

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

**ASTRONOMIA E MATEMÁTICA EM SALA DE AULA: EXPLORANDO O  
SPACEFLIGHT SIMULATOR E A CONSTRUÇÃO COM RÉGUA E COMPASSO**

**Sabrina da Silva**

Porto Alegre

2023

**Sabrina da Silva**

**ASTRONOMIA E MATEMÁTICA EM SALA DE AULA: EXPLORANDO O  
SPACEFLIGHT SIMULATOR E A CONSTRUÇÃO COM RÉGUA E COMPASSO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado junto ao curso de Matemática da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como  
requisito parcial à obtenção do título de Licenciada  
em Matemática.

Orientadora: Prof. Dra. Andréia Dalcin

Porto Alegre

2023

Instituto de Matemática e Estatística  
Departamento de Matemática

**Astronomia e Matemática em Sala de Aula: Explorando o SpaceFlight Simulator e a  
Construção com Régua e Compasso**

Sabrina da Silva

Banca Examinadora:

Prof.º Dr. Alan Alves Brito  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.º Dr. Rodrigo Dalla Vecchia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer meu pai Aldair, minha mãe Cledir, meu irmão Luis e minha prima Katrine pelo apoio durante essa caminhada. Sua força e inspiração me ajudaram a viver em uma cidade a 500 km de casa, perseguindo meus objetivos e meus sonhos, não importa o quão difíceis eles pareçam. Agradeço em especial à Katrine, pelos conselhos, risadas e por ser minha melhor amiga.

Agradeço também ao amor da minha vida, Lucas, que mostrou que com muita calma, amor e tranquilidade podemos fazer qualquer coisa. Quando precisei de um abraço, de um ombro para chorar ou de uma risada sincera pude contar com seu apoio incondicional e agradeço muito por isso.

Quero agradecer às princesas que entraram comigo na universidade e que estão comigo até hoje. Em especial, Beatriz, Julia, Renata, Luiza, Sthefânia e Letícia, que dividiram comigo as alegrias e infelicidades dessa etapa, são amigas que desejo levar comigo para sempre.

Ao grupo de amigos que se formou para jogar League of Legends e acabou se transformando em um apoio sem igual durante a pandemia, um momento de isolamento social em que nos comunicávamos pelo computador. Em especial, agradeço a Bruno e Mateus, companheiros para o jogo e para a vida, por me permitirem compartilhar as alegrias da vida adulta ao lado deles.

Em relação à minha formação, agradeço ao Projeto Laboratório de Matemática em Escolas Públicas pelos aprendizados e experiências que me conduziram a ser a docente que sou hoje. Em especial, agradeço a Prof.<sup>a</sup> Andréia Dalcin, responsável pelo projeto e orientadora deste trabalho de conclusão, por acolher minhas ideias e me ajudar a pôr em prática o que imaginava, e aos bolsistas Bryan, Laura, Juliana e Rafael por tornarem meu percurso no Laboratório muito mais divertido.

Para finalizar, agradeço a Escola Estadual de Educação Básica Alcaraz Caldas pela oportunidade de conhecer seus espaços, docentes e alunos, sempre lembrarei das relações construídas nesse período. Em especial, agradeço a professora Cátia, por estar sempre aberta a novas maneiras de ensinar e disposta a compreender os alunos, espero poder ser uma professora tão boa quanto ela um dia.

Dedico esse trabalho aos meus  
pais, meu porto seguro.

## RESUMO

Inserida no cotidiano das escolas e envolvida nas atividades dos Laboratórios de Matemática das escolas parceiras do projeto de extensão Laboratórios de Matemática em Escolas Públicas, pude perceber a necessidade de pensar atividades que coloquem os alunos e alunas em ação, e o uso de materiais e experimentos que favoreçam o aprendizado em Matemática. Nessa perspectiva essa pesquisa foi desenvolvida visando responder a seguinte questão: quais as potencialidades de atividades envolvendo a temática astronomia no ensino da matemática na perspectiva STEAM? Como objetivos foram elencados: estudar sobre a perspectiva STEAM (do inglês, Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), estabelecendo relações com o Construcionismo e o Movimento Maker; aplicar uma sequência de atividades, com o uso de recursos materiais e virtuais que possibilitem visualizar conexões entre as ciências, tecnologia, engenharia, artes e, especialmente, matemática no contexto da Astronomia. A pesquisa, de caráter qualitativo, foi realizada em uma escola, de Porto Alegre, com alunos do 7º ano do ensino fundamental. Foram pensados três Estágios de atividades: I. Conversa sobre conhecimentos prévios dos estudantes e as diferentes perspectivas de surgimento do Universo; II. Criação de modelo com SpaceFlight Simulator; e III. Construção de um protótipo de foguete com sólidos geométricos de cartolina. As atividades foram aplicadas e analisadas considerando o envolvimento dos estudantes e as aprendizagens identificadas no diálogo com a literatura que discute a perspectiva STEAM, separando as análises em potencialidades e limitações das atividades. Como potencialidade destaca-se a curiosidade e mobilização evidenciada pelo SpaceFlight Simulator, as múltiplas perspectivas observadas pelos estudantes ao conectar astronomia, matemática e história, além da percepção de complementaridade das atividades, que exploraram, por um lado, a simulação e, por outro, o desenho geométrico com régua e compasso, mobilizando mais conteúdos matemáticos nesse último. Quanto às limitações evidenciou-se algumas dificuldades de acesso aos ambientes e recursos da escola, a dificuldade dos estudantes em escrever sobre matemática no diário de bordo e a não finalização da atividade com um grupo de estudantes. Conclui-se que, apesar dos desafios encontrados durante as práticas, a perspectiva STEAM, associada ao Construcionismo e a Cultura Maker, pode contribuir para a transformação da sala de aula, aliada a um planejamento adequado e a um ambiente escolar que propicie a autonomia, a experimentação e o desenvolvimento da argumentação. Conclui-se também que temáticas relacionadas a Astronomia, em especial a construção de foguetes, principalmente por meio de simuladores, motivou os estudantes e propiciou estudos e reflexões que envolveram habilidades como a visualização e o uso de relações geométricas importantes, assim contribuindo para o aprendizado da Matemática.

**Palavras-chave:** STEAM. Astronomia. Educação Matemática. Construcionismo. Cultura Maker

## ABSTRACT

Inserted in the daily life of schools and involved in the activities of the Mathematics Laboratories of the partner schools of the extension project Mathematics Laboratories in Public Schools, I could see the need to think about activities that put students into action, and the use of materials and experiments that favor learning in Mathematics. In this perspective, this research was developed aiming to answer the following question: what are the potentialities of activities involving the astronomy theme in the teaching of mathematics in the STEAM perspective? The following objectives were listed: studying the STEAM perspective (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), establishing relationships with Constructionism and the Maker Movement; apply a sequence of activities, with the use of material and virtual resources that make it possible to visualize connections between science, technology, engineering, arts and, especially, mathematics in the context of Astronomy. The qualitative research was carried out in a school in Porto Alegre, with students in the 7th grade of elementary school. Three Stages of activities were thought: I. Conversation about the students' prior knowledge and the different perspectives on the emergence of the Universe; II. Model creation with SpaceFlight Simulator; and III. Construction of a rocket prototype with geometric solids from cardboard. The activities were applied and analyzed considering the students' involvement and the learning identified in the dialogue with the literature that discusses the STEAM perspective, separating the analyzes into potentialities and limitations of the activities. As a potentiality, the curiosity and mobilization evidenced by the SpaceFlight Simulator stand out, the multiple perspectives observed by the students when connecting astronomy, mathematics and history, in addition to the perception of complementarity of the activities, which explored, on the one hand, the simulation and, on the other, geometric drawing with ruler and compass, involving more mathematical content in the latter. As for the limitations, some difficulties in accessing the school's environments and resources were evident, the students' difficulty in writing about mathematics in the logbook and the non-completion of the activity with a group of students. It is concluded that, despite the challenges encountered during the practices, the STEAM perspective, associated with Constructionism and Maker Culture, can contribute to the transformation of the classroom, combined with adequate planning and a school environment that fosters autonomy, experimentation and the development of argumentation. It is also concluded that themes related to Astronomy, in particular the construction of rockets, mainly through simulators, motivated the students and provided studies and reflections that involved skills such as visualization and the use of important geometric relationships, thus contributing to learning. of Mathematics.

**Keywords:** STEAM. Astronomy. Mathematics Education. Constructionism. Maker Culture

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- OBSERVATÓRIO STONEHENGE, LOCALIZADO NO REINO UNIDO	18
FIGURA 2- SÍTIO ARQUEOLÓGICO MAIA EL CARACOL, LOCALIZADO EM BELIZE	18
FIGURA 3- O CALENDÁRIO EGÍPCIO	20
FIGURA 4- ASTROLÁBIO PLANISFÉRICO ISLÂMICO (1666)	22
FIGURA 5 - BURACO NEGRO: SIMULAÇÃO X IMAGEM REAL EVENT HORIZON TELESCOPE	24
FIGURA 6- DIAGRAMA DO STEAM	31
FIGURA 7 - CICLO DE PROCESSOS DE ENGENHARIA	12
FIGURA 8 - QUESTIONAMENTOS DA APRESENTAÇÃO INICIAL	31
FIGURA 9 - APRESENTAÇÃO DO MITO CHINÊS DA CRIAÇÃO	32
FIGURA 10 - PÁGINA PERSONALIZADA PARA O DIÁRIO DE BORDO	34
FIGURA 11 - MEDIÇÕES E RECORTE PARA A CAPA DO DIÁRIO DE BORDO	35
FIGURA 12 - PERSONALIZAÇÃO DO DIÁRIO DE BORDO 1	35
FIGURA 13 - PERSONALIZAÇÃO DO DIÁRIO DE BORDO 2	37
FIGURA 14 - PERSONALIZAÇÃO DO DIÁRIO DE BORDO 3	37
FIGURA 15 - EXEMPLO DE DIÁRIO CONCLUÍDO	38
FIGURA 16- PÁGINA DO INFOGRÁFICO SOBRE A HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DOS FOGUETES	41
FIGURA 17 - LANÇAMENTO DE UM FOGUETE COM ESTÁGIOS NO SOFTWARE	42
FIGURA 18 - TELA PRINCIPAL DO SPACEFLIGHT SIMULATOR	42
FIGURA 19 - ESTUDANTE UTILIZANDO O SPACEFLIGHT SIMULATOR	44
FIGURA 20 - FINALIZAÇÃO DE MODELO NO SPACEFLIGHT SIMULATOR	45
FIGURA 21 - SIMULAÇÃO DE LANÇAMENTO NO SPACEFLIGHT SIMULATOR 1	45
FIGURA 22 - SIMULAÇÃO DE LANÇAMENTO NO SPACEFLIGHT SIMULATOR 2	46
FIGURA 23 - DESENHO DO FOGUETE CONSTRUÍDO POR P NO SOFTWARE	47
FIGURA 24 - DESENHO DE FOGUETE CONSTRUÍDO POR GB NO SOFTWARE	47
FIGURA 25 - SISTEMATIZAÇÃO DOS COMPONENTES ESSENCIAIS DO FOGUETE UTILIZANDO A LOUSA	50
FIGURA 26 - DESTAQUE DO ÍMPULSO E DA MASSA DO FOGUETE	51
FIGURA 27 - SIMULAÇÃO DE LANÇAMENTO DE MODELO FINALIZADO 1	52
FIGURA 28 - SIMULAÇÃO DE LANÇAMENTO DE MODELO FINALIZADO 2	53
FIGURA 29 - SIMULAÇÃO DE LANÇAMENTO DE MODELO FINALIZADO 3	53
FIGURA 30 - SÓLIDOS GEOMÉTRICOS DE ACRÍLICO	56
FIGURA 31 - MODELO PRODUZIDO COM O SPACEFLIGHT SIMULATOR EM DUAS DIMENSÕES	56
FIGURA 32 - MODELO PRODUZIDO NO SOFTWARE E ESBOÇO DA CONSTRUÇÃO FEITO EM PAPEL 1	57
FIGURA 33 - MODELO PRODUZIDO NO SOFTWARE E ESBOÇO DA CONSTRUÇÃO FEITO EM PAPEL 2	57
FIGURA 34 - MODELO PRODUZIDO NO SOFTWARE E ESBOÇO DA CONSTRUÇÃO FEITO EM PAPEL 3	58
FIGURA 35 – EXEMPLO DE PLANIFICAÇÃO DO CILINDRO	59
FIGURA 36 - CONSTRUÇÃO DO FOGUETE COM MATERIAIS CONCRETOS 1	60
FIGURA 37 - CONSTRUÇÃO DO FOGUETE COM MATERIAIS CONCRETOS 2	61
FIGURA 38 - CONSTRUÇÃO DO FOGUETE COM MATERIAIS CONCRETOS 3	61
FIGURA 39 - CONFECÇÃO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS 1	63
FIGURA 40 - CONFECÇÃO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS 2	64
FIGURA 41 - PERSONALIZAÇÃO DO FOGUETE	64
FIGURA 42 - FOGUETE FINALIZADO – GRUPO ARIANE V	66
FIGURA 43 - FOGUETE FINALIZADO – GRUPO ATLAS V	66
FIGURA 44 - FOGUETE FINALIZADO – GRUPO SATURN V	67
FIGURA 45 - EXEMPLO DE FOGUETE LANÇADO 1	72
FIGURA 46 - EXEMPLO DE FOGUETE LANÇADO 2	73
FIGURA 47 - MODELO CONSTRUÍDO PELA ALUNA J	74
FIGURA 48 - DESENHO DO MODELO DO ESTUDANTE A	75
FIGURA 49 - EXEMPLO DE FOGUETE DO GRUPO VOSTOK	82
FIGURA 50 - EXEMPLO DE FOGUETE DO GRUPO SONDA	82
FIGURA 51 - FOGUETE FINAL GRUPO VOSTOK	83
FIGURA 52 - FOGUETE FINAL GRUPO SONDA	83
FIGURA 53 – MODELO IMPRESSO DO GRUPO VOSTOK COM A PLANTA DESENHADA	84
FIGURA 54 - COLAGEM DO FOGUETE DO GRUPO VOSTOK	84
FIGURA 55 - MODELO IMPRESSO DO GRUPO SONDA COM A PLANTA DESENHADA	85
FIGURA 56 - FOGUETE FINALIZADO DO GRUPO SONDA	86



FIGURA 57 - LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA DA E.E.E.B. DOLORES ALCARAZ CALDAS	90
FIGURA 58 - PÁGINAS INTERNAS DO DIÁRIO DE BORDO	91
FIGURA 59 - MODELO DE FOGUETE DO GRUPO SOYUZ	96

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2. ASTRONOMIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA</b>	<b>16</b>
<b>3. PERSPECTIVA STEAM</b>	<b>27</b>
3.1. Abordagem Transdisciplinar	31
3.2. Ciências	32
3.3. Tecnologia	33
3.3.1. Uso da Simulação	36
3.4. Engenharia	37
3.5. Artes	39
3.6. Matemática	40
3.7. Formando Relações: Construcionismo e Cultura Maker	41
<b>4. PERCURSO DA PESQUISA</b>	<b>46</b>
<b>5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES</b>	<b>53</b>
5.1. Primeiro Estágio	53
5.2. Segundo Estágio	61
5.3. Terceiro Estágio	76
<b>6. ANÁLISE DOS DADOS</b>	<b>89</b>
6.1. Curiosidade e investigação: o software SpaceFlight Simulator e o estímulo ao envolvimento dos alunos	89
6.2. Conexões entre astronomia, história e matemática: múltiplas perspectivas podem levar a diferentes formas de enxergar a realidade	94
6.3. Simulação com o SpaceFlight Simulator e Construção com régua e compasso: mobilização de conceitos diferentes, mas complementares.	96
6.4. Ambiente Escolar e o Acesso aos Recursos: alguns desafios	104
6.5. Diário de Bordo: dificuldade em escrever sobre matemática	107
6.6. Nem todos concluíram a atividade: a presença das redes sociais	111
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>114</b>

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>118</b>
<b>APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO INICIAL</b> .....	<b>124</b>
<b>APÊNDICE B – TUTORIAL SPACEFLIGHT SIMULATOR</b> .....	<b>139</b>
<b>APÊNDICE C – PLANIFICAÇÕES COM RÉGUA E COMPASSO</b> .....	<b>162</b>
<b>APÊNDICE D – FOLHAS DO DIÁRIO DE BORDO</b> .....	<b>173</b>
<b>ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>175</b>
<b>ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO</b> .....	<b>177</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da minha<sup>1</sup> trajetória como estudante, no interior de Santa Catarina, vivenciei poucas situações em que as aulas desviaram das metodologias tradicionais e, especificamente na área das ciências exatas e naturais, trouxeram o lado empírico ou prático dos conceitos abordados. Isso não interferiu no apreço que sempre tive pela matemática, mas ajudou a construir uma visão de ensino simplista e superficial.

Acreditava que o sistema com o qual era acostumada funcionava de forma perfeita. O professor era o único agente transmissor do conhecimento, enquanto o aluno aprendia a partir das observações em sala de aula e da resolução dos exercícios propostos. As aulas eram, em sua maior parte, expositivas, com exemplos dados pelo professor e exercícios de fixação para os estudantes, sendo a boa nota um objetivo a ser alcançado. Talvez, por esse motivo eu tenha passado parte da minha vida de estudante preocupada com a memorização do conteúdo e com a avaliação. Em nenhum momento questioneei a metodologia que era utilizada, até ingressar no curso superior e perceber que o ensinar possui muitas facetas.

Hoje percebo que o método que meus professores costumavam usar sustentava-se em um ensino mecanicista, sem muitas conexões com o real ou investigações que levassem os estudantes a construir alguns conceitos, questionar outros e participar ativamente de sua aprendizagem. Ao escolher o curso de Licenciatura em Matemática pude compreender a complexidade das atribuições dadas ao professor e fui elaborando um posicionamento crítico acerca do passado, presente e futuro da educação, voltando meu olhar para a importância de se pensar os processos de ensino e aprendizagem e estudar sobre a construção do conhecimento.

Como parte dessa mudança de mentalidade, cursei algumas disciplinas pertencentes ao currículo<sup>2</sup> que me fizeram refletir sobre minha formação como um todo. Destaco as principais, que influenciaram na elaboração dessa pesquisa, a disciplina de Política e Organização da Escola Básica (EDU03097), Educação Matemática e Docência I (MAT01211) e Projetos de Aprendizagem em Ambientes Digitais (EDU01016).

---

<sup>1</sup> Tendo em vista que a introdução diz respeito ao aspecto pessoal da pesquisa, escreverei essa seção com a primeira pessoa do singular. As demais serão escritas utilizando a primeira pessoa do plural.

<sup>2</sup> Currículo do curso de Licenciatura em Matemática da UFRGS. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod\\_curso=335](http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=335). Acesso em: 09 Mar. 2023.

Na disciplina de *Política e Organização da Escola Básica* aprendi sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs)<sup>3</sup>, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC)<sup>4</sup> e as Leis de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)<sup>5</sup>, além de começar a pensar sobre planejamentos que levassem em consideração o plano político-pedagógico, as condições estruturais e a realidade da escola e dos estudantes.

Em *Educação Matemática e Docência* tive contato pela primeira vez com diferentes perspectivas para o ensino e a pesquisa em Educação Matemática, trabalhando a matemática como objeto de reflexão e investigação.

Nesse sentido, com a disciplina de *Projetos de Aprendizagem em Ambientes Digitais* pude aprender sobre a metodologia baseada em projetos, trabalhando através de uma organização inicial e de investigações direcionadas para responder à pergunta de pesquisa. A participação ativa e a autonomia do aluno acabam se tornando essenciais nesse processo.

Assim, iniciei um longo percurso no qual repensei as relações no ambiente escolar, retomei alguns conceitos e experiências de minha trajetória de estudante e cheguei nas ideias que originaram essa pesquisa. A partir de leituras teóricas, vivências práticas e de observações fui capaz de estranhar a sala de aula.

Parte desse percurso aconteceu na escola, através dos estágios e da prática como bolsista do projeto de extensão Laboratório de Matemática em Escolas Públicas (LMEP)<sup>6</sup>. Durante essa experiência estive inserida nos espaços dos Laboratórios, construídos na Escola Estadual de Ensino Médio Anne Frank e na Escola Estadual de Educação Básica Dolores Alcaraz Caldas, ambas em Porto Alegre. Na segunda trabalhei com diversas turmas e professores, planejando e aplicando oficinas relacionadas a diferentes conteúdos matemáticos e de outras disciplinas, explorando muitas vezes o potencial interdisciplinar envolvido nos saberes do currículo. O envolvimento com alunos, professores, orientadores e com a gestão da escola, foi capaz de me

---

<sup>3</sup> As Diretrizes Nacionais (DCN's) são princípios e procedimentos que orientam educadores e normatizam aspectos fundamentais referentes às disciplinas do currículo comum. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/publicacoes>>. Acesso em: 24 Mar. 2023.

<sup>4</sup> A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) é um documento normativo que elenca uma série de aprendizagens fundamentais a cada etapa da educação básica. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 24 Mar. 2023.

<sup>5</sup> A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB 9394/96) é a legislação que regulamenta o sistema educacional (público ou privado) do Brasil (da educação básica ao ensino superior). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em: 24 Mar. 2023.

<sup>6</sup> Mais informações sobre o Projeto Laboratório de Matemática em Escolas Públicas no site. Disponível em: <<https://laboratoriomatufrgs.wixsite.com/labmatufrgs>>. Acesso em: 27 fev 2023.

movimentar para além do que é aprendido durante a graduação, consolidando meu papel como professora, ao mesmo tempo em que me colocou no papel de aluna.

Ao revisar a literatura sobre o assunto e estruturar as práticas, idealizei o trabalho com a perspectiva STEAM, uma sigla para *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), que refere-se a uma concepção de educação que se consolidou nos Estados Unidos na década de 1990, com o objetivo de modificar as metodologias tradicionais, relacionando com práticas didáticas os campos das Ciências<sup>7</sup>, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (BACICH; HOLANDA, 2020; YAKMAN, 2008). Essa relação entre as disciplinas, complementada pelas ideias do Construcionismo, pode gerar uma transformação positiva em sala de aula.

O Construcionismo, por sua vez, foi idealizado por Seymour Papert, sendo esse um “[...] conjunto de ideias (ou uma teoria) que estuda o desenvolvimento e o uso da tecnologia, em especial, do computador, na criação de ambientes educacionais” (BURD, 1999, p. 53). Essas ideias também exploram os aspectos afetivos e sociais da educação, colocando o aprendiz no centro dos processos de ensino e aprendizagem.

Complementar a isso, trago para essa pesquisa o trabalho com o Movimento Maker, na busca por levar os estudantes a fazer, reinventar, descobrir e compartilhar suas construções. Baseando-se na caracterização feita no Manifesto Maker de Hatch (2013) e em artigos que exploram esse tipo de atividade no âmbito da matemática, tais como Machado; Adalberto (2016) e Stella et al. (2018), procuro discorrer sobre esse movimento associado à perspectiva STEAM e, conseqüentemente, as atividades aplicadas.

Na prática, a Perspectiva STEAM, amparada pelas ideias Construcionistas e pelo Movimento Maker, guiaram uma sequência de atividades utilizando como temática a Astronomia e sua história, abordando mais especificamente sua interação permanente com a matemática. A escolha deste objeto de estudo foi guiada pela afinidade e curiosidade que sempre tive pela área e pelo potencial do assunto como gerador de interesse.

Tendo em vista o tema da pesquisa, um primeiro movimento foi buscar por trabalhos que se aproximassem da proposta elaborada. É importante destacar que não foram encontrados textos que exploram a relação entre astronomia e matemática, baseando-se na perspectiva STEAM para planejamento e análise das atividades, por esse motivo, foram escolhidos

---

<sup>7</sup> A tradução literal da sigla traz a letra S (*Science*) como Ciência, no singular. Porém, nessa pesquisa tratamos como Ciências, no plural, pois acreditamos que diz respeito a uma área do conhecimento composta por um conjunto de ciências como física, química, biologia, dentre outras, e não somente uma disciplina isolada.

trabalhos que se assemelham a temática escolhida e demonstram aplicações da matemática ao longo da história da astronomia. A busca e seleção de textos para a pesquisa foi realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da plataforma CAPES<sup>8</sup>.

O primeiro texto selecionado é a dissertação de mestrado escrita por Acenilso Lima de Araújo, publicada em 2013 e intitulada *Aplicações de Astronomia no Ensino de Matemática na Educação Básica*. Nela o autor descreve uma proposta educacional que visa a aprendizagem matemática utilizando como temática a astronomia. Os primeiros capítulos se destinam ao resgate histórico dos elementos astronômicos e sua relação constante com a matemática, propondo após isso uma sequência de atividades envolvendo situações-problema.

O segundo texto é a dissertação de mestrado escrita por Claudiana de Souza Santos Carvalho e publicada em 2018, que aborda atividades com modelagem matemática. Intitulada *Aplicação de atividades de modelagem matemática na construção de sequências didáticas contextualizadas na astronomia*, a pesquisa descreve e analisa uma experiência de ensino implementada em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, em uma escola estadual da Bahia. Os alunos estudaram, experimentaram e observaram diferentes fenômenos, explorando a interdisciplinaridade presente entre a astronomia e a matemática.

Refletindo sobre o tema e as leituras realizadas, trago como pergunta diretriz para a pesquisa: ***Quais as potencialidades de atividades envolvendo a temática astronomia no ensino da matemática na perspectiva da metodologia STEAM?***

A pesquisa tem caráter qualitativo e foram produzindo dados por meio dos registros escritos e orais no contexto da sala de aula. Os dados foram analisados pela ótica da perspectiva STEAM, refletindo sobre as potencialidades e limitações das atividades desenvolvidas.

As atividades foram aplicadas na Escola Estadual de Educação Básica Dolores Alcaraz Caldas, em Porto Alegre, com uma turma do 7º ano do ensino fundamental. Utilizando como recursos os Chromebooks disponibilizados pela instituição, o software SpaceFlight Simulator, além de cartolinas, réguas, materiais para recorte e pintura, dentre outros materiais básicos da sala de aula.

Posto isso, esse texto está organizado em seis capítulos. O primeiro capítulo é voltado para a Astronomia e o Ensino de Matemática, no qual são apresentadas reflexões acerca da astronomia e seu potencial em sala de aula, bem como possíveis relações com a matemática, observadas desde os períodos mais remotos.

---

<sup>8</sup> Ferramenta para pesquisa de teses e dissertações defendidas no Brasil. Disponível em: <<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>>. Acesso em: 21 mar 2023.

No segundo capítulo é feita a caracterização da Perspectiva STEAM, explorando aspectos históricos e sociais que a constituem. Além disso, busco relacionar o Construcionismo e o Movimento Maker com essa perspectiva, destacando suas diferenças, ao mesmo tempo em que evidencio semelhanças, de modo a buscar a complementaridade.

O terceiro capítulo relata o Percorso da Pesquisa, desde a participação no Projeto Laboratório de Matemática em Escolas Públicas (LMEP) até a organização das atividades aplicadas para a pesquisa. Além disso, nesse capítulo são evidenciados os métodos para produção e análise de dados.

No quarto capítulo é apresentada a Descrição das Atividades, detalhando cada encontro e utilizando de recursos visuais, escritos e orais para ilustrar as situações vivenciadas durante a aplicação das atividades.

O quinto capítulo apresenta a Análise dos Dados, utilizando da triangulação para fazer relação entre o contexto, os dados produzidos e a fundamentação teórica estudada. A análise é feita dividindo as reflexões em potencialidades e limitações, visando responder à questão de pesquisa.

Por fim, as Considerações Finais trazem um apanhado dos principais pontos da pesquisa, apontando algumas conclusões.



## 2. ASTRONOMIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA

Em diversos momentos da história, pessoas olharam para o céu e buscaram compreender seus segredos. Sendo eles agricultores, professores, pintores, inventores ou filósofos, a curiosidade sempre existiu e algumas dessas pessoas aprofundaram esses conhecimentos de tal maneira, que foram capazes de descrever através da linguagem humana as nuances do universo.

É difícil saber com exatidão quando observações e estudos começaram na área da Astronomia (que em um primeiro momento não era conhecida como tal), mas, segundo Oliveira; Makler; Matsuura (2020) existem evidências no campo arqueológico que demonstram seu uso há milhares de anos, já que desde o surgimento dos povos mais antigos se tinha convicção de que a natureza se organizaria de forma rítmica, “[...] sendo a conjugação dos diversos ritmos naturais a própria expressão da ordem cósmica ou divina vigente” (OLIVEIRA; MAKLER; MATSUURA, 2020, p.7).

Isso pode ser visto na associação de seres divinos com as alterações ocorridas no céu, presentes nas narrativas em diversas culturas. Entre os exemplos estão o mito do povo Nheengatu, originário da região da Amazônia:

No princípio, contam, havia só água, céu. Tudo era vazio, tudo noite grande. Um dia, contam, Tupana desceu de cima no meio de vento grande, quando já queria encostar na água saiu do fundo uma terra pequena, pisou nela. Nesse momento Sol apareceu no tronco do céu, Tupana olhou para ele. Quando Sol chegou no meio do céu seu calor rachou a pele de Tupana, a pele de Tupana começou logo a escorregar pelas pernas dele abaixo. Quando Sol ia desaparecer para o outro lado do céu a pele de Tupana caiu do corpo dele, estendeu-se por cima da água para já ficar terra grande.

No outro Sol [no dia seguinte] já havia terra, ainda não havia gente. Quando Sol chegou no meio do céu Tupana pegou em uma mão cheia de terra, amassou-a bem, depois fez uma figura de gente, soprou-lhe no nariz, deixou no chão. Essa figura de gente começou a engatinhar, não comia, não chorava, rolava à toa pelo chão. Ela foi crescendo, ficou grande como Tupana, ainda não sabia falar. Tupana, ao vê-lo já grande, soprou fumaça dentro da boca dele, então começou já querendo falar. No outro dia Tupana soprou também na boca dele, então, contam, ele falou. Ele falou assim: - Como tudo é bonito para mim! Aqui está a água com que hei de esfriar minha sede. Ali está o fogo do céu com que hei de aquecer meu corpo quando ele estiver frio. Eu hei de brincar com água, hei de correr por cima da terra; como o fogo do céu está no alto, hei de falar com ele aqui de baixo. Tupana, contam, estava junto dele, ele não viu Tupana. (MARTINS, 1994, p. 4).

E o mito da civilização Babilônica, originária da antiga Mesopotâmia:

Quando no alto o céu [Anshar] ainda não tinha sido nomeado e embaixo a terra [Kishar] ainda não tinha nome, nada existia senão uma mistura das águas de Apsu, o oceano primordial, o gerador, e da tumultuosa Mummu-Tiamat, a água doce, a mãe de todos. Então as trevas eram profundas, um tufão movia-se sem repouso. Então

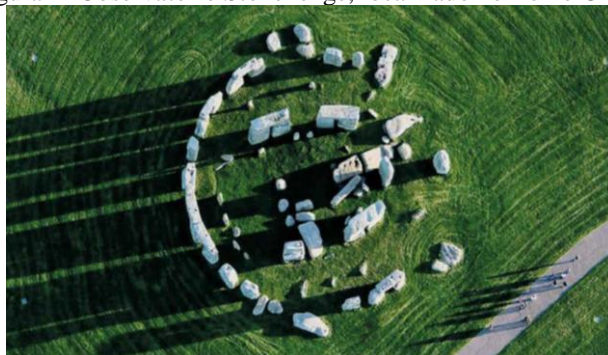
nenhum deus havia sido criado. Nenhum nome havia sido nomeado, nenhum destino havia sido fixado. (MARTINS, 1994, p. 7)

Para Martins (1994) esses registros mais antigos são chamados de *mitos*, pois representam “[...] histórias que descreviam como um ou vários personagens sobrenaturais (deuses ou outros seres) fizeram o mundo primitivo, criando animais, as plantas, os homens e estabeleceram os costumes, as leis, a estrutura da sociedade” (MARTINS, 1994, p.5). Marcados pela oralidade, esse tipo de registro seria, e em inúmeras culturas serve até hoje, como modelo para renovar, criar e revitalizar qualquer coisa.

Nesse sentido, antes de se conhecer a história da astronomia é importante ressaltar que as diferentes relações estabelecidas entre os povos e o céu “[...] refletem a diversidade de significados, crenças, anseios e valores que caracterizaram cada cultura, revelando o sentido que cada uma atribuía à existência humana” (KANTOR, 2014, p. 21), tornando-se imperativo explorar diferentes perspectivas a fim de conhecer essa ciência como a construção coletiva que é, desvencilhando-se da visão eurocêntrica que tem regido a forma como a história é contada a muito tempo.

No que diz respeito à observação astronômica, existem construções que remontam a milhares de anos atrás que, quase comprovadamente, tinham como finalidade estudar e prever os fenômenos do céu. Um dos exemplos é o Observatório Stonehenge (Figura 1) construído na Inglaterra entre 3000 e 1500 a.C., essa estrutura é vista como “[...] um enorme computador destinado à previsão de eclipses na Idade da Pedra” (MOURÃO, 2019, p.22). Outra construção interessante de ser citada é o Sítio Arqueológico El Caracol (Figura 2), construído pelos Maias em aproximadamente 1200 a.C. em uma de suas maiores cidades do seu período clássico, acredita-se que tenha sido usado para observações astronômicas.

Figura 1- Observatório Stonehenge, localizado no Reino Unido



Fonte: Oliveira, Makler e Matsuura (2020, p.8)

Figura 2- Sítio Arqueológico Maia El Caracol, localizado em Belize



Fonte: Site Chichén Itzá – Wonder of the world<sup>9</sup>

Ao obter destaque em períodos antigos, os estudos e observações na área da Astronomia possibilitaram êxito da revolução agrícola ocorrida no período Neolítico e, em decorrência disso, a criação e desenvolvimento de civilizações, que em seus estudos e mitologias “[...] costumavam conceber o Tempo exatamente como a repetição cíclica dos acontecimentos” (OLIVEIRA; MAKLER; MATSUURA, 2020, p.8).

Mourão (2019) destaca que milhares de anos antes da nossa era, a Mesopotâmia, o berço da civilização Suméria, foi a primeira a cultivar a Astronomia. Inicialmente “[...] por motivos místicos, com o objetivo de fundamentar suas profecias” (MOURÃO, 2019, p.96) e posteriormente, buscando estudar o movimento da Lua e dos planetas, fazendo nesse processo, as possíveis primeiras aplicações de métodos matemáticos a essa área de conhecimento.

A astronomia Chinesa também teve suas raízes em aspectos religiosos e astrológicos, com a atribuição de fenômenos ainda não compreendidos às divindades e sua ira ou felicidade em relação à raça humana. Conforme Mourão (2019, p. 98) é difícil reconstituir os registros dessa civilização “[...] pois no ano de 213 a.C. todos os livros foram queimados por decreto imperial. O que existe de mais antigo em matéria de astronomia remonta ao século IX a.C.”, porém, se tem conhecimento que os Chineses eram capazes de prever eclipses através do estudo de sua periodicidade.

Sobre a astronomia Egípcia, Mourão (2019) salienta o papel desta para a difusão dos conhecimentos criados na civilização Mesopotâmica. Porém, é interessante destacar que “as primeiras observações astronômicas e a iconografia mais antiga remontam à própria fase originária da civilização egípcia, nos períodos pré-dinástico e protodinástico” (BELMONTE,

---

<sup>9</sup> Disponível em < <https://www.chichenitza.com/pt/ruinas-maias> >. Acesso em: 18 fev 2023.

2016) em aproximadamente 3000 a.C., sendo exemplos disso a observação de estrelas para determinar o período de inundação do Rio Nilo, os círculos de pedra em Nabta Playa<sup>10</sup> e o alinhamento das pirâmides, que segundo Mourão (2019), foi relacionado com a estrela polar da época, Alpha Draconis. Além disso, existem evidências que indicam que essa cultura desenvolveu um calendário civil de 365 dias, composto por doze meses de trinta dias, acrescidos de cinco dias no ano, “[...] dedicados a cinco das mais importantes divindades dos antigos egípcios: Osíris, Ísis, Set, Néftis e Haroeris” (BELMONTE, 2016), a Figura 3 conta com uma representação desse recurso, baseado no ciclo lunar.

Figura 3- O Calendário egípcio



Fonte: Site História - National Geographic (2016)<sup>11</sup>

Segundo Brito (2021), é importante enfatizar os conhecimentos construídos pelos povos antigos a fim de desmistificar a ideia de que a civilização grega foi a grande e única precursora do conhecimento científico atual, levando em consideração que “[...] povos da Babilônia (atual Iraque) e do Egito já tinham, há milênios, desenvolvido, por intermédio da Astronomia, um dos primeiros tratamentos científicos do mundo físico” (BRITO, 2021, p. 4).

<sup>10</sup> Construção utilizada para indicar o aparecimento de determinadas estrelas ou a direção do nascer do sol no solstício de verão. Mais informações no site História – National Geographic, disponível em: <[https://historia.nationalgeographic.com.es/a/calendario-piedra-nabta-playa-stonehenge-egipto\\_15155](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/calendario-piedra-nabta-playa-stonehenge-egipto_15155)>. Acesso em: 27 fev 2023.

<sup>11</sup> Artigo sobre a Astronomia Egípcia e a Origem do Calendário. Disponível em: <[https://historia.nationalgeographic.com.es/a/astronomia-egipto-origen-calendario\\_7198](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/astronomia-egipto-origen-calendario_7198)>. Acesso em: 27 fev 2023.

A astronomia grega chama atenção ao fazer “[...] uso de imagens geométricas como metáforas para figurar os seres e os acontecimentos do mundo natural – e, em particular, para a descrição da relação entre o Céu e a Terra” (OLIVEIRA; MEKLER; MATSUURA, 2020, p. 10). Além disso, o conceito de Cosmos (do grego *kosmé*, mesma raiz da palavra cosmético) é atribuído a essa cultura, “[...] significando Todo-Ordenado ou Todo-Belo, pois para estes gregos as noções de simetria e ordem vinculavam-se à de beleza” (OLIVEIRA; MEKLER; MATSUURA, 2020, p. 11).

Tendo em vista a geometria e os conceitos matemáticos que foram utilizados nas atividades práticas da pesquisa, existem alguns pensadores relacionados à civilização grega que se considera interessante citar. O primeiro deles é Tales de Mileto (624-546 a.C.), o responsável, segundo Araújo (2013) por introduzir geometria e astronomia na cultura grega, trazidos do Egito. Tales contribuiu com descobertas muito úteis para a geometria atual, tais como: a demonstração de que os ângulos da base dos triângulos isósceles são iguais, que todo diâmetro divide um círculo em partes iguais e o fato de que os ângulos opostos pelo vértice de duas retas que se interseccionam são iguais.

Ainda nessa época, destacam-se os pitagóricos. Esse grupo de estudiosos foi o primeiro a chamar o céu de Cosmos e a perceber que Vênus era um planeta. A Escola Pitagórica, tinha como essência o número e acreditavam ser ele o princípio fundamental para a origem das todas as coisas, entre as contribuições dos pitagóricos estão o Teorema de Pitágoras, os números perfeitos e os números figurados. Além disso, os Pitagóricos conduziram grandes avanços na Astronomia, defendendo a “[...] esfericidade da Terra, da Lua e de outros astros celestes” (ARAÚJO, 2013, p. 8) e estudando o deslocamento dos astros através de modelos matemáticos.

Eratóstenes de Cirene (276-196 a.C.) efetuou, “[...] entre Alexandria e Siena, no Egito, a primeira medida de um grau de arco sobre a superfície da Terra” (MOURÃO, 2020, p. 104) e conseguiu deduzir valores relacionados ao diâmetro e a circunferência da Terra, chegando a resultados extremamente aproximados, considerando os métodos de medição empregados na época.

Seguindo para a Idade Média (século V a XV), inúmeros âmbitos da sociedade europeia passaram a ter forte influência da Igreja Católica e, assim sendo, os conhecimentos disseminados conciliaram a “[...] tradição helênica do tempo cíclico com a concepção judaico-cristã de um tempo linear, amplamente difundida pela Bíblia, segundo a qual o mundo teve um começo e terá um fim” (OLIVEIRA; MEKLER; MATSUURA, 2020, p. 24). Nessa época não era permitido que os escritos fossem contrários “[...] ao conhecimento dogmaticamente aceito

como oficial. Como a religião era parte integral da educação, a Astronomia, da mesma forma que todos os demais conhecimentos, deveria ser ensinada ou divulgada dentro de uma perspectiva apologética cristã" (BARRIO, 2014, p. 35), o que afetou a forma como o conhecimento foi construído e disseminado nessa época.

