séries, documentários e histórias em quadrinhos (HQ), entre outros.

Essa conversa contou com a participação de seis dos 11 estudantes que participaram diretamente da pesquisa. A interação de alguns estudantes ocorreu por meio do *chat*, outros por meio do som, e outros via som e imagens.

Figura 27. Bate-papo com Ser Tão Ciências



Fonte: Astronomia Antártica, 2022.

Durante o bate-papo sobre Divulgação Científica (DC), os estudantes perguntaram ao professor, astrônomo e *Youtuber* Antonio Emanuel Costa como fazer divulgação científica. Antes de responder, o convidado justificou que qualquer pessoa pode fazer divulgação

¹⁴ Esse encontro foi realizado virtualmente em um turno oposto a aula por meio de uma vídeo-chamada, cujo vídeo após ser editado foi compartilhado no Canal Astronomia Antártica, na plataforma *Youtube*.

científica desde que tenha embasamento. Citou exemplos de pessoas, inclusive crianças bem-sucedidas nesse campo, em plataformas digitais como *YouTube*, *Instagram*, *Facebook* e *Tik Tok*. Em seguida, listou algumas observações que devem ser seguidas por quem deseja fazer divulgação científica, a saber:

- ✓ Apresentação das bases científicas utilizadas na pesquisa de forma acessível;
- ✓ Comunicação simples, explicativa e didática;
- ✓ Linguagem compatível com o meio em que a mensagem é transmitida;

Para exemplificar uma maneira de como fazer divulgação científica, utilizou uma pergunta feita por uma estudante sobre o Gru, personagem do filme *Meu Malvado Favorito* (2010), responsável por planejar o roubo da Lua. Como sugestão, ele listou algumas perguntas que poderiam ser feitas na divulgação científica envolvendo esse caso:

Se o Gru roubasse a Lua, o que poderia acontecer com o planeta Terra? Com base nessa questão, uma investigação deveria ser feita, com o objetivo de conhecer as consequências da ausência da Lua para o planeta Terra. Será que giraria mais rápido ou mais lento? Será que existiria condição de vida na Terra? Com base nas respostas para essas perguntas um *podcast* ou *videocast* poderia ser produzido.

Na sequência, ressaltou a importância de aproveitar elementos da Cultura Pop (filmes, séries, histórias em quadrinhos) na elaboração audiovisual envolvendo Astronomia e divulgação científica, pois são formas de entretenimento de massa presentes no cotidiano dos estudantes e possíveis de utilização na construção do conhecimento. São interfaces capazes de despertar a curiosidade, assim como o pensamento crítico relacionados a temas como impactos de meteoritos no planeta Terra e viagem e exportação espacial (Almeida, 2021).

Ao longo da interação, alguns canais ligados à Astronomia e divulgação científica no *YouTube* foram apresentados aos estudantes, porém, ao serem perguntados se conheciam os canais, de forma unânime disseram que não. Nesse momento, Emanuel falou sobre a importância de ver dois ou mais vídeos sobre Astronomia e divulgação científica, como uma maneira de ensinar ao algoritmo do *YouTube* a passar a recomendar vídeos com esse conteúdo ao seu dispositivo. No entanto, alertou sobre os cuidados que devem ser tomados com o grande número de publicações negacionistas e desinformações.

A intervenção envolvendo a simulação do descongelamento e elevação do nível dos oceanos contou com duas horas-aula e foi embasada a partir da exibição e problematização de um vídeo sobre mudanças climáticas, com o objetivo de sensibilizar os estudantes dos perigos das mudanças climáticas para as regiões polares foi passado um vídeo. Na sequência os

estudantes desenvolveram um experimento que simulava o descongelamento de geleiras e plataformas de gelo, na região Antártica. Para tanto, todo o material necessário à realização da atividade foi disponibilizado, assim como um tutorial presente na sequência didática, com o passo a passo de como desenvolvê-la. Ao todo foram cinco passos, agrupados em cinco momentos durante a atividade (Quadro 2), a saber:

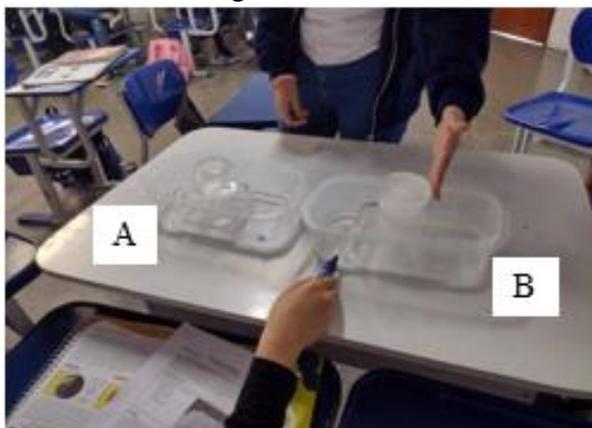
Quadro 2. Passo a passo da atividade de simulação do degelo de geleiras da plataforma de gelo na Antártica e elevação dos oceanos

1) Organização e conferência do material;
2) Posicionamento dos recipientes e inserção de suportes para o cubo de gelo;
3) Inserção de água, em igual quantidade, nos recipientes;
4) Inserção dos cubos de gelo nos recipientes da seguinte forma: em um dos recipientes o bloco de gelo ficará sobre o suporte, já no outro recipiente o bloco de gelo ficará imerso na água;
5) Marcar o nível da água na lateral externa dos dois recipientes;
6) Aguardar o gelo derreter e mensurar com o auxílio de uma régua se aumentou ou não o nível da água nos recipientes;

Fonte: Própria, 2022.

Essa atividade possibilitou aos estudantes distinguirem o derretimento do gelo que fica sobre o continente (geleiras) do degelo marinho (banquisas). Chegou-se a esse resultado ao mensurar o nível de dois recipientes transparentes e impermeáveis após o derretimento do gelo imerso em água, do experimento A, e comparar com o descongelamento do gelo fora do alcance da água, no experimento B, como demonstrado na Figura 27.

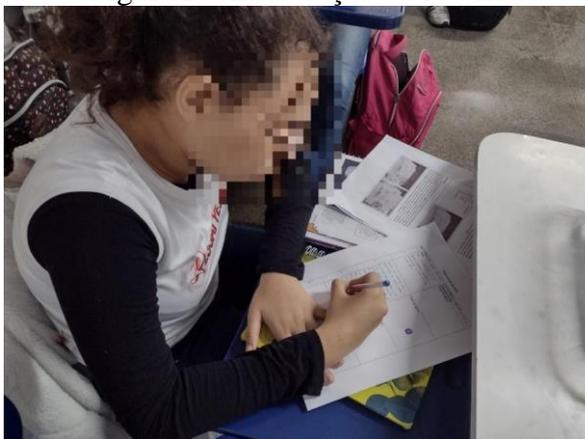
Figura 28. Marcar o nível da água na lateral externa dos dois recipientes



Fonte: Própria, 2022.

Em paralelo a essa atividade, parte dos estudantes seguiram desenvolvendo o roteiro de vídeo (Anexo II e Anexo III), como demonstrado na Figura 28.

Figura 29. Elaboração do roteiro



Fonte: Própria, 2022.

Após o preenchimento da máscara de roteiro pelos estudantes, houve o momento da decupação, destinado a orientar os estudantes na adequação (revisão do conteúdo) do texto e sequenciamento das imagens e textos do roteiro que deveriam aparecer no vídeo.

A produção do vídeo foi realizada com fotos registradas durante a elaboração da maquete e realização do experimento, por meio de uma câmera de aparelho celular. Ademais, contou com as informações do livro didático, da proposta de atividade e outras imagens retiradas de páginas na *internet*.

No processo de edição audiovisual foram utilizados os seguintes *software* de aplicativos¹⁵: *Blur Face* para ocultar o rosto dos envolvidos nas atividades e assim preservar a identidade dos estudantes; o *Canva* para criar a capa do vídeo utilizada na postagem no *YouTube*; o *Capcut* para a edição dos vídeos. A escolha desses aplicativos ocorreu em razão da familiaridade apresentada pelos estudantes ao responderem o questionário pré-teste (Apêndice C) sobre o uso de aplicativos utilizados na edição de vídeos.

Após a finalização das edições, os vídeos foram postados no canal Astronomia Antártica. Para tanto, foram criadas *hashtags*, ou seja, palavras-chave antecedidas do símbolo #, recurso que as transforma em *hiperlinks*, capazes de ligar páginas ou publicações com o mesmo tema e facilitar a pesquisa (Regitan, 2021). O uso da *hashtag* é um método utilizado por

¹⁵ É preferível a utilização de *software* de aplicativos de edição com os seguintes requisitos: gratuitos, disponíveis para *Android* ou *iOS*; baixo consumo de memória; que não necessite de acesso à *internet* para funcionar; que tenha versões em português para facilitar o manuseio.

peças para pesquisar algo específico sem que haja interferência de publicações que não procuram (Goulart *et. at.* 2021).

A publicação dos vídeos também contou com descrições com informações sobre os seus conteúdos. Para a divulgação do vídeo no canal do *YouTube* Astronomia Antártica foram compartilhadas na aba Comunidade do canal as capas de cada vídeo, contendo os *links* e descrições. Contudo, os vídeos encontram-se privados, com a possibilidade de acesso apenas por meio de um *link* disponibilizado por quem detém o controle do canal no *YouTube*.