Posterior a isso, as Grandes Navegações (séculos XV e XVI) marcaram outro momento em que a Astronomia esteve fortemente presente nas mudanças ocorridas na sociedade ocidental. Segundo Fernandes; Longhini; Marques (2011, p.2) nesse período “[...] os europeus, principalmente portugueses e espanhóis, lançaram-se nos oceanos com objetivos de descobrir uma nova rota marítima para as Índias e encontrar novas terras”, no entanto, antes deles ressaltamos que os árabes, polinésios e chineses já tinham empreendido expedições marítimas, estabelecendo comércio através dos mares utilizando instrumentos de navegação baseados no céu.

Durante as expedições europeias o uso de instrumentos como o astrolábio (Figura 4) e o quadrante náutico tornou-se frequente, desenvolvendo-se uma “[...] observação sistemática do céu, que permitiu não apenas a construção de catálogos estelares e a definição de latitude astronômica, usando o polo norte-sul celeste como referência, mas também o desenvolvimento, em paralelo, de instrumentação astronômica potente [...]” (BRITO, 2021, p.8).

Figura 4- Astrolábio planisférico islâmico (1666)



Fonte: Biblioteca de Imagens Science & Society<sup>12</sup>

Por outro lado, com o auxílio da Astronomia, as navegações empreendidas pelos europeus nesse período acabaram criando um sistema opressor que buscava controlar terras,

---

<sup>12</sup> Biblioteca com o conteúdo visual do Science Museum Group. Disponível em: <<https://www.scienceandsociety.co.uk/index.asp>>. Acesso em: 27 Fev. 2023.

minérios e pessoas. Observando-se de uma perspectiva latino-americana, povos indígenas e africanos foram os mais afetados por esse processo, sendo retirados de suas culturas e obrigados a fazer parte de uma sociedade que os escravizava e inferiorizava, gerando “[...] desdobramentos históricos, sociais, políticos e econômicos [que] nos acompanham até a atualidade” (BRITO, 2021, p. 8).

Nesse sentido, apesar de existirem registros de povos africanos e indígenas sobre a astronomia, a meteorologia e a tecnologia criada por eles, a concepção de inferioridade dada ao conhecimento desses povos durante as Grandes Navegações perpetua-se até hoje, “[...] tratando-os como saberes selvagens, desprovidos de racionalidade” (BRITO, 2021, p. 11), apesar do valor desses conhecimentos para o mundo como o conhecemos.

Para os indígenas brasileiros, por exemplo, a astronomia era parte importante da dinâmica das aldeias, usada para “[...] planejar seus rituais, para definir códigos morais, para ordenar as atividades anuais que eram correlacionadas com os ciclos da fauna e flora do lugar, bem como para planejar a época de suas plantações e colheitas” (AFONSO, 2003, p. 11). Alguns povos eram capazes de determinar o meio-dia através do sol e a localização de pontos cardeais através de um tipo de Relógio de Sol, nomeado na língua Tupi como Cuaracyrangaba (AFONSO, 2003).

Assim sendo, o pensamento negro-africano e indígena, não trata de concorrer com o pensamento científico ocidental ou se sobrepôr a ele, mas sim de “[...] uma ‘ciência da complexidade’ cuja produção de sentido leva em conta interações e inter-relações entre o antro-sociocultural e a dimensão biofísica, em bases solidárias, coletivas, afetivas em relação à natureza e ao planeta Terra” (BRITO; MACEDO, 2022, p. 407).

Refletindo sobre isso, D’Ambrósio (1999, p.5) destaca que, em relação a matemática, não podemos compreender seu desenvolvimento “[...] a partir do século XVI, que é quando ela começa a se organizar como um corpo autônomo de conhecimentos, sem uma análise do processo de conquista e colonização e de suas consequências”, tornando-se necessário ter em vista que fazemos parte de uma cultura triangular que resulta de tradições africanas, ameríndias e europeias, e que isso deve ser explorado no ensino dessa área do conhecimento.

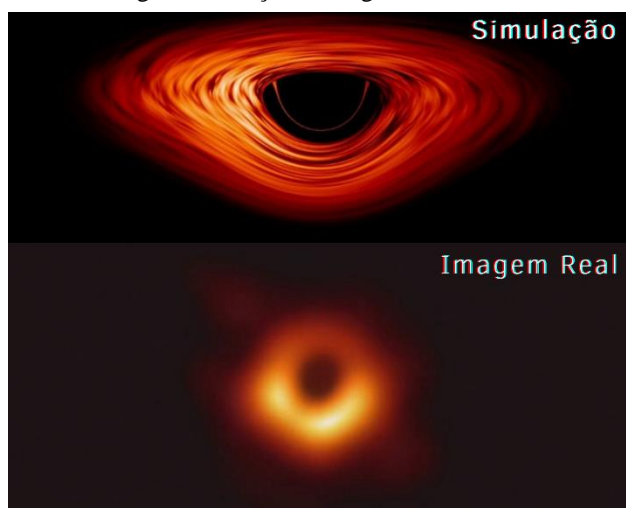
Em vista disso, ao relacionar a matemática com a astronomia durante as atividades, procuramos dar visibilidade para as diferentes perspectivas presentes na cultura brasileira e a importância dessa construção para as mudanças ocorridas em todas as ciências. Buscando compreender a astronomia e a matemática de forma ampla, respeitando os fatores políticos e

sociais envolvidos, e não somente as áreas de conhecimento relacionadas inteiramente à aspectos abstratos e eurocêntricos.

Tendo em vista essas descobertas e marcos históricos, além de muitos outros que não foram citados aqui, a Astronomia atual tem permitido aos seres humanos serem mais ambiciosos. Se falássemos para uma pessoa vivendo na Mesopotâmia em tempos muito antigos, por exemplo, que em alguns séculos a raça humana iria levar veículos com mais de 100 metros de altura e aproximadamente 3000 toneladas até o espaço, provavelmente ela não acreditaria.

Novas tecnologias, novas descobertas e o trabalho conjunto de matemáticos, engenheiros, físicos, dentre inúmeras outros que possibilitam essa dinâmica direta ou indiretamente, tem levado a Astronomia a um nível nunca imaginado. Tornou-se comum vermos pela TV o lançamento de um veículo espacial, ou a comprovação de antigas teorias, como aconteceu com a publicação da primeira imagem de um buraco negro (Figura 5), publicada em 2019 através de observações realizadas pelo Event Horizon Telescope (EHT)<sup>13</sup> - uma rede de oito radiotelescópios espalhados pela Terra formando juntos uma única antena parabólica -, que demonstrou que inúmeros aspectos da equação da Relatividade Geral de Albert Einstein estavam corretos.

Figura 5 - Buraco Negro: simulação x imagem real Event Horizon Telescope



Fonte: Compilado da autora (Imagens NASA)

Assim, considerando a importância da Astronomia para cada cultura, sua forte relação com diferentes áreas do conhecimento e o fato de estarmos vivendo em um mundo em que o acesso à informação permite que uma grande parcela da população conheça mais sobre esse

---

<sup>13</sup> Para mais informações acesse o site da organização. Disponível em: < <https://eventhorizontelescope.org/> >. Acesso em: 28 fev 2023.



assunto, é interessante que seja tratado em sala de aula. Não de maneira rápida e sem contextualização, mas em conjunto com disciplinas, tais como matemática, física, geografia ou língua portuguesa, para permitir uma aprendizagem ampla e efetiva.

Segundo Barrio (2014), ao introduzir esse campo de conhecimento como integrante do Ensino Básico o estudante consegue compreender melhor o mundo e a sociedade da qual faz parte, bem como compreender como o conhecimento científico se constrói, destacando algumas competências que podem ser desenvolvidas a partir disso, tais como: a capacidade de colaborar desenvolvida com trabalhos em grupo, noção de que tudo que é conhecido sobre o Universo é resultado de contribuições e do esforço coletivo de inúmeros povos e a compreensão de que a astronomia pode ser relacionada a outros campos de conhecimento e ao cotidiano dos estudantes. Caracterizando assim o ensino dessa área como algo fundamentado “[...] na variedade, na atividade e na autonomia” (BARRIO, 2014, p. 40).

Além disso, é um campo ainda em expansão, já que existem muitas coisas a serem descobertas e provadas/corroboradas. Mesmo com tantos estudos e pesquisas sobre o assunto, ainda não estamos nem perto de saber tudo sobre o espaço e colocar em evidência esse tema em sala de aula é um elemento importante dessa pesquisa.

Para que isso seja possível, considerando o contexto brasileiro, torna-se necessário um olhar especial aos documentos que normatizam a educação do país e a forma como influenciam o trabalho do professor. Destaca-se que nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000; BRASIL, 2002) a Astronomia já aparecia como tema a ser ensinado nas escolas de educação básica. Entretanto, foi com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) que esse conteúdo foi inserido “[...] dentro de um dos eixos temáticos a serem trabalhados em todas as séries da Educação Básica - aparecendo, portanto, desde o 1º ano do Ensino Fundamental” (CARVALHO; RAMOS, 2020, p. 85). A perspectiva defendida por esses documentos curriculares indica que “[...] o ensino deve se dar no movimento do concreto para o abstrato, considerando aquilo que o estudante já sabe e visando às formulações mais teóricas e abstratas” (CARVALHO; RAMOS, 2020, p. 93-94).

Nesse sentido, Carvalho; Ramos (2020) ressaltam a importância de o professor aprender o conteúdo científico e ao mesmo tempo como ensiná-lo, visando a necessidade de abordar a astronomia considerando-se fatores filosóficos, sociais, históricos e epistemológicos. Dessa perspectiva, Kantor (2014, p. 28) propõe que essa ciência “[...] venha a desempenhar um papel no resgate da consciência de coletividade global e, por que não, de solidariedade de espécie, de

modo que seu ensino se dê em interação com as demais ciências, incluindo-se as ciências humanas”.

Observando-se esse contexto, o ensino da matemática utilizando a astronomia para despertar a curiosidade e contextualizar as atividades tende a tornar a aprendizagem dessa disciplina mais enriquecedora, dando destaque para suas aplicações no mundo fora da escola. Dessa forma a história da matemática e da astronomia se apresentam como caminhos interessantes para subsidiar atividades em aulas de matemática.

Conforme Mendes (2013, p.11), “as contínuas investigações, indagações e revisões feitas ao conhecimento matemático em diferentes épocas da história constituíram um instrumento extremamente enriquecedor”, sendo os aspectos históricos, elementos provocadores de investigação e debate em sala de aula. Constituindo assim “[...] fator esclarecedor dos porquês matemáticos tão questionados pelos estudantes de todos os níveis de ensino” (MENDES, 2012, p.10).

Essa interpretação pode se estender a Astronomia, pois Barrio (2014) destaca que para a aprendizagem do conhecimento científico, deve-se buscar diferentes formas de ver o mundo e refletir sobre ele, fugindo do senso comum. Nesse contexto, a história da astronomia constitui um elemento interessante, sendo essa “[...] uma fonte inesgotável de controvérsias e de explicações alternativas” (BARRIO, 2014, p. 40).

No planejamento das atividades descritas mais adiante nesta pesquisa, existem dois momentos em que elementos da história da matemática e da astronomia são explorados: a conversa com os estudantes sobre as perspectivas de diferentes culturas sobre o surgimento do universo e durante o desenvolvimento dos foguetes. Esses momentos tiveram como objetivo trazer para os estudantes diferentes visões sobre a origem do universo e sobre a evolução dos foguetes, tendo em vista ser importante que os estudantes relacionem “[...] cada saber construído com as necessidades históricas, sociais e culturais existentes nele” (MENDES, 2012, p.8).

Nesse sentido, é interessante perceber o movimento de construção coletiva que representa a Matemática e a Astronomia. É necessário que os docentes e os estudantes compreendam que a forma como a história é contada muitas vezes reforça uma perspectiva eurocêntrica do mundo. Isso afeta “[...] não só a história da matemática nas nações e populações periféricas, mas igualmente causa distorções na visão de prioridades científicas das nações dominantes” (D’AMBRÓSIO, 1999, p.8).

Atividades que propiciem a pesquisa coletiva sobre elementos históricos em sala de aula, podem auxiliar no exercício de compartilhamento de ideias com a turma. Além disso, esse tipo de atividade pode colocar em evidência a “[...] natureza viva e globalizante da matemática incluída na investigação e conectada a outras disciplinas acadêmicas que podem fornecer ligações entre o contexto externo e a sala de aula” (MENDES, 2012, p. 13).

Na próxima seção são apresentados alguns referenciais que nortearam o planejamento, a aplicação e a análise das atividades.

### 3. PERSPECTIVA STEAM

Durante a pesquisa bibliográfica que originou o tema e os objetivos desta pesquisa, observamos na perspectiva STEAM uma oportunidade de reinventar a sala de aula. Essa ideia estabelece relações entre Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e a Matemática e visa o desenvolvimento de atividades dinâmicas que aprimorem os processos de ensino e aprendizagem e possibilitem a criação de *currículos integrativos* (YAKMAN, 2008).

Considerando que não existe “[...] uma definição que seja pacificamente estabelecida” (PUGLIESE, 2020, p. 14) entre os estudiosos da área, parece insensato classificar o conjunto de ideias que compõem a STEAM como uma metodologia ou um modelo, visto que não se tem certeza sobre como o STEAM é concretizado em sala de aula (BACICH; HOLANDA, 2020). Por esse motivo, será tratado nessa pesquisa como uma *perspectiva educacional*.

Inicialmente, o termo STEM, cunhado em 2001, surgiu de SMET, “[...] quando este começou a ser utilizado pela National Science Foundation (NSF), dos Estados Unidos, nos anos de 1990 [...]” (PUGLIESE, 2020, p. 13) para denominar as áreas das ciências, matemática, engenharia e tecnologia juntas. Em meio a mudanças econômicas e sociais, relacionadas a globalização e ao crescimento de outros países, o desenvolvimento estadunidense foi colocado em xeque e, nesse contexto, o STEM Education (inicialmente sem o campo das Artes) surge da necessidade de desenvolvimento do setor educacional e do mercado de trabalho do país, sendo esse movimento promovido para dentro da escola, principalmente pela indústria tecnológica, destacando essas áreas como força motriz para o desenvolvimento (PUGLIESE, 2020).

Em um primeiro momento, essa perspectiva foi divulgada sem a presença das Artes como campo de conhecimento relevante, porém, foi possível perceber que “[...] os conhecimentos relacionados a Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática estavam voltados a habilidade técnicas”, surgindo assim “[...] a necessidade de incluir as Artes, como forma de incorporar as ciências humanas e sociais dentro do STEM, que agora passa a ser representado no STEAM onde as Artes retratam habilidades humanísticas e comportamentais” (MAIA; CARVALHO; APPELT, 2021, p. 69).

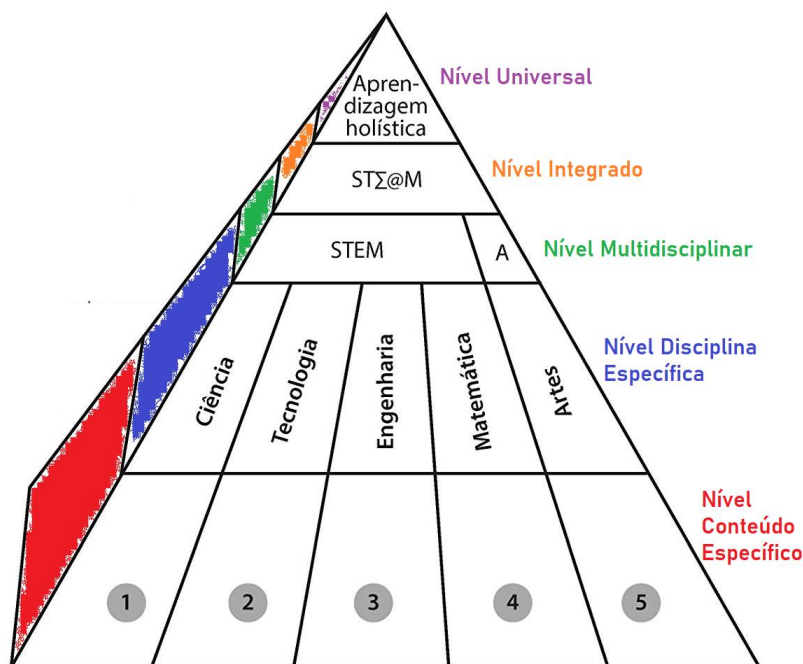
Além de capacitar profissionais focados no crescimento do país, por meio das áreas propostas pelo STEAM, essa perspectiva tem como objetivo a formação *integral* do estudante, desenvolvendo

[...] um cidadão criativo, capaz de usar o conhecimento para elaborar argumentos, resolver problemas de forma crítica e com base em argumentos sólidos e atuar de

forma ampla, modificando sua realidade por meio da responsabilidade social, do autocuidado, da empatia, da colaboração com seus pares. (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 2)

Ao mesmo tempo, a perspectiva STEAM pode ajudar a repensar a estrutura de aprendizado dos conteúdos como disciplinas formais, isoladas das demais. Nesse sentido, o trabalho de Yakman (2008) buscou introduzir sistematicamente como essa perspectiva educacional se desenvolve, montando a configuração da Figura 6.

Figura 6- Diagrama do STEAM



- 1- História da origem dos conceitos, processos de investigação, física, biologia, química, ciências espaciais, geociências, bioquímica.
- 2- História das tecnologias, tecnologia e sociedade, design, habilidades, projetos para o mundo, agricultura, biomedicina, biotecnologia, informática, comunicação, construção, indústrias, transporte e energia.
- 3- Aeroespacial, fluidos, arquitetura, agronomia, civil, computacional, de minas, acústica, química, elétrica, ambiental, industrial, de materiais, mecânica, dos oceanos, naval.
- 4- Operações, álgebra, geometria, medições, análise de dados, probabilidade, resolução de problemas, comunicação, cálculos, trigonometria, causas e efeitos.
- 5- Humanidades (finas, visuais performáticas): música, teatro, fisiologia (artes manuais, corporais e psicologia), antropologia, relações internacionais, filosofia.

Fonte: adaptado de Yakman (2008, p. 17, tradução nossa) e Bacich; Holanda (2020, p. 4)

A estrutura proposta por Yakman (2008) foi criada para que se pudesse analisar e refletir sobre a integração das áreas de conhecimento do STEAM e como se dá a prática com essas disciplinas. Para isso foram criados níveis, associados a palavras chaves, cada um com suas características e importância na formação do estudante.

No topo da pirâmide se encontra o *Nível Universal*<sup>14</sup>, que é representado pela aprendizagem holística, caracterizada pela autora como a aprendizagem ao longo da vida, algo que “[...] não pode ser planejado ou evitado, mesmo dormindo, as pessoas estão constantemente aprendendo com e adaptando-se às suas influências ambientais” (YAKMAN, 2008, p. 14, tradução nossa). O resultado dessas influências é capaz de moldar a forma como as pessoas agem e analisam determinadas situações, estando presente desde o início da vida do aluno. Segundo Martinez; Dutra; Borges (2019), ao ser aplicada à educação a visão holística:

[...] defende o respeito pelas diferenças, a solidariedade na satisfação das necessidades fundamentais, a convivência harmônica com a natureza e o reconhecimento de que não há espaço nem tempo culturais privilegiados que permitam julgar e hierarquizar, como mais corretas ou verdadeiras, explicações sobre a realidade, valorizando-se diferentes saberes, como os míticos-religiosos, o senso comum, entre outros. (MARTINEZ; DUTRA; BORGES, 2019, p. 96).

Nesse sentido, a perspectiva STEAM destaca os aspectos relativos ao indivíduo afetiva, histórica e socialmente, como partes imprescindíveis em todas as etapas do ensino básico.

Logo abaixo do nível Universal está o *Nível Integrado*, onde “[...] os alunos podem obter um amplo escopo de todos os campos e uma visão geral básica de como eles se inter-relacionam na realidade” (YAKMAN, 2008, p. 18, tradução nossa). Ou seja, o docente pode abordar a relação entre as áreas de conhecimento de forma geral, buscando aprofundar os conceitos que achar interessante. Como exemplo, Yakman (2008) comenta sobre a relação da engenharia para design e construção de modelos, a matemática utilizada para compreender as questões dadas e as construções a serem feitas, as artes da linguagem utilizadas para pesquisar, escrever e relatar o que foi pensado, dentre outros.

No *Nível Multidisciplinar* os alunos podem “[...] obter um escopo dos campos especificamente escolhidos e uma visão concentrada de como eles se inter-relacionam na realidade” (YAKMAN, 2008, p. 19, tradução nossa). O objetivo é que haja um aprofundamento maior nas áreas de conhecimento, sem perder seu aspecto integrativo, além disso, os estudantes podem aprender mais sobre as áreas de interesse para orientação da escolha de possíveis carreiras. A autora relaciona essa fase com etapas de transição ou com o ensino médio.

O nível que trata das *Disciplinas Específicas* faz relação com as disciplinas, trabalhadas com níveis de foco, procurando abordar os aspectos específicos de cada área. Segundo a autora,

---

<sup>14</sup> Traduzido por Bacich; Holanda (2020), a palavra Universal vem de *Life-long* (YAKMAN, 2008), traduzido livremente como *Vitalício*, se referindo a aprendizagem holística durante toda a vida do indivíduo.

este nível permite explorar mais especificamente os campos de conhecimento e direcionar um indivíduo que deseja adquirir uma dessas áreas específicas como carreira e/ou hobby, percebendo-se sua relevância para o ensino médio como um todo, na orientação dos estudantes.

O nível mais abaixo trata dos *Conteúdos Específicos* e nele são estudadas as áreas detalhadamente. Os alunos conseguem se desenvolver profissionalmente à medida que “[...] mergulham no domínio mais restrito das áreas de conteúdo específicas de sua escolha” (YAKMAN, 2008, p. 19, tradução nossa), algo que costuma acontecer em estudos após o ensino médio.

Para Yakman (2008), o topo da pirâmide estaria interligado a toda a vida do indivíduo. Conforme avançamos para os níveis inferiores aprofundamos mais cada área do conhecimento, até que na última etapa essas áreas se dividam em conteúdos específicos. Por esse motivo, relacionamos esses níveis a etapas do ensino básico, como por exemplo, o nível de Disciplinas Específicas é direcionado ao ensino médio por ser voltado para a orientação e escolha de hobbies e carreiras, enquanto o nível dos Conteúdos Específicos dizem respeito aos estudos após a educação básica, onde o direcionamento para as áreas de interesse é maior.

Durante o desenvolvimento e a aplicação da prática da pesquisa, foi possível relacionar às atividades ao *Nível Universal* e ao *Nível Integrado* sistematizado por Yakman (2008), considerando que as atividades trazem um escopo geral de cada área do conhecimento, conectando-as com a realidade e aprofundando conhecimentos necessários para o andamento da construção, como por exemplo, os aspectos matemáticos envolvidos no planejamento e na montagem de um foguete com sólidos geométricos de cartolina.

Essa divisão em níveis e a integração observada permite compreender sistematicamente a potencialidade transdisciplinar, que será melhor explicada na próxima subseção, encontrada na perspectiva STEAM e como isso acontece em sala de aula. Dando destaque aos estudantes ao mesmo tempo em que ajuda “[...] a pensar uma educação que, sem abandonar a excelência acadêmica, também desenvolva competências importantes, como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração” (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 2). Nesse contexto, torna-se importante definir transdisciplinaridade<sup>15</sup> e refletir quanto ao seu uso na perspectiva caracterizada.

---

<sup>15</sup> A Transdisciplinaridade diferencia-se da perspectiva Multidisciplinar – que traz as áreas em um mesmo projeto mas cada uma com seus objetivos- e da perspectiva Interdisciplinar - que promove o diálogo entre os especialistas e as disciplinas em um planejamento que possibilite relaciona-las -, pois procura estabelecer relações com aspectos além do conteúdo disciplinar. Nesta pesquisa, optamos pelo uso da perspectiva

### 3.1. Abordagem Transdisciplinar

Basarab Nicolescu (1997)<sup>16</sup>, ao definir a palavra Transdisciplinar, destaca que o próprio sufixo “trans” indica o que está, “[...] ao mesmo tempo, *entre* as disciplinas, *através* das diferentes disciplinas e *além* de todas as disciplinas”, tendo como principal objetivo compreender o mundo em que vivemos. Para isso, Nicolescu (1997) considera essencial a “unidade do conhecimento”.

Desse modo, para que seja possível caracterizar a transdisciplinaridade, é interessante que seja caracterizado o currículo disciplinar, tendo em vista que a transdisciplinaridade surge da disciplinaridade e que elas “[...] não são antagônicas, mas complementares” (VENTURELLA, 2005, p. 15).

Ao discorrer sobre as possibilidades da abordagem transdisciplinar, Venturella (2005) distingue as características da educação disciplinar (*in vitro*) e a educação transdisciplinar (*in vivo*), através de um quadro de comparação. Venturella (2005) destaca que a educação disciplinar trata de apenas uma instância de realidade, tendo como foco principal o conhecimento e os conteúdos a serem abordados em sala de aula, colocando-os em categorias bem definidas, não dando tanta importância aos valores, aspectos afetivos e sociais envolvidos no ensino e na aprendizagem. Em contrapartida, a educação transdisciplinar descrita pelo autor diz respeito a uma visão complexa da realidade, aceitando suas múltiplas instâncias, e integração entre o objeto de compreensão e o sujeito que tenta compreender. Esse processo deve considerar “[...] cada ser humano como um ente inteiro e aberto [...], envolvendo em suas atividades não só a racionalidade, mas também o corpo, os sentimentos, a intuição, a imaginação e a espiritualidade” (MARTINEZ; DUTRA; BORGES, 2019, p. 100).

Nesse contexto, a educação transdisciplinar se consolida como uma

[...] proposta integral, permanente e abrangente de educação em uma postura que deve promover a criação e o desenvolvimento de valores, competências e atitudes que favoreçam o questionamento constante a respeito do ser humano e do universo, e a exploração das barreiras entre as diferentes áreas do conhecimento, contribuindo para uma compreensão global da realidade e para tornar a prática educativa cada vez mais universalista. (VENTURELLA, 2005, p. 15).

---

transdisciplinar pela forma como abordamos as áreas do conhecimento do STEAM, conectando-as e reconhecendo a importância de todas para a realização da atividade planejada.

<sup>16</sup> Conferência no Congresso Internacional “A Responsabilidade da Universidade para com a Sociedade” , International Association of Universities, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, de 12 a 14 de novembro de 1997. Disponível em: <https://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b12c8por.php> . Acesso em 21 nov 2022.



A perspectiva STEAM está sendo considerada nessa pesquisa sob um enfoque transdisciplinar, desenvolvendo e aplicando as atividades como um bloco integrado de conhecimentos, tendo em vista que o STEAM possibilita trabalhar com “[...] múltiplos caminhos, reconectando os conhecimentos para dar vida à criatividade na solução de problemas reais” (MARTINEZ; DUTRA; BORGES, 2019, p. 105). Nesse sentido, a transdisciplinaridade e o STEAM se complementam, ao proporem a busca pela formação integral dos estudantes, enquanto possibilitam a integração das áreas do conhecimento e a construção da aprendizagem por parte do aluno.

Feitas as considerações sobre o caráter transdisciplinar da perspectiva STEAM, é relevante refletir sobre as áreas de conhecimento que formam sua sigla e a participação desses campos em sala de aula.

### **3.2.Ciências**

De forma geral, o modo como o ensino de ciências é tratado em sala de aula tem mudado ao longo do tempo. Inicialmente, existia predominância de uma visão neutra e positivista, onde

[...] o discurso sobre ciências é um discurso sobre ‘verdades a serem assimiladas ou verdades a serem construídas’. Há total despreocupação com a contextualização histórica; a experimentação tem como objetivo a verificação de tais verdades; a metodologia de ensino está diretamente pautada pelo método científico [...] (PIRES, 2020, p. 54).

Nesse contexto, o professor planeja e propõe a atividade, muitas vezes executa o experimento e dá aos alunos uma receita que os ajudará a completar a tarefa. Segundo Pires (2020), isso acaba por eliminar a subjetividade envolvida no contexto de ensino e aprendizagem, voltando a atenção somente para o que foi apontado pelo docente como importante.

Com a dinâmica dos modelos educacionais, começou-se a busca por uma “[...] visão de ciências não neutra, não descontextualizada, um campo que estabelece relações com a sociedade, que se vincula à política, à economia, à cultura”, desenvolvendo-se como “[...] forma de expressão e criação humana, como construtora de significados e formas de compreensão de mundo” (PIRES, 2020, p. 55).

Segundo Yakman (2008) existem três concepções do ensino de ciências, a primeira delas é como um conjunto “[...] estruturado de conhecimento (conteúdo rico), a segunda como

um conjunto de processos investigativos e a terceira é como atividade humana interligada com a aplicação tecnológica e o resto da sociedade” (YAKMAN, 2008, p. 6, tradução nossa). Sendo necessário, para a participação efetiva dessa ciência em sala de aula, a organização dos conhecimentos prévios em busca de ideias novas e trabalhos que envolvam experimentação.

Nesse sentido, Lopes et al. (2019) salienta que uma das possibilidades para essa mudança no ensino de ciências é recorrer à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que visa “[...] trazer para o ensino de ciências, dentre outras coisas, o planejamento tecnológico e tomada de decisão para solução de problemas de importância social” (LOPES et al., 2019, p. 3).

Nas atividades aplicadas, além de abordar conceitos da física, da química e da geografia, os temas propostos para construção são contextualizados com base em inúmeras fontes e perspectivas de mundo, destacando o aspecto social, político, ambiental e econômico envolvido nas mudanças que ocorreram nessa área do conhecimento, mais especificamente no campo da Astronomia, até se tornar o que é hoje.

### **3.3. Tecnologia**

Estamos inseridos em uma sociedade tecnológica. Operações bancárias, anotações de afazeres, envio de e-mails, conversas profissionais ou pessoais podem ser realizadas com um dispositivo que cabe na palma da mão, conectando as pessoas ao mesmo tempo em que é capaz de afastá-las. Nesse cenário, os estudantes com os quais lidamos estão cada vez mais imersos no mundo digital, conhecendo diariamente novos recursos, aplicativos e interagindo nas redes sociais, em um ritmo que muitas vezes não é acompanhado pela escola.

Essa interação constante dos estudantes com os recursos digitais é uma das razões da necessidade de mudança dos referenciais adotados pela escola. Segundo Mota (2013, p. 32), “[...] não se pode mais aplicar as mesmas práticas, as mesmas metodologias e os mesmos comportamentos e mentalidades”, pois professores e alunos devem interagir de maneira colaborativa, questionando e investigando em conjunto.

Em relação ao ensino brasileiro, a BNCC (BRASIL, 2018) destaca a importância do uso das tecnologias digitais em sala de aula e demonstra preocupação com o impacto delas na sociedade. Os tópicos associados às tecnologias estão distribuídos entre as áreas de conhecimento do documento, sendo destacadas habilidades de desenvolvimento do pensamento

computacional, que “[...] envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (IGREJA; CAMARGOS, 2022, p. 3), ou seja, estudantes que sejam capazes de viver em sociedade, como cidadãos críticos e imersos na cultura digital, profissionais preparados para lidar com as mudanças rápidas da nossa era.

Relacionando o texto da BNCC e a Tecnologia presente na sigla STEAM, é interessante definir o que é Tendência e Modismo e como isso influenciou na inserção dessa área de conhecimento na perspectiva educacional estudada nessa pesquisa.

Segundo Correa e Tomceac (2020), *Tendência* é um fenômeno determinante de situações que estão por vir e que ditarão novas possibilidades metodológicas, enquanto *Modismo* trata da pressão mercadológica que gera uma condição efêmera. Quanto ao segundo termo, os autores citam como exemplo situações que geram carga extra aos professores, tais como ajustes no ambiente escolar, dentre outras mudanças que exigem rápida adaptação e são passageiras, resultando em perda de tempo e recursos escolares.

Essas concepções se aplicam ao processo histórico envolvido na perspectiva STEAM à medida que compreendemos mais sobre a sua criação e a pressão do mercado de trabalho sobre o desenvolvimento dessas áreas em sala de aula. No final dos anos 1990 e início dos anos 2000, com o advento das tecnologias digitais e, mais especificamente, da informática, muitas escolas começaram a adicionar essa área de estudo em seus currículos, nessa época “[...] era comum que os estudantes tivessem aulas sobre como usar softwares de produtividade e sistemas operacionais” (CORREA; TOMCEAC, 2020, p. 77). Porém, com a disseminação da tecnologia e o uso frequente dela por crianças e adolescentes, criou-se a fantasia de que os alunos

[...] já têm as habilidades necessárias para manipular as tecnologias digitais e, com isso, muitas instituições educacionais optaram por não mais desenvolver a informática como currículo, e sim como uma ferramenta que pode ser usada por qualquer professor, com finalidade planejada e intencionalidade pedagógica. (CORREA; TOMCEAC, 2020, p. 77)

Nesse sentido, perdeu-se a intenção de ensinar sobre a informática, transformando isso em um complemento às aulas, caracterizando um momento de *modismo*. Atualmente, porém, o uso da tecnologia tem se tornado uma *tendência*, visto sua importância nos documentos oficiais de ensino de todo o mundo, as diferentes metodologias desenvolvidas através dela e a inserção dela na vida dos estudantes, algo que não é passageiro.

A perspectiva STEAM se aproxima dessas concepções à medida que, em inúmeros aspectos, decorre de uma necessidade do mercado de trabalho, sendo promovido e

impulsionado de fora para dentro da escola, principalmente pela indústria tecnológica, que vê as áreas presentes na sigla como motor do poder econômico, trazendo desenvolvimento para o país ter um sistema educacional voltados para elas (PUGLIESE, 2020).

Observando esse contexto, Correa e Tomceac (2020) defendem dois rumos para a tecnologia, no que diz respeito ao ensino e a aprendizagem dessa área: o primeiro é o viés da tecnologia como área de conhecimento “[...] em que existe a necessidade da instrumentalização, das habilidades e das competências específicas” e o segundo é como área transversal do conhecimento, onde é capaz de “[...] fomentar outras áreas do conhecimento, em caráter interdisciplinar, oferecendo o suporte ao desenvolvimento de outras habilidades e competências” (CORREA; TOMCEAC, 2020, p. 78).

Compete então à gestão e aos docentes decidirem de que forma isso pode ser trabalhado dentro da escola, levando em consideração que não inserir a tecnologia nesse ambiente não é mais uma opção. As atividades devem ser voltadas para a mobilização de conhecimentos de forma dinâmica, exercitando a capacidade de adaptação dos estudantes e oportunizando uma “[...] base sólida associada ao pensamento computacional, permitindo a migração de habilidades e técnicas entre diferentes softwares de uso semelhante” (CORREA; TOMCEAC, 2020, p. 79). Ao mesmo tempo em que se afasta de metodologias em que a tecnologia é usada “[...] mais para ilustrar o conteúdo do professor do que para criar novos desafios didáticos” (MORAN, 2004, p. 3).

Além disso, para Mota (2013) as figuras que antes eram estáticas em livros didáticos ou no quadro, hoje podem ser remodeladas com recursos computacionais, ampliando a visão do aprendiz e facilitando a construção de modelos, da mente para a tela do computador.

Nas atividades planejadas, os recursos tecnológicos são voltados a pesquisa e simulação, além de ser possível desenvolver aspectos técnicos relacionados ao uso do computador. Destas experiências tecnológicas destacamos a simulação, assumindo sua importância na criação e visualização de fenômenos no campo da Astronomia. De acordo com Mota (2013) esse tipo de atividade pode auxiliar o professor na ilustração de suas explicações e estimular a aprendizagem, visto que

[...] facilitam a compreensão da espacialidade pelo aluno e modificam a forma como este atua frente às situações com as quais se confronta. Elas permitem modificar os parâmetros e alterar os referenciais de observação, o que não é possível com as figuras estáticas dos livros didáticos. (MOTA, 2013, p. 40)

Em vista disso, na subseção a seguir trazemos elementos relativos ao uso da simulação com o computador para as atividades planejadas.

### 3.3.1. Uso da Simulação

O sentido dado à palavra *simular* nessa pesquisa está associado àquele definido por Nascimento (2007, p.52), sendo a “[...] realização de experiência com objetos ou uso de modelos que possam tornar em efeito (representar) uma realidade”.

Em vista disso, Nascimento (2007) lista potencialidades observadas nos planejamentos que envolvem atividades de simulação, tais como: explorar habilidades que o uso do papel e do lápis não permitiriam, possibilidade de rever diversas vezes uma simulação, permitir a observação de situações reais sem que seja necessário que esteja acontecendo naquele momento, dar acesso aos estudantes a modelizações que seriam complexas sem as adaptações observadas em simulações e a validação de modelos construídos ou hipóteses criadas.

Para Bellemain; Bellemain; Gitirana (2006), além de possibilitarem a diminuição de custos com materiais, as simulações utilizando o computador permitem observar e simplificar situações mais rapidamente, focando a atenção em certos fenômenos e deixando de lados outros que já não são interessantes, facilitando assim, “[...] o processo de criação (externalização de ideias sobre um problema), experimentação (testagem de hipóteses através da simulação), reflexão e reconstrução de modelos” (VALPASSOS; SAMPAIO, 2005, p. 2844).

Nesse sentido, as atividades foram planejadas visando a utilização de um software que permite a simulação de uma ação, a partir de um modelo construído pelos estudantes. Segundo Valpassos; Sampaio (2005, p. 2844) quando o aluno representa uma construção no computador “[...] ele está expressando e construindo o seu próprio conhecimento, tendo a chance de rever, comparar e avaliar os conceitos envolvidos”, mobilizando questionamentos e investigações que contribuem para a sua aprendizagem.

Como complemento a isso, Souza; Dandolini (2009, p. 3) destacam que o computador “[...] agrega um elemento de realismo, que motiva de forma dinâmica o aluno, principalmente quando consegue desenvolver as simulações”, além de possibilitar que o aprendiz construa, elabore e defina “[...] seus próprios projetos ou estratégias de maneira ativa e interativa, sendo ele o condutor desse processo” (BORNATTO, 2002, p. 4).

No entanto, tão importante quanto a vivência da simulação é preciso também garantir nos processos de ensino e aprendizagem o manuseio de objetos, a construção e desconstrução

de coisas, a exploração dos significados e, nesse sentido, a aproximação das ciências e da tecnologia com a engenharia é explorada pela perspectiva STEAM.

### **3.4.Engenharia**

No STEAM, a engenharia tem foco no pensamento criativo e na inovação, apostando no desenvolvimento de habilidades científicas que estimulem o planejamento e construção de produtos capazes de resolver desafios (LEE; MCINTYRE, 2014; BACICH; HOLANDA, 2020).

Para alguns autores, o campo de conhecimento da engenharia deveria estar presente desde os anos iniciais “[...] desenvolvendo a inclinação natural das crianças para projetar e construir coisas e desmontá-las para que veja como elas funcionam” (HESTER; CUNNINGHAM, 2007, p. 2, tradução nossa). Nesse sentido, Hester; Cunningham (2007) listam motivos pelos quais a apresentação da engenharia é interessante, são eles:

- a) O fascínio das crianças por construir e desmontar coisas, saber como elas funcionam, projetando informalmente em vários momentos;
- b) Os projetos voltados para a engenharia podem integrar outras disciplinas;
- c) A engenharia promove habilidades voltadas para a formulação, criação de soluções e avaliação de dados de problemas;
- d) Desdobramentos da aprendizagem baseada em projetos, instigando a construção prática;
- e) Desenvolvimento de aprendizagem sobre essa área para aumentar a conscientização e o acesso dos alunos a carreiras voltadas para as habilidades desenvolvidas;
- f) No século XXI, a alfabetização em tecnologia e na engenharia tem se tornado cada vez mais importante, visto a relevância desses campos na sociedade.

Essa relevância é destacada também por Graça et al. (2020, p.3), ao associar a inserção da engenharia em sala de aula através do STEAM “[...] ao desenvolvimento da alfabetização tecnológica, garantia da segurança nacional e do progresso social”.

No que diz respeito ao currículo brasileiro, na BNCC (BRASIL, 2018) não existe nenhuma menção direta à engenharia, porém com um breve exame das Competências Gerais

da base é possível relacionar algumas competências a esse campo de estudo, a Competência Geral 2, por exemplo, diz respeito à

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018, p. 9).

Mesmo não estando delimitado como uma área específica, a engenharia pode ser vista no desenvolvimento de diversas atividades, desde que dê espaço para a inovação, por parte dos estudantes. Para auxiliar os professores nesse processo, Hester; Cunningham (2007) criaram um projeto chamado *Engineering is Elementary: Engineering and Technology Lessons for Children* (Engenharia é Elementar: Lições de Engenharia e Tecnologia para Crianças), onde desenvolveram um modelo cíclico de processos que ocorrem em atividades dessa natureza (Figura 7), no qual todas as etapas giram em torno do objetivo.

Figura 7 - Ciclo de Processos de Engenharia



Fonte: Adaptado de Hester; Cunningham (2007, p. 6, tradução nossa)

Nesse ciclo, o estudante deve *perguntar* (Qual o problema? O que já foi feito por outras pessoas? Quais as restrições?), em cima desse problema ele *imagina* (pensando em várias ideias e escolhendo a melhor), com essa ideia em mente ele *planeja* (desenha e anota os planos, listando materiais necessários para construção), em seguida o estudante *cria* o que planejou (construindo e testando) e a partir disso pode *melhorar* (observando o que funciona e o que não funciona em seu modelo e modificando seu design). Segundo Lee; McIntyre (2014, p. 51, tradução nossa), seguindo essas etapas, “[...] usando andaimes adicionais quando necessário, as crianças estão envolvidas no processo de resolução de problemas que está no cerne do projeto de engenharia”.

Tendo isso em vista, as atividades planejadas tendem a seguir esse processo, integrando a engenharia em outras disciplinas, auxiliando na compreensão de conceitos de outras áreas do STEAM por meio de projetos e soluções de problemas que trazem à tona a inovação e a criatividade presente nos estudantes. Dessa forma, a busca pela compreensão e exploração da criatividade aproxima a Engenharia das Artes.

### **3.5.Artes**

Inicialmente, a consolidação dessa perspectiva educacional se deu sem a participação das Artes, representada atualmente pela letra A da sigla. Devido às necessidades no mercado, a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática pareciam mais relevantes para a formação dos estudantes do que os conhecimentos humanísticos relativos às Artes, dando destaque para o que foi denominado de STEM. Entretanto, essa ideia acabou por ignorar a complexidade da transdisciplinaridade e a abrangência de conteúdos escolares que se esperava que fossem envolvidos nessa perspectiva.

Brady (2014) destaca alguns estudos realizados que o fizeram destacar a importância da inclusão das Artes no currículo STEM, um deles dizia respeito à observação realizada pela Michigan State University com um grupo de estudantes que se especializaram nas áreas do STEM, desses alunos, os que criaram empresas e registraram patentes estiveram oito vezes mais expostos às artes quando eram crianças do que os outros participantes. Outros estudos realizados no mesmo estado revelaram que

[...] os alunos envolvidos em programas de música de qualidade mostraram maior participação com taxas de abandono mais baixas, pontuações mais altas em testes padronizados, pontuações de inglês 22% melhores, 20% melhores em matemática e demonstraram melhores habilidades de resolução de problemas. (BRADY, 2014)

Nesse sentido, ao buscarmos por uma formação integral dos estudantes, considerando-os como indivíduos com desejos, peculiaridades e conhecimentos distintos, é de extrema relevância “uma formação ampla, que contemple a igualdade de importância entre exatas, humanas, artes e biológicas” (CALIL; PUGLIESE, 2019).

Para compreender como a Arte é vista na perspectiva STEAM, primeiro é necessário ter em mente que não se refere somente a história da arte ou as técnicas, tais como pintar, tocar, desenhar, etc. Para Brady (2014) a Arte deve ser vista como mais do que “[...] uma atividade



que os alunos apreciam na escola ou uma atividade divertida que pode manter os alunos ocupados”, a arte

[...] é uma maneira de pensar, entender, almejar e possibilitar um ensino amplo aos estudantes, considerando que a arte é uma maneira de estar no mundo, de conviver em sociedade, de conhecer diversas culturas, de lidar com as diferenças e de se expressar. (CALIL; PUGLIESE, 2019).

Levando em consideração a subjetividade do ser humano para ampliar as “capacidades reflexivas e perceptivas e envolve, além da inteligência racional, a afetiva e a emocional” (CALIL; PUGLIESE, 2019) dos estudantes.

Nesse sentido, Calil; Pugliese (2019) salientam que uma educação vista como de qualidade, deve contemplar três tipos de linguagem: a verbal (ou linguística), a científica e a artística. As três se complementam e devem, sem hierarquia, fazer parte da formação de qualquer estudante. A linguagem verbal e a científica não substituem o campo de conhecimento relativo à linguagem artística, assim como a última não pode substituir as outras duas.

Assim sendo, há muito mais por trás dessa área de conhecimento do que foi considerado ao se criarem as primeiras ideias do que hoje é conhecido como STEAM. Conforme Calil; Pugliese (2019) “[...] não é possível montar uma equação simples que considere apenas formação específica, mercado de trabalho e desenvolvimento da economia, como se não houvesse nada mais no caminho”, não é possível querer formar cidadãos prontos para enfrentar os mais diversos desafios em sociedade, sem ajudá-lo a trabalhar sua empatia e criatividade de modo a conseguir superá-los. Citando o registro de Brady (2014), “como qualquer flor, o caule é valioso, mas a flor no topo inspira nossa imaginação – e é com isso que as pessoas se conectam”, a Arte é um dos caminhos para essa conexão, assim como a Matemática, que nos propicia diferentes modos de olhar e perceber o mundo.

### **3.6. Matemática**

A disciplina de Matemática nos currículos brasileiros, foi proposta por Euclides Roxo em 1927, unificando os “[...] ramos da álgebra, da geometria e da aritmética em uma mesma disciplina” (BLANCO, 2020, p. 98). De lá pra cá ocorreram inúmeras mudanças, passando pelo Movimento da Matemática Moderna, que surge no século XX, “[...] em uma época ditatorial na qual se clamava pela reformulação de práticas visando o rigor e o formalismo”, passando

pela criação dos Conselhos Nacionais de Educação em 1994, as Leis de Diretrizes e Bases de 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais em 1998 e a Base Nacional Comum Curricular de 2018. Nesses documentos, “[...] mexeu-se muito nos conteúdos e pouco na forma de abordá-los” (BLANCO, 2020, p. 99) e embora os dois últimos versem bastante sobre habilidades e competências, não existiu uma proposta de mudança metodológica significativa no ambiente escolar.

Yakman (2008) destaca que “para que uma pessoa seja funcionalmente alfabetizada, um conceito de como e por que a matemática 'é' e 'funciona' precisa ser entendido”, isso afasta a perspectiva tecnicista e estimula “[...] a necessidade de investigar a matemática em ação para uma compreensão mais profunda” (YAKMAN, 2008, p. 6, tradução nossa).

Segundo D’Ambrósio (1999, p. 36), a matemática “[...] é uma técnica de explicar, de conhecer, de representar, de lidar com os fatos da natureza e sociais”, de modo que se torna essencial (indireta ou indiretamente) em variados contextos e situações, como exemplo D’Ambrósio (1999, p. 37) cita “[...] a capacidade de se encontrar um endereço, de se fazer uma chamada telefônica, de se lidar com dinheiro, de se operar um aparelho de televisão e um automóvel, e assim por diante [...]”. Seja coletiva ou individualmente, social ou culturalmente, a importância da matemática para a sociedade é um fato (FERRAZ; KALHIL, 2022; D’AMBRÓSIO, 1999).

Nesse sentido, o ensino e a abordagem matemática podem se dar como área de conhecimento e de forma transversal. Segundo Yakman (2008, p. 17, tradução nossa) a matemática “não é apenas uma linguagem primordial, mas uma rede de divisões práticas e teóricas que interagem tanto com outras disciplinas quanto isoladas”, salientando assim a interação da matemática com as propostas STEAM.

Assim sendo, ao analisar a integração da matemática a perspectiva STEAM, Blanco (2020, p. 116) destaca que “[...] um bom *planejamento*, considerando os alunos como seres capazes de assumir um *papel* autônomo na construção do conhecimento, permite ao professor [...] utilizar o STEAM como forma de promover a *compreensão* matemática [...]”.

### **3.7. Formando Relações: Construcionismo e Cultura Maker**

Uma vez feitas as caracterizações e reflexões da perspectiva STEAM em sala de aula, é importante ressaltar que essa não é a única ideia que fundamenta essa pesquisa. No decorrer do

planejamento e aplicação das atividades, encontramos aspectos nelas que relacionam o STEAM com as ideias do Construcionismo e do Movimento Maker, dando luz a uma prática voltada para a produção de modelos e construção do conhecimento. Antes de destacar essa relação, sintetizaremos características dos dois movimentos e como eles podem contribuir para o ensino e a aprendizagem em sala de aula.

Começando pelo Construcionismo, esse conjunto de ideias proposto por Seymour Papert<sup>17</sup> trata-se de uma “filosofia de uma família de filosofias educacionais” desenvolvida sobre a “suposição de que as crianças farão melhor descobrindo [...] por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (PAPERT, 2007, p. 135). Seu uso faz relação com a concepção Piagetiana de que o conhecimento não pode ser transmitido pronto ao estudante, em outras palavras, ao invés de dar o peixe devemos ensiná-lo a pescar. Papert (2007) destaca essa abordagem como crítica às escolas tradicionais e sua insistência em “[...] tratar a mente da criança como um ‘vasilhame a ser preenchido’ ou como o receptor no final de uma linha de transmissão” (PAPERT, 2007, p. 28), sugerindo uma abordagem diferente e, ao seu ver, mais efetiva.

Segundo Burd (1999), não existe um documento que defina o Construcionismo e suas características, porém, Papert (2007) destaca algumas concepções em sua obra. Ao pensar na palavra que representaria suas ideias, Papert escolheu o sufixo *ismo* (que indica algo abstrato) como a representação de sua mudança de estilo intelectual, usando *instrucionismo* para denominar “[...] um nível mais ideológico ou programático, expressando a crença de que o caminho para uma melhor aprendizagem deve ser o aperfeiçoamento da instrução”, sendo uma de suas metas “[...] ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” (PAPERT, 2007, p. 134).

Para isso, Papert idealizou o uso de computadores na aprendizagem, propondo que crianças tivessem contato com algo que, até aquele momento, estava restrito a adultos. Porém, não fazendo uso somente recreativo do computador, mas sim possibilitando que essa tecnologia e os seus algoritmos ensinem “[...] as crianças a pensar (ou mais que isso, permitir que as crianças fossem capazes de entender o seu próprio pensamento)” (SOFFNER, 2022, p. 3). É importante ressaltar que, segundo Burd (1999), as ideias dessa concepção não se prendem a

---

<sup>17</sup> Seymour Papert (1928-2016) foi um matemático e educador estadunidense que mudou a forma de se pensar em educação ao propor o Construcionismo e o uso da tecnologia em sala de aula, sobretudo do computador. É um dos grandes responsáveis pela linguagem de programação LOGO, uma linguagem simples e de fácil acesso para pessoas de qualquer idade, visando a utilização na escola.

uma visão tecnicista<sup>18</sup> relacionada ao uso do computador, mas sim, explora os aspectos afetivos e sociais da educação, fazendo uso da tecnologia como complemento e não como elemento regente do aprendizado.

O Nível Universal, proposto por Yakman (2008), complementa a ideia de aprendizagem defendida pelo Construcionismo, levando em consideração que ambos exploram os aspectos afetivos e sociais da educação, abrindo “[...] espaço para o estudo das questões de tecnologia, gênero, cultura, personalidade, motivação, etc. que normalmente não são tratadas em abordagens educacionais mais tradicionais” (BURD, 1999, p. 53).

Após a análise de trabalhos voltados ao construcionismo, Burd (1999) reúne alguns princípios importantes para a caracterização dessa abordagem, tais como

(a) As pessoas constroem ativamente o seu conhecimento, isto é, conhecimento não é transmitido; (b) A possibilidade de articular os processos do pensamento permite aprimorá-los, isto é, a visualização e a manipulação das estratégias permite otimizá-las; (c) O aprendizado de um conceito está relacionado com a sua estrutura, isto é, o aprendizado de alguns conceitos e a possibilidade de combiná-los facilita o aprendizado de outros conceitos; (d) O aprendizado é influenciado pelo ambiente; (e) Algumas dinâmicas e contextos facilitam a percepção e a construção de determinados conhecimentos, atitudes e procedimentos. (BURD, 1999, p. 54).

As atividades aplicadas durante a pesquisa procuraram estabelecer relações com a estrutura proposta por Burd (1999), tendo em vista a necessidade “[...] de uma metodologia que nos possibilite permanecer próximos a situações concretas” (PAPERT, 2007, p. 143). Essa reflexão leva ao Movimento Maker.

Inicialmente, a cultura do *Do It Yourself* (Faça Você Mesmo) – vinda da necessidade de soluções econômicas para reparos caseiros e customização de itens – juntou-se *Open Content* (Conteúdo Aberto) - que permitiu que as pessoas modificassem conteúdos disponibilizados por terceiros, sem necessidade de autorização do autor – e deu origem à um movimento de construção coletiva chamado de *Do It Together* (Faça Junto). Esse último, por sua vez, foi o predecessor do Movimento Maker (LOPES et al., 2019).

À medida que esse movimento cresceu e reuniu pessoas com interesse em criar e compartilhar, criou-se um Manifesto Maker (HATCH, 2013), sintetizando as principais ideias do movimento Stella et al. (2018) destaca

---

<sup>18</sup> A tendência pedagógica tecnicista surgiu da necessidade de mão de obra em um contexto de grande desenvolvimento industrial. Esse modelo prioriza a técnica e deixa de lado a formação crítica e social dos estudantes.

[...] o Fazer, como característica do ser humano; o Compartilhar o que se fez e aprendeu, como forma de mostrar a satisfação; o Presentear com as coisas que se fez, o Aprender para fazer o melhor possível, buscando aprender mais [...] o Equipar-se com ferramentas para os projetos, o Permitir-se errar e aprender com os erros, Apoiar institucionalmente, emocionalmente e intelectualmente na esperança de mudar o mundo [...] Divertir-se e Participar do movimento expressando o prazer de fazer. (STELLA et al, 2018, p. 10).

Dando origem ao que é chamado pelos autores referenciados de Cultura Maker, um grupo de “[...] comportamentos, conhecimentos, valores, crenças e costumes que têm como base as ideias de que pessoas participativas podem se envolver em projetos que as façam se sentir capazes de construir coisas novas [...]” (LOPES et al., 2019, p. 2).

Dessa forma, apesar de haver variações quanto à definição do Movimento Maker, Stella et al. (2018) salienta dois aspectos fundamentais de projetos utilizando essa abordagem: a construção de um produto final, físico ou digital e o compartilhamento, com o grupo, dos processos utilizados na criação do produto ou apresentação do produto em si. O professor tem papel de mediador e orientador nesse processo, pensando em um planejamento que possibilite a criação de um ambiente que ressalte aspectos individuais e coletivos dos estudantes, trazendo atividades conectadas a realidade dos alunos e priorizando o desenvolvimento da autonomia e do senso crítico (MACHADO; ADALBERTO, 2016; STELLA et al., 2018).

Feitas essas considerações, é possível visualizar a relação entre o Construcionismo e o Movimento Maker à medida que essas duas perspectivas focam no aluno como centro dos processos de ensino e aprendizagem, trabalhando com objetos concretos (sejam eles físicos ou virtuais) em um caminho para a construção do conhecimento. Além disso, ambos os movimentos procuram possibilitar ao estudante conhecer e desenvolver seu potencial criativo, ao mesmo tempo em que aprende a aprender. Para Papert (2007), é interessante que o aluno se sinta provocado pelos problemas propostos, desenvolvendo seus modelos, testando-os e retrocedendo quando necessário para correções que possibilitem avançar, uma interpretação que pode ser associada ao Movimento Maker também.

Tendo em vista as atividades planejadas e aplicadas, a relação desses dois movimentos com a perspectiva STEAM se destaca em inúmeros momentos, ressaltando-se que foi realizada a construção de um produto em um software e com a régua e compasso. Nesse contexto, os estudantes exploraram os recursos e montaram modelos dos mais variados, esforçando-se para compreender as funções do aplicativo, construindo seu conhecimento sobre ele e atingindo metas impostas por eles mesmos durante a atividade.

Além disso, as construções realizadas abordaram aspectos das ciências, da tecnologia, da engenharia, das artes e da matemática, possibilitando a interação do estudante com todas as áreas (em proporções diferentes) e reforçando “[...] a ideia de que o conhecimento é livre e cresce ao ser compartilhado ao mesmo tempo em que contribui para a autonomia dos aprendizes em relação aos saberes disciplinares” (LOPES et al., 2019, p. 9).

A Perspectiva STEAM, o Construcionismo e o Movimento Maker guiaram, na prática, uma sequência de atividades utilizando como tema central a Astronomia, sendo as relações vistas até esse momento da pesquisa essenciais para a produção e a análise dos dados posteriores. Para contextualizar o leitor quanto a essas atividades, as próximas seções tratam do percurso da pesquisa e da descrição dos encontros realizados com a turma selecionada.

#### 4. PERCURSO DA PESQUISA

As primeiras propostas envolvendo o tema desta pesquisa datam do final de 2021, e se dão com o início da participação na ação de extensão Laboratório de Matemática em Escolas Públicas (LMEP), que está articulada ao projeto de pesquisa *O Laboratório de Matemática como Espaço de Formação de Professores que Ensinam Matemática* no qual a atuei<sup>19</sup> como bolsista de Iniciação Científica (IC). Essa experiência permitiu que novos aprendizados fossem adquiridos, tais como o trabalho de pesquisa em educação matemática, a orientação em grupo com professoras e pesquisadoras da universidade, a escrita de artigos, dentre outras atribuições com as quais trabalhei ao longo dessa experiência. Particularmente, a orientadora de IC, Profa. Dra. Andréia Dalcin, vem acompanhando o desenvolvimento das práticas, focadas desde o início na relação entre Astronomia e Matemática.

Em relação ao LMEP, são atendidas duas escolas da rede estadual de Porto Alegre, a Escola Estadual de Ensino Médio Anne Frank e a Escola Estadual de Educação Básica Dolores Alcaraz Caldas, construindo e mantendo nelas os Laboratórios de Matemática, destinados a atividades fundamentadas na construção de conhecimentos por meio de diferentes estratégias, recursos pedagógicos e metodologias, envolvendo o ensino da matemática em todas as etapas da Educação Básica e na EJA.

O primeiro destaque dessa experiência está na elaboração e aplicação das atividades do laboratório. Para construção dos planejamentos no LMEP são realizadas pesquisas minuciosas, organizando os objetivos e a montagem das atividades para que eles sejam contemplados, focando no uso de materiais manipuláveis, jogos e uso de tecnologias, que levem os alunos a participarem ativamente de sua aprendizagem. Essa prática viabilizou a criação e planejamento das atividades aplicadas na pesquisa.

O segundo destaque foi o trabalho com os alunos da escola e as relações construídas com os docentes responsáveis pelas turmas. A participação no ambiente escolar antes do início das atividades facilitou o contato com os estudantes e com a professora Cátia Brock, participante do LMEP e regente da turma selecionada. Com o intuito de trabalhar com sólidos geométricos, selecionei o 7º ano da Escola Estadual de Educação Básica Dolores Alcaraz

---

<sup>19</sup> Tendo em vista o caráter pessoal das seções de percurso da pesquisa e descrição das atividades, o texto está escrito utilizando a primeira pessoa do singular. As demais seções serão escritas utilizando a primeira pessoa do plural.

Caldas, visto o engajamento dos estudantes em participar das oficinas aplicadas no laboratório de matemática e a compatibilidade do conteúdo com o planejamento da professora regente. A turma do 7º ano era composta por 23 alunos, dos quais oito alunos são negros e quinze são brancos, dentre eles, onze meninas e doze meninos, com idades entre 13 e 14 anos. Para garantir o anonimato dos estudantes, eles foram nomeados utilizando as letras do alfabeto A, B, D, E, I, J, L, M, P, S e V.

Observando esse contexto, tendo em vista a fundamentação teórica estudada, as atividades foram desenvolvidas orientadas pela questão “*Quais as potencialidades de atividades envolvendo a temática astronomia no ensino da matemática sob a perspectiva STEAM*”.

Metodologicamente, a pesquisa emprega uma abordagem qualitativa. Ao se referirem à *investigação qualitativa* em educação, Biklen; Bogdan (1994) destacam que ela pode assumir inúmeras formas considerando o contexto em que se insere. Segundo os autores, esse termo pode ser designado como “genérico”, visto que “[...] agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características” (BIKLEN; BOGDAN, 1994, p.16). Entretanto, todos os métodos compartilham do objetivo de desenvolver a compreensão sobre os agentes do espaço escolar e os ambientes em que estão inseridos, trabalhando com múltiplas perspectivas a fim de responder o problema de pesquisa.

Conforme Biklen; Bogdan (1994), os dados desse tipo de abordagem são obtidos diretamente do ambiente, sendo o investigador um agente fundamental para a produção de dados, registrando os encontros e o que foi vivenciado em diários de campo, fotografando, pedindo que os estudantes escrevam sobre suas experiências em sala de aula e, posteriormente, analisando os dados qualitativamente. Nessa abordagem o foco se estabelece nos processos, não no produto final.

Nessas circunstâncias, o processo de investigação foi dividido em três momentos: **(i)** Estudo de fundamentação teórica, **(ii)** Planejamento e aplicação de atividades em sala de aula e **(iii)** Análise de dados produzidos.



O momento (i) foi dedicado à revisão de literatura e à escolha de textos e autores interessantes para alcançar os objetivos da pesquisa, iniciada durante as orientações de Iniciação Científica. Tendo em vista a ideia inicial de utilizar a Astronomia como temática das atividades a serem planejadas, em um primeiro momento foi realizada uma busca minuciosa em teses e dissertações, do repositório da CAPES que envolviam a relação de Astronomia e Matemática nas sequências didáticas aplicadas, além de procurar conhecer mais sobre o assunto em livros como o “Ensino de Astronomia na Escola. Concepções, Ideias e Práticas”, organizado por Longhini (2014), e “O Livro de Ouro do Universo” de Mourão (2019), buscando uma visão ampla do assunto e os possíveis tópicos a serem relacionados com as aulas de matemática.

A perspectiva STEAM, o Construcionismo e a Cultura Maker começaram a ser pautados como fundamentos teóricos da pesquisa somente no momento de planejamento (ii), onde foi observado nas atividades inicialmente criadas, possíveis relações entre diferentes áreas do conhecimento. Nesse contexto, a prática foi dividida em fases, nomeadas de Estágios, essa identificação trata-se de uma analogia feita entre a concepção de estágio no lançamento de foguetes (em que as partes se separam durante o voo com o objetivo de melhorar a performance eliminando peso e melhorando a aceleração do veículo espacial) e a ideia de aprendizagem na qual os alunos avançam à medida que testam suas hipóteses e as adaptam, retirando partes que não são mais pertinentes.

O *Primeiro Estágio* foi focado no exercício denominado de “contextualização”, no qual os alunos se debruçaram sobre o assunto a ser estudado, buscando identificar os conhecimentos prévios. O início foi marcado por conversas sobre o tema, trazendo perspectivas de diferentes culturas e grupos sociais sobre o surgimento do Universo. Esse momento também trouxe a história e a evolução dos foguetes, observando sua relação com a matemática.

O *Segundo Estágio* envolveu em sua maior parte a atividade de simulação no computador. Com o objetivo de construir um protótipo de foguete, os alunos criaram o modelo no software SpaceFlight Simulator, tentando levá-lo ao espaço.

No *Terceiro Estágio* os estudantes adaptaram para uma escala menor o modelo do software, construindo, a partir dele, uma planta com medidas e observações pertinentes para a montagem do foguete com sólidos geométricos de cartolina. Esse momento envolveu essencialmente o trabalho com geometria plana e espacial, trazendo o desenho técnico com régua e compasso como fator importante para o desenvolvimento da atividade.

Como dito, os participantes dessa pesquisa foram alunos do 7º ano da Escola Estadual de Educação Básica Dolores Alcaraz Caldas, em Porto Alegre. Considerando que o acesso ao

ambiente escolar é facilitado devido ao projeto de extensão do qual participo, o contato com a professora Cátia Brock (regente da turma) acontece a algum tempo e assim foram acertados os detalhes para a prática. Tendo em vista o término do ano letivo, os estudantes foram avaliados pela professora, considerando sua participação e desenvolvimento das atividades. No entanto, somente os estudantes que devolveram os termos<sup>20</sup> de assentimento e consentimento assinados, disponíveis nos Anexos A e B, puderam ter seus trabalhos considerados para análise.

Após um primeiro contato, no qual os alunos foram informados sobre a pesquisa e os termos que deveriam ser assinados caso os estudantes optassem por participar, iniciaram-se as atividades. Tendo em vista a importância do trabalho colaborativo na proposta, os alunos foram divididos em sete grupos, cada um deles com o nome homenageando foguetes selecionados dentre os lançamentos realizados durante a história. São eles<sup>21</sup>: **R-7** (Soviético, responsável por levar a primeira carga ao espaço, o satélite Sputnik), **Vostok** (Soviético, levou o primeiro homem ao espaço, durante 1 hora e 48 minutos), **Saturn V** (Estadunidense, responsável por levar o homem à lua), **Ariane V** (Europeu, é capaz de levar quase 10 toneladas de equipamentos ao espaço), **Soyuz** (Russo atualmente é o único foguete capaz de levar astronautas para a Estação Espacial), **Atlas V** (Estadunidense, responsável por lançar sondas ao espaço) e **Sonda IV** (Brasileiro, primeiro foguete nacional que contava com tecnologia controlada que possibilita manobrar na atmosfera).

Considerando a entrega dos termos de assentimento e consentimento, foram utilizados para essa pesquisa somente alguns dos diários de bordo e dos diálogos tidos em sala de aula, nomearemos esses alunos através das letras A, B, D, E, I, J, L, M, P, S e V.

Contando com apoio da professora regente, as atividades foram aplicadas em oito encontros durante as aulas de matemática da turma a cada semana, totalizando seis semanas de trabalho. O Quadro 1 apresenta as atividades realizadas em ordem cronológica com uma breve síntese do que foi aplicado no momento **(ii)**.

Quadro 1-Encontros realizados para aplicação das atividades

Encontro	Data	Título da Atividade	Síntese
----------	------	---------------------	---------

<sup>20</sup> O título utilizado nos termos, disponíveis nos Anexos A e B, foi alterado após a devolução dos termos pelos alunos, logo, a documentação recebida dos estudantes está com o título de pesquisa diferente dos termos presentes em anexo.

<sup>21</sup> Informações retiradas de um infográfico sobre a História e Evolução dos Foguetes. Disponível em < <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/infograficos/foguetes/> >. Acesso em: 01 fev 2023.

1	20/10/22	Perguntas iniciais sobre o Universo e primeiros passos na construção do Diário de Bordo.	Conversa inicial com os alunos sobre o surgimento do Universo e início da construção de um Diário de Bordo individual para registro durante as atividades.
2	21/10/22	Continuação Diário de Bordo.	A professora regente disponibilizou períodos extras para continuar a construção do Diário.
3	27/10/22	Introdução ao SpaceFlight Simulator.	Os alunos foram divididos em grupos e apresentados ao software que seria usado nas próximas aulas, iniciando a construção dos modelos de foguetes.
4	04/11/22	Finalização de modelos no SpaceFlight Simulator.	Nessa aula os alunos continuaram a construir os modelos de foguete no aplicativo, muitos estudantes estipularam como objetivo conseguir lançar o foguete usando as funções do SpaceFlight Simulator.
5	17/11/22	Do SpaceFlight para a planta do Foguete.	Os alunos passaram o modelo criado por eles no software para uma folha A3, colocando as medidas desejadas para a construção posterior.
6	24/11/22	Iniciando a construção das planificações.	Nessa aula os alunos começaram a construir os sólidos necessários para confecção do foguete, utilizando principalmente cartolina e materiais para desenho.
7	30/11/22	Desenho geométrico e construção do foguete com sólidos de cartolina.	Pequena oficina de construção de sólidos com régua e compasso no início da aula, com isso os alunos finalizaram os sólidos e partiram para a montagem do foguete com cola quente, colocando-os sobre um isopor.
8	01/12/22	Finalização do foguete.	Os alunos que não finalizaram na aula anterior tiveram mais esse período extra, terminando com uma conversa de despedida com a turma.

Fonte: Organizado pela Autora (2023)

Por fim, o momento **(iii)** da pesquisa é dedicado à análise dos dados obtidos. Tendo em consideração a metodologia, os dados produzidos são qualitativos. Isso significa que são “[...]”

ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico” (BIKLEN; BOGDAN, 1994, p. 16).

Nesse sentido, como forma de registro descritivo, um caderno com notas de campo foi sendo produzido ao longo dos encontros, pensando em criar um “[...] relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha [...]” (BIKLEN; BOGDAN, 1994, p. 150). Nele foram colocadas descrições detalhadas de cada encontro, atendo-se a observações imparciais e colocando notas pessoais quando necessário. As anotações feitas foram referentes aos alunos e sua participação em sala de aula, além de observações sobre o que foi aplicado e o que é de interesse da pesquisa, como interações e diálogos que envolveram uma possível aprendizagem.

Para organizar as atividades e para que os alunos pudessem exercitar e desenvolver a escrita, tendo em vista os desafios propostos, foi orientada a construção de um diário de bordo. Para Deccache-Maia; Souza (2020, p.3), o diário é um “[...] instrumento de registro de estudos usado ao longo das atividades, tendo por finalidade acompanhar a aprendizagem dos alunos, dando a oportunidade para que estes exercitem seu protagonismo no processo de construção do conhecimento”, ao mesmo tempo em que permite que o professor avalie “[...] as competências, atitudes e conhecimentos dos alunos de uma forma mais aprofundada, mais completa e também mais segura” (MENEZES, 2000, p. 16).

A estratégia do diário de bordo teve como objetivo acompanhar o desenvolvimento das atividades pelo ponto de vista de cada estudante, já que para que seja possível analisar a dinâmica interna dos grupos e o seu pensamento em determinadas situações, torna-se necessário a estabelecer procedimentos que “[...] permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador” (BIKLEN; BOGDAN, 1994, p. 51). Assim, o diário de bordo surgiu como uma estratégia promissora para a produção de dados que considerem a perspectiva do estudante.

Além disso, as fotografias constituem o registro visual dos acontecimentos de cada encontro, com o intuito de mostrar o que foi produzido pelos estudantes. Para isso foram respeitadas as diretrizes de ética ao procurar ocultar a face dos estudantes, mantendo-os anônimos.

A análise de dados foi feita através da organização do material produzido, buscando aspectos interessantes das atividades aplicadas. O procedimento utilizado é a Análise por Triangulação de Métodos, caracterizada por Marcondes; Brisola (2014) como um processo que articula três aspectos para realizar a análise do material

[...] sendo que o primeiro aspecto se refere às informações concretas levantadas com a pesquisa, quais sejam, os *dados empíricos*, as narrativas dos entrevistados; o segundo aspecto compreende o *diálogo com os autores* que estudam a temática em questão; e o terceiro aspecto se refere à *análise de conjuntura*, entendendo conjuntura como o contexto mais amplo e mais abstrato da realidade. (MARCONDES; BRISOLA, 2014, p. 204).

Utilizando assim conexões entre os dados produzidos, os autores que fundamentam a pesquisa e o contexto no qual as práticas se inserem para identificar as potencialidades e limitações das atividades planejadas e aplicadas. Isto posto, na próxima seção descreve as atividades realizadas e, em seguida, são analisados os dados.

## 5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Esse capítulo descreve os encontros realizados com a turma de estudantes participantes da pesquisa. Ao final de cada sessão de encontro, é apresentado um quadro com os recursos utilizados e suas fontes, além disso, os materiais produzidos para a pesquisa estão disponíveis nos Apêndices.

### 5.1.Primeiro Estágio

#### Encontro 1 (20/10/22)

O primeiro encontro foi dividido em dois momentos, sendo o primeiro deles voltado ao que foi denominado como “contextualização” e o segundo momento destinado para a criação do diário de bordo. Inicialmente, os alunos foram levados para a Sala de Informática da escola onde foi antecipadamente preparada uma apresentação com alguns questionamentos iniciais e perspectivas sobre o surgimento do Universo (a apresentação completa está disponível no Apêndice A). Na Figura 8 temos o slide com os questionamentos feitos aos estudantes, com o objetivo de saber mais sobre os conhecimentos prévios do assunto.

Figura 8 - Questionamentos da Apresentação Inicial

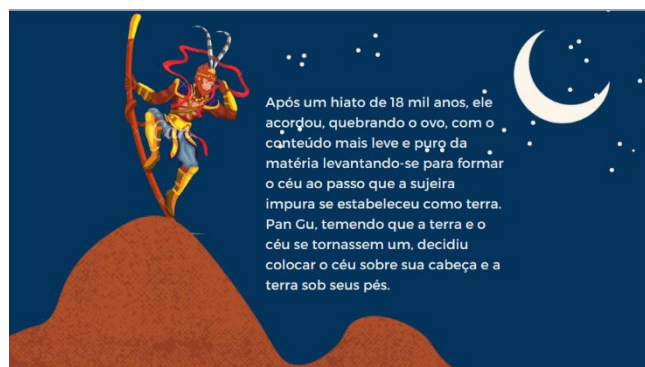


Fonte: Produzida pela autora (2023)

A partir dessas perguntas, os estudantes apresentaram informações como: *o Sol é a maior estrela do Sistema Solar, ele dá luz e calor aos outros planetas, a Lua é o satélite natural da Terra*, e mostraram interesse por falar o que sabiam sobre os assuntos expostos, questionando e respondendo às perguntas dos colegas.

Ainda como contextualização inicial, a apresentação trouxe perspectivas de diferentes culturas e grupos sociais sobre o surgimento do Universo, e suscitou o debate sobre as histórias contadas e os diferentes pontos de vista abordados nelas. Na Figura 9 está representada uma parte da história Chinesa<sup>22</sup> da criação, destacada pelos alunos como uma das mais diferentes que conheceram.

Figura 9 - Apresentação do mito Chinês da criação



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Sobre o surgimento do Universo, os estudantes foram questionados sobre a teoria/história que eles entendiam como a mais aceita, e mesmo sem saber do que se tratava, muitos responderam ser a Teoria do Big Bang<sup>23</sup>. Para que os estudantes compreendessem melhor essa teoria, foi apresentado um vídeo do ABC da Astronomia, produzido pela TV Cultura e exibido pela TV Escola como parte das comemorações do Ano Internacional da Astronomia (AIA 2009)<sup>24</sup>, que tratava especificamente desse assunto. A essa altura, a apresentação gerou conversas em pequenos grupos sobre o tema e sobre as perspectivas que foram mostradas, algumas das quais os estudantes nunca tinham ouvido falar.

Então, para finalizar o momento de contextualização, o encontro foi direcionado usando uma reportagem sobre o lançamento de um foguete da empresa Space-X, feita pelo Jornal Nacional em 2017<sup>25</sup>, que encantou tanto os estudantes quanto a professora regente, que estava acompanhando a atividade. Ao serem questionados sobre o que eles achavam que iríamos

<sup>22</sup> Baseada no relato do site Ibrachina. Disponível em: < <https://www.ibrachina.com.br/conheca-a-lenda-chinesa-sobre-a-criacao-do-mundo/> >. Acesso em: 27 fev 2023.

<sup>23</sup> A Teoria do Big Bang consiste na concepção de que o Universo surgiu de um único ponto, um aglomerado de partículas, junto de luz e energia. Em determinado momento esse aglomerado começou a expandir, esse movimento resultou no resfriamento das partículas e novos aglomerados, que com o tempo dariam origem às primeiras galáxias e constelações.

<sup>24</sup> Vídeo disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=7GkJycrb-64> >. Acesso em: 27 fev 2023.

<sup>25</sup> Vídeo disponível em: < <https://globoplay.globo.com/v/6377867/> >. Acesso em: 27 fev 2023.

abordar nas próximas aulas, a resposta quase unânime levou aos foguetes, um meio de transporte para nossa viagem estelar.

A partir disso foram dadas algumas orientações acerca da atividade. Os estudantes foram comunicados que o foco não estaria nos processos físicos e químicos do lançamento de um foguete na prática, mas sim no que estava envolvido na simulação e na modelagem da sua construção, devido ao espaço da escola e o pouco tempo disponível por estarmos no final do ano letivo.

Feitas as devidas contextualizações e orientações, os estudantes foram levados para o Laboratório de Matemática da escola, com o objetivo de utilizar um ambiente maior para a construção do diário de bordo. As folhas do interior do diário foram criadas e impressas conforme a Figura 10, porém, o tamanho da capa, o recorte e a personalização foram definidos pelos alunos, sendo disponibilizados para isso materiais como cartolina, papel cartão, folhas coloridas e materiais para pintura.

Desse modo, as páginas do diário de bordo (Figura 10) construído durante a pesquisa, foram elaboradas com questionamentos interessantes para a investigação, ao mesmo tempo em que abria espaço para os estudantes registrarem dúvidas, reflexões e processos em suas páginas, escrevendo e desenhando tudo que achassem importante, sem exigência de rigor matemático. Foram construídos ao todo 23 diários, um para cada aluno da turma.



Figura 10 - Página personalizada para o Diário de Bordo

The image shows a template for a 'Diário de Bordo' (Logbook) page. It features a central graphic with a sun and the text 'DIÁRIO DE BORDO'. The page is divided into several sections for student input:

- Top Left:** Fields for 'Seu Nome:' and 'Data:'.
- Top Right:** A section titled 'ANOTAÇÕES:' with several horizontal lines for writing.
- Middle Left:** A section titled 'QUAL A ATIVIDADE DO DIA?' with horizontal lines.
- Bottom Left (Top):** A section titled 'QUAIS ETAPAS DO PROJETO FORAM REALIZADAS HOJE?' with horizontal lines.
- Bottom Left (Middle):** A section titled 'VOCÊ TEVE ALGUMA DIFICULDADE? SE SIM, TENTE DESCREVER UM POUCO DO QUE PENSOU SOBRE ELA' with horizontal lines.
- Bottom Left (Bottom):** A section titled 'QUAIS OS CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE?' with horizontal lines.
- Bottom Right:** A large section titled 'QUER DESENHAR ALGUMA COISA? VÁ EM FRENTE!' with a large blank area for drawing.

Fonte: Produzido pela autora (2023)

A maior dificuldade encontrada nesse momento foi relacionada ao retângulo da capa, sendo que este, quando dobrado, deveria cobrir as folhas impressas da parte interna do diário de bordo. Nesse contexto, foi possível notar limitações de alguns alunos quanto a forma de usar a régua: como eles poderiam saber o tamanho correto e se o formato recortado era de fato um retângulo?

Foram mostradas algumas maneiras interessantes de realizar as medições, usando o compasso como auxiliar da régua ou utilizando um esquadro para a tarefa. Foi perceptível a dificuldade na realização desse trabalho manual, porém, no processo de superarem esses desafios, o recorte de um retângulo de cartolina mobilizou os estudantes a pensar matematicamente e a desenvolver a habilidade de manusear instrumentos matemáticos.

Não foi possível finalizar o diário durante esses períodos, sendo adiado para o Encontro 2. Nas Figuras 11 e 12 foram registrados os trabalhos de alguns alunos durante a atividade. O Quadro 2 apresenta os recursos utilizados nesse encontro.

Figura 11 - Medições e recorte para a capa do Diário de Bordo




Fonte: Acervo da autora (2023)


Figura 12 - Personalização do Diário de Bordo 1



Fonte: Acervo da autora (2023)

Quadro 2-Recursos utilizados no Encontro 1

Tipo	Recurso	Síntese	Disponível em
Digital	Apresentação Inicial	Conhecimentos prévios e surgimento do Universo	<a href="#">Apêndice A da Pesquisa</a>
Digital	Vídeo: “ABC da Astronomia - Big Bang”	Produzido pela TV Escola, explica brevemente a teoria do Big Bang.	Pelo Youtube: <a href="#">Link</a> 

Digital	Vídeo: Lançamento de foguete produz espetáculo nos céus da Califórnia, nos EUA	Reportagem do Jornal Nacional sobre um lançamento realizado pela empresa Space-X.	Pelo Youtube: <a href="#">Link</a> 
Físico	Folhas do Diário de Bordo	Criadas e impressas previamente, organizam melhor o diário e pretende instigar os alunos a escreverem.	<a href="#">Apêndice D da Pesquisa</a>
Físico	Materiais para recorte e pintura	Cartolinas, folhas coloridas, lápis de cor, canetinhas, tintas, régua e compassos.	

Fonte: Organizado pela autora (2023)

## Encontro 2 (21/10/22)

Como não foi possível finalizar o diário de bordo no primeiro encontro com a turma, a professora regente disponibilizou dois períodos do dia seguinte para que os alunos conseguissem continuar a produção. Inicialmente seria disposto somente um período, mas observando o engajamento dos alunos em concluir a tarefa, a regente permitiu que fossem usados dois tempos da aula de matemática.