6 DISCUSSÃO

6.1 Análise da intervenção pedagógica da sequência didática

A avaliação dos dispositivos experimentados desenvolvidos pelos estudantes contou com registro de mídia audiovisual, observações da interação entre educando para com educando, entre estudantes-experimentos e estudantes-professor, bem como anotações dos relatos dos participantes. Ademais, contou com a aplicação de um pós-teste em forma de questionário (Apêndice D), contendo 11 questões: duas de múltipla escolha e nove discursivas.

Ao avaliarem, por meio de um questionário, a atividade do dispositivo de Orrery, 100% dos estudantes a consideraram boa, pois possibilitou que, por meio da visualização tridimensional e manuseio, distinguíssem o movimento de rotação do movimento de revolução, além de demonstrar os momentos de solstícios e equinócios. Essas declarações podem ser constatadas nos depoimentos a seguir:

“Eu aprendi a diferenciar o movimento de rotação e translação que eu confundia.”

“Aprendi que a Terra gira ao mesmo tempo que gira em torno do Sol.”

“Porque ilustra o movimento de translação, solstício e equinócio.”

Com essa atividade também foi possível elucidar aos estudantes alguns problemas identificados nas análises das respostas fornecidas no pré-teste, a saber: se antes não sabiam diferenciar modelo geocêntrico e de modelo heliocêntrico, com a elaboração e utilização da maquete Orrery, tal distinção foi possível, pois foi resolvido o impasse envolvendo o sentido do movimento de rotação e a revolução da Terra em torno do Sol. Isso revela um avanço na concepção do aluno que abandona a concepção equivocada do sistema geocêntrico, comum na criação até os 12 anos.

Para um referencial observando o planeta Terra a partir do espaço sideral, os movimentos de rotação e revolução acontecem simultaneamente no sentido ocidente-oriental. Por isso, o movimento diurno aparente dos astros de leste para oeste é reflexo do movimento de rotação da Terra, realizado de oeste para leste (Oliveira Filho, Saraiva, 2014).

Essa capacidade elucidativa de conteúdos que envolvem abstração a partir da utilização de maquetes físicas no processo de ensino-aprendizagem advém das características desse

recurso didático, capaz de aliar teoria e prática e estimular vários sentidos dos estudantes ao possibilitar a visualização tridimensional e o tato do objeto de estudo (Lima Filho *et al.* 2017).

Ao serem questionados sobre de que forma o teste do Planetário Orrery contribuiu para a compreensão das estações do ano e seus reflexos na expansão e retração do gelo das calotas polares, os estudantes relacionaram a distribuição da iluminação solar no planeta Terra com as estações do ano e, por conseguinte, à expansão do gelo nas regiões polares durante o inverno e retração durante o verão, como pode ser constatado nas declarações a seguir:

“Contribuiu para comprovar como acontece as estações do ano, a expansão e retração do gelo nas calotas polares.”

“Contribuiu para entender que o Sol ilumina a Terra de forma diferente e por isso tem as estações do ano. Quando é inverno o Sol ilumina menos o polo daí o gelo cresce, quando o Sol ilumina mais o gelo do polo diminui”.

A realização desta atividade foi importante, pois foi identificado na análise do pré-teste que parte dos estudantes não conseguiam associar o processo anual de expansão e retração das calotas polares às estações do ano, inverno e verão, respectivamente. Essa concepção de crescimento do gelo caracteriza obstáculo epistemológico de animismo, em comparação com o crescimento dos seres vivos.

Essas percepções dos estudantes foram possíveis porque a maquete física possibilita demonstrar que a Terra, ao realizar simultaneamente os movimentos de rotação e revolução, mantendo a inclinação e direção do eixo de rotação, distribui a iluminação solar (representada por uma lâmpada) em diferentes latitudes no planeta Terra de maneira desigual.

Sobre a pertinência da realização do experimento para simular o descongelamento das calotas polares e elevação do nível dos oceanos: os estudantes avaliaram positivamente, pois passaram a compreender como funciona a dinâmica climática natural das regiões polares e a diferenciar as implicações do derretimento do gelo marinho em volta do continente Antártico com o gelo sobre o continente. Tais depoimentos podem ser constatados a seguir:

“É um ótimo projeto para que as pessoas consigam visualizar e entender como funciona o derretimento do gelo nas calotas polares.”

“Eu achei uma experiência interessante, e de aprendizado porque eu não sabia que o gelo dentro d'água e fora d'água fazia diferença quando derretido.”

Essa constatação é importante, pois na análise do pré-teste foi identificado que os estudantes apesar de associarem o derretimento das geleiras polares à elevação do nível dos oceanos, não tinham conhecimento que o derretimento responsável por essa elevação advinha do gelo de geleiras sobre ou ligadas ao continente Antártico. O descongelamento da água do mar em volta do continente Antártico (banquisa) não altera o nível dos oceanos.

Ao não se observar alteração no nível da água no recipiente em que o gelo estava inserido na água e verificar o aumento do nível da água no recipiente cujo gelo ficou fora do alcance da água, debateu-se com os estudantes se o derretimento de banquisas contribui para elevar o nível dos oceanos e sobre o que aconteceria com o nível dos oceanos caso as geleiras derretessem. Atividades como essas são importantes, pois segundo Costa (2022), conhecer e ampliar o conhecimento sobre as regiões polares é algo imprescindível para se compreender as mudanças climáticas em curso.

Com relação a elaboração de vídeos explicando os fatores responsáveis pelas estações do ano a partir de uma sequência de atividades como a construção de um Planetário Orrery; realização de experimentos simulando o descongelamento de uma calota polar e elevação do nível dos oceanos; confecção de um roteiro audiovisual, considerando métodos de edição, cuidados com direitos autorais, preservação do anonimato da imagem e identidade de pessoas e uso de fontes confiáveis dando-lhes os devidos créditos, os estudantes ponderam que: apesar das dificuldades durante a elaboração dos vídeos, avaliaram positivamente essa atividade e justificaram que o vídeo consegue explicar melhor se comparado com o texto, pois faz uso da imagem e da voz. Além do mais, ressaltaram as potencialidades explicativas do vídeo em relação a uma aula presencial, como pode ser observado nos relatos a seguir.

“O vídeo é muito difícil e trabalhoso de fazer [...]. Mas tirando a parte difícil o uso de roteiros respeito à imagem e honra aos pesquisadores, os vídeos explicativos podem ser até mais úteis do que aulas presenciais”

“O vídeo foi elaborado com objetivo de explicar através da voz e das imagens o que o texto quer explicar, como no exemplo trazido do dispositivo de Orrey.”

“Acho uma ideia incrível! Fica mais explicativo”

“Essa pesquisa em vídeo ficaria muito melhor! ”

Essa percepção do potencial educacional dos vídeos pelos estudantes advém do fato desses recursos audiovisuais serem capazes de estimular a percepção visual e auditiva,

simultaneamente, muitas vezes de forma lúdica (Freitas, 2007). Ao produzir algo que faz parte do cotidiano de muitos estudantes, foi possível explorar as potencialidades educacionais como um todo, pois os estudantes passaram a ser protagonistas e conhecedores do processo produtivo, na construção do conhecimento contextualizado.

Por fazer parte do cotidiano dos estudantes Petsch *et. al.* (2021) salientam que o uso das mídias sociais no caso a produção de vídeos e seu compartilhamento na plataforma do *Youtube*, como estratégia de ensino é algo fundamental para estimular a imagina e interpretação do continente Antártico por ser uma realidade tão distantes dos estudantes.

A escolha da elaboração de vídeos, com observância a esses requisitos, foi realizada porque no pré-teste, a maioria dos estudantes sinalizaram gostar de produzir, compartilhar e possuir interesse em saber como são desenvolvidos vídeos profissionalmente.

Tendo em vista as potencialidades explicativas e educacionais dos vídeos desenvolvido pelos estudantes e sabendo que gostam de compartilhar vídeos, com a plataforma *YouTube* sendo uma das mais utilizadas para esse fim, buscou-se saber o que pensam sobre a publicação desses vídeos em um canal na plataforma do *YouTube*. As respostas indicam que o compartilhamento desses vídeos na plataforma pode ser uma oportunidade para: conscientizar as pessoas; ganhar dinheiro; mudar de vida; ter uma profissão. Essas percepções podem ser observadas na narração a seguir.

“Acho um bom início de projeto, pois é importante fazer a sua parte para a conscientização geral.”

“Acho bom, porque podemos ganhar dinheiro com o vídeo.”

“Penso ser legal porque me identifico com fazer vídeos. Sonho em mudar de vida e ser um grande youtuber.”

Ao demonstrar experimentalmente as consequências do descongelamento das calotas polares para a elevação do nível dos oceanos, em razão do aquecimento global, e compartilhar esses resultados por meio de vídeos no *YouTube* é possível, com o alcance da plataforma, conscientizar um maior de pessoas sobre a importância da redução do uso de gases que contribuem para acelerar o Efeito Estufa. Também contribuem para refutar e combater teorias ou ideias conspiracionistas nas redes sociais, com conhecimento científico amparado em modelos experimentais.

Atividades como essas são relevantes, pois segundo Costa (2022), os efeitos das mudanças climáticas causados por ações antrópicas são constantemente desacreditados com

base em pouco ou nenhum rigor teórico-metodológico, embora exista consenso científico de sua ocorrência.