Toda a parte de recorte foi finalizada no último encontro, então os alunos partiram para a costura e a personalização do diário. Para confecção dos furos e da costura que prenderia as páginas, acompanhei os estudantes de mesa em mesa, disponibilizando palitos e linhas coloridas para o trabalho. Foi possível notar envolvimento por parte dos estudantes na etapa de personalização dos seus diários de bordo, pois tinham à disposição diversos tipos de tinta e materiais de decoração, as Figuras 13, 14 e 15 ilustram essa etapa.

Figura 13 - Personalização do Diário de Bordo 2



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 14 - Personalização do Diário de Bordo 3



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 15 - Exemplo de Diário concluído



Fonte: Acervo da autora (2023)

No mesmo dia dessa atividade ocorreu uma situação envolvendo o corpo docente da escola e a Sala de Informática utilizada no último encontro. Uma das professoras reclamou que estavam sendo baixados programas inadequados nos Chromebooks e isso foi levado até a diretora da escola. Fui avisada pela professora regente da turma, que disse que uma das docentes entrou no aplicativo SpaceFlight Simulator e não pôde continuar o que estava fazendo, pois, a tela do computador havia “travado”. Esse problema provavelmente ocorreu, pois o software citado abre em modo tela cheia e conta com uma maneira específica de fechá-lo, dificultando um pouco o manuseio para quem desconhece o aplicativo.

Essa situação gerou estresse e instabilidade quanto a continuidade do trabalho, mas, ao conversar com a diretora novamente sobre a autorização para o uso dos computadores, ela contornou a situação, dizendo que talvez só fosse necessário instalar e excluir o software sempre que o mesmo fosse usado. Essa condição gerou uma nova situação, sendo necessário que o software fosse instalado e desinstalado nos 14 computadores utilizados para a prática, a cada encontro, levando a necessidade de mais tempo de preparo para as sessões.

Dessa forma, surgiram reflexões sobre o uso de tecnologia em algumas escolas e as limitações encontradas, que muitas vezes não estão ligadas ao equipamento, mas a uma cultura mais cautelosa, do que deve ou não deve ser feito com os computadores. Os professores têm a permissão de usar o recurso, porém, sem mudar os Chromebooks de sala e seguindo uma lista de reservas para a Sala de Informática que nem sempre é seguida pelos docentes da escola, compondo uma série de protocolos que podem acabar impondo obstáculos. No capítulo das análises essa limitação é examinada em mais detalhes.

O Quadro 3 apresenta os recursos utilizados nesse segundo encontro:

Quadro 3-Recursos utilizados no Encontro 2

Tipo	Recurso	Síntese
Físico	Folhas do Diário de Bordo <sup>26</sup>	Criadas e impressas previamente, organizam melhor o diário e pretende instigar os alunos a escreverem.
Físico	Materiais para recorte e pintura	Cartolinas, folhas coloridas, lápis de cor, canetinhas, tintas, régua e compassos.
Físico	Materiais para costura	Linhas e palitos para confecção do Diário de Bordo como um “caderno”.

Fonte: Organizado pela autora (2023)

## 5.2.Segundo Estágio

### Encontro 3 (27/10/22)

Com o diário de bordo já finalizado, nesta segunda semana de atividades o foco foi o uso dos computadores, em específico, do software SpaceFlight Simulator. Antes da aula houve um breve imprevisto com relação a instalação dos aplicativos para utilização. Cheguei na escola com três horas de antecedência para a instalação dos aplicativos a serem usados durante o encontro, porém, mesmo com a lista de reservas vazia, a chave da sala estava com um dos docentes e não foi liberada até o início do período em que seria aplicada a atividade com o SpaceFlight Simulator. Atrasando assim a instalação dos aplicativos e, conseqüentemente, o início das atividades com a turma.

Ao chegarem à Sala de Informática, os estudantes foram divididos em grupos para o início da atividade. Tendo em vista a organização dos dados produzidos pelos estudantes, esses grupos foram nomeados de acordo com foguetes reais que se destacam na história da viagem

<sup>26</sup> As folhas do Diário de Bordo estão disponíveis no Apêndice D da pesquisa.

espacial<sup>27</sup>. O início da conversa com os estudantes tratou da história dos foguetes e suas mudanças até se tornarem o que são hoje, através da apresentação de um infográfico desenvolvido e disponibilizado pelo site Terra<sup>28</sup> sobre o assunto. Esse material despertou a curiosidade dos alunos sobre fatos desconhecidos por eles, como por exemplo, o tamanho de um foguete em comparação com o tamanho de uma pessoa ou de um avião, como ilustrado pela Figura 16, ao mesmo tempo em que mobilizou os conhecimentos prévios dos estudantes, manifestados, por exemplo, nos comentários de alguns estudantes sobre o salto dado pela viagem espacial no período da Guerra Fria, debatendo com os colegas sobre os fatores sociais e políticos envolvidos. Alguns alunos mostraram mais interesse ao serem apresentados ao trailer do filme *Estrelas Além do Tempo*<sup>29</sup>, que explora os aspectos matemáticos, físicos e tecnológicos da chegada do homem ao espaço, ocorrida durante o período supracitado

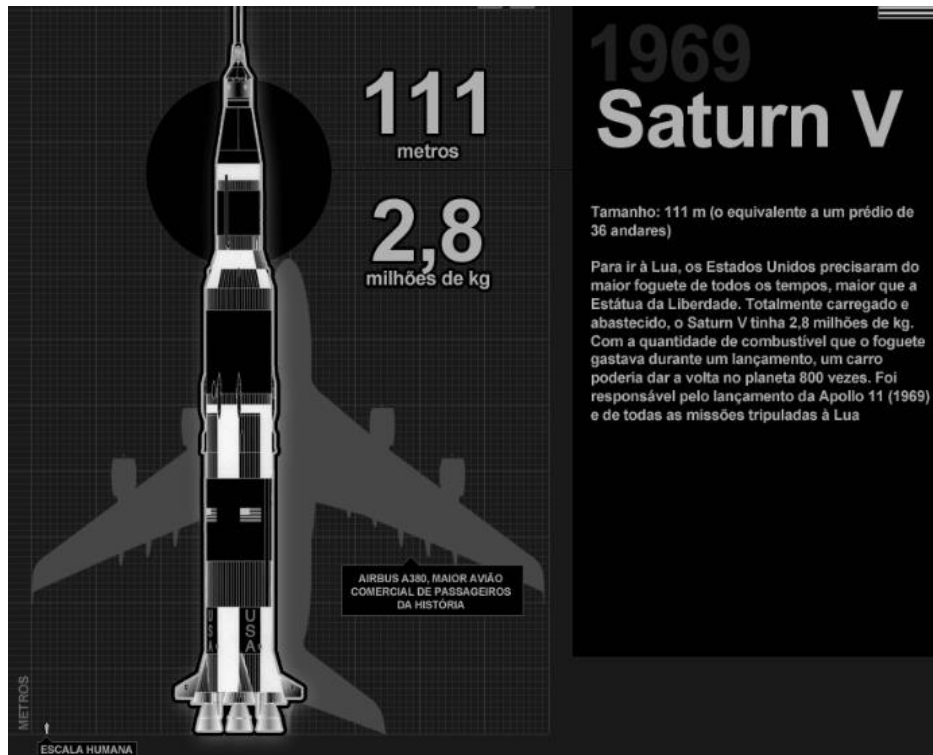
---

<sup>27</sup> No capítulo Percurso da Pesquisa estão listados os nomes dados aos grupos, com as devidas referências.

<sup>28</sup> Infográfico “A Evolução dos Foguetes”. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/infograficos/foguetes/>>. Acesso em: 25 Fev 2023.

<sup>29</sup> Filme que retrata a história de um grupo de mulheres afro-americanas que foram essenciais para os avanços empreendidos pela Nasa (em inglês: National Aeronautics and Space Administration), durante a corrida espacial empreendida na Guerra Fria. Trailer disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wx3PVtrU-Os>>. Acesso em: 10 Abr. 2023.

Figura 16- Página do infográfico sobre a História e Evolução dos Foguetes



Fonte: Infográfico “A Evolução dos Foguetes” – Site Terra

Após isso, os estudantes puderam explorar o aplicativo e se envolveram na investigação de suas funcionalidades. Três dos alunos fizeram o download do aplicativo em dispositivos pessoais e, em menos de 10 minutos, já estavam lançando seu primeiro modelo na atmosfera. Alguns não conseguiram avançar tanto, pois tinham pequenos problemas em suas construções, relacionadas ao peso ou a falta de componentes necessários para o lançamento do foguete. Sendo assim, no Encontro 4 (seguinte) foram feitas algumas orientações para ajudá-los nesse processo.

Em relação ao SpaceFlight Simulator, no apêndice B foi disponibilizado um tutorial sobre as principais funções do software, mas, de forma geral, ele permite que os alunos construam um foguete do zero e simulem seu lançamento, sendo possível visualizar a velocidade média, a distância máxima alcançada pelo foguete, sua massa e até mesmo chegar a outros planetas através de uma viagem pelas suas órbitas.

Trata-se de um software multiplataforma, ou seja, pode ser usado em mais de um tipo de sistema ou dispositivo, operando em computadores, smartphones e tablets de forma gratuita pela Google Store <sup>30</sup> (dispositivos Android e Chrome OS) ou de forma paga pela plataforma

<sup>30</sup> SpaceFlight Simulator pela Google Play. Disponível em: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.StefMorojna.SpaceflightSimulator&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.StefMorojna.SpaceflightSimulator&hl=pt_BR&gl=US)



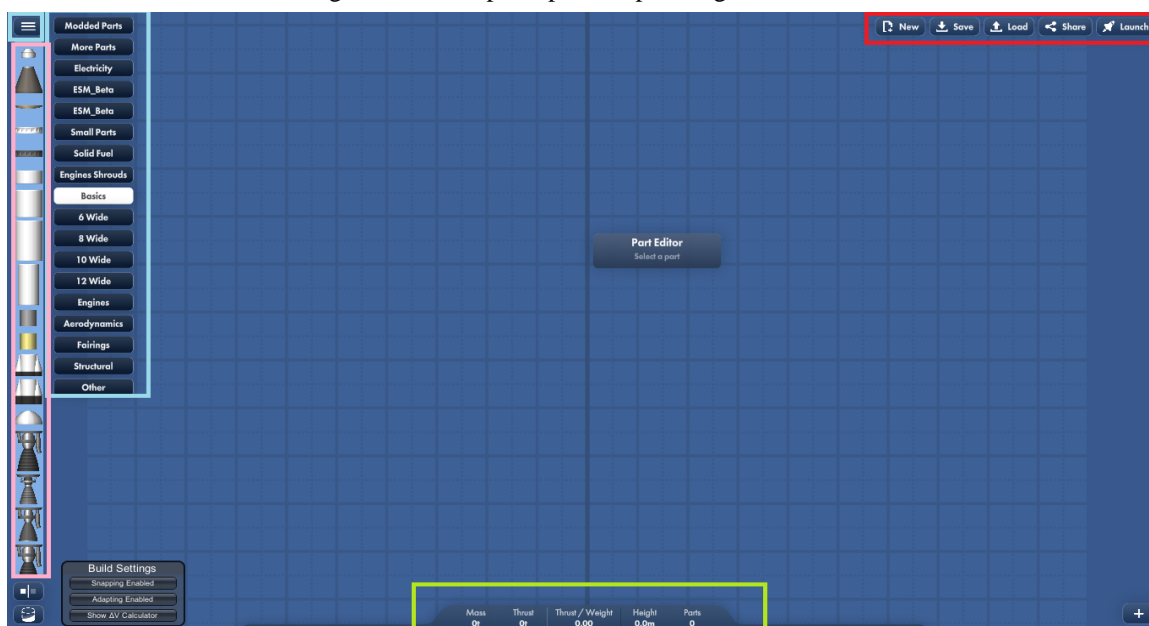
STEAM<sup>31</sup> (dispositivos Windows, Mac OS, Android e IOS). As Figuras 17 e 18 mostram algumas de suas funcionalidades:

Figura 17 - Lançamento de um foguete com estágios no software



Fonte: Plataforma de jogos - STEAM

Figura 18 - Tela principal do SpaceFlight Simulator



Fonte: Adaptado do aplicativo SpaceFlight Simulator (2023)

Para melhor compreensão sobre o aplicativo, foram destacadas na Figura 18 as partes essenciais da tela inicial, por cores. Quase toda a tela conta com uma malha quadriculada, onde o foguete será construído, sendo possível colocar componentes nesse espaço arrastando-os com o botão esquerdo do mouse, pressionado e posicionando-os conforme desejado. Em **vermelho** temos as Opções Rápidas, ali os estudantes poderão começar um novo projeto, salvar seu

<sup>31</sup> SpaceFlight Simulator pela plataforma STEAM. Disponível em: [https://store.steampowered.com/app/1718870/Spaceflight\\_Simulator/](https://store.steampowered.com/app/1718870/Spaceflight_Simulator/)

trabalho e compartilhar sua criação. Em **verde** temos as Informações do modelo que está sendo construído, tais como: massa total, impulso, peso e o número de partes colocadas até então. Em **azul** está um botão que nos permite abrir uma nova aba, na qual estão listados tipos de componentes para a modelagem, desde as partes básicas, até as peças de engenharia e proteção do veículo, durante os encontros utilizamos muito as “partes básicas” e as “partes pequenas”, para detalhar alguns aspectos dos foguetes. Em **rosa** temos os componentes de cada categoria citada anteriormente. Clicando com o botão direito do mouse sobre cada parte, aparece uma pequena janela com suas características, incluindo sua massa, e uma breve descrição do que aquele componente faz.

Sabendo disso, os estudantes, em grupos, criaram modelos dos mais variados. Mesmo os que não estavam conseguindo fazê-lo decolar, se engajaram para encontrar soluções para os obstáculos encontrados. É o caso da estudante J, com a qual tive o seguinte diálogo<sup>32</sup>:

*[Pesquisadora] Como tu tá fazendo dois boosters (foguetes auxiliares), um de cada lado, tem que colocar motores embaixo dele pra ele impulsionar também.*

*[J] A gente quer fazer o foguete mais longo, precisamos de mais motores?*

*[Pesquisadora] Sim, vão colocando o que quiserem mais abaixo, mas pensa sempre tá? O motor que vocês colocarem tem que suportar esse combustível.*

*[J] Queremos colocar três combustíveis.*

*[Pesquisadora] Ok, quando vocês passam o mouse em cima do combustível... olha a massa... 10 toneladas... O motor que vocês colocarem tem que suportar no mínimo 10 toneladas. Se vão colocar um motor embaixo de todos esses tanques, ele tem que suportar o peso de todos juntos.*

*[J] Certo, vamos ver o peso que cada motor aguenta e comparar com o peso dos tanques.*

Em muitos momentos os estudantes me ensinaram funcionalidades do software que ainda não haviam sido exploradas. Como os atalhos para o lançamento, a liberação de estágios e a volta dos foguetes criados para a Terra. Em um dos momentos ocorreu um diálogo com o estudante E, que já tinha construído seu foguete e agora fazia testes de decolagem com ele:

*[LE] Essa parte aqui dos motores chegou intacta! (falando sobre o foguete dele que retornou a Terra)*

*[Pesquisadora] Olha só... Que legal!*

*[LE] Ele voou 30 km e voltou... pra chegar à lua teria que fazer ele acelerar diversas vezes e teria que montar diferente, muito complexo, por isso não tentei...*

---

<sup>32</sup> Os diálogos apresentados foram extraídos das notas de campo da autora.

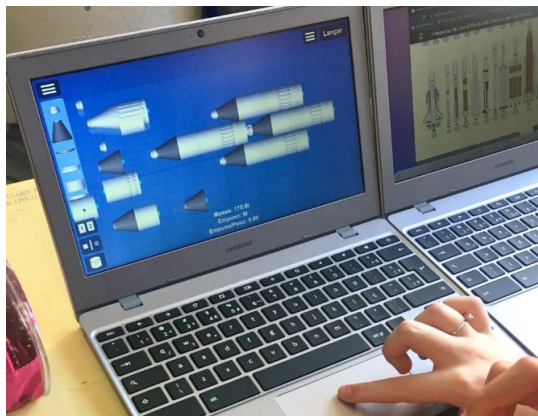
[Pesquisadora] Hmm... e como tu fez pra ele voltar?

[LE] Coloquei o paraquedas... tem que ir desacelerando... ele ia cair se dependesse só do peso, mas aí vamos desacelerando (diz isso apontando para a seta indicada para baixo do teclado). É como se fosse... sabe o pneu do carro, que desacelera, é como se fosse isso, vai desacelerando, desacelerando até ele parar, entendeu?

[Pesquisadora] Entendi.

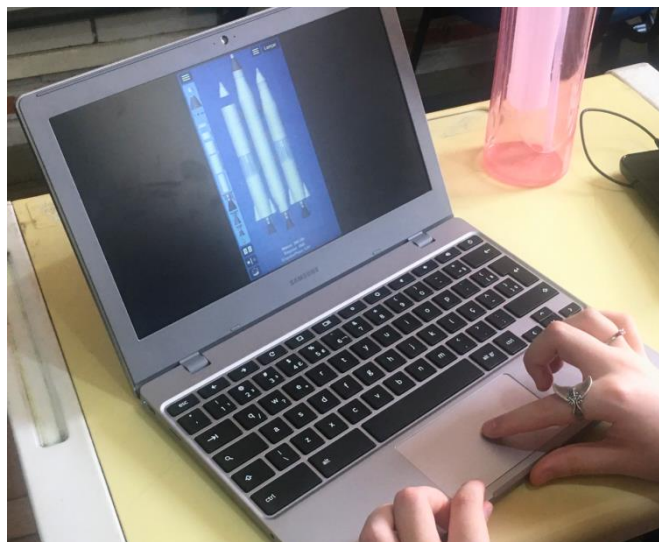
Algumas construções feitas nessa primeira aula com o SpaceFlight Simulator estão representadas nas Figuras 19, 20, 21 e 22.

Figura 19 - Estudante utilizando o SpaceFlight Simulator



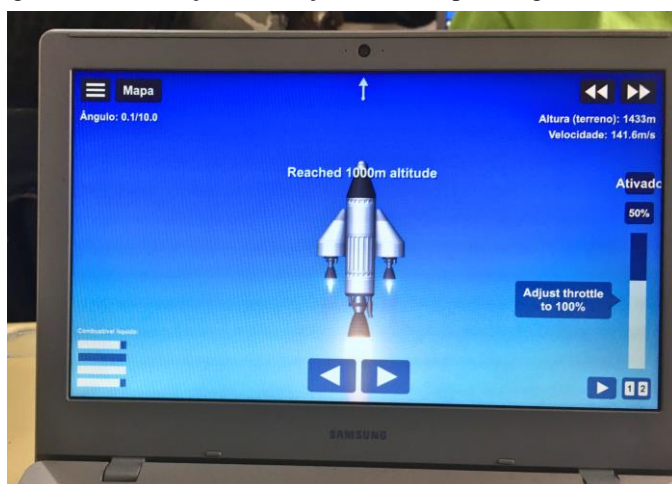
Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 20 - Finalização de modelo no SpaceFlight Simulator



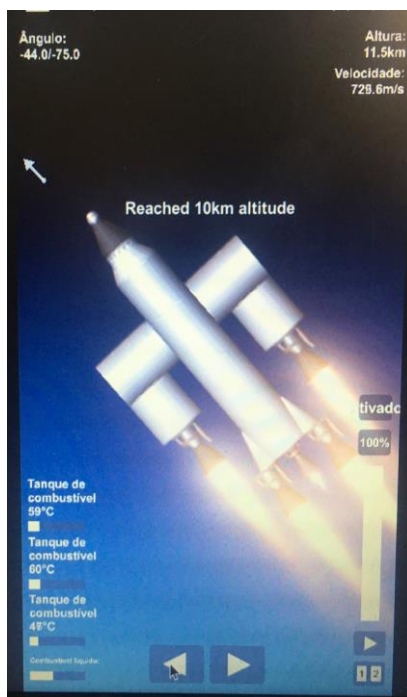
Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 21 - Simulação de Lançamento no SpaceFlight Simulator 1



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 22 - Simulação de lançamento no SpaceFlight Simulator 2



Fonte: Acervo da autora (2023)

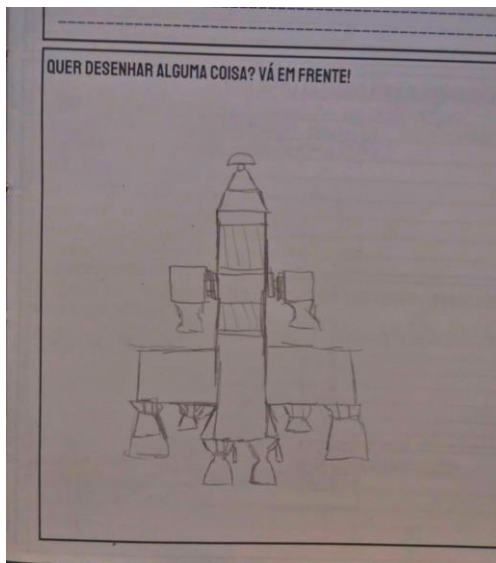
Os diários de bordo foram disponibilizados durante todo o encontro, porém, a maioria dos estudantes dedicou tempo à escrita somente ao final do período, onde cedi tempo especialmente para essa atividade. Sobre as etapas realizadas no presente encontro, o estudante D escreveu<sup>33</sup>:

*Construímos um foguete com o objetivo de chegar à lua. Infelizmente fracassou, com muito esforço vamos chegar lá na próxima vez. Fizemos tudo no laboratório com o app: SpaceFlight Simulator.*

O estudante P escreveu sobre suas experiências prévias nesse mesmo tópico, colocando um desenho de como seu projeto ficou (Figura 23):

*Eu fiz um projeto no meu celular em casa, então eu e o Luke (colega de grupo) recriamos ele no computador, adicionando coisas a mais.*

Figura 23 - Desenho do foguete construído por P no software



Fonte: Acervo da autora (2023)

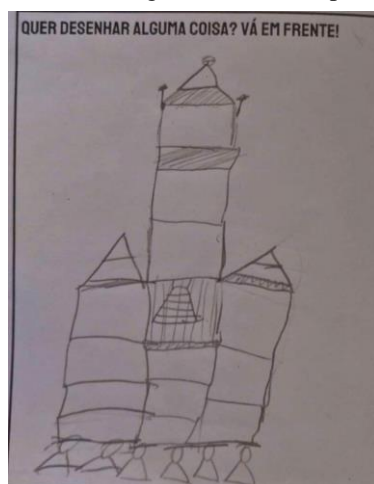
O estudante B descreveu os processos dele e do colega de grupo, desenhando também como seu modelo estava ficando (Figura 24):

*Primeiro colocamos a cápsula, depois os separadores e depois o tanque de gasolina, depois de ver o peso do tanque colocamos um motor de acordo com o peso do foguete.*

---

<sup>33</sup> Os trechos citados foram extraídos dos diários de bordo dos alunos.

Figura 24 - Desenho de foguete construído por B no software



Fonte: Acervo da autora (2023)

Sobre suas dificuldades, a estudante J escreveu:

*Tive dificuldades, bem pouco, mas na hora de aprender a usar o aplicativo e colocar combustíveis, por isso aprendi o resto e consegui fazer o foguete voar. Sobre a estrutura, fomos bem criativas e conseguimos realizar tudo. Adorei a atividade.*

E relacionou a atividade feita com os seguintes elementos matemáticos:

*As atividades envolveram formas geométricas, peso, estrutura, toneladas, distância e velocidade.*

O estudante P destacou alguns outros:




*[...] Peso de cada peça com o peso do motor, metros, ângulo, geometria, etc.*

Por fim, a estudante I escreveu sobre sua experiência com a atividade proposta:

*Muito louco! De primeiro momento achei que a estudante J (colega de grupo) faria todas as fases de construção do foguete, mas quando fiz sozinha e terminei, meu foguete voou, estou muito orgulhosa de mim!*

Para finalização do encontro, o Quadro 4 apresenta os recursos utilizados.

Quadro 4-Recursos utilizados no Encontro 3

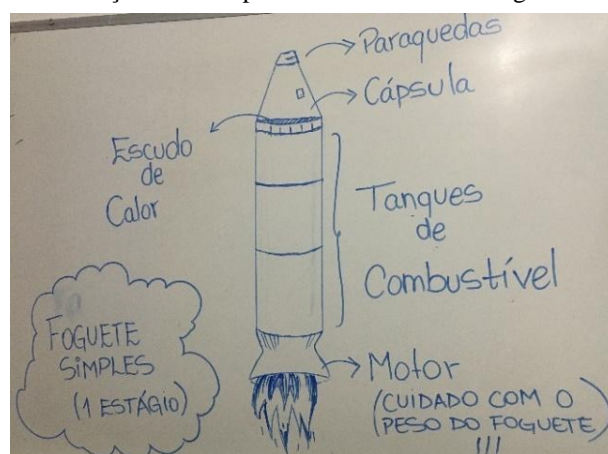
Tipo	Recurso	Síntese	Disponível em
Digital	Infográfico - Site Terra	Infográfico que aborda a história e a evolução dos foguetes.	Site Terra: <a href="#">Link</a> 
Digital	Software SpaceFlight Simulator	Software que possibilita a construção e o lançamento de foguetes.	Pago pelo STEAM: <a href="#">Link</a>  Gratuito pela Google Play: <a href="#">Link</a> 
Físico	Chromebooks	Computadores disponibilizados pela escola.	

Fonte: Organizado pela autora (2023)

#### **Encontro 4 (04/11/22)**

No encontro anterior, foi observada a dificuldade dos alunos em compreender quais os componentes necessários para que o foguete conseguisse voar, visto que os estudantes estavam se adaptando a um software nunca antes visto pela maioria deles. Pensando nisso, foi realizada uma esquematização utilizando a lousa (Figura 25), com as partes essenciais do foguete, conversando e dando dicas sobre o peso dos foguetes e a adição de novas peças.

Figura 25 - Sistematização dos componentes essenciais do foguete utilizando a lousa



Fonte: Acervo da autora (2023)

Foram elencados na lousa os componentes essenciais para que o software permitisse o lançamento do foguete, são eles<sup>34</sup>:

- a) *Paraquedas*: localizado nas peças Básicas, na aba de componentes. É colocado bem no topo do foguete, sendo necessário para que as partes restantes após o lançamento voltem à superfície em segurança.
- b) *Cápsula e Escudo de Calor*: a Cápsula é um módulo de comando que pode ou não carregar um astronauta, estando localizado nas partes Básicas. Logo abaixo dessa cápsula está localizado o Escudo de Calor, pensando na proteção do foguete no momento da reentrada na atmosfera.
- c) *Separadores*: localizado nos componentes Básicos do software. É utilizado para separar as partes do foguete e permitir a ejeção delas durante o voo. São necessários para a construção dos estágios de um foguete e podem ser colocados na horizontal ou na vertical, dependendo da peça a ser adicionada.
- d) *Tanques de Combustível*: o software disponibiliza tanques dos mais variados tamanhos, adaptando-se às demais partes do foguete quando colocados junto delas. Por esse motivo, estão disponíveis na aba de componentes Básicos, Partes Pequenas e nas abas que fazem referência à largura dos itens. Esses tanques carregam o combustível e o oxigênio necessários para a propulsão do veículo. Caso cada tanque

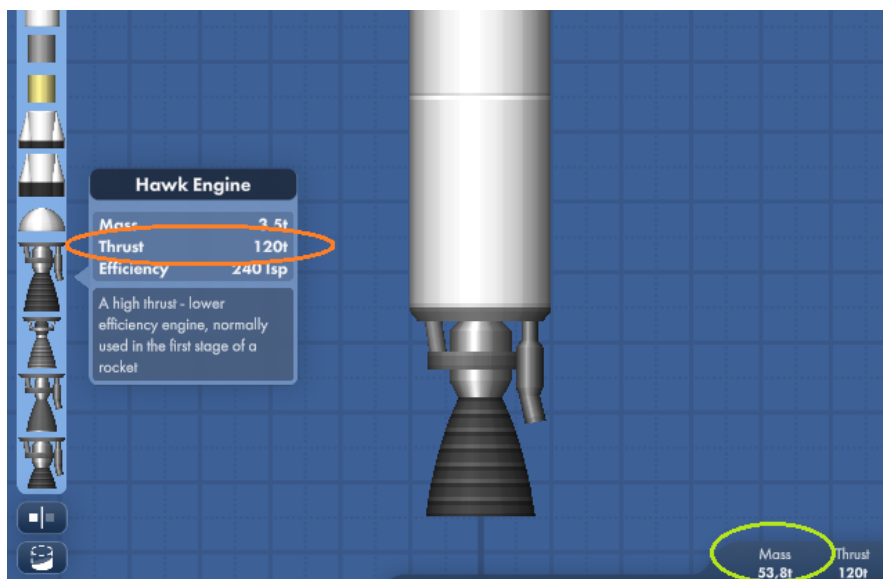
<sup>34</sup> Baseando-se no artigo do site Levelskip “Spaceflight Simulator App Guide: How to Build Your Own SpaceX Rocket” (Guia do aplicativo Spaceflight Simulator: Como construir seu próprio foguete SpaceX, tradução nossa). Disponível em: < <https://levelskip.com/mobile/spaceflight-simulator-app-guide-how-to-build-your-own-spacex-rocket> >. Acesso em: 26 fev 2023.



de combustível faça parte de um estágio, entre os tanques devem existir separadores, para que seja possível soltá-los durante o lançamento.

- e) *Motores*: Esse componente deve ser colocado abaixo dos tanques de combustível. Ao clicar com o botão direito do mouse sobre os modelos de motores conseguimos ver quando te massa ele adiciona ao foguete, quantas toneladas ele é capaz de impulsionar e a eficiência dele em lançamento, que mede quanto de impulso o foguete acumula conforme queima combustível. É importante observar o peso total do foguete para escolher o motor a ser utilizado, o item selecionado deve ter impulso maior ou igual ao peso total do seu foguete. No exemplo da Figura 26, o impulso (thrust – destaque laranja) é 120 toneladas, indicando a massa que o motor consegue levantar durante o lançamento, enquanto a massa total do foguete (mass- destaque verde) é de 53,8 toneladas. Logo, o aplicativo permite lançar o projeto.

Figura 26 - Destaque do Impulso e da Massa do foguete



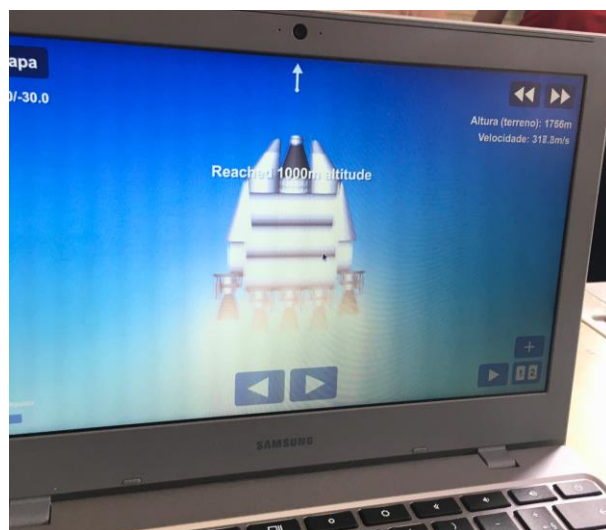
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Os estudantes ouviram com atenção e já colocaram em prática o que estava sendo mostrado, montando foguetes básicos e depois alterando-os conforme queriam, respeitando suas propriedades. Um objetivo colocado pelos próprios alunos, não fazendo parte do plano inicial da atividade, foi fazer seu foguete voar, então se tornou interessante essa breve sistematização no início do encontro, permitindo que os estudantes modificassem seus foguetes para alcançar o que foi estabelecido.

Refletindo sobre o uso do quadro para essa sistematização, buscamos apoio no ABCdário<sup>35</sup> de Jorge Larossa para referenciar a importância desse momento para o ensino. Larossa destaca que o quadro é capaz de proporcionar momentos de atenção compartilhada, diferenciando-se da atenção individual trazida pela tela (do computador por exemplo). Nesse contexto, o quadro se estabelece como um instrumento que possibilita separar, distribuir e relacionar as coisas, espacializando o pensamento. Segundo Larossa, “o quadro é o grande brinquedo do professor”, já que, enquanto os estudantes estão com a atenção no quadro a sua frente, o professor tem esse instrumento às suas costas, permitindo falar, escrever e desenhar enquanto dá a aula. Esses aspectos foram observados durante o uso da lousa e após isso, quando os estudantes aplicaram o que foi esquematizado aos modelos que estavam construindo.

As Figuras 27, 28 e 29 são registros das construções feitas nesse encontro:

Figura 27 - Simulação de lançamento de modelo finalizado 1

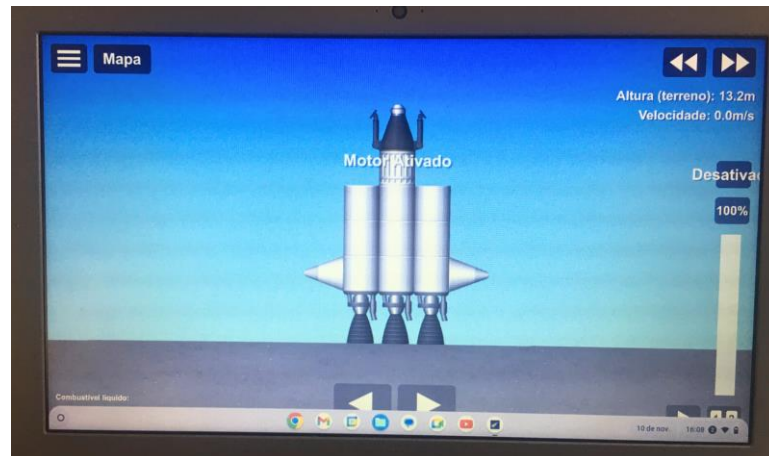


Fonte: Acervo da autora (2023)

---

<sup>35</sup> Baseado no vídeo ABCEDÁRIO com Jorge Larossa Bondía (2017). Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=5FtY1psRoS4> >. Acesso em: 26 fev 2023.

Figura 28 - Simulação de lançamento de modelo finalizado 2



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 29 - Simulação de lançamento de modelo finalizado 3



Fonte: Acervo da autora (2023)

Nesse encontro os estudantes fizeram registros em seus Diários de Bordo. Sobre as etapas do projeto, o estudante A escreveu:

*Conseguimos construir um foguete que saiu da órbita da Terra e da Lua, e conseguimos entrar na órbita de Marte. Foi muito legal construir um foguete, queria mais aulas assim.*

Sobre o processo de construção do foguete e sobre as dificuldades, a estudante V escreveu:



*Eu e a S [a aluna escreveu o nome da sua colega de grupo] montamos um foguete inteiro, com alguma ajuda de outras pessoas para entender como fazer. Primeiramente nós usamos uma cápsula (cone da ponta do foguete), um paraquedas que fica bem na ponta do foguete, um escudo de calor, um separador, o total de 9 tanques de combustível (de tamanhos variados) e também 5 motores, de tamanhos variados.*

*[...]*

*Tive dificuldades pois não estava entendendo como fazer ele voar e fazer ele ficar com o peso e o tamanho certo, mas depois que eu entendi eu consegui fazer.*

O Quadro 5 apresenta os recursos utilizados nesse encontro:

Quadro 5-Recursos utilizados no encontro 4

<b>Tipo</b>	<b>Recurso</b>	<b>Síntese</b>	<b>Disponível em</b>
Digital	Apresentação – Tutorial SpaceFlight Simulator	Breve sistematização dos componentes necessários no software para que o foguete fosse lançado pelos alunos.	<a href="#">Apêndice B da Pesquisa</a>
Digital	Software SpaceFlight Simulator	Software que possibilita a construção e o lançamento de foguetes.	Pago pelo STEAM: <a href="#">Link</a>  Gratuito pela Google Play: <a href="#">Link</a> 
Físico	Chromebooks	Computadores disponibilizados pela escola.	
Físico	Diários de Bordo	Cadernos construídos pelos alunos para anotações sobre as atividades.	Folhas para confecção no <a href="#">Apêndice D da Pesquisa</a>

Fonte: Organizado pela autora (2023)

### 5.3. Terceiro Estágio

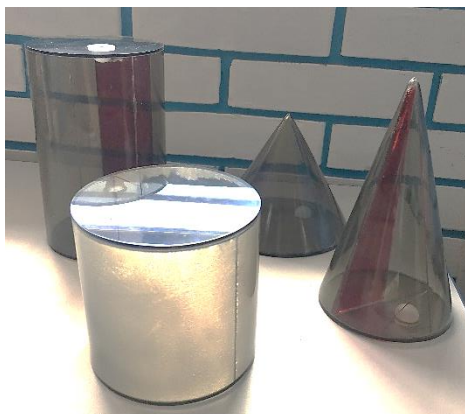
#### Encontro 5 (17/11/22)

Como no encontro anterior os alunos concluíram o modelo de foguete no SpaceFlight Simulator, salvando uma cópia nos computadores, no Encontro 5 foram fornecidos os foguetes impressos. Tendo isso em mãos, os alunos receberam folhas A3, usadas para desenhos técnicos, com o objetivo de passar o modelo impresso para ela, colocando as medidas pretendidas para posterior construção do veículo com materiais sólidos.

Primeiramente, os alunos foram questionados sobre o que era uma planta. Alguns responderam que “era uma base” ou “algo que é feito antes de iniciar a construção de alguma coisa”, acolhendo essas ideias, solicitei que os estudantes pesquisassem em seus computadores alguns exemplos, definindo planta posteriormente como a projeção horizontal de um objeto, utilizada para organizar a construção corretamente. Nesse sentido, com a folha A3, os estudantes criaram um desenho detalhado, com todas as informações que julgaram importantes para avançar para as próximas etapas, como a altura e largura do foguete, quais as figuras planas e espaciais para construí-lo, dentre outras.

Em um primeiro momento, foram retomados conteúdos de Geometria com os estudantes, com foco no processo de construção de sólidos geométricos, cujas planificações se transformam em figuras com três dimensões. Foram disponibilizados sólidos de madeira e de acrílico (Figura 30), pertencentes ao Laboratório de Matemática, para que os estudantes explorassem suas propriedades e as relacionassem com a construção dos foguetes.

Figura 30 - Sólidos Geométricos de Acrílico

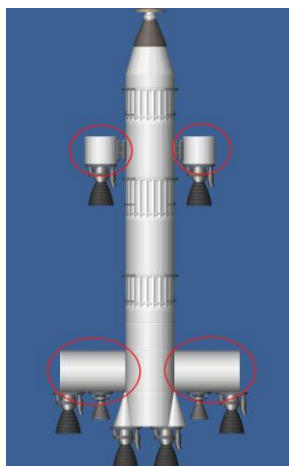


Fonte: Acervo da autora (2023)

Além das medidas da construção, foi interessante que os estudantes usassem a folha A3 para desenhar os sólidos que eles iriam trabalhar na cartolina, tais como cilindros e cones, com suas respectivas planificações, realizando para isso, investigações sobre isso na internet por meio dos Chromebooks da escola.

Uma das situações que merece destaque durante esse encontro diz respeito à identificação dos sólidos a serem produzidos. Através da observação do modelo impresso, em determinado momento os estudantes de um dos grupos concluíram que usariam cubos para a construção do veículo, já que o foguete, desenhado sobre o plano, representava quadrados e retângulos. Na Figura 31 estão destacadas em vermelho os componentes considerados:

Figura 31 - Modelo produzido com o SpaceFlight Simulator em duas dimensões

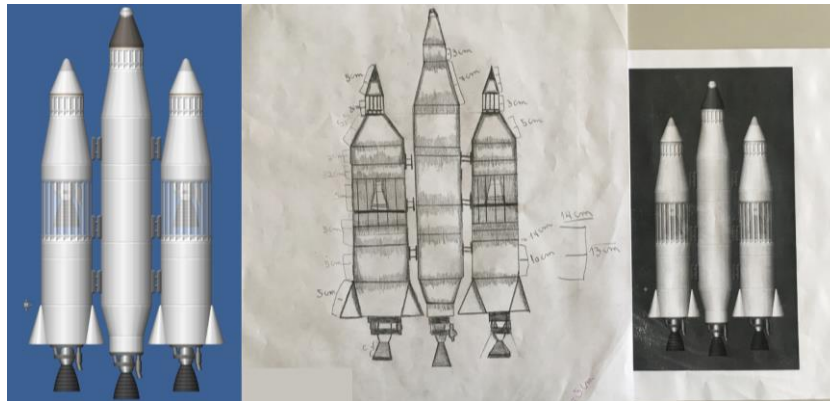


Fonte: Produzido pela autora (2023)

Apesar de a imagem impressa apresentar quadrados e retângulos, ao realizarem o lançamento com o foguete em três dimensões, os estudantes perceberam que os sólidos destacados tratavam-se de cilindros, representando os tanques de combustível do foguete. Após algum tempo, os estudantes pareceram compreender que as diversas representações feitas do mesmo objeto dependiam do ponto de vista e das dimensões observadas, sendo necessário dar atenção às diferenças entre a geometria plana e a espacial.