A conscientização e educação ambiental e social deve ser uma característica da divulgação científica, comprometida com o despertar da população leiga para que não permaneça desinformada e, por isso mesmo, vulnerável à pseudociência, à manipulação e ao oportunismo político e religioso, sem perder de vista o seu objetivo de educar, informar e cativar o público com as descobertas científicas (Tostes, 2006).

Ao comentarem sobre aspectos que consideraram interessantes envolvendo o desenvolvimento das atividades práticas realizadas em equipe, como por exemplo algo que avaliaram importante, os estudantes apontaram aspectos que gostaram ou chamaram sua atenção. Destacaram o trabalho em equipe e a montagem da maquete como um fator de dinamização da aula e de aproximação entre as pessoas da turma. Sugeriram que isso poderia ser realizado mais vezes, como pode ser constatado nas informações a seguir.

“O que eu mais gostei foi montar a fiação da lâmpada que representaria o Sol e essas coisas são muito legais para dinamizar a aula e juntar a turma. ”

“O trabalho em equipe, e ter aprendido mais sobre o Projeto Orrery. ”

“Acho incrível! Seria bem legal trabalhar em grupo novamente ♥”

A divisão do processo laboral de uma maquete física em momentos ou etapas, possibilita, segundo a experiência de Pitano e Roqué (2015), um maior envolvimento dos estudantes na montagem do trabalho como um todo, pois permite aos participantes a realização de determinadas tarefas, ao mesmo tempo que discutem e problematizam suas dúvidas com os colegas. Algo que confere ao produto final um sentimento de identificação coletiva.

Ante as atividades desenvolvidas, como sugestão de melhorias para futuras aplicações envolvendo a elaboração de maquetes, realização de experimentos e desenvolvimento de vídeos compartilhados no *YouTube*, os estudantes ressaltaram: uma melhor divisão de tarefas, mais tempo, mais recursos materiais e uso de temas mais atuais na abordagem dos vídeos, como pode ser observado nos depoimentos a seguir.

“Dividir o trabalho e recompensa pelo trabalho (ver que você ajudou a construir), e o pós-aprendizado é muito legal, mas o incentivo “material” ajuda os alunos a fazerem com mais eficácia. ”

“Gostaria que tivesse mais materiais porque era muitas pessoas e todos queriam participar.”

“Eu gostaria de mais tempo para fazer as atividades, foi tudo muito rápido.”

A disponibilidade de mais tempo para a realização de atividades envolvendo o desenvolvimento de maquetes, realização de experimentos e elaboração de vídeos, colidiu com o número de aulas disponíveis para abordar determinado conteúdo. Como a intervenção foi desenvolvida em conjunto com o conteúdo do capítulo do livro Continente Antártico, o tempo disponível foram 6 horas-aula, três por semana, de 50 minutos cada.

Na produção do vídeo um dos momentos que mais demanda tempo é a edição da imagem e som, por isso foi uma atividade indicada para casa, com a recomendação de que fossem vídeos de curta duração, para demandar menos tempo para a edição. A tendência atual, no que se refere à edição, são vídeos curtos ou transmissões ao vivo (*live*) para fazer cortes, com pouca ou nenhuma edição.

A divisão de tarefas é importante, pois permite que todos do grupo participem, não sobrecarregando os outros e aproveitando as habilidades que cada um possui.

O incentivo “material” solicitado se refere à recompensa pelo trabalho, uma vez que a atividade proposta não valia pontuação, pois a estrutura avaliativa do ciclo estava estabelecida e não permitia alteração, ou seja, retirar ou incluir um novo instrumento de avaliação somativa. Contudo, ao avaliar a elaboração de vídeos a partir do desenvolvimento de um roteiro audiovisual, notou-se que foi de fundamental importância para o trabalho dos estudantes, pois facilitou a organização das falas e evitou a duplicidade de conteúdo.

A prática de fazer atividades com empenho e dedicação apenas se for pontuada é algo que deveria ter sido superado. A pontuação é importante para a obtenção da aprovação, no entanto a busca pelo conhecimento e aprendizado deveriam ser o fator motivador de interesse e comprometimento dos estudantes em sala de aula, independente da atividade desenvolvida e pontuação atribuída ou não.

Em síntese, os resultados encontrados indicam ser exequível a produção de conhecimento a partir da relação teoria e prática educativa de maneira reflexiva defendida pela pesquisa aplicada (Pereira, 2019). Tanto que, a sequência didática envolvendo a realização de experimentos explicados por meio de vídeos, elaborados como estratégia de ensino e compartilhados nas mídias digitais, como meio de divulgação científica da dinâmica natural do continente Antártico a partir de aspectos da Astronomia, com qualidade e relevância aos cidadãos se mostrou eficaz. Mesmo diante das dificuldades encontradas para o

desenvolvimento das atividades, cujas limitações vão desde o número reduzido de aulas à distribuição dos conteúdos relacionada a Astronomia e ao continente Antártico, alocados no livro didático de Geografia do 8º ano, no último capítulo, pertencente ao último ciclo ou unidade do ano letivo, foi um trabalho satisfatório e essencial.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de pressupostos da engenharia didática, nas análises prévias, *a priori* e *a posteriori* ficou caracterizado que é possível identificar obstáculos epistemológicos em alunos do 8º ano, quanto ao aprendizado do tema continente antártico quando eles atuam em situações didáticas que contêm experimentos de representação de fenômenos climáticos em torno das quatro estações e na formulação de vídeos nesse conteúdo geográfico.

Nesse sentido, a engenharia, articulada com a teoria das situações didáticas permitiu identificar como fenômeno obstáculos como animismo nas suas respostas, mesmo após a experimentação da engenharia esses obstáculos persistiam. Esse diagnóstico requer intervenção no sentido de prevenir concepções equivocadas que dificultam a compreensão de fenômenos científicos.

O objetivo de entender a mudança de estatuto das representações em maquetes para a definição, teoremas geométricos, hipóteses e conclusão, para a compreensão de conceitos em geográficos apoiados em pressupostos da engenharia e TSD ainda carece de mais observações. Isso não impediu de validar algumas observações feitas nas análises quanto aos objetivos, hipóteses de investigação e resultados previstos. Por exemplo, a validação interna da engenharia feita a partir da articulação entre os estudos preliminares e a análise *a priori*, e análise *a posteriori* em que foi constatado que as dificuldades, já previstas no contexto de investigação, relacionadas à administração das atividades desenvolvidas, e aos processos de aquisição de certos conhecimentos, especialmente aquelas que demandam dos alunos a organização de esquemas de demonstração e a coordenação de diferentes registros de representação ligadas ao tratamento dos conhecimentos no tema estudado. Isso ocorre principalmente nas falhas do livro didático ao expor o tema e no modo de avaliação do aprendizado no modelo didático dominante, com provas não dissertativas.

REFERÊNCIAS

- AFFONSO, S. F.; DOTTA, S.; RIOS, F. S. A importância de uma equipe multidisciplinar para a elaboração de materiais de educação científica e divulgação das ciências polares. *In: SIMPÓSIO APECS-BRASIL, 7.*, 2022. Niterói. **Anais [...]**. Niterói, 1. ed. p. 5 – 6, 2022. Disponível em:
https://www.apecsbrasil.com/_files/ugd/51b1e9_a9152d9382874614869b166a624c2b7b.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.
- AFFONSO, S. F.; ZANIN, A. C.; KIEM, S. Z.; COSTA, E. S.; RIOS, F. S. Construção do conhecimento científico através de experimentações sobre as regiões polares. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE), 12.*, 2015, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Champanhata, v. 12. p. 2699 – 20707, 2015. Disponível em:
https://www.interantar.com/_files/ugd/9ca86e_d993f2080a714fa79923016c99c2f46f.pdf?#. Acesso em: 08 nov. 2021.
- AITKEN, D. K.; ALLEN, D. A.; ASHLEY, M. C. B.; BURTON, M. G.; CANNON, R. D.; CARTER, B. D.; COSTA, G.S.; DOPITA, M. A.; DULDIG, M. L.; EDWARDS, P. G.; GILLINGHAM, P. R.; HALL, P. J.; HYLAND, A. R.; MCGREGOR, P. J.; MOULD, J. R.; NORRIS, R. P.; SADLER, E. M.; SMITH, C. H.; SPYROMILIO, J.; STOREY, J. W. V. *The Scientific Potential for Astronomy from the Antarctic Plateau: a Report prepared by the Australian Working Group for Antarctic Astronomy. Publications of the Astronomical Society of Australia*, v. 11, n. 2, p. 127 – 150, aug., 1994. DOI:
<https://doi.org/10.1017/S1323358000019809>. Disponível em:
<https://www.cambridge.org/core/journals/publications-of-the-astronomical-society-of-australia>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- ALMEIDA, R. P. **Desenvolvimento de um roteiro para criação de vídeos como recursos audiovisuais no ensino de astronomia**. 2021. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2021.
- ALMEIDA, R. P.; SÍGOLO, J. B. A ação das geleiras na superfície da Terra. *In: MACHADO, R.; SÍGOLO, J. B. (org.). Ciências da Terra: módulo 3 - a água no planeta Terra*. 1. ed. São Paulo: IBEP, 2019. Cap. 17, v. 3, p. 89 – 106.
- ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da Didática da Matemática**. 2. ed. Editora da UFPR, 2022.
- ARANHA, C. P.; SOUSA, R. C.; BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; ROCHA, J. R.; SILVA, A. F. G. O *You Tube* como Ferramenta Educativa para o ensino de ciências. **Olhares & Trilhas**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 10-25, abr. 2019. DOI:
<https://doi.org/10.14393/OT2019v21.n.1.46164>. Disponível em:
<https://seer.ufu.br/index.php/olharetilhas/article/view/46164>. Acesso em: 29 mai. 2022.
- ARAÚJO, N. M. **Os Planetários e suas Relações Interinstitucionais no Mundo Virtual**. 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado em Química Biológica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Bioquímica Médica/ PEGED, Rio de Janeiro, 2009.