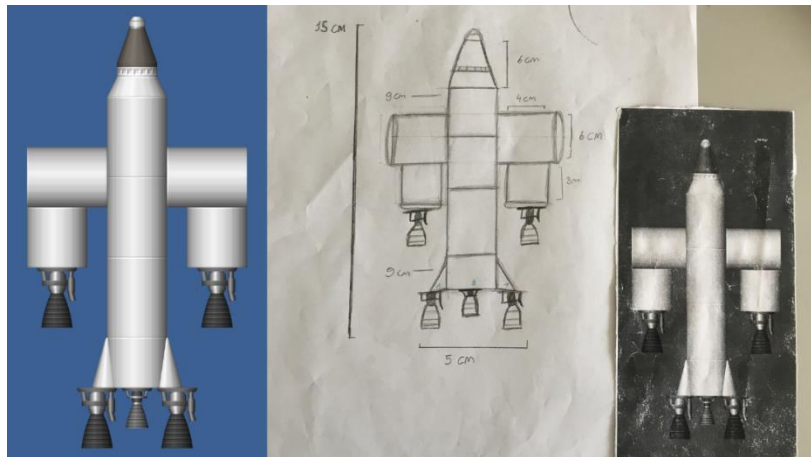
As Figuras 32, 33 e 34 foram selecionadas a partir dos modelos virtuais e das plantas criadas pelos estudantes a partir deles:

Figura 32 - Modelo produzido no software e esboço da construção feito em papel 1



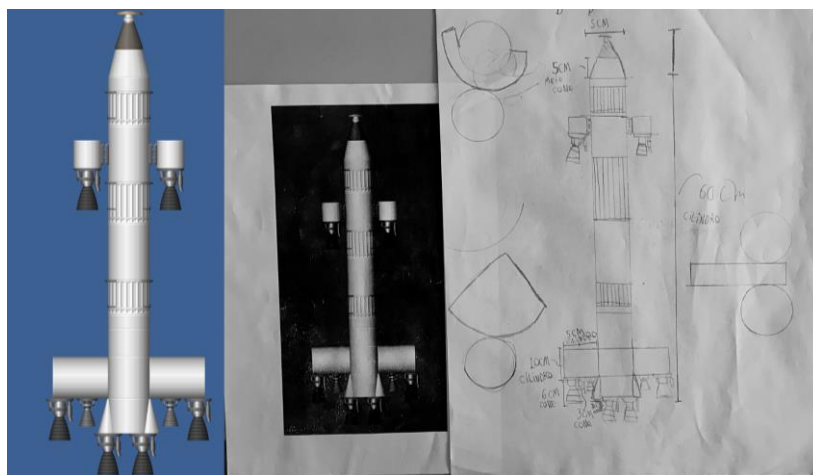
Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 33 - Modelo produzido no software e esboço da construção feito em papel 2



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 34 - Modelo produzido no software e esboço da construção feito em papel 3



Fonte: Acervo da autora (2023)

Todos os grupos finalizaram o desenho da planta durante esse encontro. Mobilizados para retratar e detalhar da melhor maneira, alguns ficaram muito artísticos. Além do obstáculo

da perspectiva, que causou confusão quanto ao tipo de sólido usado, também houve certa dificuldade quanto às medidas que seriam usadas, alguns alunos não conseguiram manter uma proporção satisfatória entre a base do cone e a base dos cilindros ligados a ele. Outras dificuldades surgiram, pois, as medidas escolhidas para a planta foram consideradas pequenas, dificultando a construção e montagem de todas as peças manualmente.

Para finalização do encontro, o Quadro 6 apresenta os recursos utilizados.

Quadro 6-Recursos utilizados no Encontro 5

<b>Tipo</b>	<b>Recurso</b>	<b>Síntese</b>
Físico	Chromebooks	Computadores disponibilizados pela escola.
Físico	Modelos para Impressão	Construções feitas pelos alunos no software e posteriormente impressas.
Físico	Materiais de Desenho	Folhas A3, réguas, compassos, lápis, borrachas...
Físico	Sólidos Geométricos	Sólidos de madeira para visualização do foguete em 3 dimensões.

Fonte: Organizado pela autora (2023)

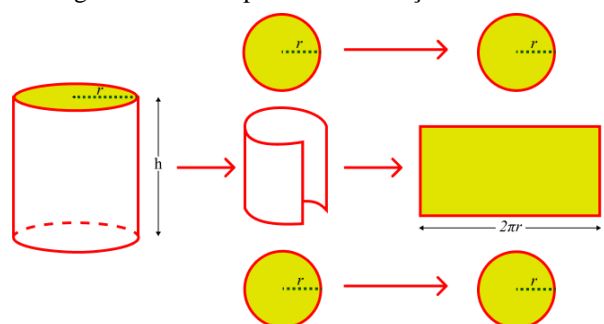
### **Encontro 6 (24/11/22)**

Com o modelo em folha A3 já em mãos, os alunos se deslocaram até o Laboratório de Matemática, onde foram dadas as orientações para a etapa de construção do foguete com materiais físicos. Tendo produzido a planta do veículo, a partir desse encontro os estudantes se dedicaram a produção de sólidos geométricos em cartolina, papel-cartão, ou outro material de preferência dos estudantes, alguns inclusive trouxeram garrafas pets para complementar a montagem do foguete.

A maioria dos estudantes iniciou pela construção de cilindros utilizando régua e compasso. A primeira dificuldade foi visualizar a solidificação do que foi desenhado em um plano, para um objeto geométrico em três dimensões. Os estudantes tiveram contato com as planificações impressas (Figura 35) e os sólidos montados a partir delas, sendo essas figuras deixadas expostas na mesa e no quadro branco, para consulta durante a aula.



Figura 35 – Exemplo de Planificação do Cilindro



Fonte: site Matemática Básica

Nesse contexto, os estudantes foram orientados a explorar o material disponibilizado. Alguns alunos buscavam meu auxílio, enquanto outros não pareciam envolvidos com a atividade, se distraíam com conversas paralelas e com o uso do celular, focando na construção somente quando eu permanecia junto a sua mesa, algo que dificultou o andamento da prática para esses grupos, visto que a turma toda demandava atenção.

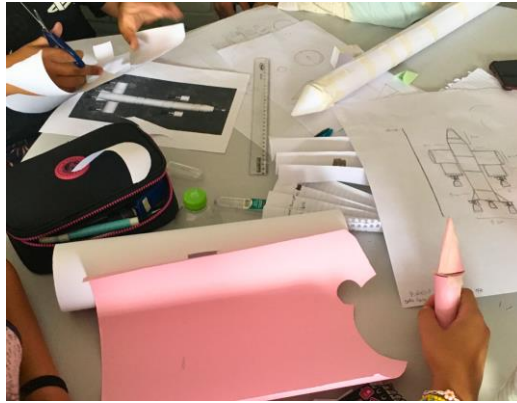
Quanto ao conteúdo matemático, uma das primeiras dúvidas que surgiu foi: como saber qual o tamanho da base circular, conhecendo a altura do cilindro?

Intervi mostrando a planificação de cilindro que tinha sido previamente construída. Iniciando com o cilindro planificado, tendo conhecimento de uma das medidas do retângulo central, a altura, ao montarmos o sólido, é possível notar que o comprimento do retângulo central, que não era conhecido, tem a mesma medida do comprimento da circunferência da base circular. Logo, um dos lados do retângulo depende diretamente da circunferência, e para saber as medidas exatas os alunos poderiam utilizar o raio escolhido por eles, observando a planta desenhada no encontro anterior.

Outra dúvida manifestada surgiu da percepção dos estudantes de que a parte curva da planificação do cone estaria relacionada com a circunferência da base. Sabendo disso, como fazer o desenho da planificação desse sólido utilizando régua e compasso?

Tendo em vista esses questionamentos, o Encontro 7 (seguinte) foi planejado com o objetivo de explorar como a construção das planificações pode ser realizada utilizando os instrumentos disponíveis. Para isso, estudei e esquematizei um momento de instrumentalização, explorando o desenho geométrico e a construção com régua e compasso. Apesar das limitações, a maioria dos estudantes pareceu se empenhar para confeccionar o modelo desenvolvido por eles. As Figuras 36, 37 e 38 foram registradas durante a produção dos sólidos:

Figura 36 - Construção do foguete com materiais concretos 1



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 37 - Construção do foguete com materiais concretos 2



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 38 - Construção do foguete com materiais concretos 3



Fonte: Acervo da autora (2023)

O Quadro 7 apresenta os recursos utilizados nesse encontro:

Quadro 7-Recursos utilizados no Encontro 6

<b>Tipo</b>	<b>Recurso</b>	<b>Síntese</b>
Físico	Modelos em folha A3	Plantas dos foguetes feitas pelos alunos a partir dos modelos impressos.
Físico	Materiais de Desenho e Pintura	Cartolinas, papéis cartão, réguas, compassos, lápis, borrachas, lápis de cor, canetinhas e tintas.
Físico	Planificações	Do cilindro e do cone, para auxiliar no desenho das planificações para o foguete.
Físico	Sólidos Geométricos	Sólidos de madeira para visualização do foguete em 3 dimensões.

Fonte: Organizado pela autora (2023)

### **Encontro 7 (30/11/22)**

Como no encontro anterior, os estudantes trouxeram suas dúvidas quanto à construção das planificações usadas no foguete, o Encontro 7 iniciou com uma breve orientação sobre o uso da régua e do compasso. Mostrei aos estudantes como fazer a medida da abertura do compasso, o que é a ponta seca e como utilizá-la para a construção de figuras geométricas. Além disso, usei o quadro para desenhar e mostrar aos estudantes propriedades da circunferência e sua relação com o cilindro e com o cone. Essa sistematização não foi somente expositiva, pois os alunos estavam com seus compassos e acompanharam as instruções para a construção dos sólidos, ao mesmo tempo em que trocavam experiências com seus colegas e auxiliavam uns aos outros nesse processo. Ao final dessa orientação, a maioria da turma pareceu compreender como usar a régua e o compasso, construindo diversos sólidos a partir das informações vistas.

É interessante ressaltar que os estudantes exploraram diferentes caminhos para a construção das figuras. Alguns, ao desenharem o cilindro, fizeram o retângulo com medidas quaisquer, o que gerou dificuldade em saber o tamanho da circunferência a ser colada em cada uma das extremidades. Através de questionamentos que fui fazendo, os estudantes chegaram a dois caminhos possíveis: modificar a expressão do comprimento da circunferência para

encontrar o valor do raio, a medida a ser colocada na ponta seca, ou iniciar a construção com o valor do raio, desenhando o retângulo central com base nesse dado. Debatendo entre si, os alunos escolheram a segunda alternativa.

A construção da planificação do cone foi mais trabalhosa que a do cilindro para a maioria dos estudantes. Durante a sistematização no começo do encontro, os alunos acompanharam um modelo dessa construção desenhado na lousa, adaptando as medidas para seus respectivos foguetes, essa esquematização está disponível no Apêndice C. A utilização do compasso foi um desafio, tendo em vista que não é um instrumento comumente manuseado nas aulas de matemática da turma.

Depois dessa esquematização, os alunos prosseguiram com a construção do foguete, sendo disponibilizados quatro períodos para realização da atividade. Os grupos que finalizaram a produção de sólidos, iniciaram a montagem do foguete com cola quente. As Figuras 39, 40 e 41 são registros das atividades realizadas durante o encontro.

Figura 39 - Confeção dos sólidos geométricos 1



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 40 - Confeção dos sólidos geométricos 2



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 41 - Personalização do foguete



Fonte: Acervo da autora (2023)

Os diários de bordo foram disponibilizados durante todo o encontro, e alguns alunos fizeram registros. O estudante A descreveu o que foi produzido por ele e seu colega de grupo, utilizando garrafas descartáveis como referência para as medidas utilizadas:

*Construímos três cilindros. Um maior com uma garrafa de Pepsi 2L e dois menores com garrafas de água, depois de terminarmos com as garrafas fizemos três cones e colamos quatro metades de garrafas de 200 ml [para os motores].*

Na mesma página, o estudante manifestou dificuldade com a construção do cilindro. O estudante M escreveu sobre a dificuldade do seu colega de grupo:

*Eu não tive, mas minha dupla teve dificuldade com a construção do cone. Depois que ele fez muitas vezes, ele conseguiu!*

Para finalizar o encontro, o Quadro 8 apresenta os recursos utilizados.

Quadro 8-Recursos utilizados no Encontro 7

Tipo	Recurso	Síntese
Físico	Modelos em folha A3	Plantas dos foguetes feitas pelos alunos a partir dos modelos impressos.
Físico	Materiais de Desenho e Pintura	Cartolinas, papéis cartão, réguas, compassos, lápis, borrachas, lápis de cor, canetinhas e tintas.
Físico	Esquemáticação <sup>36</sup> e Desenho Geométrico	Breve sistematização do uso do compasso e da régua, além da planificação do cilindro e do cone.
Físico	Sólidos Geométricos	Sólidos de madeira para visualização do foguete em 3 dimensões.
Físico	Materiais para colagem	Cola quente, cola branca e fita.
Físico	Diários de Bordo	Cadernos construídos pelos alunos para anotações sobre as atividades.

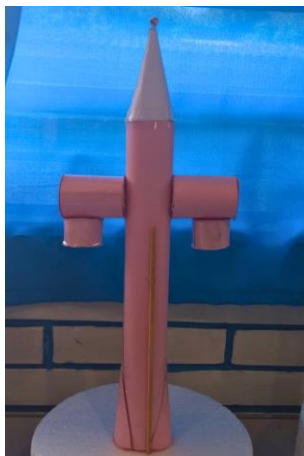
Fonte: Organizado pela autora (2023)

### Encontro 8 (01/12/22)

Esse encontro foi dedicado à finalização das atividades. Primeiramente, os alunos se dirigiram ao Laboratório de Matemática e terminaram a construção de seus foguetes, colando os sólidos construídos com cola quente e estruturando tudo sobre um isopor circular, utilizando palitos de churrasco. As Figuras 42, 43, 44 e 45 são uma seleção do que foi construído pelos estudantes:

<sup>36</sup> Tutorial de desenho geométrico disponível no Apêndice C da pesquisa.

Figura 42 - Foguete finalizado – Grupo Ariane V



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 43 - Foguete finalizado – Grupo Atlas V



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 45- Foguete finalizado – Grupo Vostok



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 44 - Foguete finalizado – Grupo Saturn V



Fonte: Acervo da autora (2023)

Para o encerramento das atividades, os estudantes foram convidados a escrever em seus diários de bordo sobre os conceitos envolvidos nas atividades, tendo em vista as áreas de conhecimento da sigla STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). O estudante V registrou as seguintes relações:

*Ciências: peso do foguete e o calor do foguete*

*Tecnologia: formas do foguete, aplicativo de simulação do foguete em voo*

*Engenharia: materiais do foguete e a montagem do foguete*

*Artes: decoração do foguete com tintas*

*Matemática: circunferências, círculos, tamanho e grossura do foguete.*

A estudante J escreveu em seu diário:

*Ciências: física, espaço, voo, universo, órbita, motor.*

*Tecnologia: computadores, vídeos, exemplos digitais.*

*Engenharia: na hora de projetar o foguete, tamanho e formato.*

*Artes: na hora de fazer os foguetes, detalhes e a arte humana.*

*Matemática: estrutura, peso, altura, comprimento, tamanho, largura, formas, circunferência, raio, diâmetro, entre outras.*

O estudante D também registrou aspectos interessantes das atividades:



*Matemática: medidas e usamos porcentagem para calcular o tempo de combustível;*  
*Engenharia: fizemos uma planta do foguete;*  
*Artes: as formas geométricas e a decoração;*  
*Tecnologia: jogo SpaceFlight Simulator;*  
*Ciências: quando vimos sobre o espaço.*

Para finalizar o encontro e as atividades da pesquisa, os estudantes e a professora regente foram agradecidos pela oportunidade, pelo envolvimento, curiosidade e pela vontade de realizar as atividades idealizadas com tanto empenho pelos professores. Tendo em vista o encerramento do ano letivo, a socialização e possível continuidade das atividades foi adiada para o início do ano de 2023.

O Quadro 9 apresenta os recursos utilizados nesse encontro.

Quadro 9-Recursos utilizados no Encontro 8

<b>Tipo</b>	<b>Recurso</b>	<b>Síntese</b>
Físico	Modelos em folha A3	Plantas dos foguetes feitas pelos alunos a partir dos modelos impressos.
Físico	Materiais de Desenho e Pintura	Cartolinas, papéis cartão, réguas, compassos, lápis, borrachas, lápis de cor, canetinhas e tintas.
Físico	Materiais para colagem	Cola quente, cola branca e fita.
Físico	Diários de Bordo	Cadernos construídos pelos alunos para anotações sobre as atividades.
Físico	Materiais para estrutura do foguete	Isopor circular e palitos de churrasco.

Fonte: Organizado pela autora (2023)

## 6. ANÁLISE DOS DADOS

Tendo em vista a fundamentação teórica estudada, as atividades foram desenvolvidas orientadas pela questão “*Quais as potencialidades de atividades envolvendo a temática astronomia no ensino da matemática na perspectiva da metodologia STEAM?*”. Na sequência buscamos responder à questão considerando os dados e análises produzidas.

### 6.1. Curiosidade e investigação: o software SpaceFlight Simulator e o estímulo ao envolvimento dos alunos

A primeira potencialidade que destacamos na aplicação das atividades elaboradas com a perspectiva STEAM, foi o uso do aplicativo SpaceFlight Simulator como recurso tecnológico. Apontado pela professora regente da turma como um software bem diferente dos já usados na disciplina de matemática, o aplicativo chamou atenção de grande parte dos estudantes desde o primeiro encontro, pois instigou questionamentos e mobilizou o processo de investigação.

Antes de mais nada, é interessante salientar que os recursos tecnológicos foram de suma importância para o desenvolvimento da prática. Segundo Valpassos; Sampaio (2005), existe grande potencialidade nesse tipo de recurso pois eles permitem que sejam representados “[...] fenômenos cujo entendimento vai além de um fato isolado, possibilitando enxergá-los como inseridos numa rede de relações mais amplas que podem abranger, inclusive, outras áreas do conhecimento [...]” (VALPASSOS; SAMPAIO, 2005, p. 2843).

No que se refere às atividades aplicadas, o primeiro encontro com os estudantes, no qual utilizaram o aplicativo, foi voltado para a exploração do mesmo e, apesar de ter sido possível notar o envolvimento de grande parte dos alunos, houve inúmeros questionamentos quanto à montagem do foguete e a compreensão dos seus componentes, levando em consideração que o SpaceFlight Simulator só permitia que os alunos avançassem até o lançamento se o modelo estivesse com os itens necessários.

Alguns dos estudantes já haviam feito o download do jogo em dispositivos pessoais e, em menos de dez minutos, estavam realizando seu primeiro lançamento, posteriormente auxiliando os colegas em suas dúvidas sobre o aplicativo. Nesse contexto, além de pesquisadora e professora, também me percebi como aprendiz explorando funções desconhecidas até então e apresentadas pelos alunos, como o passo a passo para simulação do lançamento ou a viagem pelas órbitas de outros planetas.

Inicialmente, a ideia era que os alunos produzissem um modelo inspirado em um foguete real, porém, antes que essa parte da atividade fosse orientada, os estudantes já trabalhavam em seus próprios modelos, o que levou à uma mudança no planejamento original. Apoiando-se no que disse Papert (2007) sobre as ideias relacionadas à criação com o computador:

[...] a construção que ocorre 'na cabeça' ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, 'no mundo' - um castelo de areia ou uma torta, uma casa Lego ou uma empresa, um programa de computador, um poema ou uma teoria do universo. Parte do que tenciono dizer com 'no mundo' é que o produto pode ser mostrado, discutido, sondado e admirado. Ele está lá fora. (PAPERT, 2007, p. 137).

Torna-se interessante que os alunos criem seus próprios modelos, mudem de acordo com suas vontades e discutam com seus colegas sobre a melhor forma de fazê-lo. Para Valpassos; Sampaio (2005)

A criação do modelo em um ambiente educacional propicia um ambiente de reflexão, interação e debate. O aluno revê e confronta seu entendimento sobre o objeto ou fenômeno a ser modelado durante a sua representação dos objetos envolvidos e seus relacionamentos. (VALPASSOS; SAMPAIO, 2005, p. 2843).

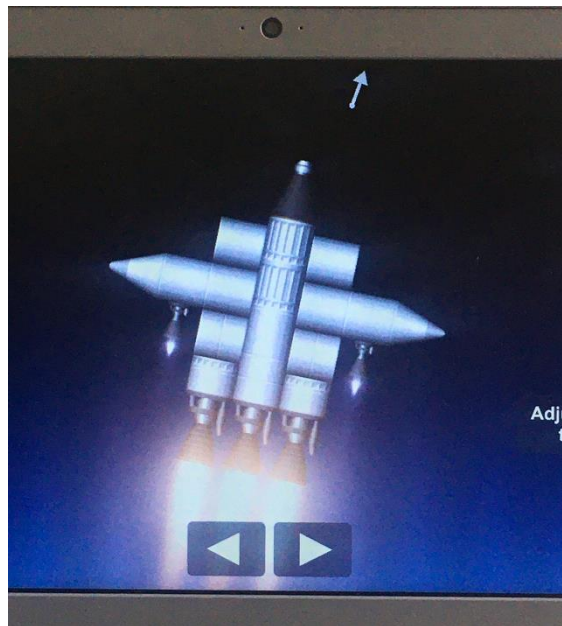
Pensando nisso, o segundo encontro com os estudantes, destinado a essa atividade contou com uma sistematização, utilizando a lousa, dos principais componentes para que fosse possível lançar o veículo que os estudantes desejavam construir. Essa etapa é destacada por Bacich; Holanda (2020) ao discorrerem sobre a perspectiva STEAM e o estímulo ao protagonismo e autonomia do aluno. Segundo os autores torna-se necessário

[...] dar espaço para que os estudantes escolham o que irão produzir e como fazê-lo, porém, é importante ter em mente que a intervenção e a mediação são fundamentais para que os alunos consigam avançar, evitando, assim, que os grupos fiquem estagnados e até mesmo frustrados diante dos desafios que não conseguem superar. (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 11).

Por esse motivo, a sistematização foi acompanhada de investigação e adaptação dos modelos com o software, além de abrir mais espaço para que os alunos expressassem suas dúvidas sobre o que foi proposto. Não defende-se aqui o ato de dar as respostas ou, no caso do SpaceFlight Simulator, de dar aos alunos uma receita pronta do que deve ser feito, mas sim "[...] de saber como conduzir e contribuir no desenho colaborativo de caminhos em diálogo com os estudantes, fornecendo referências de pesquisa, sugestão de modelos que possam auxiliar nesse processo" (BACICH; HOLANDA, 2020, p.11).

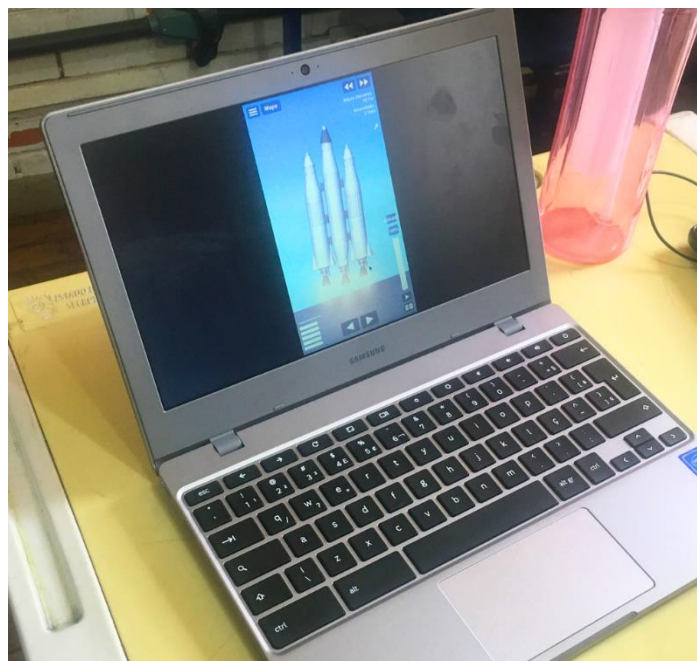
Nesse sentido, o segundo encontro foi diferente do primeiro, pois os alunos elaboraram com questionamentos pontuais, sendo possível acompanhar os grupos e ver todos concluírem o lançamento de seus foguetes até o final do período. Os estudantes criaram modelos dos mais variados, como ilustrados nas Figuras 45 e 46.

Figura 45 - Exemplo de foguete lançado 1



Fonte: Acervo da Autora (2023)

Figura 46 - Exemplo de foguete lançado 2



Fonte: Acervo de Autora (2023)

Mesmo os que não estavam conseguindo fazer decolar os foguetes, estavam envolvidos na busca para encontrar soluções para os obstáculos encontrados. É o caso da estudante J com a qual tive o seguinte diálogo:

*[Pesquisadora] Como tu tá fazendo dois boosters (foguetes auxiliares), um de cada lado, tem que colocar motores embaixo dele pra ele impulsionar também.*

*[J] A gente quer fazer o foguete mais longo, precisamos de mais motores?*

*[Pesquisadora] Sim, vão colocando o que quiserem mais abaixo, mas pensa sempre tá? O motor que vocês colocarem tem que suportar esse combustível.*

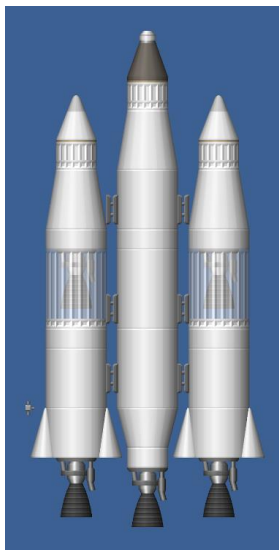
*[J] Queremos colocar três combustíveis.*

*[Pesquisadora] Ok, quando vocês passam o mouse em cima do combustível... olha a massa... 10 toneladas... O motor que vocês colocarem tem que suportar no mínimo 10 toneladas. Se vão colocar um motor embaixo de todos esses tanques, ele tem que suportar o peso de todos juntos.*

*[J] Certo, vamos ver o peso que cada motor aguenta e comparar com o peso dos tanques.*

A Figura 47 mostra o modelo construído e lançado pela aluna J e sua colega de grupo ao final da aula:

Figura 47 - Modelo construído pela aluna J



Fonte: Acervo da Autora (2023)

Alguns outros questionamentos trazidos pelos estudantes foram: “como os foguetes são pilotados no espaço?” ou “o quão longo pode ser o nosso foguete?”, levando-os a investigações através dos componentes do software e do uso da cápsula com e sem lugar para um astronauta, além de instigar os alunos a adicionarem diferentes partes aos seus modelos. A partir da

investigação sobre o peso e sua relação com os tanques de combustível e os motores, os alunos conseguiram compreender que as dimensões do foguete dependiam desses fatores, usando disso para alcançar o resultado desejado.

O ritmo próprio dos estudantes direcionou suas metas, como descrito pelo aluno A em seu diário de bordo. Nesse registro, A desenhou o modelo criado por ele logo em seguida (ilustrado na Figura 48), com vários estágios e separadores.

*Conseguimos construir um foguete que saiu da órbita da Terra e da Lua, e conseguimos entrar na órbita de Marte.*

Figura 48 - Desenho do modelo do estudante A



Fonte: Acervo da Autora (2023)

Em vista das evidências apontadas e das reflexões feitas, foi possível notar que os estudantes estiveram em contato direto com o software e se dispuseram a superar os desafios impostos pela prática, explorando indiretamente o viés matemático dela. Diante dessa perspectiva, Blanco (2020, p. 105) destaca que é necessário desenvolver nos alunos “um perfil matemático, cujas competências envolvam investigação, testagem de hipóteses, argumentação, tentativa, erro, análise e retomada”, elementos que foram explorados durante a utilização do SpaceFlight Simulator. O tempo todo os alunos se desafiaram a criar modelos e encontraram diferentes obstáculos para sua finalização, levando a interessantes reflexões sobre o que estava sendo produzido.

Papert (2007, p.90-91) destaca em suas obras que “não é usar a regra que resolve o problema; é pensar sobre o problema que promove a aprendizagem” e, nesse sentido, compreendemos o recurso usado como um fator importante para os aprendizados observados.

## **6.2. Conexões entre astronomia, história e matemática: múltiplas perspectivas podem levar a diferentes formas de enxergar a realidade**

A segunda potencialidade identificada diz respeito às conexões feitas entre a história, a astronomia e a matemática, durante o desenvolvimento das atividades e ao longo do processo de construção dessa pesquisa. Ao trazer elementos da história da Astronomia e da Matemática buscou-se contribuir para “[...] expandir o campo de visão dos aprendizes, promovendo o desenvolvimento de novas competências e conhecimentos” (VALPASSOS; SAMPAIO, 2005, p. 2843).

De acordo com Moran (2004, p.9), se os estudantes conseguem criar “[...] pontes entre o que aprendem intelectualmente e as situações reais, experimentais, profissionais ligadas aos seus estudos, a aprendizagem será mais significativa, viva, enriquecedora” e por esse motivo foram buscadas maneiras de trazer aspectos que explorem elementos históricos e culturais para as atividades aplicadas.

Nesse sentido, uma estratégia foi evidenciar diferentes abordagens e compreensões sobre o surgimento do Universo, tais como a perspectiva indígena, do povo Nheengatu, e a perspectiva do povo Chinês. Para Kantor (2014) esse processo é interessante pois

Trata-se de apontar que não existiu apenas um céu, mas vários, vistos de acordo com os hábitos, crenças e localização de cada cultura que o imaginou e de mostrar, também, a permanência de simbolismos do céu, com raízes históricas, que se manifestam ainda hoje em festas e na religiosidade de alguns povos. (KANTOR, 2014, p. 20).

Com o objetivo de dar voz aos diferentes pontos de vista presentes em sala de aula, os alunos foram questionados sobre o que sabiam da Terra, da Lua, do Sol e dos demais corpos celestes conhecidos por eles, bem como as suas compreensões sobre o Universo. Para Blanco (2020, p. 95), torna-se importante para o professor conhecer mais sobre as experiências dos alunos, “permitindo-se enxergá-los como atores dotados de saberes prévios e capazes de construir sozinhos uma gama importante de novos saberes”. Assim sendo, foi interessante ver comentários como: “*a Lua é o satélite natural da Terra*”, ou “*o Sol é a maior estrela do nosso Sistema e leva luz e calor aos planetas*”, levando também a dúvidas para fora dos questionamentos iniciais, como os buracos negros e gravidade em outros planetas, sendo as informações trazidas pelos alunos para a discussão.

A todo momento surgiram comentários que indicavam que a Astronomia está presente na vida dos estudantes e é capaz de gerar curiosidade sobre diferentes assuntos. Isso se repetiu

em todos os encontros com a turma. Segundo Pugliese (2020, p.26), esse tipo de atividade é essencial a prática docente, já que os professores devem estar atentos “[...] como formadores e criadores de currículo, ao tipo de experiência que o jovem vive a cada momento, ao tipo de mundo que devemos tentar conectar com aquele que representamos em nossos currículos e planejamentos”.

Mesmo não sendo um assunto diretamente ligado ao cotidiano dos alunos, é uma realidade que eles conhecem e parecem se interessar. Foi relevante levar a história da matemática e da astronomia para sala de aula, e explorar a trajetória dessas ciências por meio de vídeos de canais televisivos próximos a eles (como a reportagem do Jornal Nacional no Encontro 1), relacionando com o que já conheciam. De acordo com Barrio (2014), ao trabalharmos com informações que levem ao aprendizado científico, devemos procurar por maneiras de sair do senso comum, trazendo o aspecto de construção envolvido nas ciências em geral, o autor destaca que “um caminho para facilitar esse processo é a História da Astronomia, que é uma fonte inesgotável de controvérsias e de explicações alternativas” (BARRIO, 2014, p.40).

Explorar aspectos históricos da Matemática e Astronomia contribuiu para mostrar aos alunos uma perspectiva diferente sobre a matemática e sua construção, deixando de considerá-la como algo imutável e passando a vê-la como um organismo que se adapta e modifica, deixando de perpetuar “[...] uma ideia falsa e falsificadora que a Matemática deve ser uma só, nas escolas e academias de todo o mundo” (D’AMBRÓSIO, 1999, p. 36).

Nesse sentido, D’Ambrósio (1999) também defende a criação de um

[...] currículo matemático para a criatividade, para a curiosidade e para crítica e questionamento permanentes, contribuindo para a formação de um cidadão na sua plenitude e não para ser um instrumento de interesse, da vontade e das necessidades das classes dominantes”. (D’AMBRÓSIO, 1999, p. 24).

Nessa perspectiva, no campo da Educação em Ciências e Astronomia, Brito; Macedo (2022, p.408) salientam que é necessário compreender “[...] a forma pela qual o eurocentrismo define e estrutura a história das ciências que é, na atualidade, predominantemente escrita pelas mãos e pelos pensamentos de pessoas brancas”, desenvolvendo um olhar mais crítico, aprofundando seu conhecimento e respeitando o que foi criado por diferentes culturas.

Outros aspectos interessantes relacionados às aproximações entre matemática e astronomia estiveram presentes na apresentação e discussão sobre o Infográfico do site Terra, que apresentava a história e evolução dos foguetes. Sendo esse um material produzido



utilizando diversas fontes, apresenta fatos históricos de diferentes países e procura destacar as mudanças e trajetórias da sociedade. Para D'Ambrósio (1999, p. 35) é relevante “[...] destacar aspectos socioeconômicos e políticos na criação matemática, procurando relacionar com o espírito da época, o qual se manifesta nas ciências em geral, na filosofia, nas religiões, nas artes, nos costumes, na sociedade como um todo”, e esse enfoque foi dado ao comentar com os estudantes sobre um dos momentos mais marcantes da história dos foguetes, a Guerra Fria.

Alguns alunos sabiam diversos detalhes sobre o conflito entre Estadunidenses e Soviéticos, conversando com os colegas sobre os fatores sociais e políticos envolvidos. Parte dos alunos mostrou mais interesse ainda ao serem apresentados ao trailer do filme *Estrelas Além do Tempo*, que explora os aspectos matemáticos, físicos e tecnológicos da chegada do homem ao espaço, ocorrida durante o período supracitado.

Conforme D'Ambrósio (1999, p. 33), a história da matemática em sala de aula “[...] deve ser encarada sobretudo pelo seu valor de motivação para matemática”, algo que também é ressaltado por Mendes (2012, p.10) ao apontar que “o conteúdo histórico deve ser o elemento provocador da investigação e gerador da matemática a ser explorada nas discussões de toda a classe”. Nesse sentido, ficou evidente ao longo das atividades que os elementos históricos trazidos, embora não tenham sido aprofundados, provocaram o envolvimento dos estudantes e propiciaram questionamentos e diferentes compreensões sobre a matemática e a astronomia.

### **6.3. Simulação com o SpaceFlight Simulator e Construção com régua e compasso: mobilização de conceitos diferentes, mas complementares.**

Durante a aplicação das atividades, pensando em responder à pergunta de pesquisa, foi necessário um olhar mais crítico quanto ao tipo de atividade desenvolvida e aos conhecimentos mobilizados para realizá-la. Considerando os dois últimos estágios, no momento de construção com materiais concretos (lápiz, compasso, régua, cartolina...) foi possível notar a diminuição do engajamento demonstrado, em comparação à simulação do foguete com o SpaceFlight Simulator, utilizando o computador.

Ao refletir sobre esse fato, chegamos a algumas hipóteses: seria preguiça dos estudantes em realizar projetos manuais, sem o auxílio do computador? Frustração em decorrência da falta de conhecimento para realizar as etapas da atividade? Dificuldade em realizar as orientações sem acompanhamento do professor? Ou seria por que as práticas contendo simulação são

capazes de mobilizar e engajar os estudantes mais efetivamente do que a construção com régua e compasso?

Dessas opções, a que parece se encaixar melhor nas situações observadas é a última delas, tendo em vista a contribuição significativa da simulação para aprendizagem matemática. Segundo Bellemain; Bellemain; Gitirana (2006, p.2), além de possibilitarem a diminuição de custos com materiais, as simulações utilizando o computador permitem observar “[...] mais rapidamente... Simplificam situações e focalizam as observações sobre certos fenômenos, eliminando outros que podem não ser pertinentes”, facilitando assim “[...] o processo de criação (externalização de ideias sobre um problema), experimentação (testagem de hipóteses através da simulação), reflexão e reconstrução de modelos" (VALPASSOS; SAMPAIO, 2005, p. 3).

O sentido dado à palavra *simular* na presente pesquisa está associado ao caracterizado por Nascimento (2007, p.52), sendo essa a “[...] realização de experiência com objetos ou uso de modelos que possam tornar em efeito (representar) uma realidade”. No caso das atividades aplicadas, o SpaceFlight Simulator possibilitou que os estudantes planejassem seus modelos e simulassem seu lançamento, permitindo a viagem entre órbitas de outros corpos celestes, sendo esse um objetivo posto pelos próprios estudantes durante a prática. A falta da simulação e do movimento, na etapa relativa à construção com régua, compasso e cartolina, pode ter levado a um engajamento menor, destacando uma maior motivação em realizar atividades com o uso do computador.

Em vista disso, Nascimento (2007) lista potencialidades observadas nos planejamentos que envolvem atividades de simulação, tais como: explorar habilidades que o uso do papel e do lápis não permitiriam, possibilidade de rever diversas vezes uma simulação, permitir a observação de situações reais sem que seja necessário que esteja acontecendo naquele momento, dar acesso aos estudantes a modelizações que seriam complexas sem as reduções observadas em simulações e a validação de modelos construídos ou hipóteses criadas. Como complemento às inúmeras potencialidades apontadas, Souza; Dandolini (2009) destacam que

[...] os sistemas computacionais fornecem meios de cálculo e representação que tornam possível o uso didático da simulação, sem necessidade de habilidades especiais em programação matemática. O computador agrega um elemento de realismo, que motiva de forma dinâmica o aluno, principalmente quando consegue desenvolver as simulações”. (SOUZA; DANDOLINI, 2009, p.3).

Nesse sentido, Bornatto (2002, p.4) compreende o computador como um aliado da matemática, a medida em que é usado para “permitir ao aprendiz construir, elaborar e definir seus próprios projetos ou estratégias de maneira ativa e interativa, sendo ele o condutor desse

processo”. As perspectivas citadas ressaltam a potencialidade do uso das tecnologias, em especial do computador, em sala de aula.

No entanto, o trabalho com régua e compasso também é importante, pois mobiliza outras habilidades, diferentes daquelas mobilizadas pela simulação com o aplicativo. Os recortes da descrição em que vemos mais mobilização matemática estão relacionados diretamente com a construção do foguete com sólidos geométricos.

A régua e o compasso se mostraram como recursos importantes para a realização da prática, sendo instrumentos necessários para desenho das planificações dos sólidos utilizados. Apesar de estar presente em quase todas as etapas, muitos dos estudantes não sabiam como trabalhar efetivamente com esses instrumentos, por isso foi necessária uma breve sistematização de alguns procedimentos sobre desenho geométrico e o acompanhamento de mesa em mesa. Foi importante esse momento de instrumentalizar os alunos, tendo em vista que esse tipo de ferramenta é utilizado em diferentes conteúdos matemáticos.

Foi possível ver a evolução dos estudantes principalmente no uso do compasso, sendo essa pausa, na construção dos foguetes, necessária para que compreendessem o que poderia ser feito ao longo da construção do foguete.

Segundo Oliveira (2005, p.6), “o desenho é uma interpretação de realidade geométrica, visual, emocional ou intelectual, feito por meio da representação gráfica”, sendo caracterizado como uma linguagem com diferentes estilos, dependendo da proposta em que está inserida. Sobre a geometria, o autor destaca que

A geometria estuda as figuras relacionando-as com números (abstratos), que são suas medidas. O desenho estuda as figuras (abstratas), relacionando-as com suas representações (que são concretas). O desenho concretiza os conhecimentos teóricos da geometria, conseguindo definir conceitos, demonstrar propriedades e resolver problemas. (OLIVEIRA, 2005, p. 4).

Assim, torna-se de fundamental importância que os estudantes desenhem as figuras “[...] procurando caminhos, imaginando construções, pesquisando interconexões, forçando o raciocínio, e exercitando a mente” (OLIVEIRA, 2005, p. 3), destacando assim, o desenho geométrico utilizando régua e compasso como parte importante da aprendizagem matemática visualizada durante os encontros.