ARTIGUE, M. *Ingénierie didactique. l'Institut de recherche mathématiques de Rennes*, Paris, v. 6, p. 124 – 128, set. 1989. Disponível em: http://www.numdam.org/item/PSMIR_1989__S6_124_0.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349/333>. Acesso em: 29 mai. 2022.

BARBOSA, J. **Proposta de um modelo didático para estudar as fases da Lua e os eclipses**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2016.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.

BATISTA, F. F. **You Tube como ambiente virtual de ensino e aprendizagem**: características de aulas-live de espanhol. 2020. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2020.

BETTS, J. D. *Watch. Encyclopædia Britannica*, 11 Oct. 2019. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/watch/Electric-powered-and-electronic-watches>. Acesso em: 10 out. 2022.

BHATHAL, R. *Antarctic Astronomy. Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales*, v. 141, p. 39–43, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5962/p.361616>. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/174345#page/41/mode/1up>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BOAVENTURA, G. A. S. **O uso do dispositivo de Orrey no ensino de Astronomia no Ensino Médio**. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2015.

BORGES, V. V.; JARDIM, R. P. B.; TEIXEIRA, C. H. S. Geografia e astronomia: uma questão interdisciplinar. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 38, p. 167 – 175, jun. 2011. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16326/9153>. Acesso em: 29 mai. 2022.

BRAGA, C. *The Invention of Terra Australis Incognita. Mapping the Global Imaginary, 1500-1900*. California: Stanford University, 2019. Disponível em: <https://exhibits.stanford.edu/global-imaginary/feature/the-invention-of-terra-australis-incognita>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRASIL. **Antártica**: ensino fundamental e ensino médio. *In*: MACHADO, M. C. S.; BRITO, T (coord.). Coleção Explorando o Ensino, v. 9. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. **Base Nacional comum curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. **O sistema do tratado da Antártica**: instrumentos normativos. v. 1. Brasília: FUNAG, 2021.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

BUICK, T. **Orrery: A story of mechanical solar systems, clocks, and english nobility**. New York: Springer, 2014.

CAMPOS, F. **Roteiro de cinema e televisão**: a arte e a técnica de imaginar, perceber e narrar uma estória. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

CANALLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de Astronomia de livros de Geografia de 1º grau. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 254 – 263, dez. 1997. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6983/6465>. Acesso em: 29 mai. 2022.

CAPOZOLI, U. **Antártida, a última Terra**. São Paulo: Edusp, 2001.

CASTRO, T. Antártica: Geopolítica da Rota Polar. *In*: GUSMÃO, F. A (org.). **Sistema do Tratado da Antártica**: documentos e estudos. v. 2. Brasília: FUNAG, 2022. p. 41 - 44.

CAVALCANTE, R. B.; CALIXTO, P.; PINHEIRO, M. M. K. Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & Sociedade**: estudos, João Pessoa, v. 24, n. 1, p. 13 –18, jan./abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/10000>. Acesso em: 29 mai. 2022.

CHRIST, K. D.; PEREIRA, J. Temáticas e abordagens nos curtas-metragens estudantis: uma análise da oficina de produção de vídeo. *In*: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO NORTE, 16., 2015, Manaus. **Anais [...]**. Manaus, Intercom, 2015. p. 1–15. Disponível em: <https://www.portalintercom.org.br/anais/sul2015/resumos/R45-1149-1.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

COMPARATO, D. **Da criação ao roteiro**. 5. ed. rev. e atualizada. Com exercícios práticos. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

COSTA FILHO, F. P. **A Marinha e o Programa Antártico Brasileiro**. 2000. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Escola de Guerra Naval, Marinha do Brasil, Rio de Janeiro: EGN, 2000.

COSTA, V. C. S. Abordagens da ciência polar ao ensino básico brasileiro: avaliações durante a semana polar internacional da APECS-Brasil. *In*: SIMPÓSIO APECS-BRASIL, 7., 2022.

Niterói. **Anais [...]**. Niterói, 1. ed. p. 3, 2022. Disponível em: https://www.apecsbrasil.com/_files/ugd/51b1e9_a9152d9382874614869b166a624c2b7b.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

CROSSLEY, L. *Explore Antarctica*. Hong Kong: Cambridge University Press, 1995.

DELLORE, C. B. **Araribá plus**: Geografia 8º ano. 5. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2020.

DOTTA, S.; COSTA, F. R.; PIERA, F. E.; BASSOI, M.; CASSIAVILLANI, T. P.; CARMO, V. *Antártica, Ártico e mudanças climáticas*. Coleção 101 perguntas sobre regiões polares. 1. ed. Santo André: InterAntar/EdUFABC, 2021. 244 p. v. 1.

EMERY, A. *Seasons of Antarctica*. London: *Antarcticglaciers.org*. 2020. Disponível em: <https://www.antarcticglaciers.org/antarctica-2/introductory-antarctic-resources/seasons-of-antarctica>. Acesso em: 02 mar. 2023.

FAEDO, M. R. Geografia e Astronomia: interfaces, diálogos e propostas didáticas para à educação básica. **Revista Ensino de Geografia (Recife)**, Recife, v. 3, n. 3, p. 27 – 28, 2020. DOI: 10.51359/2594-9616.2020.244885. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/ensinodegeografia/article/view/244885/37368>. Acesso em: 29 mai. 2022.

FELICIO, R. Antártida: A geografia do continente gelado e as operações brasileiras. **Confins**, Paris, v. 1, p. 1-17, 2007. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.122>. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/122>. Acesso em: 29 mai. 2022.

FIELD, S. **Manual do roteiro**: os fundamentos do texto cinematográfico. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Editora UnB, 2007.

FURTADO, L. L.; BOTELHO, L. B., BOTELHO, C. S.; MUNDIM, J. V.; SAMPAIO, A. F.; ANDRADE, A.M.; MICHELINE, C. S. Antártica nas escolas: uma experiência em escola particular de Unaí, MG. In: SIMPÓSIO DO NOROESTE DE MINAS GERAIS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. 3., 2017, Unaí. **Anais [...]**. Unaí, 2017. p. 70-72. Disponível em: http://sgea.ufvjm.edu.br/iisinmca/files/publico/ANAIS_IISINMCA.pdf Acesso em: 10 ago. 2022.

GERMANO, J. G. C. **Uma proposta de abordagem dos números complexos com o uso do Geogebra**. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará Fortaleza, 2016.

GOMES, A. P.; SILVA, C. C.; OLIVEIRA, A. R. A construção de maquetes físicas como recurso didático para o ensino de projeto arquitetônico na educação profissional técnica de nível médio. **Revista Educação Pública**, [S. l.], v. 20, n. 7, p. 1-16, 18, fev. 2020. DOI: 10-18264/REP. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/7/a-construcao-de-maquetes-fisicas-como-recurso-didatico-para-o-ensino-de-projeto-arquitetonico-na-educacao-profissional-tecnica-de-nivel-medio>. Acesso em: 10 ago. 2022.

GOTT, J. R.; GOLDBERG, D. M.; VANDERBEI, R. J. *Flat Maps that improve on the Winkel Tripel*. New York: Cornell University. 15 fev. 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2102/2102.08176.pdf>. Acesso em: 2 mai. 2023.

GOULART, S. N. B.; VARGAS, M. V. M.; BERNARDES, B. M.; ANDRADE, G. A. K.; VICTORIA, F. C. A importância das redes sociais como instrumento de divulgação da ciência antártica. In: SIMPÓSIO APECS-BRASIL, 6., 2021. *On-line*. **Anais [...]**. *On-line*, 1. ed. 2021. Disponível em: <https://eventos.congresso.me/simposioapecs2021/resumos/8407.pdf?version=original>. Acesso em: 10 ago. 2022.

GRIMM, A. M. **Meteorologia Básica - Notas de Aula**. Curitiba: UFPR, 1999. Disponível em: <https://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

KAISER, B. *Polar science and global climate: an international resource for education and outreach*. London: Pearson custom Publishing, 2010.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, São Carlos, n. 2, p. 75-92, 2005. DOI: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2005.02.075>. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/60>. Acesso em: 10 ago. 2022.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia**: repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.

LAVINA, E. L. Alfred Wegener e a revolução Copernicana da geologia. **Revista Brasileira de Geociências**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 286-299, jun. 2010. DOI:10.25249/0375-7536.2010402286299. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5289132/mod_resource/content/3/alfred%20wegener.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

LIMA FILHO, J. B.; SILVA, M. L.; MADUREIRA, H. P.; IBIAPINA, R. M. Construção de uma maquete de sistema planetário como atividade auxiliar ao ensino de astronomia nos cursos de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 3, e3504-2 - e3504-9, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0303>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/MhvJsRZCrhfdFTYzGZvzXYP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2022.