Analisando o trabalho como um todo, os aspectos que dizem respeito mais particularmente a área da matemática se fazem presente em recortes da prática. Desde as investigações utilizando o SpaceFlight Simulator, acerca do tamanho, do peso e dos

componentes necessários para o lançamento do foguete, até as anotações realizadas no diário de bordo, as atividades trouxeram a integração da disciplina com as outras áreas de conhecimento do STEAM.

As *Ciências* podem ser vistas nos aspectos físicos do lançamento do foguete, o peso, a massa, o impulso, na astronomia e na geografia utilizada no contexto da atividade, simulando o lançamento de um foguete para a atmosfera terrestre e para a órbita de outros planetas. A *Engenharia* é destacada na criação do foguete de cada grupo, modificando seus modelos e testando, além disso, o desenho da planta em folha A3 trouxe aspectos dessa área de conhecimento para a atividade. A *Tecnologia* esteve presente nas contextualizações através de apresentações, imagens, vídeos e infográficos, no planejamento e simulação do voo de um foguete, realizada através do software SpaceFlight Simulator, além de auxiliar nos questionamentos feitos pelos estudantes no decorrer da pesquisa. As *Artes* desempenharam papel fundamental na atividade, tendo em vista que a criação e construção de um modelo com sólidos geométricos convidou os estudantes a mobilizarem o pensamento criativo ao envolverem técnicas e ferramentas para desenho e pintura.

Elementos socioemocionais também estiveram presentes no desenvolvimento das atividades, associados a superação de dificuldades e a aproximação com os discentes, relacionados ao trabalho em grupo e a troca de conhecimentos feita pelos estudantes no decorrer da atividade. Nesse contexto, é possível perceber que a interação entre a atividade com o computador e a construção com materiais físicos possibilitou a associação dos dados com a perspectiva STEAM, identificando aspectos de todas as áreas de conhecimento presentes no acrônimo ao longo das atividades.

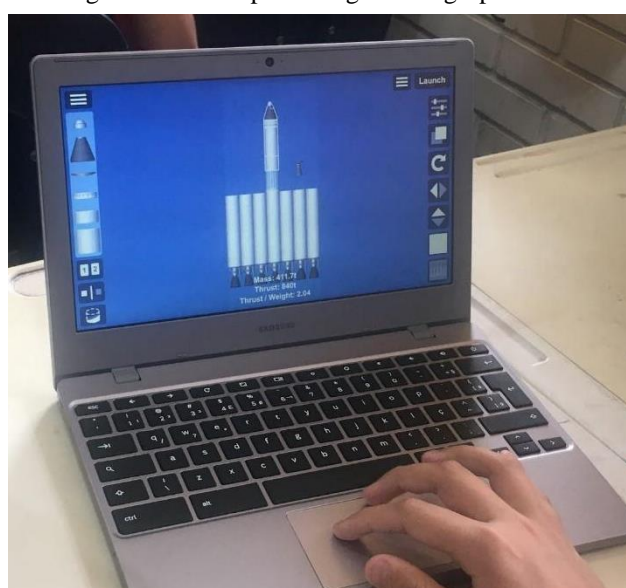
É importante enfatizar que os grupos de alunos se envolveram com intensidades diferentes nas atividades. Citamos como exemplos os grupos nomeados como Vostok e Sonda IV. Ambos demonstraram grande concentração ao manipularem o SpaceFlight Simulator, construindo foguetes com diferentes componentes e formatos (Figuras 49 e 50) para chegar aos modelos finais (Figuras 51 e 52), porém, não foi possível perceber um envolvimento parecido ao construírem seu modelo com papel, régua e compasso, o que pode ter contribuído para que a maquete do foguete, o produto final das atividades, não saísse conforme o desejado pelo grupo.

Figura 49 - Exemplo de foguete do grupo Vostok



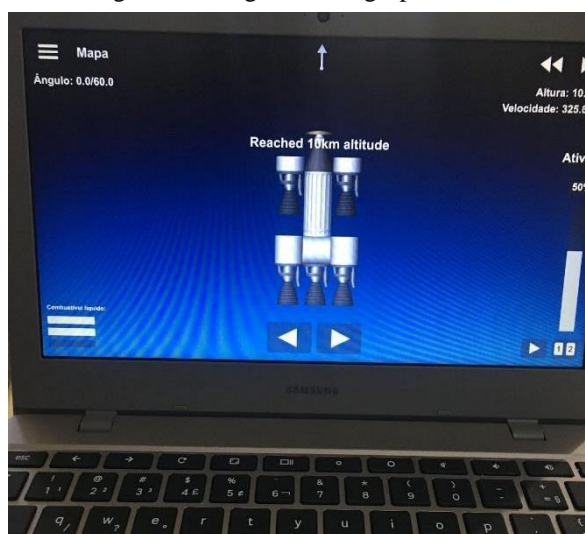
Fonte: Acervo da Autora (2023)

Figura 50 - Exemplo de foguete do grupo Sonda



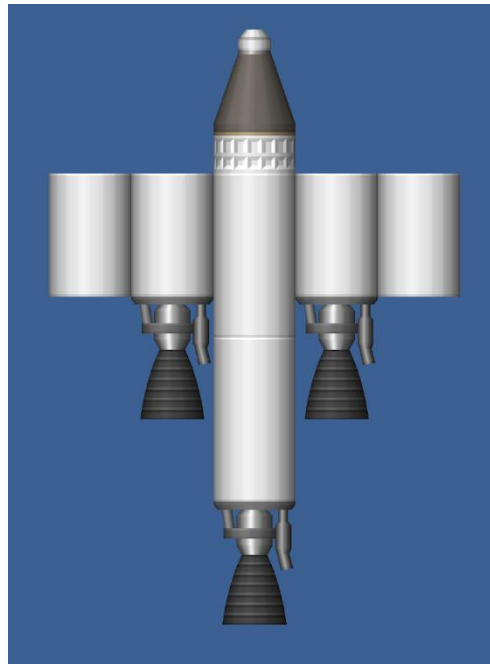
Fonte: Acervo da Autora (2023)

Figura 51 - Foguete final grupo Vostok



Fonte: Acervo da Autora (2023)

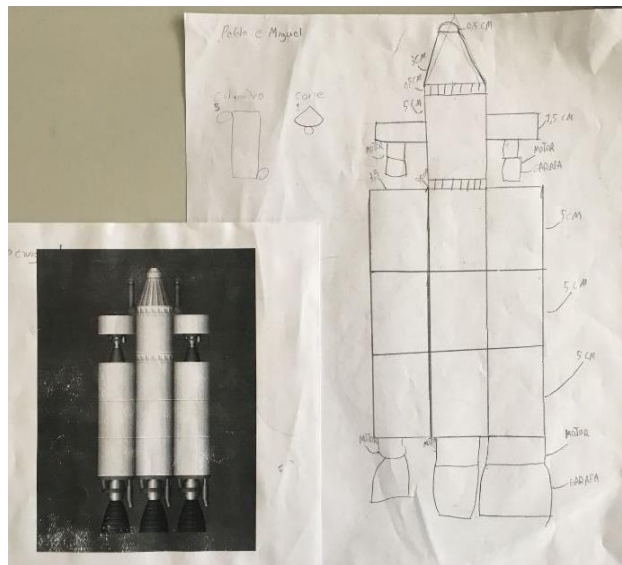
Figura 52 - Foguete final grupo Sonda



Fonte: Acervo da Autora (2023)

O grupo Vostok foi o primeiro a finalizar a etapa de desenho da planta e construção do foguete. Não foram levadas em consideração as proporções do desenho da planta (Figura 53), e ao solidificar os sólidos fizeram retângulos e depois tentaram encaixar tampas de medida aproximadas, ignorando os processos matemáticos envolvidos na construção dos cilindros e dos cones, o que dificultou a montagem final (Figura 54). A compreensão do uso da régua e do compasso foi rápida, mas não foi muito usada para a realização das etapas de construção.

Figura 53 – Modelo impresso do grupo Vostok com a planta desenhada



Fonte: Acervo da Autora (2023)

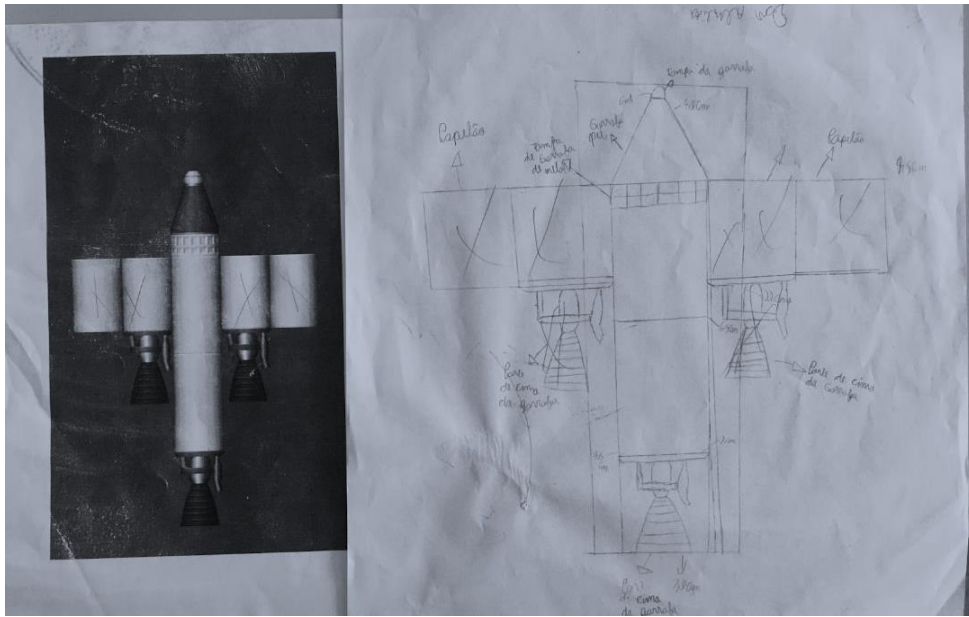
Figura 54 - Colagem do foguete do grupo Vostok



Fonte: Acervo da Autora (2023)

O grupo Sonda IV modelou o foguete com o software e deu mais atenção às medidas postas na planta do foguete, mas ao planejar a construção resolveram excluir componentes, como estratégia para construir menos sólidos (Figura 55). Essa escolha levou o grupo a produzir um foguete diferente do planejado, foram colocados cilindros de papelão prontos e garrafas pet (Figura 56) para conseguir finalizar a construção a tempo, ignorando os processos matemáticos envolvidos na planificação e solidificação dos sólidos. Tal escolha nos faz refletir sobre o envolvimento dos estudantes desse grupo com as atividades. Em especial, se a dificuldade na construção dos sólidos de papel teria relação com o fato do simulador ser algo mais dinâmico, em termos de movimento, e a montagem dos sólidos com papel ser algo manual, mais trabalhoso e, talvez, menos interessante naquele momento.

Figura 55 - Modelo impresso do grupo Sonda com a planta desenhada



Fonte: Acervo da Autora (2023)

Figura 56 - Foguete finalizado do grupo Sonda



Fonte: Acervo da Autora (2023)

Através da análise desses exemplos e da observação dos encontros, foi possível notar que a tecnologia presente nas atividades auxiliou até certo ponto na realização do produto final, sendo necessário, após isso, utilizar construções com régua e compasso para finalizar o modelo criado pelos estudantes. Os integrantes dos grupos usados como exemplo comentaram não ter alcançado o resultado desejado com suas criações, sendo possível notar que a construção engajada do modelo com o SpaceFlight Simulator não foi suficiente para finalizar a atividade da forma como queriam.

Nesse sentido, é interessante ressaltar que grupos que conseguiram encontrar equilíbrio entre a simulação do foguete com o computador e a construção do mesmo com régua e



compasso, dando importância a ambos os processos, mostraram-se satisfeitos com seus trabalhos finais.

Em diversos momentos foi possível perceber que as dificuldades apresentadas pelos estudantes não estavam nos conhecimentos matemáticos necessários para a construção do modelo, mas sim na falta de interesse por parte dos mesmos na construção com materiais físicos. A partir dos aspectos supracitados, podemos relacionar essa limitação com a dinâmica apresentada pelo SpaceFlight Simulator, que com criações, recriações rápidas e simulação de lançamento, mostrou-se mais atrativa para os estudantes do que a criação de um modelo estático do foguete, feito através da mobilização de conhecimentos não comuns para os alunos.

Para superar esse desafio, podem ser apresentadas alternativas em que a simulação de lançamento de foguetes ocorra de forma prática, utilizando recursos robóticos, garrafas pets, dentre outros, para montar um objeto capaz de ser impulsionado ao ar livre, através de reações químicas. Para maiores referências sobre esse tipo de atividade recomenda-se a leitura do trabalho “Aplicando Conceitos de Física e Robótica em Foguetes Confeccionados com Garrafa Pet” (ALFF et al., 2015), em que são utilizados sistemas de monitoramento no lançamento dos foguetes para posterior análise dos dados de aceleração através de uma plataforma de prototipagem, e do trabalho intitulado “Aspectos Físicos e Matemáticos do Lançamento do Foguete com Garrafa Pet” (OLIVEIRA, 2008), que explora lançamentos de foguetes de propulsão à água realizados sob diferentes condições iniciais e descreve alguns pontos importantes na relação da matemática e da física com esse tipo de atividade.

#### **6.4. Ambiente Escolar e o Acesso aos Recursos: alguns desafios**

No que diz respeito ao ensino e à aprendizagem de matemática, é interessante enfatizar que nenhuma atividade é perfeita. Alguns processos podem não funcionar, podem surgir problemas relativos aos estudantes e podem ocorrer desafios relacionados à estrutura da escola e ao espaço disponível para a prática. Nesse sentido, depois de analisarmos as potencialidades presentes do que foi aplicado, torna-se interessante explorarmos suas limitações, visando o aperfeiçoamento e a busca por alternativas interessantes para o ensino.

Isto posto, uma das limitações encontradas é relativa aos aspectos externos à atividade com os estudantes: o ambiente escolar e o acesso aos recursos. Começamos a visualizar esse entrave através de três situações ocorridas durante o período em que a pesquisadora

acompanhou a turma. Para análise dessas situações iremos descrevê-las, discorrendo, em seguida, sobre as reflexões que surgiram a partir disso.

A primeira delas ocorreu já no segundo encontro com os estudantes. Uma das professoras reclamou que estavam sendo baixados programas inadequados nos Chromebooks e isso foi levado até a diretora da escola. Fomos avisados pela professora regente da turma, que informou que uma das docentes abriu o aplicativo SpaceFlight Simulator, não podendo dar continuidade ao que estava fazendo pois o Chromebook havia “travado”. Esse problema provavelmente ocorreu pois o software citado abre em modo tela cheia e conta com uma maneira específica de fechá-lo, dificultando o manuseio se nunca foi visto pela pessoa referida.

Esse contexto gerou estresse e instabilidade quanto a continuidade do trabalho, mas, ao conversar com a diretora novamente sobre a autorização de uso dos computadores, ela contornou a situação, dizendo que talvez só fosse necessário instalar e excluir o software sempre que o mesmo fosse usado. Essa condição gerou a segunda situação, sendo necessário que o software fosse instalado e desinstalado nos 14 computadores utilizados para a prática, a cada encontro, levando a necessidade de mais tempo de preparo para os encontros.

Por fim, a terceira situação aconteceu no primeiro encontro em que foi utilizado o SpaceFlight Simulator. Chegamos com três horas de antecedência à escola (12:30 PM) e solicitamos junto à administração permissão para o uso do Laboratório de Informática para instalação do software, obtendo resposta afirmativa após verificar que não existia nenhum registro para uso da sala naquela tarde. Entretanto, não foi possível ter acesso ao Laboratório, pois uma das professoras havia retirado a chave antes do almoço. Mesmo que a docente não tenha utilizado o espaço até as 2:00 PM, não conseguimos acesso aos computadores para instalação dos aplicativos, atrasando o início da prática.

Esse tipo de organização e o modo como os recursos da escola são utilizados levam a considerações interessantes a serem feitas caso o leitor se interesse em produzir algo parecido em sala de aula. Destacamos a falta de domínio técnico sobre o uso de computador por parte de alguns docentes e da gestão escolar, bem como a falta de um suporte nas escolas nos espaços dos laboratórios, dificultando a inserção da tecnologia no cotidiano das aulas

É importante esclarecer que ainda há uma visão conservadora do uso do computador na escola. Ao descrever os paradigmas educacionais conservadores, Santos (2014) os caracteriza como algo voltado ao conhecimento imutável e transmitido aos alunos, pautado essencialmente em aulas expositivas e que conta com uma gestão burocrática e hierarquizada, na qual o

professor detém todo o conhecimento, mas ainda está preso aos protocolos estabelecidos pela administração de recursos.

No caso do computador, por ser um recurso que, em larga escala, exige valor monetário considerável para implementação, gera divergências quanto ao cuidado necessário com esse instrumento. Os docentes têm a permissão de usar o recurso, sem mudar os Chromebooks de sala e seguindo uma lista de reservas para o Laboratório de Informática, fazendo parte de uma série de protocolos que acabam impondo obstáculos. Isso ajuda a tornar menos frequente a ida dos alunos ao espaço e, quando vão, na maioria das vezes usam o navegador, sem explorar softwares interessantes para aquele conteúdo (sejam eles educacionais ou não). Um exemplo de desafio é o que foi feito para a realização das atividades, instalando e desinstalando o programa a cada aula em que foi usado, em todos os computadores. Que professor vai ter condições de fazer isso com frequência? A cada 15 dias, por exemplo. Demandando tempo, chegar mais cedo para preparar os computadores. Lembro que muitos professores trabalham em mais de uma escola e usam o horário do almoço para deslocamento.

É incoerente exigir todos esses trâmites para que esse tipo de atividade seja realizada - além do planejamento dos objetivos de aula - e ao mesmo tempo querer que as tecnologias sejam inseridas no cotidiano escolar, como parte integrante de todos os componentes curriculares. Nesse sentido Correa e Tomceac (2020) destacam que

A comunidade escolar, especialmente seus gestores, precisa ser sensibilizada sobre o real poder da tecnologia em alterar o projeto pedagógico da instituição de forma crítica, para não fazer da tecnologia uma simples ferramenta ou recurso de atratividade para sua clientela. (CORREA; TOMCEAC, 2020, pg.70).

Logo, torna-se interessante mudar a forma como os agentes do ambiente escolar (docentes, discentes, administração...) compreendem o computador e o seu uso na escola, já que sua normalização pode gerar grandes benefícios para a formação dos estudantes. Conforme Bornatto (2012), essa é uma ferramenta com

[...] potencialidades próprias (a velocidade de processamento, a confiabilidade nos cálculos, a capacidade de armazenamento, o poder de fazer simulações e capacidade gráfica) podem ser um meio precioso para facilitar cada vez mais a participação do aluno na construção de seu próprio conhecimento. (BORNATTO, 2012, p.4).

Tendo em vista esses aspectos, as atividades aplicadas se dividiram nos encontros realizados no Laboratório de Informática e os encontros no Laboratório de Matemática, escolhido devido ao espaço e a natureza do Estágio III da atividade. Essa mudança mostrou-se

positiva, a medida em que os alunos se sentiram mais livres para auxiliar outros colegas, dividir experiências e conversar mais diretamente com a docente, algo que não era tão viável devido ao pouco espaço disponível durante a atividade com o SpaceFlight Simulator, no Laboratório de Informática. As salas de informática costumam seguir o mesmo estilo da sala comum, com mesas enfileiradas e postas de frente para um quadro, onde o professor permanece na maior parte das vezes, seja por dificuldade em se aproximar dos alunos e se locomover dentro da sala, seja por acreditar que os estudantes estarão mais atentos dessa maneira. Já na sala do Laboratório de Matemática, as mesas são circulares e os materiais estão ao alcance dos alunos, como mostra a Figura 57.

Figura 57 - Laboratório de Matemática da E.E.E.B. Dolores Alcaraz Caldas



Fonte: Acervo da Autora (2023)

De forma geral, essas situações possibilitaram reflexão sobre o uso da tecnologia e dos espaços e ambientes escolares e os desafios que decorrem.

### **6.5. Diário de Bordo: dificuldade em escrever sobre matemática**

A segunda limitação observada está relacionada com os diários de bordo e a utilização dos mesmos durante os encontros. Antes de mais nada, é interessante caracterizar um pouco esse instrumento, apoiando-se em autores que já escreveram sobre o tema para destacar sua relevância.

O diário de bordo foi um instrumento de registro escrito utilizado durante as práticas que tem “[...] por finalidade acompanhar a aprendizagem dos alunos, dando a oportunidade para que estes exercitem seu protagonismo no processo de construção do conhecimento”

(DECCACHE-MAIA & SOUZA, 2020, p. 70). Esse termo faz referência aos diários utilizados durante as navegações, onde todos os acontecimentos e atividades da viagem eram registrados, a fim de compilar importantes informações para posterior consulta e recordação.

Desse modo, as páginas do diário de bordo (Figura 58) construído durante a pesquisa, foram elaboradas com questionamentos interessantes para a investigação, ao mesmo tempo em que abria espaço para os estudantes registrarem dúvidas, reflexões e processos em suas páginas, escrevendo e desenhando tudo que achassem importante, sem exigência de rigor matemático.

Figura 58 - Páginas internas do diário de bordo

O diagrama mostra as páginas internas do diário de bordo, com o título "DIÁRIO DE BORDO" no centro. À esquerda, há um campo para "Seu Nome:" e "Data:". Abaixo, há um campo para "QUAL A ATIVIDADE DO DIA?". À direita, há um campo para "ANOTAÇÕES:". Abaixo do campo de nome e data, há um campo para "QUAIS ETAPAS DO PROJETO FORAM REALIZADAS HOJE?". Abaixo do campo de atividades, há um campo para "VOCÊ TEVE ALGUMA DIFICULDADE? SE SIM, TENDE DESCREVER UM POUCO DO QUE PENSOU SOBRE ELA". Abaixo do campo de etapas do projeto, há um campo para "QUAIS OS CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE?". À direita do campo de etapas do projeto, há um campo para "QUER DESENHAR ALGUMA COISA? VÁ EM FRENTE!".

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Todavia, no decorrer da aplicação das práticas foi possível perceber a dificuldade que alguns alunos e alunas tinham para elaborar trechos que indicassem coerentemente o que eles desejavam comunicar, muitos não tinham interesse em escrever mais do que pequenas frases no espaço do diário. É o caso do aluno M, que no primeiro encontro com o SpaceFlight Simulator registrou em seu diário respostas breves para os questionamentos colocados:

[Diário] Qual a atividade do dia?

[M] Construir um foguete em um jogo (SpaceFlight Simulator)

[Diário] Quais etapas do projeto foram realizadas hoje?

[M] A construção do foguete no Chromebook

[Diário] Você teve alguma dificuldade? Tente descrever o que pensou sobre ela.

*[M] Não*

*[Diário] Quais os conhecimentos matemáticos envolvidos na atividade?*

*[M] Peso, forma geométrica, altura, velocidade e medida de distância.*

Enquanto o estudante escrevia foi possível notar certa pressa para terminar essa parte da atividade. Depois do trecho citado tivemos mais seis encontros com a turma, os diários de bordo foram disponibilizados durante todo o tempo para que os alunos usassem para qualquer observação que tivessem durante o processo de criação, mesmo assim essa foi a única passagem do diário do estudante M.

O estudante L também foi rápido em seus comentários no Diário de Bordo:

*[Diário] Qual a atividade do dia?*

*[L] Construir um foguete no SpaceFlight Simulator.*

*[Diário] Quais etapas do projeto foram realizadas hoje?*

*[L] De construir o foguete e lançá-lo.*

*[Diário] Você teve alguma dificuldade? Tente descrever o que pensou sobre ela.*

*[L] Não, foi muito fácil.*

*[Diário] Quais os conhecimentos matemáticos envolvidos na atividade?*

*[L] Geometria, peso e medida de distância.*

O colega de grupo desse estudante já tinha estudado o software em casa e, por esse motivo, em pouco tempo já estavam realizando lançamentos com diferentes foguetes. A parte do encontro que remeteu ao software pareceu mais interessante do que escrever nos registros posteriores.

A estudante S chegou a expressar insatisfação ao escrever em seu diário:

*[Diário] Qual a atividade do dia?*

*[S] Criamos um foguete em dupla.*

*[Diário] Quais etapas do projeto foram realizadas hoje?*

*[S] Construção do foguete no computador.*

*[Diário] Você teve alguma dificuldade? Tente descrever o que pensou sobre ela.*

*[S] Sim, tive bastante dificuldade, e como eu não tava muito pilhada de fazer, não curti muito.*

Difícilmente foram encontrados textos mais longos que registrassem o processo dos estudantes, sendo a maioria das vezes respostas simples para os questionamentos colocados, presentes para dar um norte aos alunos, não regradar sua escrita. Se diferenciando dessa

perspectiva, a estudante V foi uma das únicas que registrou os componentes usados por ela e por sua colega de grupo na construção do seu modelo de foguete:

*Eu e a S - a aluna escreveu o nome da sua colega de grupo- montamos um foguete inteiro, com alguma ajuda de outras pessoas para entender como fazer. Primeiramente nós usamos uma cápsula (cone da ponta do foguete), um paraquedas que fica bem na ponta do foguete, um escudo de calor, um separador, o total de 9 tanques de combustível (de tamanhos variados) e também 5 motores, de tamanhos variados.*

Tendo em vista os diários produzidos e a observação realizada durante as atividades, foi possível perceber certa dificuldade dos alunos em expressar com palavras os seus pensamentos e processos durante a aula, levando a reflexões acerca da eficácia dos diários de bordo como recurso para registro dos estudantes.

Inicialmente, o diário de bordo foi pensado como um instrumento que “[...] permite criar o hábito dos envolvidos de pensar suas práticas cotidianas e a própria aprendizagem, desenvolvendo assim um caráter mais reflexivo” (DECCACHE-MAIA & SOUZA, 2020, p. 3), buscando acompanhar a aprendizagem dos alunos ao mesmo tempo em que exercitam sua escrita e a coerência na organização do seu pensamento, algo importante para todas as áreas curriculares.

Levando em consideração que o “[...] ensinar e aprender são atos eminentemente comunicativos” (ZUCHI, 2004, p. 53), faz parte do dia a dia escolar levar os estudantes a verbalizar seus raciocínios, discutir, questionar processos e resultados, explicar suas reflexões e seus pontos de vista. Sendo os diários de bordo instrumentos interessantes, a medida em que tornam “[...] conscientes e alvo de reflexão percursos ou acontecimentos centrais na aprendizagem” (MENEZES, 2000, p. 16), permitindo que o professor avalie, além das respostas finais, “[...] as competências, atitudes e conhecimentos dos alunos de uma forma mais aprofundada, mais completa e também mais segura” (MENEZES, 2000, p. 16).

No que diz respeito à matemática, Zuchi (2004, p.49) destaca que em muitos momentos “[...] não se estabelece uma comunicação na aula de matemática entre professores e alunos em virtude da ampla utilização da simbologia matemática”, sendo os rigores exigidos pouco familiares aos alunos, o que dificulta a decodificação da mensagem que passamos, por exemplo, ao resolver uma expressão numérica no quadro ou ao demonstrar alguma nova fórmula. Esse excesso de simbologia pode gerar “[...] dificuldades desnecessárias para o aluno, chegando inclusive a impedir que ele compreenda a ideia representada pelo símbolo” (ZUCHI, 2004, p. 50).

Isso foi percebido ao apresentar aos alunos maneiras de realizar a construção do cilindro planificado, necessário para a produção do foguete com cartolina. Enquanto foram mostrados aos estudantes materiais concretos, como a planificação do cilindro e suas representações em madeira, sendo orientado que explorassem os materiais, a ideia parecia estar sendo compreendida. Porém, quando partimos para a sistematização disso na lousa, utilizando a equação de comprimento da circunferência ( $C=2\pi R$ ) e demonstrando como encontrar determinadas medidas para realizar a planificação, os alunos pareceram ficar confusos, essa parte da explicação gerou consideravelmente mais dúvidas e teve que ser acompanhada de mesa em mesa para efetiva compreensão por parte dos estudantes.

O diário de bordo, nesse sentido, tinha como um de seus objetivos contribuir para que os estudantes não precisassem usar tantos símbolos e cálculos para expressar o pensamento matemático, focando na sua escrita e no desenvolvimento coerente de ideias, visando comunicar eficientemente o que refletiram sobre a atividade. Assim, essa terceira limitação decorre diretamente da dificuldade dos estudantes de colocarem em palavras os aspectos presentes na prática, levando a considerações sobre novas maneiras de aplicar essa metodologia futuramente.

## **6.6. Nem todos concluíram a atividade: a presença das redes sociais**

É inegável que a era digital chegou. Todos os dias surgem novas tecnologias, um novo celular capaz de realizar todas as tarefas do dia a dia - contendo nossa galeria e nosso banco particular com transações disponíveis a um toque - ou uma rede social diferente, mais atual, mais *cool*. Sendo todas essas mudanças cada vez mais integradas à sociedade, é natural que sejam inseridas no ambiente escolar.

Segundo Bueno; Cuzzuol; Nunes (2020, p. 2), no decorrer da transformação da humanidade “[...] novas descobertas que para determinadas épocas poderiam se pensar em um grande avanço tecnológico na atualidade tornou-se comum, como é o caso do celular”, sendo tão atrativos que, de crianças até idosos, a maioria gostaria de ter um aparelho smartphone com diferentes funcionalidades.

Nesse contexto, um dos desafios dos professores está em tornar as aulas mais interessantes, do ponto de vista metodológico, explorando as inovações presentes no dia a dia do aluno como parte integrante da aprendizagem. Ao mesmo tempo, é necessário ter em vista que nem todas as escolas contam com estrutura para o uso da tecnologia e nem todos os



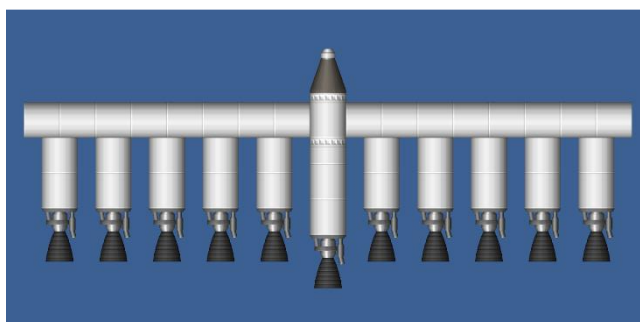
estudantes têm acesso à dispositivos com acesso à internet, o que deve ser levado em consideração ao se aplicar esse tipo de atividade.

A sistematização usando a lousa é necessária, como destacamos ao longo desse trabalho, e acreditamos que as atividades planejadas e aplicadas durante a pesquisa buscam se afastar da exposição de conteúdos e se aproximar da criação e investigação de modelos criados pelos próprios estudantes, levando em consideração a criação de um “[...] ambiente positivo que encoraja os alunos a propor soluções, explorar possibilidades, levantar hipóteses, justificar seu raciocínio e validar suas próprias conclusões” (D’AMBRÓSIO, 2010, p. 37), usando a lousa para mediação e auxílio nesse processo.

Entretanto, algumas vezes mesmo buscando criar esse espaço para os estudantes, planejando simulações com o computador ou trabalhos manuais com diversos recursos, os professores não conseguem competir com o interesse do aluno pelas redes sociais. Essa limitação foi observada principalmente com o grupo nomeado como *Soyuz*. Desde o primeiro encontro, em que foram construídos os diários de bordo, o uso do celular pelos integrantes em aplicativos como o Instagram e o WhatsApp foi constante. Em muitos momentos a professora regente interviu e chamou atenção dos estudantes para a atividade que a turma estava realizando, sinalizando para a frequência do uso de smartphones por esses alunos e alunas em sala de aula.

Foi possível observar o que foi apontado pela regente em inúmeros momentos, tornando-se comum que os alunos só se dedicassem à atividade quando acompanhados de perto, algo difícil de ser feito devido ao grande número de alunos e alunas da turma que deveriam ser atendidos. Ao final dos oito encontros, esse foi o único grupo que não entregou o foguete construído com sólidos geométricos de cartolina, a Figura 58 mostra o modelo construído pelos estudantes com o SpaceFlight Simulator.

Figura 59 - Modelo de foguete do grupo Soyuz



Fonte: Acervo da Autora (2023)

É importante destacar que nenhum outro grupo utilizou esse recurso em sala de aula, já que o celular não foi integrado às atividades propostas. Assim, através das observações realizadas durante os encontros, acredita-se que a constante necessidade de acessar as redes sociais tenha atrapalhado os estudantes na continuidade das atividades sem acompanhamento constante, o que pode ter influenciado em sua não finalização. Nesse sentido, Bueno; Cuzzuol; Nunes (2020, p. 6) destacam que apesar de conter inúmeros benefícios, o uso desenfreado do celular, principalmente por crianças em fase de amadurecimento mental e emocional, pode causar malefícios a suas vidas e, “[...] como consequência em se tratando do contexto educacional, resultar em reprovações, baixos rendimentos, déficit de atenção, depressões infantis, ansiedade, menos pacientes, falta de confiança em si, impacientes e afastamento do meio social”.

Dessa forma, ressalta-se que não existe nenhuma garantia que as atividades serão atrativas para todos os alunos da turma da mesma maneira e que os processos serão realizados exatamente como foi planejado. É preciso ter presente que existem peculiaridades relativas a cada estudante e que devem ser levadas em consideração. Alguns se interessam por desenho e outros não, alguns se interessam pelas tecnologias e outros não, alguns se interessam por astronomia e outros não, alguns se interessam pela escola e outros não. A maior atribuição, como professor, é tentar incluir diversas formas de interação nos planejamentos, buscando melhorar a prática docente e a educação como um todo.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A astronomia e a matemática andam juntas desde os períodos mais remotos da história. As mudanças e o desenvolvimento dos saberes contidos nessas áreas do conhecimento decorrem de um conjunto de movimentos sociais, históricos e políticos que precisam ser explorados em sala de aula, visto a importância de abordar essas ciências de modo acessível e amplo.

Além disso, através de leituras teóricas, vivências práticas e de observações do ambiente escolar, foi possível perceber a necessidade de abordagens diferentes para o ensino e a aprendizagem de matemática, modificando os papéis normalmente atribuídos ao professor e ao aluno em sala de aula e visando desmistificar a concepção dessa disciplina como algo puramente abstrato. Nesse sentido, a perspectiva STEAM, associada ao Construcionismo e ao Movimento Maker, tem potencial para contribuir com essa mudança.

As propostas STEAM focam nas relações entre Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática e no uso delas para criar currículos integrativos, buscando a formação de indivíduos críticos, argumentativos, colaborativos, conscientes e preparados para um mercado de trabalho cada vez mais desafiador. Entendemos que é preciso que as propostas STEAM avancem para além de sua vinculação original com o mercado de trabalho, buscando uma formação humana que valorize a criticidade e apontem soluções para as questões sociais e ambientais, nesse sentido trazer elementos da história das ciências e da matemática potencializa esse exercício reflexivo. Essa foi uma das propostas desse trabalho, trazer a história da astronomia a partir de diferentes perspectivas e assim poder contribuir para uma melhor compreensão da Astronomia e sua relevância nas diferentes culturas.

Buscou-se uma aproximação com Construcionismo na medida em que as atividades aplicadas buscaram possibilitar a construção do conhecimento por parte dos estudantes, utilizando o computador para criar modelos, modificá-los e simular seu movimento. Complementar a isso, o Movimento Maker trouxe reflexões sobre a aprendizagem “mão na massa”, refletindo sobre a construção de um produto final feito através do desenho e da montagem com objetos físicos. Considerando as relações entre aluno e professor e de ambos com os componentes do currículo nessas perspectivas, a pesquisa apresenta um enfoque transdisciplinar.

Metodologicamente, empregou-se a investigação qualitativa, na qual acompanhamos a produção de dados diretamente do ambiente, através de notas de campo, fotografias e registros

feitos pelos estudantes sobre as atividades. Dessa forma, a pesquisa foi dividida em três momentos: estudo de fundamentação teórica, planejamento e aplicação de atividades e análise dos dados produzidos.

O planejamento foi realizado sob a perspectiva STEAM, integrando Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática em atividades com a astronomia como tema central. As práticas foram realizadas na Escola Estadual de Educação Básica Dolores Alcaraz Caldas, em Porto Alegre, com uma turma do 7º ano do ensino fundamental, visto a aproximação com a escola através do projeto de extensão do qual fazemos parte (LMEP). As etapas das atividades foram nomeadas como Estágios, fazendo alusão ao lançamento de foguetes e a ejeção de componentes que não são mais pertinentes para o voo, relacionado ao processo de construção de conhecimento dos estudantes.

O primeiro Estágio foi focado na contextualização dos alunos sobre o assunto a ser estudado, procurando identificar seus conhecimentos prévios, o segundo envolveu em sua maior parte a simulação no computador, utilizando o aplicativo SpaceFlight Simulator para criar um modelo de foguete, que posteriormente foi replicado com sólidos geométricos de cartolina, construídos com régua e compasso, no terceiro Estágio.

Pensando em obter dados centrados no ponto de vista dos estudantes, foram construídos diários de bordo individuais, onde os mesmos poderiam escrever suas dúvidas, processos, dentre outras coisas que acreditassem ser pertinente para a atividade. A análise desses dados, e de outros produzidos no decorrer da atividade, tais como fotografias e notas, foi feita através da Triangulação de Métodos, buscando relações entre a fundamentação teórica, os dados produzidos e o contexto do qual decorreram.

Tendo em vista a fundamentação teórica e o contexto da pesquisa, as atividades foram desenvolvidas orientadas pela questão “*Quais as potencialidades de atividades envolvendo a temática astronomia no ensino da matemática sob a perspectiva STEAM?*”, sendo possível respondê-la através dos dados e das análises produzidas.

A primeira potencialidade observada diz respeito ao envolvimento dos alunos com o software SpaceFlight Simulator, evidenciando-se a mobilização dos estudantes em conhecer o recurso e criar modelos de foguetes dos mais variados. A segunda decorre das conexões entre astronomia, matemática e história exploradas nas atividades, possibilitando a observação dessas áreas do conhecimento como algo sujeito a diferentes perspectivas, em constante modificação e pertencentes há diferentes contextos históricos e sociais que as constituem. . A terceira potencialidade observada coloca em relação a simulação com o aplicativo e a construção com

régua e compasso, ressaltando um envolvimento diferente em cada etapa e constatando uma maior mobilização de conceitos matemáticos associados a atividade com o desenho geométrico e o uso de recursos físicos para construção do foguete.

Por outro lado, foram identificadas algumas limitações. A primeira delas diz respeito aos desafios de acesso aos recursos escolares, analisando situações ocorridas durante a prática que causaram contratemplos no uso dos computadores, como a lista de reservas para a sala de informática, as regras de mobilidade das máquinas e a preparação dos aplicativos utilizados. A segunda limitação encontrada foi a dificuldade dos estudantes em escrever sobre matemática nos diários de bordo, mesmo sem a necessidade de registro em linguagem matemática, poucos alunos se dedicaram aos registros. A terceira limitação refere-se ao uso excessivo das redes sociais pelo celular por alguns estudantes e a dificuldade de focar na atividade proposta.

Apesar do exposto, conclui-se através dos dados produzidos e de suas análises que a perspectiva STEAM, associada ao Construcionismo e a Cultura Maker, pode contribuir para a transformação da sala de aula, desde que atrelada a um planejamento adequado e a um ambiente que propicie a autonomia, a experimentação e o desenvolvimento da argumentação. Além disso, essa perspectiva permitiu explorar a matemática em conjunto com outras áreas de conhecimento, relacionadas às atividades aplicadas. As *Ciências* puderam ser vistas nos aspectos físicos do lançamento do foguete, o peso, a massa, o impulso, na astronomia e na geografia utilizada no contexto da atividade, simulando o lançamento de um foguete para a atmosfera terrestre e para a órbita de outros planetas. A *Engenharia* se destaca na criação do foguete de cada grupo, modificando seus modelos e testando, além disso, o desenho da planta em folha A3 trouxe aspectos dessa área de conhecimento para a atividade. A *Tecnologia* esteve presente nas contextualizações através de apresentações, imagens, vídeos e infográficos, no planejamento e simulação do voo de um foguete, realizada através do software SpaceFlight Simulator, além de auxiliar nos questionamentos feitos pelos estudantes no decorrer da pesquisa. As *Artes* desempenharam papel fundamental na atividade, tendo em vista que a criação e construção de um modelo com sólidos geométricos convidou os estudantes a mobilizarem o pensamento criativo ao envolverem técnicas e ferramentas para desenho e pintura.

Isso posto, apesar de existirem inúmeras possibilidades envolvendo a perspectiva STEAM em sala de aula, é importante ressaltar que esse é um tema relativamente novo no Brasil. Dessa forma, a bibliografia relacionada ao STEAM é escrita, em sua maioria, na língua inglesa, dificultando a caracterização completa de como essa perspectiva se concretiza em sala

de aula. Falando especificamente da astronomia, não foi encontrado nenhum trabalho que a relacionasse com o STEAM, o que resultou em desafios quanto à fundamentação da presente pesquisa.