LINHARES, F. **Geografia contextualizada 8º ano**. Editora Construir, 2020.

LOPES, D. V.; OLIVEIRA, F. S.; SOUZA, J. J. L. L.; SCHAEFER, C. E. G. R. Estudos geográficos sobre a Antártica: geopolítica, solos, relevo e clima. **Revista Ponto de Vista**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 2-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.47328/rpv.v9i1.10237>. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/10237>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MAGUELNISKI, D.; FOETSCH, A. A. A Astronomia e sua relação com a geografia: contextualização histórica e abordagens no ensino. **Revista Latino-Americana de Educação**

em **Astronomia - RELEA**, [S. l.], n. 27, p. 55-77, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2019.27>. Disponível em:

<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/390/390>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MARTINS, R. D. S.; SILVA, G. R.; JOÃO, H. A. Construção de um Telúrio para o ensino lúdico-experimental de Astronomia. *In: VJORNADA DAS LICENCIATURAS DA USP/IX SEMANA DA LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS – SELIC: A UNIVERSIDADE PÚBLICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*, 2014, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: Universidade de São Paulo - USP, 2014. Disponível em: <http://vjornadalicenciaturas.icmc.usp.br/CD/EIXO%202/23.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MEDEIROS, C. T. A. X. **Alfabetização científica com um olhar inclusivo**: estratégias didáticas para abordagem de conceitos de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

MELLO, L. M. S.; TREVISAN, M. K. **Produção de vídeos em sala de aula: uma nova forma de compor textos**. 2011. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Curso de Especialização em Mídia na Educação, EaD, Santa Maria, 2011.

MENEZES, V. M.; VITIELLO, G. C.; LACERDA, R.; VIEIRA, R. M. B.; GOMES, E. F.; PIASSI, L. P. C. Astronomia nos trilhos: a percepção pública dos artefatos didáticos da Banca da Ciência. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 15, n. 2. p. 455 - 476, ago. 2020. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID734/v15_n2_a2020.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

MIGUENS, A. P. Navegação nas regiões polares. *In: MIGUENS, A. P (org.). Navegação: a Ciência e a Arte. Navegação Eletrônica e em Condições Especiais*, v. 3. Rio de Janeiro: Diretoria de História e Navegação, 2000. Cap. 41, p. 1541 – 1618. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/npublicacoes>. Acesso em: 24 nov. 2021.

MILONE, A. C. A Astronomia no dia a dia. *In: MILONE, A. C.; WUENSCHÉ, C. A.; RODRIGUES, C. V.; AMICO, F. D.; JABLONSKI, F. J.; CAPELATO, H. V.; BRAGA, J.; CECATTO, J. R.; Boas, J. W. V.; AGUIAR, O. D.; MIRANDA, O. D (org.). Introdução à Astronomia e Astrofísica*. São José dos Campos: INPE, 2018. Cap. 1, p. 1 – 24.

MULDER, E. *Who Was Thomas Tompion? The Father of English Clockmaking*. **Montres Publiques**. 30 jun. 2021. Disponível em: <https://montrespubliques.com/new-long-reads/who-was-thomas-tompion>. Acesso em: 10 out. 2022.

NASA. *National Aeronautics and Space Administration*. 2022. **NASA's Scientific Visualization Studio**. Disponível em: https://svs.gsfc.nasa.gov/4995#section_credits. Acesso em: 08 fev. 2023.

NASCIMENTO, N. M. B. V.; NASCIMENTO JUNIOR, J. V. Ensino de conceitos geométricos em artes na escola básica: usos do Tangram na metodologia da engenharia

didática. In: SILVA, A. J. N.; SOUZA, I. S.; LIMA, R. F (org.). **Educação e a apropriação e reconstrução do conhecimento científico 2**. Ponta Grossa: Atena, 2020.

OECHSLER, V.; FONTES, B. C.; BORBA, M. C. Etapas da produção de vídeos por alunos da educação básica: uma experiência na aula de Matemática. **Revista Brasileira de Educação Básica – RBEB**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 71 - 80, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://rbeducacaobasica.com.br/2017/02/13/etapas-da-producao-de-videos-por-alunos-da-educacao-basica-uma-experiencia-na-aula-de-matematica/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2014. 786p. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. Acesso em: 30 out. 2022.

OLIVEIRA, B. R.; MALANSKI, L. M. O uso da maquete no ensino de Geografia. **Extensão em Foco**, Curitiba, n. 2, p. 181-189, jul./dez. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i2.24783>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/extensao/article/view/24783/16618>. Acesso em: 10 ago. 2022.

OLIVEIRA, D. M. **Trânsito, espaço coletivo**: um modelo de roteiro de vídeo educativo como proposta de ensino. 2014. 146 f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) - Centro Universitário de Volta Redonda – UniFAO, Volta Redonda, 2014.

OLIVEIRA, H. R. M.; BRITO, R. C. F. **O Canal Youtube como instrumento para discussões sobre os temas transversais aos alunos do 2º ano da EEEMF Professora Argentina Pereira**. 2015. 48 f. Monografia (Licenciatura em Computação) - Instituto Ciber Espacial, Universidade Federal Rural da Amazônia, Augusto Corrêa, 2015.

OLIVEIRA, M. J.; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA, F. A. S.; BAPTISTA, G. M. M. Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. **Terrae Didática**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 149–184, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/td.v13i3.8650958>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8650958/17527>. Acesso em: 10 ago. 2022.

OLIVEIRA, T. M. Como a Realidade Aumentada pode ajudar na Educação, o que vem sendo feito e como implantar com os recursos atuais. **Streamsoftgames**, dez. 2019. Disponível em: <https://streamsoftgames.com.br/2019/12/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

ORTELIUS, A. **Terra Australis nondum cognita**. 1589. Disponível em: <https://digital.collections.slsa.sa.gov.au/nodes/view/2250>. Acesso em: 24 nov. 2021.

ORTIZ, R. Os movimentos da Terra. **Slideplayer**. [S.l.: S.d.]. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/11234682/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

PEREIRA, A. **Pesquisa de intervenção em educação**. Salvador: Eduneb, 2019.

PEREIRA, J.; GARCIA, C. **Roteiro de vídeo estudantil na prática**. Pelotas: Erdfilmes, 2018.

PEREIRA, M. R. **Uso do You Tube como ferramenta pedagógica**. 2018. 32 f. Monografia (Licenciatura em Computação) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Araxá, 2018.

PEREIRA, V. C. Uma proposta de instrumento de roteirização de videoaulas à luz da teoria instrucional e da aprendizagem multimídia. **Texto Livre: linguagem e tecnologia**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 178 – 197, jan./jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.17851/1983-3652.10.1.178-197>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivres/article/view/16752>. Acesso em: 10 ago. 2022.

PETSCH, C.; BATISTA, N. L.; VELHO, L. F.; HABOWSKI, J. T. V. Como utilizar as mídias sociais para a significação do ensino da antártica: os pinguins também estão online? *In: SIMPÓSIO APECS-BRASIL, 6., 2021. On-line. Anais [...]. On-line, 1. ed. 2021.* Disponível em: <https://eventos.congresse.me/simposioapecs2021/resumos/8413.pdf?version=original>. Acesso em: 10 ago. 2022.

PETSCH, C.; BATISTA, N. L. *Educação polar e contação de histórias: as narrativas dos “Casos de Antártica”*. **PerCursos**, Florianópolis, v. 23, n. 52, p. 395 - 422, maio/ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5965/1984724623522022395>. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/percursos/article/view/21177>. Acesso em: 10 ago. 2023.

PETSCH, C.; VELHO, L. F.; BATISTA, N. L.; BONA, A. S.; SIMÕES, J. C. Estudantes blogueiros: interagindo com a educação polar. **Rev. Tamoios**, São Gonçalo, v. 19, n. 1, p. 223-241, jan-jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.12957/tamoios.2023.66658>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/tamoios/article/view/66658>. Acesso em: 10 ago. 2023

PICCOLI, A. P. **Livro do Professor: Geografia – 8º ano**. 2. ed. Fortaleza: Coleção Asas, 2020.

PINHEIRO, M. M. **A Produção Audiovisual como Ferramenta de Aprendizagem**. 2011. 47 f. Monografia (Bacharel em Ciências Sociais Aplicadas) – Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas – Curso de Comunicação Social, UNICEUB, Brasília, 2011.

PITANO, S. C.; ROQUÉ, B. B. O uso de maquetes no processo de ensino aprendizagem segundo licenciandos em Geografia. **Educação Unisinos**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 273-282, mai./ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.4013/edu.2015.192.7669>. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2015.192.11/4713>. Acesso em: 10 ago. 2022.

PLACAS tectônicas e movimento continental. 1 fot., color. **Britannica Escola**. Web, 2023. Disponível em: <https://escola.britannica.com.br/pesquisa/imagens/%22placas%20tectonicas%22/recursos/177448>. Acesso em: 2 mai. 2023.