Devido ao tempo disponível para realização das práticas, não foi possível realizar o compartilhamento dos modelos construídos pelos estudantes, possibilitando um momento de socialização de processos e ideias. Para pesquisas futuras estuda-se a ideia de uma construção coletiva em que cada grupo registre seus processos em todos os encontros, revisando e compartilhando suas ideias com o restante da turma ao final das atividades.

Além disso, pensando em aprimorar as atividades propostas, os planejamentos futuros podem conter tarefas voltadas à observação do céu com telescópio, softwares próprios para esse fim, o lançamento de foguetes feitos com garrafas pet e as reações químicas que possibilitam isso.

Dessa maneira, deseja-se que esse trabalho sirva como fonte para pesquisas futuras e, além disso, que possa servir como inspiração para os que desejam se aventurar na perspectiva STEAM.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, G. B. **Astronomia Indígena Brasileira**. In: 55ª Reunião Anual SBPC, 2003, Recife. Universidade Federal de Pernambuco, v. 1. p. 10-12, 2003.

ALFF, M. R. et al. **Aplicando Conceitos de Física e Robótica em Foguetes Confeccionados com Garrafa Pet**. In: MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA, 2015, Uberlândia. Anais da 5ª Mostra Nacional de Robótica (MNR), p. 45-49, 2015.

ARAÚJO, A. L. **Aplicações de Astronomia no Ensino de Matemática na Educação Básica**. 2013. 83 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Piauí. 2013. Disponível em:

<[http://www.seduc.pi.gov.br/arquivos/1362077665.aplicacoes\\_de\\_astronomia\\_no\\_ensino\\_de\\_matematica\\_na\\_educacao\\_basica.pdf](http://www.seduc.pi.gov.br/arquivos/1362077665.aplicacoes_de_astronomia_no_ensino_de_matematica_na_educacao_basica.pdf)> Acesso em: 24 mar. 2023.

BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM: Integrando as Áreas Para Desenvolver Competências**. IN: BACICH, L; HOLANDA, L. (Orgs.). STEAM Em Sala De Aula: A Aprendizagem Baseada Em Projetos Integrando Conhecimentos Na Educação Básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 1- 12.

BARRIO, J. B. M. **Conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais no Ensino da Astronomia: a Terra e Seus Movimentos**. IN: LONGHINI, M. D. (Org.) Ensino de Astronomia na escola: concepções, ideias e práticas. Campinas: Átomo, 2014. p. 17- 31.

BELLEMAIN, F; BELLEMAIN, P. M. B.; FERREIRA, V. G. G. **Simulação No Ensino Da Matemática: Um Exemplo Com Cabri-Géomètre Para Abordar Os Conceitos De Área E Perímetro**. In: SIPEM - SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2006, Águas de Lindóia. Anais do III SIPEM. Recife: SBEM. v. único. p. 1-16.

BELMONTE, J. A. **La astronomía en egipto, el origen del calendario**. 2016. Disponível em: < [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/astronomia-egipto-origen-calendario\\_7198](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/astronomia-egipto-origen-calendario_7198) >. Acesso em: 23 mar. 2023.

BLANCO, R. M. **M de Matemática**. IN: BACICH, L. HOLANDA, L. (Orgs.). STEAM Em Sala De Aula: A Aprendizagem Baseada Em Projetos Integrando conhecimentos Na Educação Básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 91- 117.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORNATTO, G. **Modelagem - Simulação - Informática e Matemática**. Revista do PEC - Associação Franciscana de Ensino. Curitiba, p. 67 - 71, Julho de 2001.

BRADY, J. **STEM is incredibly valuable, but if we want the best innovators we must teach the arts**. 2014. Disponível em:

<<https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2014/09/05/stem-is-incredibly->

[valuable-but-if-we-want-the-best-innovators-we-must-teach-the-arts/](#)>. Acesso em: 24 mar. 2023.

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

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/component/docman/?task=doc\\_download&gid=15548&Itemid=](http://portal.mec.gov.br/component/docman/?task=doc_download&gid=15548&Itemid=)>. Acesso em: 23 mar. 2023.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.394 – Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Presidência da República. Brasília, DF, 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf> >. Acesso em: 29 mar. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais ensino médio: parte III Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**. SEMTEC. Brasília, DF: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+ – Ensino Médio)**. SEMTEC. Brasília, DF: MEC/SEF, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

BRITO, A. A. **Cosmologias racializadas: processos políticos e educativos anti(racistas) no ensino de Física e Astronomia**. ROTEIRO (UNOESC), Joaçaba, v. 46, p. 1-20, 2021.

BRITO, A. A.; MACEDO, J. R. **História Da Ciência e a Educação Científica Pelas Perspectivas Ameríndia e Amefricana**. REVISTA BRASILEIRA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA, v. 15, p. 400-417, 2022.

BUENO, F. G. B.; CUZZUOL, R.; NUNES, M. A. C. **O Uso Excessivo Do Celular: As Consequências Negativas No Processo De Ensino E Aprendizagem Da Matemática**. REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO. Ano 05, Ed. 06, Vol. 03, p. 71-85. ISSN: 2448-0959. Junho de 2020. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/consequencias-negativas>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

BURD, L. **Desenvolvimento de software para atividades educacionais**. 1999, 219 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Campinas, 1999.



CALIL, B. M.; PUGLIESE, G. **STEM ou STEAM: Para que serve o ensino de arte?** Porvir, 2019. Disponível em: <<https://porvir.org/stem-ou-steam-para-que-serve-o-ensino-de-arte/>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CAMARGOS, H. S.; IGREJA, C. L. V. S. **O uso do simulador PhET para o ensino da matemática.** DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, [S. l.], v. 9, n. Especial, p. 4–11, 2022. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/12770>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CARVALHO, C. S. S. **Aplicação de atividades de modelagem matemática na construção de sequências didáticas contextualizadas na astronomia.** 2018. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

CARVALHO, T. F. G.; RAMOS, J. E. F. **A BNCC e o Ensino da Astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores.** In: Currículo & Docência, v. 02, n. 02, p.83 - 101, 2020.

CORREA, F. T. P.; TOMCEAC, J. R. **Considerações Sobre o Ensino e a Aprendizagem de Tecnologia no Contexto do STEAM.** IN: BACICH, L. HOLANDA, L. (Orgs). STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 69- 90.

D'AMBROSIO, B. S. **Formação do professor de matemática para o século XXI: o grande desafio.** Unicamp – Pro-posições. São Paulo, v. 4, n. 1, 1993.

D'AMBROSIO, U. **A História Da Matemática: Questões Historiográficas e Políticas e Reflexos Na Educação Matemática.** IN: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. Editora UNESP, São Paulo, 1999; pp. 97-115.

FERNANDES, T. C. D.; LONGHINI, M. D.; MARQUES, D. M. **A construção de um antigo instrumento para navegação marítima e seu emprego em aulas de Astronomia e Matemática.** História da Ciência e Ensino: construindo interfaces. v. 4, p. 62-79, 2011.

FERRAZ, D. S.; KALHIL, J. D. B. **O ensino da matemática e a importância da utilização do steam.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 6, p. 46245- 46262, jun., 2022.

GRAÇA, A. R. T. *et al.* **STEAM: a engenharia integrada ao ensino de ciências.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, VII., 2020, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: Editora Realize, 2020. p. 1-6. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/educacao/detalhes/anais-vii-conedu---educacao-online>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

HATCH, M. **Maker Movement Manifesto.** In: HATCH, M. The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. Estados Unidos: Mc Graw-Hill. 2014. p. 1-33.

HESTER, K.; CUNNINGHAM, C. **Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children**. In: ASEE Annual Conference and Exposition, 2007, Honolulu. *Proceedings* [...]. Honolulu: [S.I.], 2007. p. 1-18. Disponível em: <<https://peer.asee.org/engineering-is-elementary-an-engineering-and-technology-curriculum-for-children.pdf>>. Acesso em 29 mar. 2023.

KANTOR, C. A. **O Céu e a Terra: Imagens no Espelho**. IN: LONGHINI, M. D. (Org.) *Ensino de Astronomia na escola: concepções, ideias e práticas*. Campinas: Átomo, 2014.

LEE, D. D. C.; MCINTYRE, E. **Where Is the “E” in STEM for Young Children?: engineering design education in an elementary teacher preparation program**. *Issues In Teacher Education*, [S.I.], v. 23, n. 1, p. 49-64, spring 2014. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1045689.pdf>> . Acesso em: 29 mar. 2023.

LONGHINI, M. D. (org.). **Ensino de astronomia na escola: concepções, ideias e práticas**. Campinas: Átomo, 2014.

LOPES, L. O. et al. **O “Maker” na Escola: uma Reflexão sobre Tecnologia, Criatividade e Responsabilidade Social**. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E), 2019, Recife. *Anais* [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 367-376.

MACHADO, E.; ADALBERTO, L. **Movimento makers e a aprendizagem criativa no ensino da matemática no fundamental 1**. *Educação Matemática na Contemporaneidade: Desafios e possibilidades*, 2016. P. 1–8.

MAIA, D. L.; CARVALHO, R. A.; APPELT, V. K. **Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura**. *Revista Tecnologia e Sociedade*, p. 68-88, Curitiba, PR. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

MARCONDES, N. A. V.; BRISOLA, E. M. A. **Análise por triangulação de métodos: um referencial para pesquisas qualitativas**. *Revista Univap*, 2014. p. 201 – 208.

MARTINES, E. A. L. M.; DUTRA, L. B.; BORGES, P. R. O. **Educiência: da Interdisciplinaridade ao STEAM**. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 7, n. 3, p. 92-110, 2019.

MARTINS, R. A. **O universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Editora Moderna, 1994. Disponível em: <<https://www.ghhc.usp.br/Universo/index.html>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

MENDES, I. A. **Investigação Histórica Em Sala De Aula: Um Exercício De Criatividade Para A Matemática Escolar**. In: *Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 2012.

MENDES, I. A. **Cognição e Criatividade na Investigação em História da Matemática: contribuições para a Educação Matemática**. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* , v. 6, n. 1, p. 185-204, 2013. Disponível em:

< <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37942> >. Acesso em: 24 mar. 2023.

MENEZES, L. **Matemática, linguagem e comunicação**. Revista Millennium. Instituto Politécnico de Viseu, n. 20, outubro de 2000. Disponível em: <[http://www.ipv.pt/millennium/20\\_ect3.htm](http://www.ipv.pt/millennium/20_ect3.htm)>. Acesso em: 24 mar. 2023.

MORAN, J. M. **Os Novos espaços de atuação do professor com as tecnologias**. Revista Diálogo Educacional, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. vol. 4, n. 12, maio/ago./2004;

MOTA, A. T. **Ensino e Aprendizagem da Astronomia Apoiado Pelas Tecnologias da Informação e Comunicação**. 2013, 159f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

MOURÃO, R. R. F. **O livro de ouro do universo: revisto e atualizado**. 2. Ed. Rio de Janeiro, HarperCollins Brasil, 528 p. 2019.

NASCIMENTO, R. A.; FERREIRA, V. G. G. **Modelagem matemática com simulação computacional na aprendizagem de funções**. 2007. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

OLIVEIRA, C. L. **Importância do Desenho Geométrico**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Católica de Brasília. Brasília: 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/10869/1547/1/Clezio%20Lemes%20de%20Oliveira.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* **O Eclipse de Sobral**. [S. L.]: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2020. 97 p.

OLIVEIRA, L.M.S. **Ensinando geometria com régua e compasso, uma proposta para o 8º ano**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2015.

OLIVEIRA, M. A. S. **Os aspectos físicos e matemáticos do lançamento do foguete de garrafa PET**. 2008. 29 f. TCC (Graduação) -Curso de Física, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/pibidfisica/files/2013/03/OS-ASPECTOS-F%C3%8DSICOS-E-MATEM%C3%81TICOS-DO-LAN%C3%87AMENTO-DO-FOGUETE-DE-GARRAFA-PET.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PAPERT, S. M. **A Máquina das Crianças: Repensando a escola na era da informática** (edição revisada). Nova tradução, prefácio e notas de Paulo Gileno Cysneiros. Porto Alegre, RS: Editora Artmed, 2007 (1ª edição brasileira 1994; edição original EUA 1993)

PIRES, M. P. **O STEAM e as atividades experimentais investigativas**. IN: BACICH, L. HOLANDA, L. (Orgs.). STEAM Em Sala De Aula: A Aprendizagem Baseada Em Projetos Integrando conhecimentos Na Educação Básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 51- 67.

PUGLIESE, G. O. **Um Panorama do STEAM Education Como Tendência Global**. IN: BACICH, L. HOLANDA, L. (Orgs). STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 13- 28.

SANTOS, M. P. **Paradigmas Educacionais: conservadorismo ou inovação?**. 2014. Disponível em: <<https://professornews.com.br/utilidades/artigos/5824-paradigmas-educacionais-conservadorismo-ou-inovacao-.html>> . Acesso em: 29 mar. 2023.

SIMIONATO, I. M.; PACHECO, E. R. **Um olhar histórico à Trigonometria como fonte de motivação em sala de aula**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação, 2011.

SLATER, T. F. **Do Ensino de Astronomia Centrado no Professor para Uma Aprendizagem Centrada no Estudante: uma revisão**. IN: LONGHINI, M. D. (Org.) Ensino de Astronomia na escola: concepções, ideias e práticas. Campinas: Átomo, 2014.

SOFFNER, R. K. **Seymour Papert, Computadores e Educação:: uma revisão retrospectiva e propositiva**. Revista Tecnológica da Fatec Americana, [S.I.], v. 10, n. 01, p. 1-10, mar./set. 2022. Disponível em: <<https://www.fatec.edu.br/revista/index.php/RTecFatecAM/article/view/322>> . Acesso em: 29 mar. 2023.

SOUZA, J. A.; DANDOLINI, G. A. **Utilizando simulação computacional como estratégia de ensino: estudo de caso**. RENOUE, Porto Alegre, v. 7, n. 1, 2009. DOI: 10.22456/1679-1916.13909. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13909> . Acesso em: 23 fev. 2023.

SOUZA, J. J.; DECCACHE-MAIA, E. **O Uso Do Diário De Bordo Como Suporte Ao Ensino Aprendizagem Na Educação Em Ciências: Refletindo Sobre O Lugar E Seus Problemas Socioambientais**. Revista Ciências & Idéias, v. 11, p. 68-79, 2020.

STELLA, A. L. *et al.* **BNCC e a cultura maker: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental**. Revista InovaEduc, Campinas, SP, n. 4, p. 1–37, 2021. Disponível em: <<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/inovaeduc/article/view/15182>> . Acesso em: 29 mar. 2023.

VALPASSOS, M; SAMPAIO, F. F. **PCNs e Modelagem Computacional: Reflexões a partir de Relatos de Experimentos com o Software WinkIt**. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. UNISINOS, São Leopoldo, julho de 2005.

VENTURELLA, V. M. **Rumo a uma abordagem transdisciplinar para a educação**. In: II Congresso Mundial de Transdisciplinaridade, 2005, Vitória - ES - Brasil. II Congresso Mundial de Transdisciplinaridade, 2005. v. 1.

YAKMAN, G. **STEAM education: an overview of creating a model of integrative education**. In: PUPILS' ATTITUDES TOWARDS TECHNOLOGY (PATT-19) CONFERENCE: RESEARCH ON TECHNOLOGY, INNOVATION, DESIGN AND ENGINEERING TEACHING, 19., 2008, Salt Lake City. [S.I.]. Salt Lake City: Iteea, 2008. p. 335-358. Disponível em: <<https://www.iteea.org/86752.aspx>> . Acesso em: 29 mar. 2023.

ZUCHI, I. **A importância da linguagem no ensino de matemática.** Educação Matemática em Revista. São Paulo: Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, Ano 11, nº 16, p. 49-55, maio de 2004

## **APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO INICIAL**

Figura A 1 - Slide 1



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 2 - Slide 2



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 3 - Slide 3



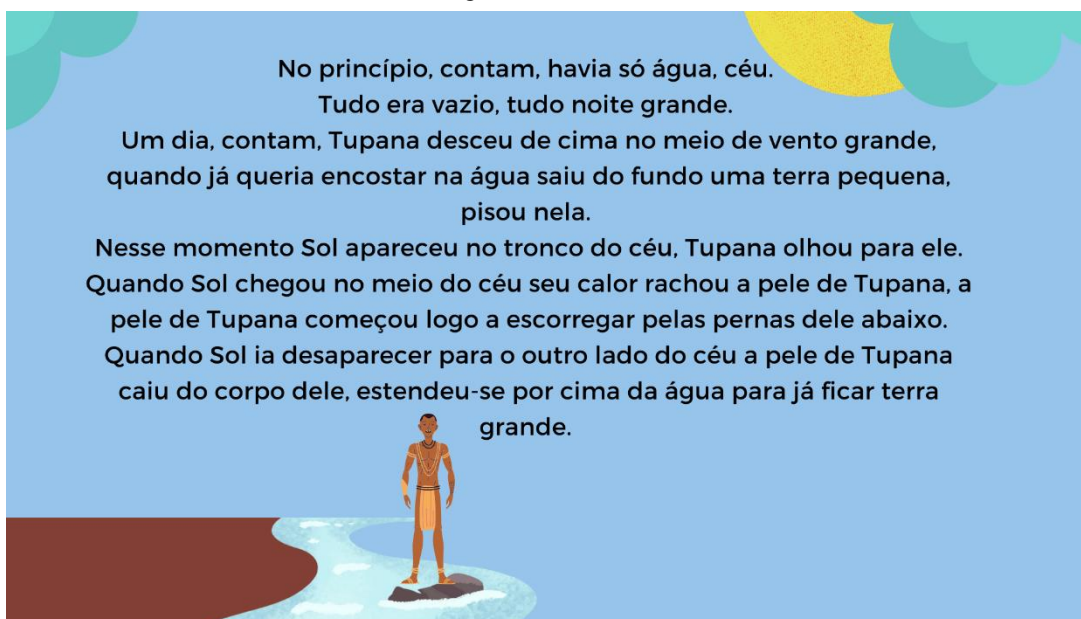
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 4 - Slide 4



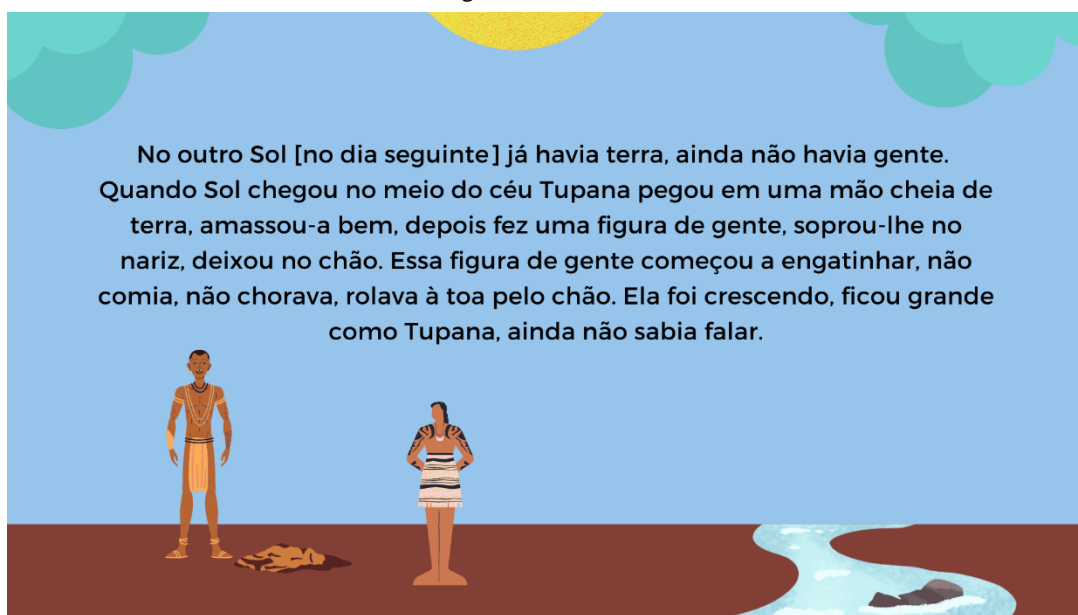
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 5 - Slide 5



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 6 - Slide 6



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

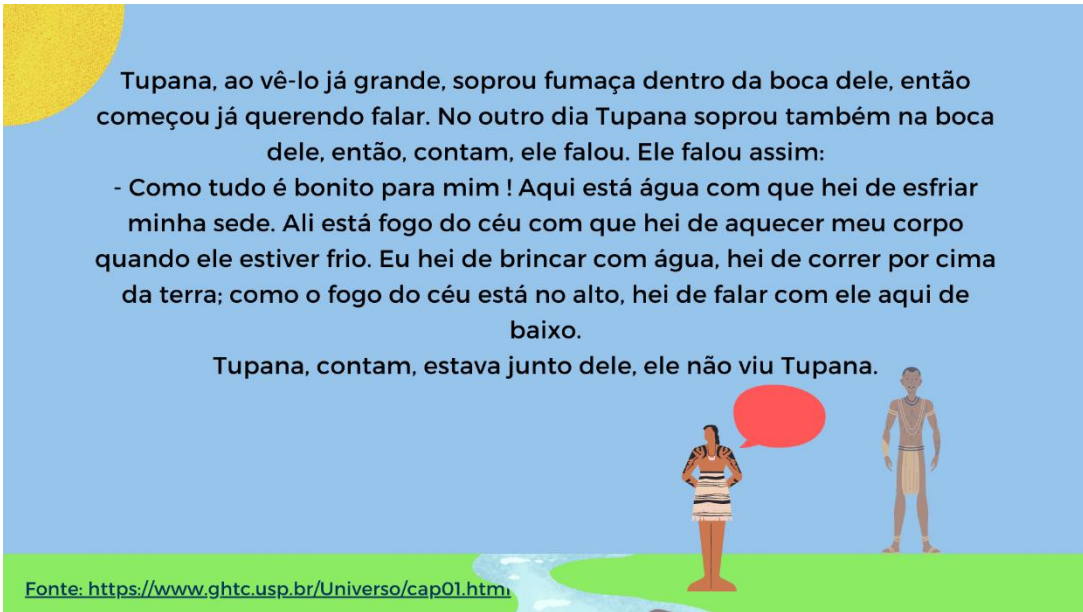


Figura A 7 - Slide 7

Tupana, ao vê-lo já grande, soprou fumaça dentro da boca dele, então começou já querendo falar. No outro dia Tupana soprou também na boca dele, então, contam, ele falou. Ele falou assim:

- Como tudo é bonito para mim ! Aqui está água com que hei de esfriar minha sede. Ali está fogo do céu com que hei de aquecer meu corpo quando ele estiver frio. Eu hei de brincar com água, hei de correr por cima da terra; como o fogo do céu está no alto, hei de falar com ele aqui de baixo.

Tupana, contam, estava junto dele, ele não viu Tupana.



Fonte: <https://www.ghtc.usp.br/Universo/cap01.htm>

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 8 - Slide 8

**Perspectiva Iorubá**  
(África)

Imagem 1

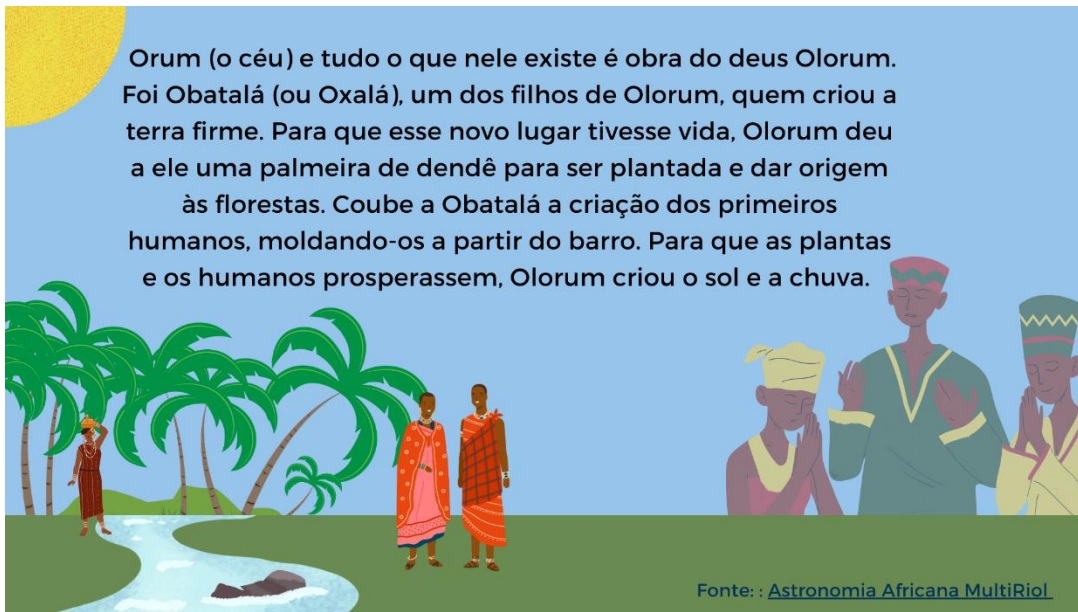


Imagem 2



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 9 - Slide 9



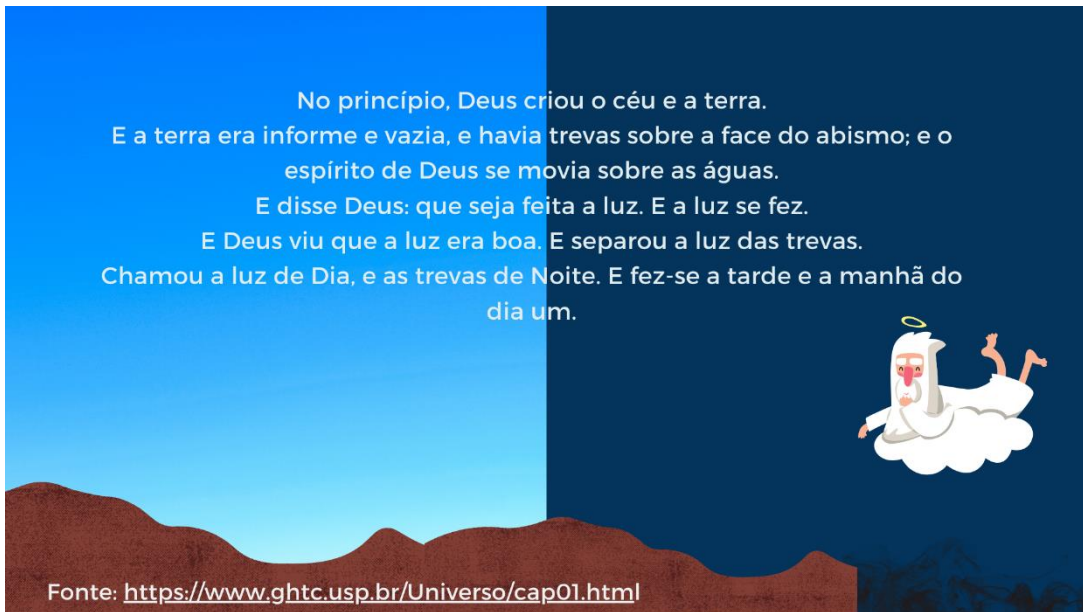
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 10 - Slide 10



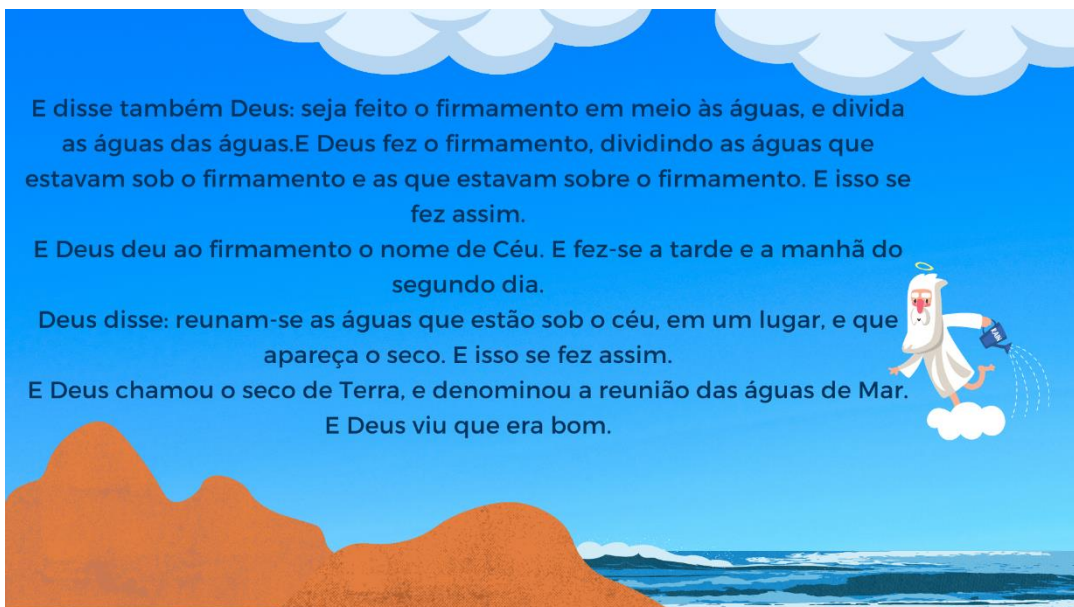
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 11 - Slide 11



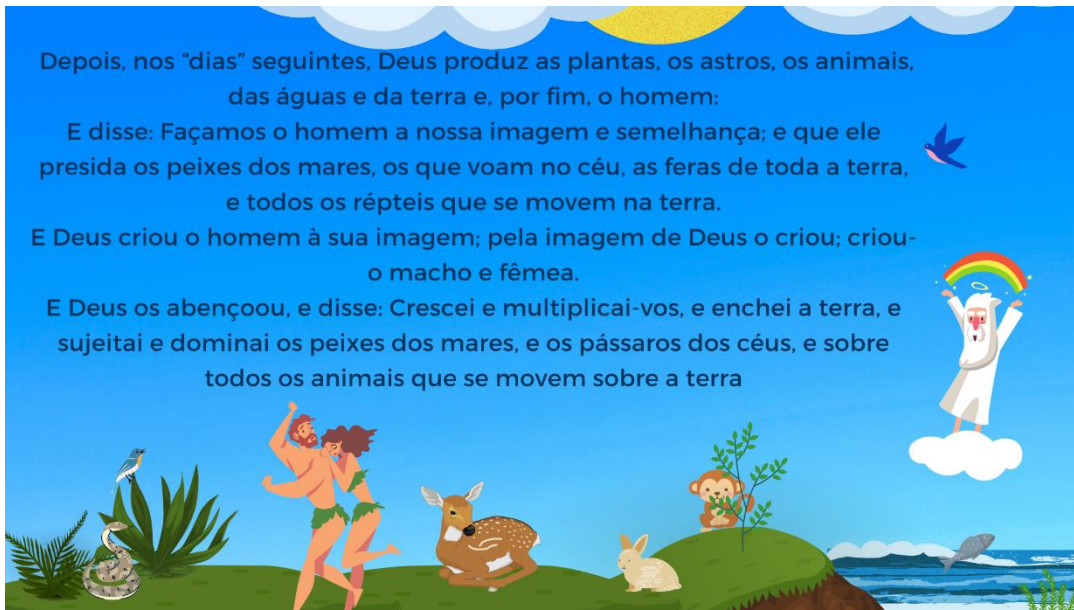
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 12 - Slide 12



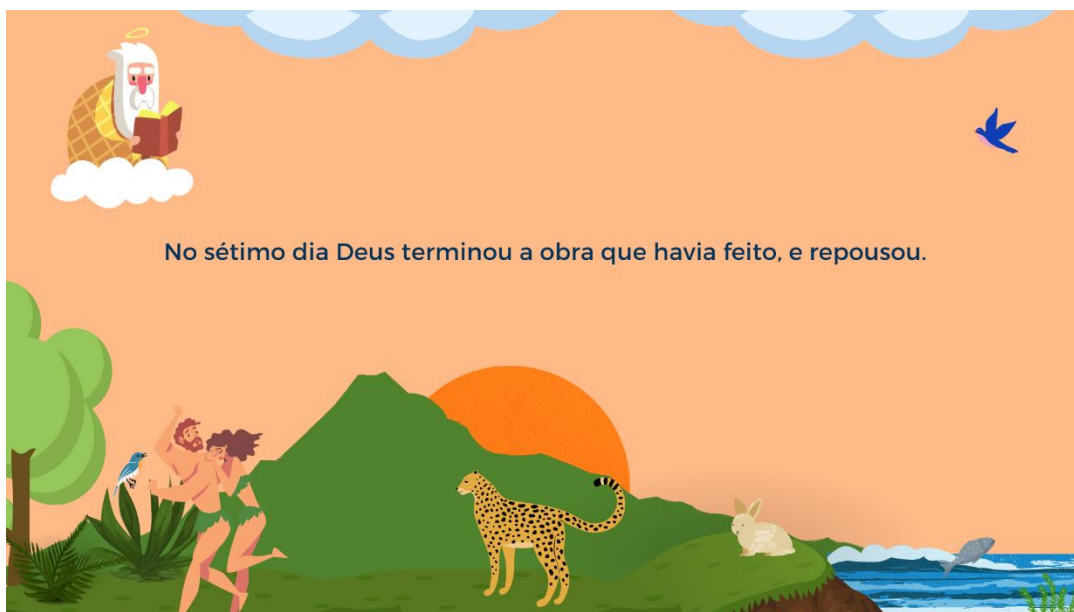
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 13 - Slide 13



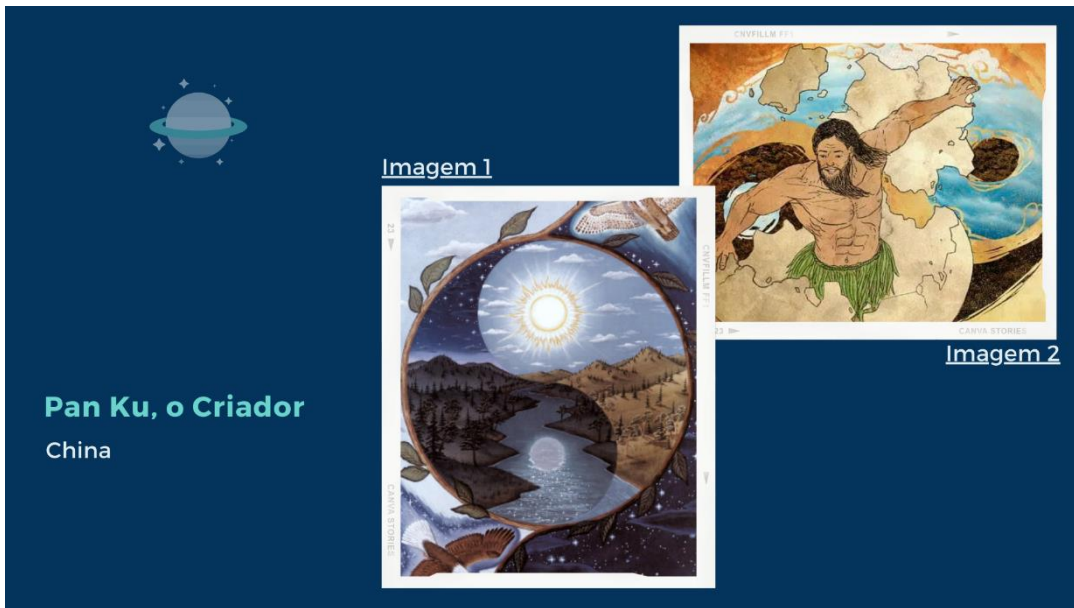
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 14 - Slide 14



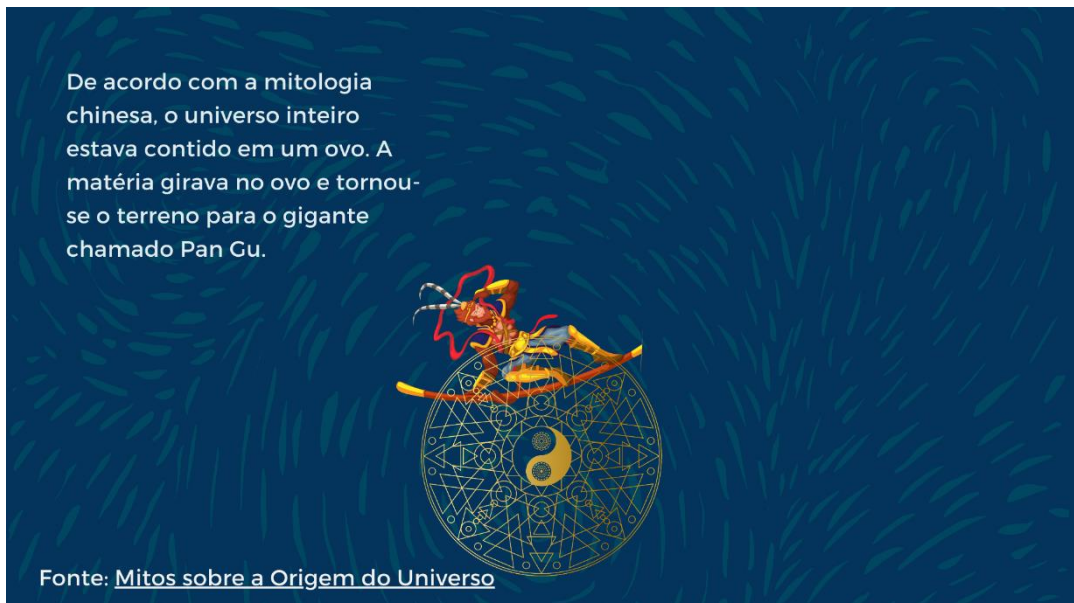
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 15 - Slide 15



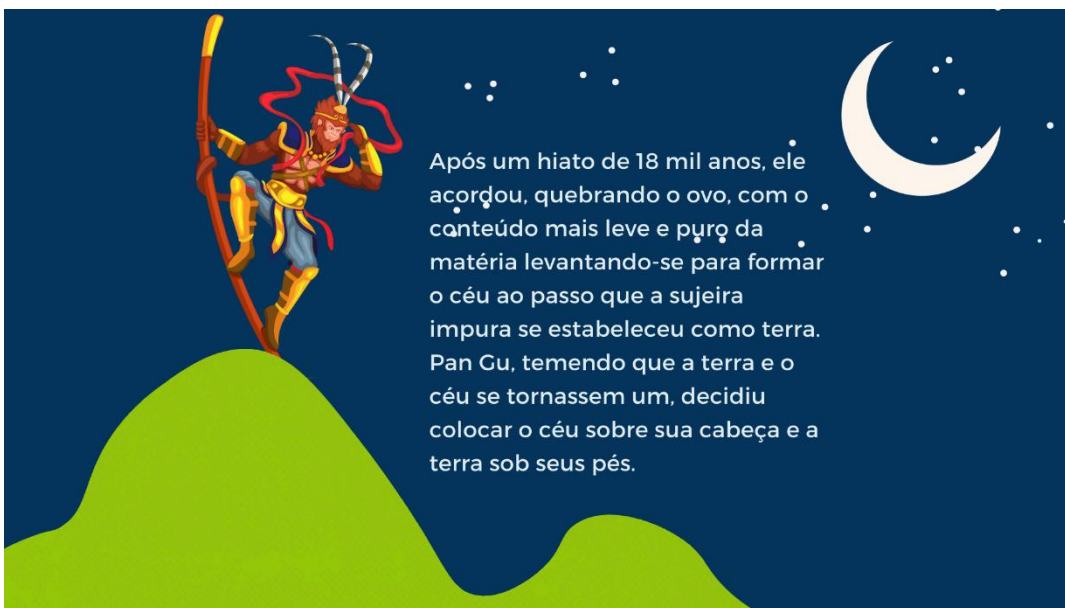
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 16 - Slide 16



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 17 - Slide 17



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 18 - Slide 18



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 19 - Slide 19



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 20 - Slide 20



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 21 - Slide 21



**Mito grego da criação**

Imagem 1



Imagem 2



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 22 - Slide 22

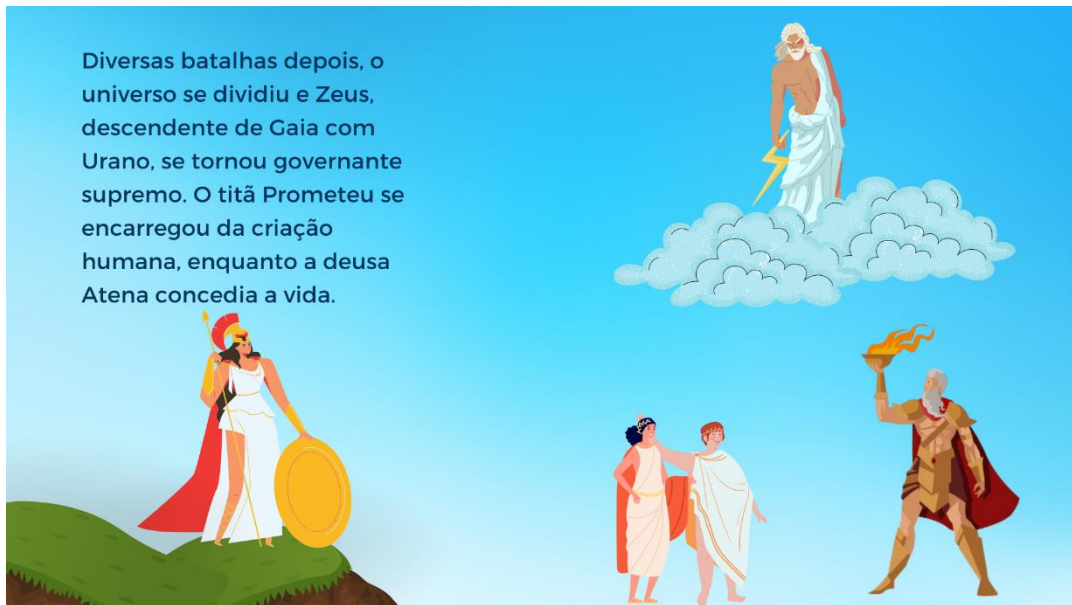
De um vazio cósmico se manifestaram os deuses Gaia e Eros, tendo Gaia, Terra, o destino de virar lar divino. Com isso, Gaia deu à luz ao deus Urano e Okeanos e os deuses, em acasalamento, formaram a criação.