POMMER, W. M. Brousseau e a ideia de Situação Didática. *In: SEMINÁRIOS DE ENSINO DE MATEMÁTICA (SEMA), 1., São Paulo. Anais [...]. São Paulo: FEUSP, 1. ed. p. 1 – 10, 2008.* Disponível em: <https://www.nilsonjosemachado.net/sema20080902.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

QUEIROGA JÚNIOR, T. M. **You Tube como plataforma para o ensino de História**: na era dos “professores-youtubers”. 2018. 28 f. Monografia (Licenciatura em História) - Instituto Latino-Americano de Arte, Cultura e História, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2018.

REGITAN, P. **Entenda tudo sobre hashtag e hiperlink!** São Paulo: Universidade Ibirapuera, 26 fev. 2021. Disponível em: <https://www.ibirapuera.br/entenda-tudo-sobre-hashtag-e-hiperlink/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

RESENDE, K. A. **A interação entre o planetário e a escola**: justificativas, dificuldades e propostas. 2017. 268 f. Dissertação (Mestrado em Astronomia na Educação Básica) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

RODRIGUES, C. **O cinema e a produção**: para quem gosta, faz ou quer fazer cinema. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

SANT’ANNA, I. M.; SANT’ANNA, V. M. **Recursos educacionais para o ensino**: quando e por quê? Petrópolis: Editora Vozes, 2004.

SANTOS, N. A. T. L.; SANTOS, A. C. G. G. O Ensino por investigação na formação do espírito científico: Análise de obstáculos epistemológicos em uma sequência didática sobre Astronomia. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 4., 2020, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, v. 1. p. 726-742, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/edicao/anais-iv-conapesc/pesquisa?>. Acesso em 13 out. 2023.

SARAIVA, M. F. O.; MULLER, A. M.; VEIT, E. A. Fundamentos de Astronomia e Astrofísica na modalidade a distância: uma disciplina para alunos de graduação em física. **Rev. Bras. Ensino Fís**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 3504-1-3504-20, jul./set. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731816>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/rfpmpC6NDPHJvSvHNYbW58F/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SECIRM. A relevância da Antártica no sistema global e os interesses brasileiros. **MarBrasil**, Rio de Janeiro, v. 2. n. 6, p. 8 - 11, mai./jun. 2007. Disponível em: https://issuu.com/athilapeixe/docs/marbrasil_edicao_06. 10 out. 2022.

SILVA, C. B.; CALLAI, H. C. Sequências didáticas em geografia: uma proposta metodológica. **Salão do Conhecimento**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/2345>. Acesso em: 30 set. 2023.

SILVA, L. **O Atendimento no planetário como contexto educacional para os três momentos pedagógicos**. 2018. 268 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) - Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia, Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SIMIELLI, M. E. R. Cartografia no ensino fundamental e médio. *In*: CARLOS, A. F. A (org.). **A Geografia na sala de aula**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2011. Cap. 7, p. 92 – 109.

SIMIELLI, M. E. R.; GIRARDI, G.; BROMBERG, P.; MORONE, R.; RAIMUNDO, S. L. Do plano ao tridimensional: a maquete como recurso didático. **Boletim Paulista de Geografia**, [S. l.], n. 70, p. 5 - 21, 1992. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/924>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SIMÕES, J. C. **A percepção da Antártica pelo brasileiro**: entre mitos e erros geográficos. Porto Alegre: Centro Polar e Climático, 2013. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/inctcriosfera/arquivos/erros.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SIMÕES, J. C. O ambiente antártico: domínio de extremos. *In*: SIMÕES, J. C.; GARCIA, C. A. E.; EVANGELISTA, H.; CAMPOS, L. S.; MATA, M. M.; BREMER, U. F (org.). **Antártica e as mudanças globais**: um desafio para a humanidade. v. 9. São Paulo: Blucher, 2011. Cap. 1, p. 15-27.

SOUZA, J. O. **Antártica**: percepção e caracterização dos alunos de ensino básico em Porto Alegre e Canoas. 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SOUZA, M. I. F.; TORRES, T. Z.; MÁXIMO, F. A. Design e roteiro de vídeos educativos. *In*: AMARAL, S. F.; SOUZA, M. I. F.; GARBIN, M. C (org.). **Conteúdo educacional para TV digital interativa**. 2. ed. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 2012. Cap. 2, p. 12 – 19.

SOUZA, P. D. G. N.; RAMOS, R. Roteiro scd para concepção de videoaulas. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, Santiago de Chile. v. 13, p. 67 – 76. 2017. Disponível em: <https://www.tise.cl/volumen13/TISE2017/07.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SPINDOLA, R. A. Aprendizagem com Entretenimento Através do *You Tube*: A Comunicação Científica no Canal Nerdologia. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 7-24, jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.20396/tsc.v6i1.14630>. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14630>. Acesso em: 10 ago. 2022.

STACUL, J. F. Videoaulas para ead: por onde começar? **Instituto Federal**, Goiás, 2020. Disponível em: [https://www.ifg.edu.br/attachments/article/19169/Videoaulas%20para%20EaD_%20Por%20onde%20come%C3%A7ar%20\(19-12-2020\).pdf](https://www.ifg.edu.br/attachments/article/19169/Videoaulas%20para%20EaD_%20Por%20onde%20come%C3%A7ar%20(19-12-2020).pdf). Acesso em: 10 ago. 2022.

TOBIN, W. *Teaching Antarctic Astronomy*. **Sciences**, v. 25, p. 343-346, may. 2007. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/EASPublSer_25_343-6.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022.

TOSTES, R. A. A importância da divulgação científica. **Rev. Acad.**, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 73-74, out./dez. 2006. DOI: <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v4i4.9540>. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/9540/9153>. Acesso em: 10 ago. 2022.

VARGAS, A.; ROCHA, H. V.; FREIRE, F. M. P. Promídia: produção de vídeos digitais no contexto educacional. **Revista Novas Tecnologias na Educação – RENOTE**, Porto Alegre. v. 5, n. 2, dez. 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14199/8126>. Acesso em: 10 ago. 2022.

VÁRIOS AUTORES. FTD. Sistema de ensino: ensino fundamental: anos finais 8º ano. 1 ed. São Paulo: FTD, 2020.

VIÉGAS, S. G. P. **Produção de Videoaulas para o Youtube**. 2018. 76 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) - Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação, Mídias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

LIVRE E ESCLARECIDO (a ser adaptado conforme a necessidade)

PARA O(A) ALUNO(A): (ou professor caso o trabalho seja desenvolvido com os professores)
 Você aluno(a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de uma atividade de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O título da Pesquisa é “xxxxxxxxxxx” e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso do mestrando/pesquisador XXXXXX.

Os resultados desta pesquisa e imagem do(a) aluno(a) poderão ser publicados e/ou apresentados em encontros e congressos sobre Ensino e Astronomia. As informações obtidas por meio dos relatos (anotações, questionários ou entrevistas) serão confidenciais e asseguramos sigilo sobre sua identidade. Os dados serão publicados de forma que não seja possível a sua identificação.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, bem como a participação nas atividades da pesquisa. Em caso de dúvida sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável.

PARA OS PAIS OU RESPONSÁVEIS:

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido(a) de quaisquer dúvidas, caso aceite a participação da criança ou adolescente na pesquisa, preencha o parágrafo abaixo e assine ao final deste documento, que está em duas vias; uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Eu, _____,
 responsável
 pelo(a) aluno(a) _____

_____,
 nascido(a) em ____/____/_____, autorizo a participação do(a) aluno(a) na pesquisa, e permito, gratuitamente, XXXXXX, responsável pela pesquisa, o uso da imagem do(a) referido(a) aluno(a) em trabalhos acadêmicos e científicos, bem como autorizo o uso ético da publicação dos relatos provenientes deste trabalho. Declaro que recebi uma cópia do presente Termo de Consentimento. Por ser verdade, dato e assino em duas vias de igual teor.

_____ de _____ de 20xx

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a)

Contatos: Orientador(a) Responsável: Prof^(a) Dr^(a) XXXXXXXX.

E-mails: <emails orientador(a) e discente>

Telefone: (75) 31618289.

Endereço: Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte. CEP: 44036-900. Feira de Santana Bahia.

Assinaturas: _____ (Orientador(a): Prof^(a) Dr^(a) XXXXXXXX)

_____ (Coorientador(a): Prof^(a) Dr^(a) XXXXXXXX)

_____ (Discente: Prof(a). XXXXXXXX)

APÊNDICE B - PRÉ-TESTE: CONTINENTE ANTÁRTICO

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS

**Pré-teste: continente Antártico**

Este formulário tem o objetivo de diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes referentes aos aspectos históricos, geográficos, físicos, químicos, matemáticos, geométricos e da Astronomia sobre o planeta Terra, o Sistema Solar e o continente Antártico, com o objetivo de criar situações didáticas que reforcem conhecimentos adquiridos, sanem erros e favoreçam a construção de novos conhecimentos. Portanto, responda ao questionário sem consultas.

Nome: _____

Ano e turma: _____

Sexo:

- Masculino
 Feminino

Idade

- de 10 a 12
 de 13 a 15
 de 16 a 18
 Mais de 19 anos

1. Em qual hemisfério está situado o continente Antártico?

- Norte
 Sul
 Leste
 Oeste

2. Polo Magnético e Polo Geográfico são as mesmas coisas?

- Sim
 Não

3. A agulha imantada da bússola aponta para o polo magnético ou para o polo geográfico?

- Para o polo magnético
 Para o polo Geográfico

4. Quem é o responsável pelo aumento do nível dos oceanos?

- O derretimento do gelo das calotas polares.
- O descongelamento da água do mar próximo as calotas polares.

5. Qual o movimento que a Terra realiza é responsável pelas estações do ano?

- Rotação
- Revolução

6. Qual o movimento que a Terra realiza é responsável pelos dias e as noites?

- Rotação
- Revolução

7. O movimento que a Terra realiza em torno do Sol é no sentido horário ou anti-horário?

- Sentido horário
- Sentido anti-horário

8. Para um observador acima do polo norte, o movimento que a Terra realiza em torno de seu próprio eixo é no sentido horário ou anti-horário?

- Sentido horário
- Sentido anti-horário

9. Para um observador acima do polo sul, o movimento que a Terra realiza em torno de seu próprio eixo é no sentido horário ou anti-horário?

- Sentido horário
- Sentido anti-horário

10. Campo Magnético e Polo Magnético são as mesmas coisas?

- Sim
- Não

11. O Campo Magnético é responsável por proteger o planeta Terra de partículas advindas do Sol?

- Sim
- Não

12. As auroras são um fenômeno luminoso que só existe no planeta Terra?

- Sim
- Não

13. As auroras são um fenômeno luminoso que só existe no hemisfério norte terrestre?

- Sim
 Não

14. As auroras polares são resultantes da interação dos ventos solares e a atmosfera terrestre?

- Sim
 Não

15. É correto dizer que o processo de expansão e retração do gelo das calotas polares ocorre em razão do eixo de inclinação da Terra?

- Sim
 Não

16. Podemos afirmar que o processo de expansão e retração do gelo das calotas polares ocorre apenas em razão do movimento de revolução da Terra em torno do Sol?

- Sim
 Não

17. A trajetória que a Terra realiza em torno do Sol é uma elipse de baixa excentricidade, com este ocupando um dos focos?

- Sim
 Não

18. Poderia explicar como localizar o polo sul celeste e o polo norte celeste?

- Sim
 Não

19. Conseguiria explicar uma forma de localizar o polo sul geográfico?

- Sim
 Não

20. De agora em diante, analise as questões e assinale "**Saberia responder**", caso saiba a resposta ou "**Não saberia responder**", se desconhece a resposta para a pergunta da alternativa.

Perguntas	Saberia responder	Não saberia responder
O que é, onde, quando e por que ocorre o Sol da meia-noite?		
O que é, onde, quando e por que ocorrem os fenômenos das noites brancas?		

Quantos graus a Terra está inclinada em relação ao seu eixo de rotação?		
Quantos graus o eixo da Terra está inclinado em relação ao seu plano orbital?		
O que significa plano da órbita?		
Qual o significado para a palavra Periélio?		
Qual o significado para a palavra Afélio?		
Qual o significado para a palavra Equinócio?		
O eixo de inclinação da Terra é fixo ou móvel?		
Para onde aponta o eixo de rotação da Terra?		
O que são estrelas circumpolares?		
Qual a explicação para os nomes Círculo Polar Ártico e Círculo Polar Antártico?		
Quais fatores são responsáveis pelas estações do ano?		
Qual a diferença entre geocentrismo e heliocentrismo?		
Quais são os fatores responsáveis pela formação do buraco na camada de ozônio?		
Em qual continente são originadas as correntes marinhas que atuam na porção sul da América do Sul?		
Em qual continente é originada a massa de ar fria e seca que atua na porção sul da América do Sul?		

APÊNDICE C - PRÉ-TESTE: ROTEIRO DE VÍDEO

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



Pré-teste: roteiro de vídeo

Este formulário tem o objetivo de diagnosticar as preferências dos estudantes relacionadas à visualização e elaboração de vídeos, visando traçar estratégias para melhor aproveitamento das atividades que serão realizadas envolvendo a elaboração de roteiros, gravação, edição e compartilhamento de vídeos. Portanto, responda ao questionário sem consultas.

Nome: _____

Ano e turma: _____

Sexo:

- Masculino
 Feminino

Idade

- de 10 a 12
 de 13 a 15
 de 16 a 18
 Mais de 19 anos

1. De agora em diante, analise as questões e assinale "**Sim**", caso sua resposta seja positiva ou "**Não**", se a sua resposta para a pergunta da alternativa for negativa.

Perguntas	Sim	Não
Gosta de assistir a vídeos?		
Tem curiosidade em saber como são produzidos vídeos por profissionais?		
Gosta de criar vídeos?		
Seus(uas) professores(as) solicitam atividades com a elaboração de vídeos?		
Sabe o que é um roteiro de audiovisual?		
Sabe como elaborar um roteiro audiovisual?		
Na elaboração de seus vídeos você utiliza roteiros?		
Costuma se preocupar com a utilização de imagens e sons que possam ter direitos autorais na elaboração de seus vídeos?		

Acredita que é possível ensinar e aprender por meio da elaboração de roteiros e criação de vídeos?		
Assiste a vídeos de ficção científica ligados a Astronomia?		

2. Qual(is) aparelho(s) você utiliza para a realização de filmagens e captação de som? Para responder a essa pergunta, relacione os itens das linhas com as colunas.

Aparelhos	Sempre utilizo	Às vezes utilizo	Nunca utilizei
Celular			
Tablet			
Câmera			
Webcam			

3. Caso utilize outro(s) equipamento(s) para a realização de filmagens e captação de som, além dos listados na questão anterior, cite(-os) a seguir.

4. Compartilha seus vídeos em alguma plataforma?

- Sim
 Não
 Às vezes
 Sempre

5. Utiliza algum *software* ou aplicativo para editar seus vídeos?

- Sim
 Não

6. Caso utilize algum *software* ou aplicativo para editar seus vídeos, responda qual(is)?

7. Os *software* ou aplicativos que vocês utilizam para gravar áudio e editar os vídeos são pagos ou gratuitos?

- Pagos
 Gratuitos
 Não utilizo *Software* de edição de vídeos

8. Os vídeos que vocês desenvolvem são compartilhados em alguma plataforma?

- Sim
 Não

9. Caso tenha respondido "Sim" na questão anterior, em qual plataforma compartilha seus vídeos?

10. O que você acha das atividades desenvolvidas pelos(as) professores(as) que envolvem a elaboração de vídeos?

- Boas
 Ruins
 Péssimas

11. Qual(is) gênero(s) de filme você mais gosta de assistir? Para essa pergunta pode-se marcar mais de uma alternativa, indicando a frequência.

Gênero	Sempre assiste	Às vezes assiste	Nunca assiste
Ação			
Comédia			
Drama			
Romance			
Documentário			
Suspense			
Terror			
Ficção científica			
Aventura			

12. Seus(uas) professores(as) costumam solicitar a elaboração de maquetes?

- Sim
 Não
 Às vezes

13. Seus(uas) professores(as) costumam solicitar a realização de experimentos em sala de aula como atividade?

- Sim
 Não
 Às vezes

14. Qual(is) matéria(s) costuma solicitar a elaboração de maquetes e experimentos?

15. Quantas vezes você costuma gravar um mesmo vídeo?

- Apenas 1 1 – 2 2 – 3 3 – 4 Mais de 5

16. Poderia descrever qual a sua impressão quando vê sua imagem em um vídeo?

17. Acredita que a elaboração de vídeos, levando em consideração a utilização de roteiros, métodos de edição e linguagem audiovisual, facilita o desenvolvimento de vídeos?

- Sim
 Não
 Talvez
 Não sei dizer

18. Acredita que a elaboração de maquetes e realização de experimentos para exemplificar o conteúdo contribui para o processo de ensino e aprendizagem?

- Sim
 Não
 Talvez
 Não sei dizer

19. Acredita que o desenvolvimento de uma atividade que envolva a elaboração de maquete e realização de experimentos a serem apresentados por meio de um vídeo, levando em consideração a utilização de roteiros, métodos de edição e linguagem audiovisual, possa facilitar o processo de ensino-aprendizagem?

- Sim
 Não
 Talvez
 Não sei dizer

APÊNDICE D - PÓS-TESTE: ATIVIDADES PRÁTICAS

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS

**Pós-teste: Atividades Práticas**

Este formulário tem o objetivo de mensurar o conhecimento assimilado pelos estudantes a partir de uma sequência de atividades (envolvendo a elaboração de maquete, realização de experimento e uso de simulador), realizadas com o intuito de fornecer subsídios teórico-práticos para a elaboração de roteiros, sua transposição em vídeos e publicação em um canal no *Youtube*, como forma de demonstrar a relevância dos conhecimentos da Astronomia para a compreensão da dinâmica do continente Antártico e facilitar o processo de ensino-aprendizagem de temas geográficos, além de contribuir para a divulgação científica da Astronomia. Portanto, responda ao questionário sem consultas.

Nome: _____

Ano e turma: _____

Sexo:

- Masculino
 Feminino

Idade:

- de 10 a 12
 de 13 a 15
 de 16 a 18
 Mais de 19 anos

1. Como você avalia a atividade de elaboração do Planetário Orrery, representando o Sistema Solar?

- Boa
 Ruim
 Péssima
 Não sei responder

2. Descreva quais aprendizados você obteve com o teste do Planetário Orrery.

3. De que forma o teste do Planetário Orrery contribuiu para a compreensão das estações do ano e seu reflexo na expansão e retração do gelo das calotas polares?

4. Qual a sua impressão sobre a utilização do *Software Stellarium* para simular o fenômeno do Sol da meia-noite?

- Boa
- Ruim
- Péssima
- Não sei responder

5. Comente o que achar pertinente sobre a realização do experimento para simular o descongelamento das calotas polares e elevação do nível dos oceanos.

6. Comente algo que considera interessante envolvendo o desenvolvimento das atividades práticas realizadas em equipe. Por exemplo, algo que avalie importante, que tenha gostado ou chamado sua atenção.

7. APENAS PARA OS ESTUDANTES QUE PARTICIPARAM: apresente suas impressões sobre o bate-papo via *Stream Yard*, envolvendo divulgação científica, com o professor e astrônomo Emanuel Pereira, dono do canal *Ser Tão Ciências*.

8. Como você descreveria a elaboração do vídeo explicando os fatores responsáveis pelas estações do ano a partir de uma sequência de atividades envolvendo a elaboração do Planetário Orrery e desenvolvimento de um roteiro?

9. O que você pensa sobre a elaboração do vídeo, levando em consideração a elaboração de um roteiro, cuidados com direitos autorais, preservação do anonimato da imagem e identidade de pessoas e uso de fontes confiáveis dando-lhes os devidos créditos?

10. O que você pensa sobre a publicação dos vídeos desenvolvidos por vocês em um canal na Plataforma do Youtube?

11. Ante as atividades desenvolvidas, quais melhorias você sugere para futuras aplicações?

ANEXO

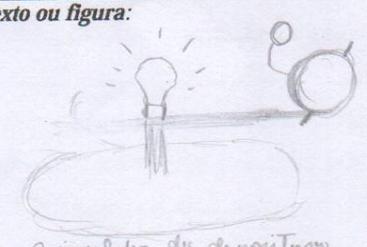
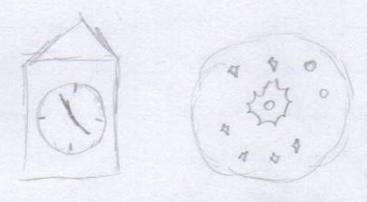
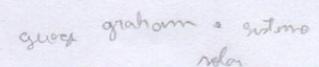
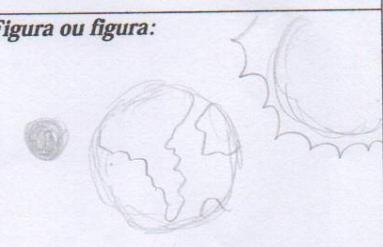
ANEXO I MODELO DE ROTEIRO

Máscara de Roteiro

AUTOR(A):		CONTEÚDO:
	Fala	Destaque na tela
1	Breve apresentação pessoal	<i>Texto ou figura:</i>
2	Apresentação do conteúdo	<i>Texto ou figura:</i>
3	Considerações finais	<i>Figura ou figura:</i>
4	Despedida	<i>Figura ou figura:</i>
Fonte: Mazzeu, Ambrózio, 2012.		

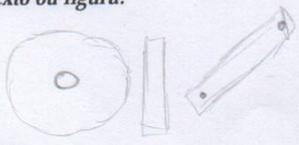
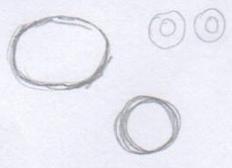
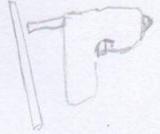
ANEXO II ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES

Máscara de Roteiro

AUTOR(A):		CONTEÚDO:
	Fala	Destaque na tela
1	<p>Saudações BD, BT, BN</p> <p>Hoje vamos falar sobre os tipos de sistemas solares satelitais de um simulador de dispositivos de Oroney</p>	<p>Texto ou figura:</p>  <p>O simulador de dispositivos</p>
2	<p>Mas o que é isso? e quem foi Oroney?</p> <p>Oroney foi inventado, juntamente com o engenheiro Thomas Tompison fizeram um projeto do sistema solar capazes de simular os movimentos orbitais do terra e do lua em torno do Sol</p>	<p>Texto ou figura:</p>  <p>Thomas Tompison</p>
3	<p>A partir desse projeto muitos cientistas inventaram nós e dispositivos em símbolos de status, riqueza e inteligência e criaram planilhas que ajudam na melhor compreensão do sistema solar.</p>	<p>Figura ou figura:</p>  <p>que os graham o sistema solar</p>
4	<p>Na adaptação que fizemos o novo objetivo é demonstrar que as estações do ano estão relacionados com o eixo de inclinação do terra associado ao movimento de translação que o terra realiza em torno do sol</p>	<p>Figura ou figura:</p> 

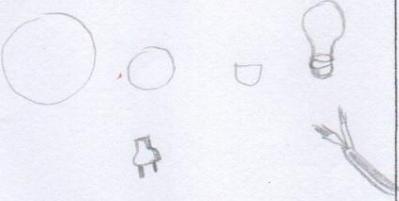
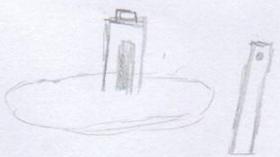
ANEXO III ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES

Máscara de Roteiro

AUTOR(A):		CONTEÚDO:
	Fala	Destaque na tela
15	<p>Com um planelômetro Overney, possível demonstrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> As fases da lua eclipses retorções e triângulos eixo de inclinação da terra 	<p>Texto ou figura:</p> 
16	<p>Para fazer esse simulador são necessários Materiais</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 base 30 cm de diâmetro com um furo de 10 mm no centro 1 suporte 29 cm, 01 cm de espessura com um furo de 10 mm em uma das extremidades, e outro de 5 mm na outra ponta 1 furo de 2x2,4 cm de largura 10x10 de comprimento e um furo de 10 mm 	<p>Texto ou figura:</p> 
17	<ul style="list-style-type: none"> 1 Niple de abajuro de 10 mm de diâmetro por 9,5 cm de comprimento 3 parafusos novos finos 2 rolões de plástico 5 cm 4 anéis de 9,5 1 anel de vedação para o tubo de 150 mm 1 anilha de 6 mm 26 cm de arame 3 mm 20 cm de arame 1 mm 	<p>Figura ou figura:</p> 
18	<ul style="list-style-type: none"> 1 bastão de cola quente de 10 mm x 15 cm 1 redeção de localão de cola quente de 10 mm x 15 cm 1 pistola de cola quente 1 tubo de cola super bonda 	<p>Figura ou figura:</p> 

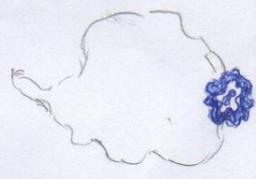
ANEXO IV ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES

Máscara de Roteiro

AUTOR(A):		CONTEÚDO:
	Fala	Destaque na tela
29	<p>1 bala de injeção 100mm 1 bala de injeção 10mm 1 bocal para lâmpada 1 lâmpada incandescente 40W 3m de fio de cobre 1 pino ou prego para tomada</p>	<p>Texto ou figura:</p> 
210	<p>Montagem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fixe a torça no base com a solda • Na abertura lateral do base da torça passe o fio de cobre com a pino. • Deixe o pino fixo como nosa mas que ele não se mexa a a. <p>Passos: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12</p>	<p>Texto ou figura:</p> 
311	<p>Após todo o seu trabalho você vai ter o simulador do dispositivo de Orrey. O objetivo principal é explicar de maneira didática, o movimento de congelamento da água do mar durante o inverno e o derretimento das calotas polares ao longo do verão que são associados ao movimento de tano e seu eixo.</p>	<p>Figura ou figura:</p> 
412	<p>Foi isso muito obrigado pelo atenção espere que vai ter a abordagem um pouco mais com um dispositivo tchau</p>	<p>Figura ou figura:</p> <p>fim...</p>

ANEXO V ROTEIRO DE VÍDEO DESENVOLVIDO PELOS ESTUDANTES

Máscara de Roteiro

AUTOR(A): <i>Lucas Barbosa Alves BB</i>		CONTEÚDO: <i>Descongelamento das calotas p.</i>
Fala	Destaque na tela	
1	<p>Olá. (seudônimo) BB, B.T, B.N</p> <p>Qual a importância dos estudos e o entendimento do derretimento das calotas polares.</p>	<p>Texto ou figura: <i>planta terna com geatiffell</i></p> 
2	<p>Devemos nos preocupar com o derretimento das calotas polares?</p> <p>Sim, o gelo que está sobre o continente quando derretido, aumenta o nível dos oceanos mas o gelo que está sobre a água congela e derrete todos os anos.</p>	<p>Texto ou figura: <i>continente antártico</i></p> 
3	<p>Com essa experiência de Simulador das calotas polares e elevação dos níveis dos oceanos, podemos exemplificar nos eventos, nos do B° B fazemos uma experiência</p>	<p>Figura ou figura: <i>foto de gelo</i></p> 
4	<p>Pois inicia em experimentos vamos precisar de:</p> <p>2 varilhas transparentes</p> <p>2 potinhos de vidro</p> <p>400 ml de água</p> <p>2 grandes cubos de gelo</p> <p>1 marca d'água</p>	<p>Figura ou figura:</p> 