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

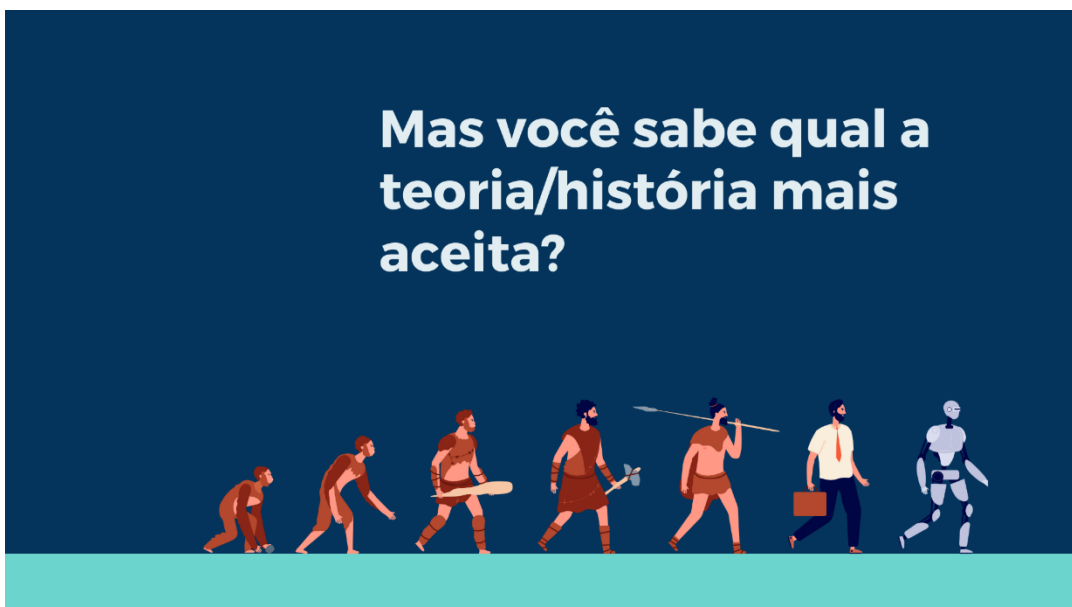


Figura A 23 - Slide 23



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 24 - Slide 24



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 25 - Slide 25




Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 26 - Slide 26

Os cientistas acreditam que há aproximadamente 14 bilhões de anos, tudo o que existe hoje no Universo estava concentrado em um único ponto.

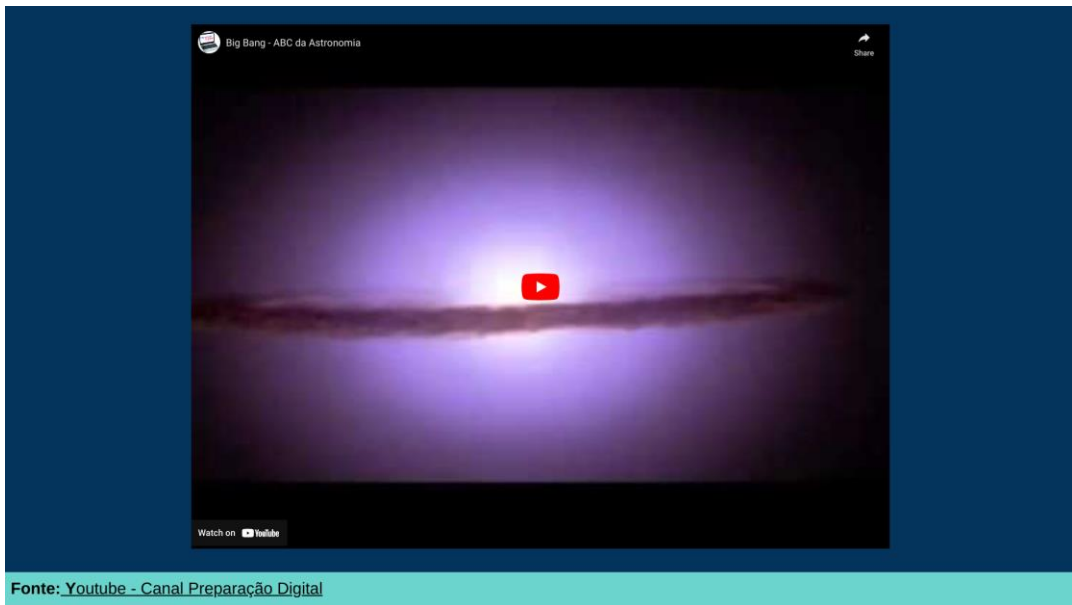
Em determinado momento ocorreu a expansão dessa matéria que ficou conhecida como o Big Bang. Ao serem lançados no espaço, essa energia e matéria, foram sofrendo transformações e dando origem a tudo o que conhecemos hoje.



Fonte: Física e Cidadania - Big Bang

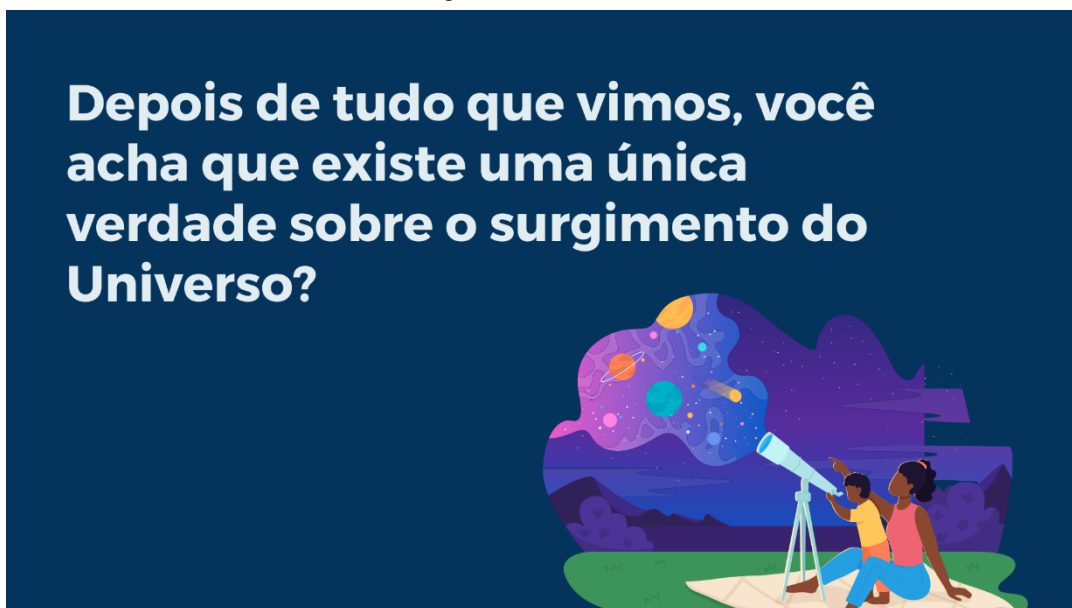
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 27 - Slide 27



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura A 28 - Slide 28



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## APÊNDICE B – TUTORIAL SPACEFLIGHT SIMULATOR

Figura B 1 - Página 1



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## APRESENTAÇÃO

Esse material é destinado para professores e estudantes que desejam conhecer mais sobre o Spaceflight Simulator e seu uso em sala de aula. Nele estão compilados os principais componentes do software e recursos que podem ajudar a entender melhor seu funcionamento.

Boa viagem!



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## SOBRE O SOFTWARE



O SpaceFlight Simulator é um aplicativo criado pelo desenvolvedor de jogos Štefo Mai Morojna em 2017. Ele permite a construção de um foguete do zero, usando os componentes disponibilizados pelo jogo, e a simulação do seu lançamento, sendo possível visualizar a velocidade média, a distância alcançada pelo foguete, a massa do foguete e, até mesmo, pilotar o veículo em sua saída da Terra. Tudo que é mostrado opera segundo as leis da física, e os aspectos da construção do foguete são extremamente importantes para que seja possível fazê-lo voar.

### DOWNLOAD

#### PAGO PELA PLATAFORMA STEAM

Dispositivos Windows e Mac OS  
(computadores)

Dispositivos Android e IOS  
(smartphones e tablets)



#### GRATUITO PELA GOOGLE PLAY

Dispositivos Android  
(celulares e tablets)

Dispositivos Chrome OS  
(Chromebooks)

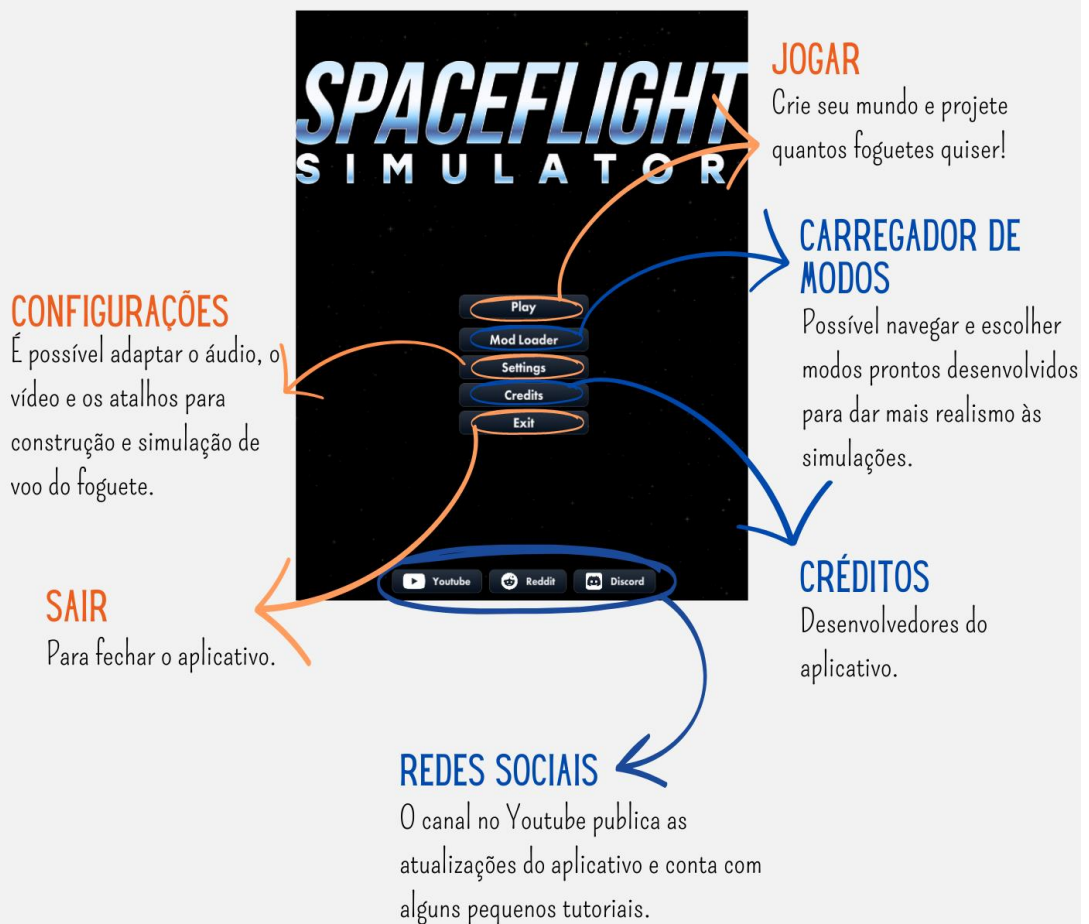


Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura B 4 - Página 4

## PÁGINA INICIAL

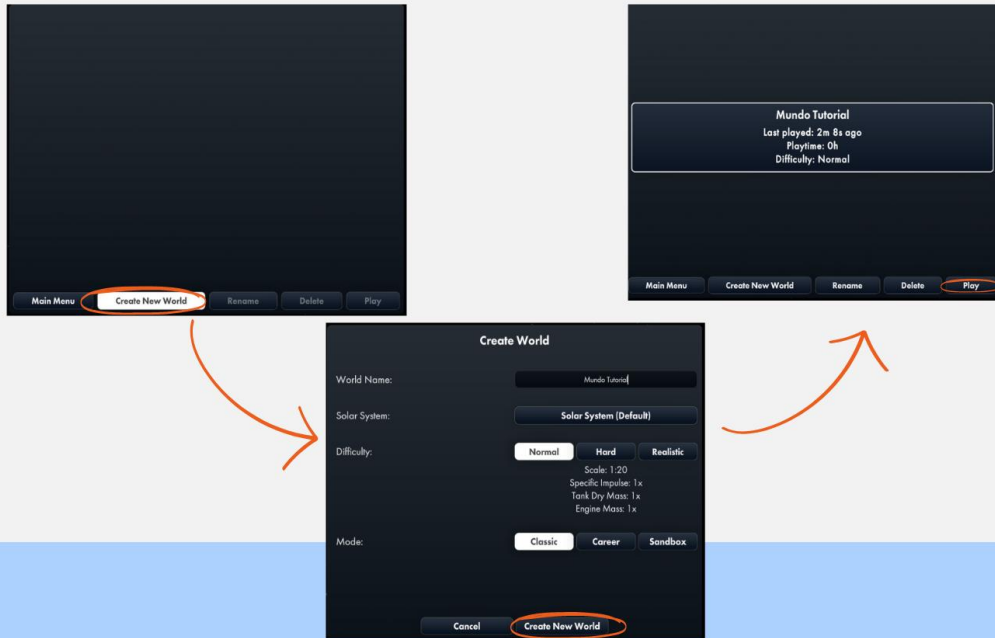
Essa é a página que aparece ao abrirmos o aplicativo. Em algumas versões é possível alterar a linguagem para Português, como a versão utilizada aqui não permite isso, serão indicados os botões e suas devidas traduções.



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura B 5 - Página 5

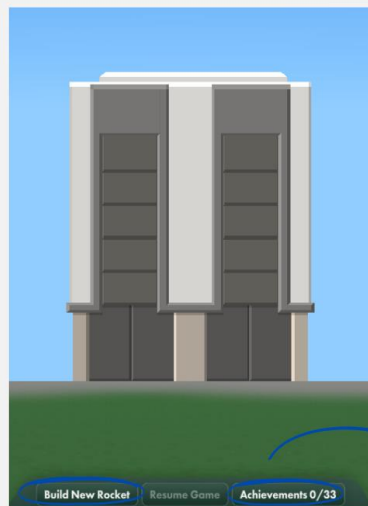
## AO SELECIONAR A OPÇÃO JOGAR (PLAY)



Dê nome ao seu mundo, selecione entre dificuldade Normal, Difícil ou Realista e entre os modos Clássico ou Carreira. Cada um deles tem algumas peculiaridades que podem ser exploradas mudando as configurações. Para esse tutorial vamos utilizar o modo Clássico Normal, depois de criar selecione o mundo e clique em Jogar.

## NA PÁGINA SEGUINTE

CONSTRUIR NOVO  
FOGUETE



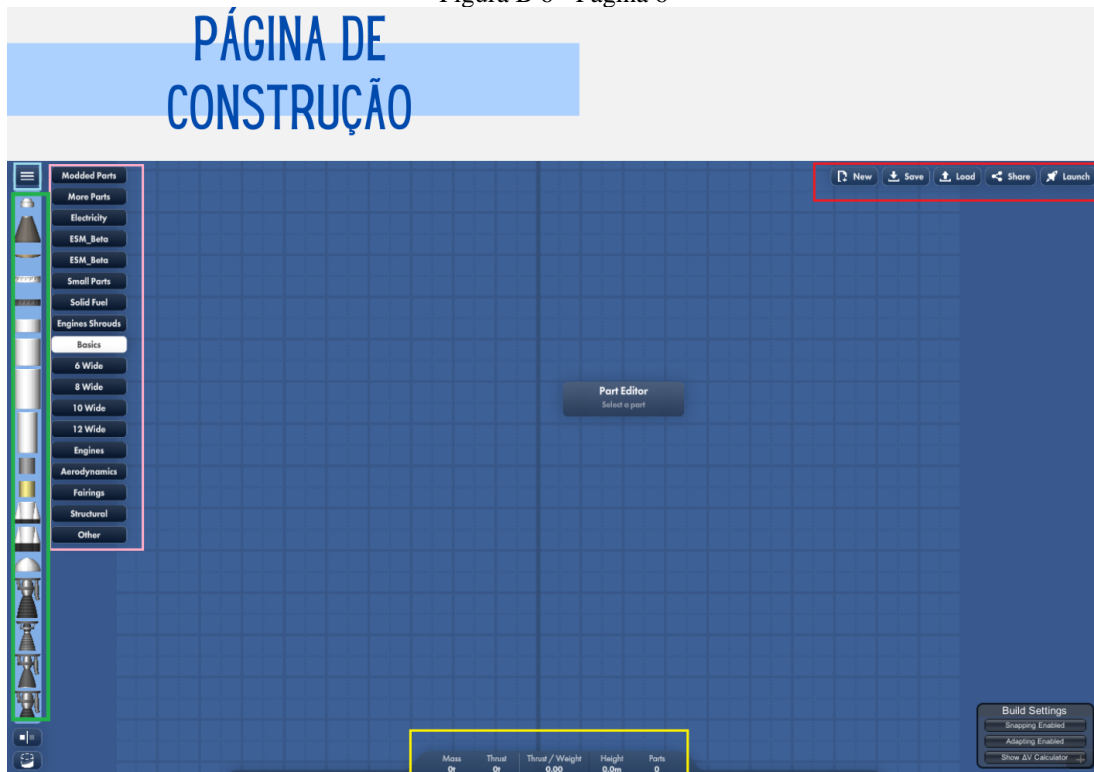
Escolha entre Construir um Novo Foguete e visualizar as missões propostas pelo aplicativo. A opção "Resume Game" retoma o jogo de onde parou.

MISSÕES

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

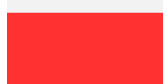

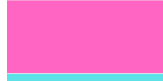



Figura B 6 - Página 6



Quase toda a tela conta com uma malha quadriculada, que é onde o foguete será construído (EDITOR DE PARTES), é possível colocar componentes nesse espaço arrastando-os com o botão esquerdo do mouse pressionado e posicionando-os conforme desejado

### LEGENDA DA IMAGEM:

-  Opções Rápidas, ali os estudantes poderão começar um novo projeto, salvar seu trabalho e compartilhar sua criação.
-  Informações do modelo que está sendo construído, tais como: massa total, impulso, peso e o número de partes colocadas até então.
-  Os três riscos no canto superior esquerdo nos permitem abrir uma nova aba, na qual estão listados tipos de componentes para a construção, desde as partes básicas, até as peças elétricas e proteção do veículo
-  Na aba lateral tem componentes de cada categoria. Clicando com o botão direito do mouse sobre cada parte, aparece uma pequena janela com suas características, incluindo sua massa, e uma breve descrição do que aquele componente faz.

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

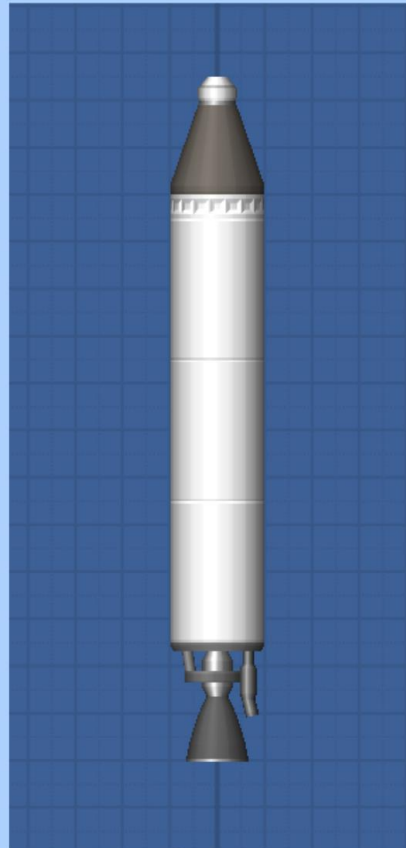
Figura B 7 - Página 7



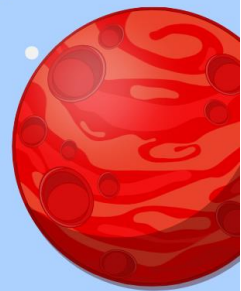
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## FOGUETE SIMPLES

Somente com os componentes básicos para que seja possível lançar o veículo ao espaço, sem estágios adicionais.



Para colocar um componente no seu foguete, arraste o item clicando com o botão esquerdo do mouse e o posicione onde desejar na tela de construção. Clicando sobre o item, aparece uma aba com algumas informações sobre ele.

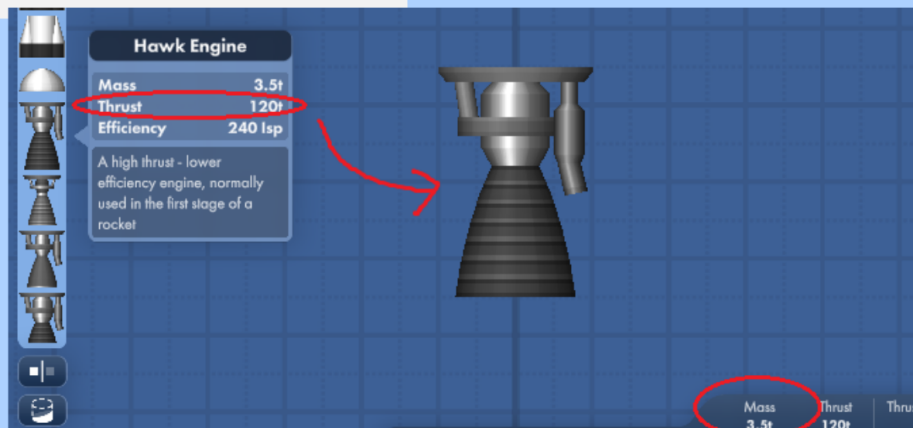


Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## 1) MOTOR

Indicamos iniciar a construção por esse componente, ele deve ser colocado abaixo de todo o resto do foguete. Ao clicar com o botão direito do mouse sobre os modelos de motores conseguimos ver quando te massa ele adicionar ao seu foguete (mass), quantas toneladas ele é capaz de impulsionar (thrust) e a eficiência dele em lançamento, que mede quanto de impulso o foguete acumula conforme queima combustível.

A massa do foguete estará destacada na parte inferior da página. O impulso do motor selecionado deve ser maior que a massa do foguete indicada.



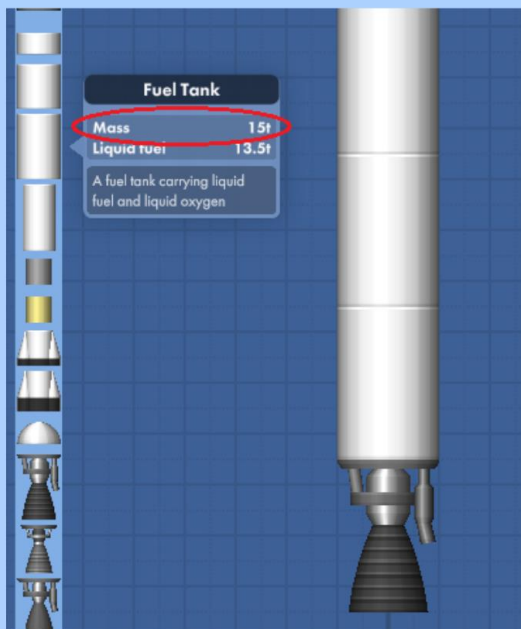
LEMBRE-SE QUE AO COLOCAR MAIS PARTES, A MASSA DO FOGUETE VAI AUMENTAR!

## 2) TANQUES DE COMBUSTÍVEL

Localizados nas abas com destaques em vermelho da figura, são disponibilizados tanques dos mais variados tamanhos, se adaptando ao estar junto às demais partes do foguete.

Esses tanques carregam o combustível e o oxigênio necessários para a propulsão do veículo. É importante observar o peso dos tanques para escolher o motor que vai utilizar, o motor deve ter impulso maior ou igual ao peso total do seu foguete.

No nosso exemplo, cada tanque colocado pesa 15 toneladas, como indicado na figura;



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

### 3) SEPARADORES

Localizado nos componentes Básicos do software. É utilizado para separar as partes do foguete, mais precisamente, separar as partes que serão ejetadas durante o voo. São usados na construção de estágios e podem ser colocados na horizontal ou na vertical, dependendo da peça a ser adicionada. Quando estiver na atmosfera com seu foguete, clique nos separadores para ejetar partes pesadas do foguete.

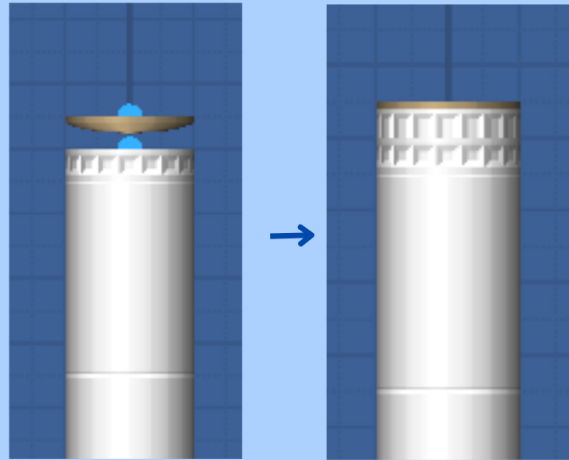


Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## 4) CÁPSULA E ESCUDO

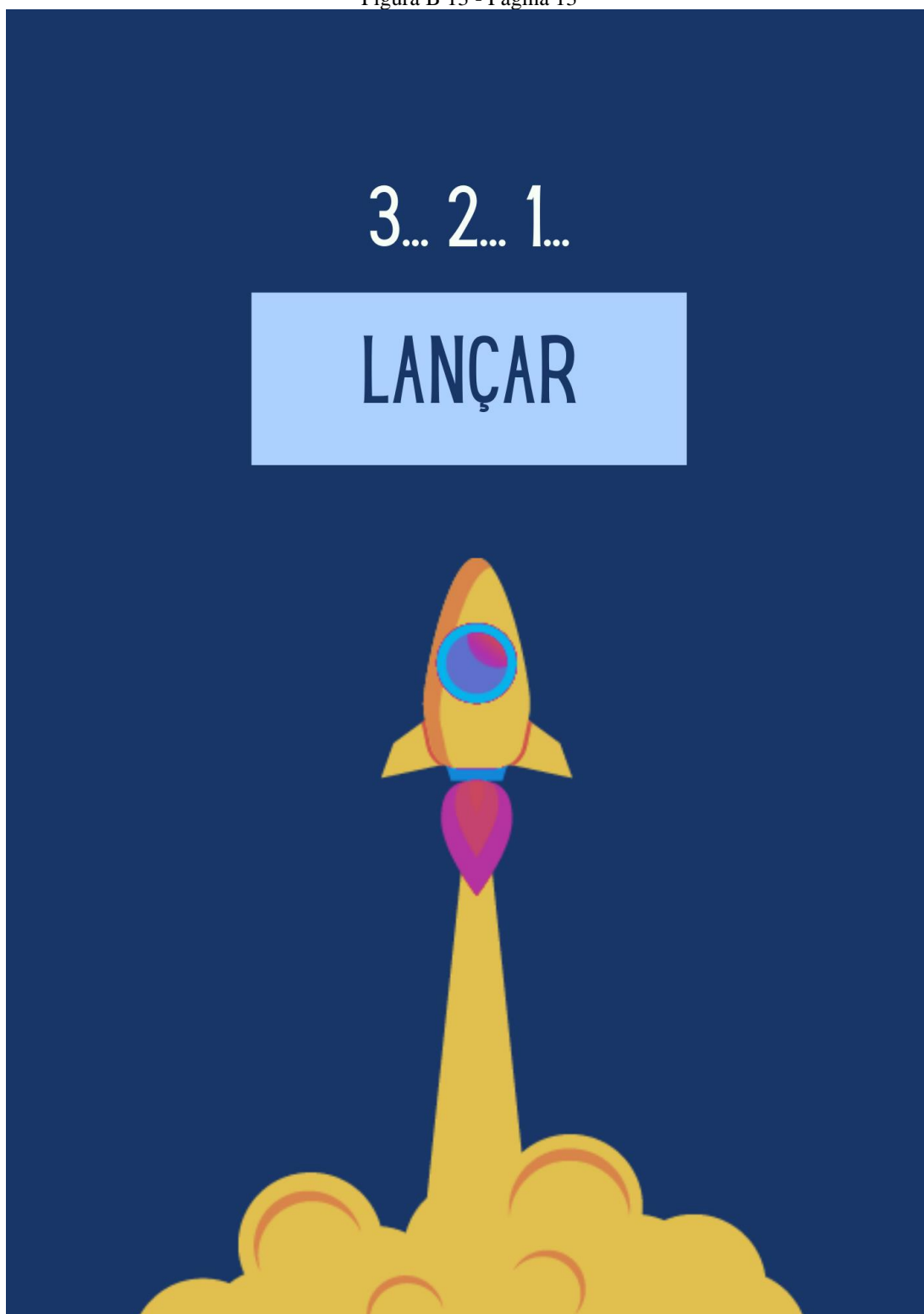
A Cápsula é o módulo de comando que pode carregar um astronauta, localizado nas partes Básicas. Logo abaixo dessa cápsula está localizado o escudo de calor, pensando na reentrada do foguete na atmosfera terrestre.

Ao colocar esse item deixe um pouco acima do separador colocado no tanque. Uma nova camada separadora vai surgir e o escudo de calor vai ser funcional.



## 5) PARAQUEDAS

Localizado nos componentes Básicos do software. É colocado bem no topo do foguete, é necessário na hora das partes restantes do foguete voltarem para o chão em segurança.

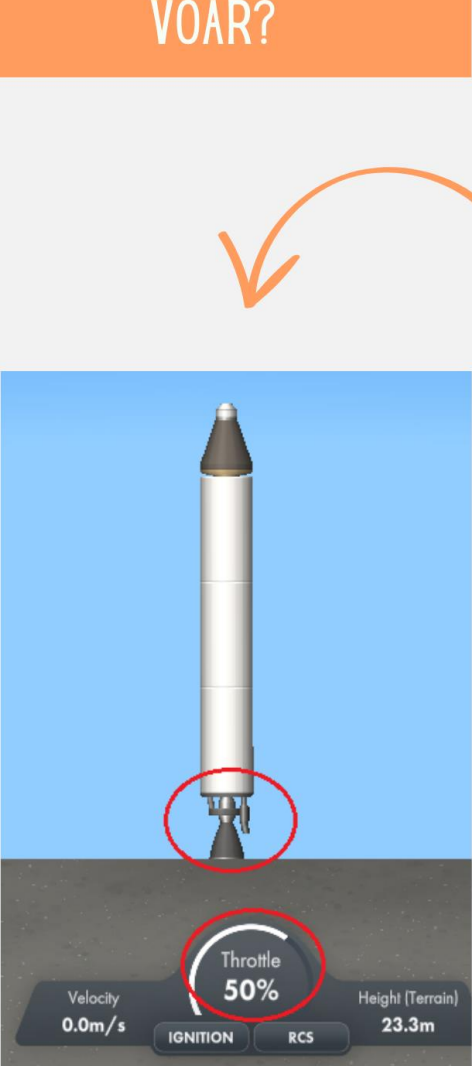


Fonte: Produzido pela Autora (2023)



Figura B 14 - Página14

## COMO FAZER O FOGUETE VOAR?



Selecione a opção "Lançar" no canto superior direito.

Caso haja algum problema com o foguete, o aplicativo informará nesse momento.

Clique com o botão esquerdo nos motores que deseja ligar, ligue a IGNIÇÃO, depois ajuste o ACELERADOR (throttle) em 100%, usando o atalho CTRL para diminuir e SHIFT para aumentar, e observe seu foguete começar a viagem.

Ele irá subir o máximo que o combustível permite e após um tempo iniciará a volta para casa...

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## COMO FAZER O FOGUETE VOAR?



Ao ficar sem combustível, seu foguete vai viajar mais algum tempo, nesse momento você pode separar as partes que não necessita mais clicando sobre os separadores, isso fará com que o seu foguete fique leve e vá mais longe. Depois de um tempo começará a descida.



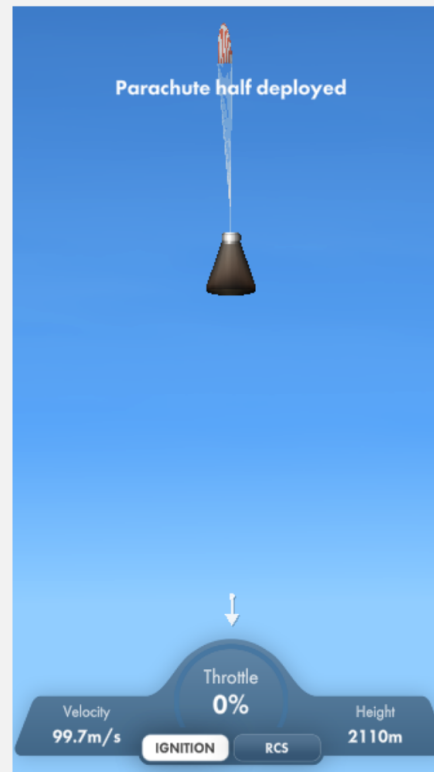
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura B 16 - Página 16

## RETORNANDO PARA A TERRA

O foguete cairá rapidamente. Acompanhe a altura (Height) na barra de aceleração e velocidade na parte inferior da tela. Abaixo de 10km de altura você pode diminuir a aceleração (Ctrl).

Quando estiver abaixo de 2.500 metros, toque no paraquedas para liberá-lo da cápsula. Isso fará com que desacelere rapidamente. A 500 metros, toque no paraquedas novamente para implantá-lo totalmente e pousar com segurança na superfície.



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura B 17 - Página 17



FOGUETE COM ESTÁGIOS

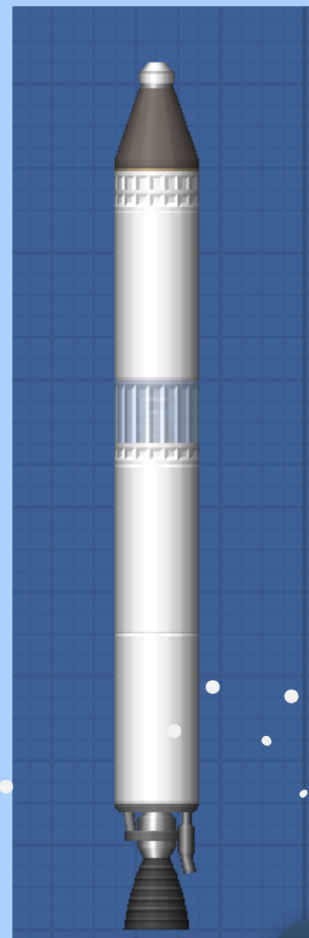
Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## FOGUETE COM ESTÁGIOS

Esse foguete é muito semelhante ao visto anteriormente, porém, esse conta com dois estágios ao invés de um.

Os estágios permitem que o foguete vá mais longe, já que cada um conta com uma certa quantidade de combustível e, quando esse combustível acaba, o tanque e o motor do estágio são ejetados do foguete.

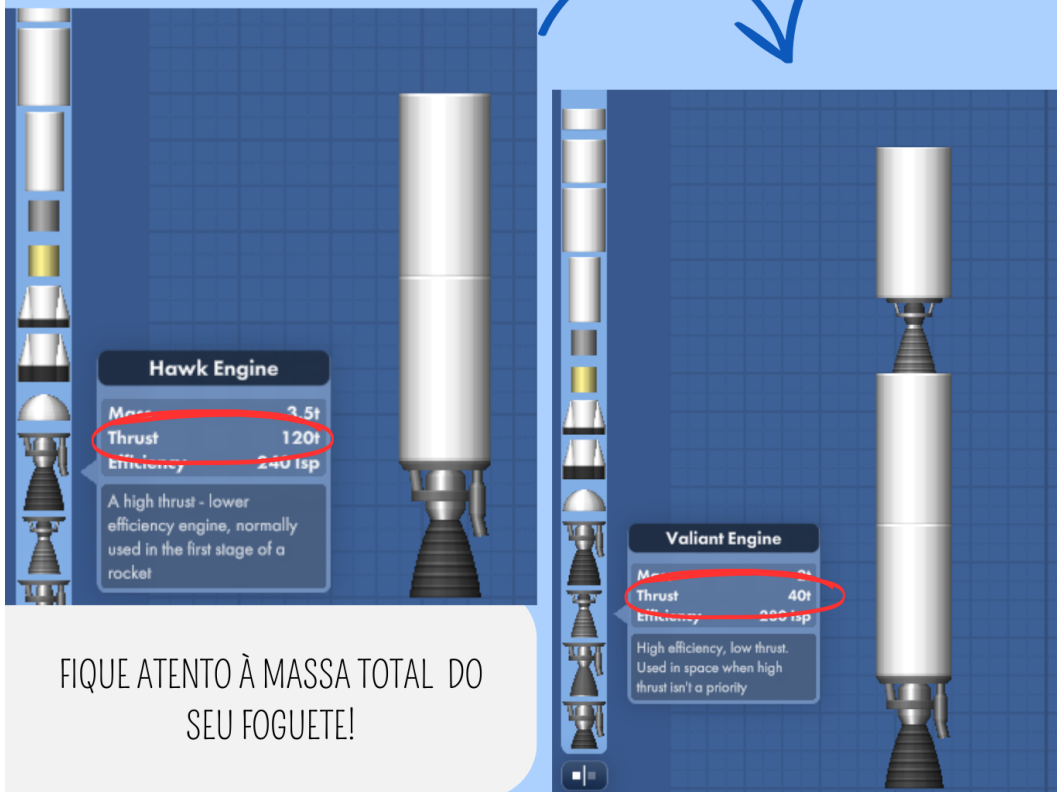
Isso faz com que o motor restante comece a usar seu combustível, tendo que carregar uma carga bem menor do que antes, já que partes do foguete foram ejetadas.



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

É importante sabermos que os motores estão relacionados aos estágios do foguete. O motor mais abaixo deve ser mais potente pois vai carregar todo o peso do veículo, o motor do segundo estágio pode ser mais compacto, já que vai carregar bem menos peso depois que for descartado o primeiro estágio do foguete.

## 1) MOTOR



## 2) TANQUES DE COMBUSTÍVEL

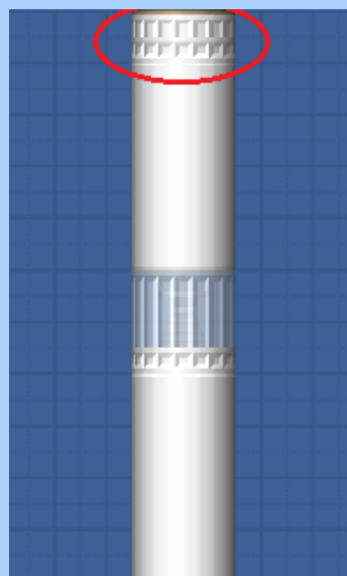
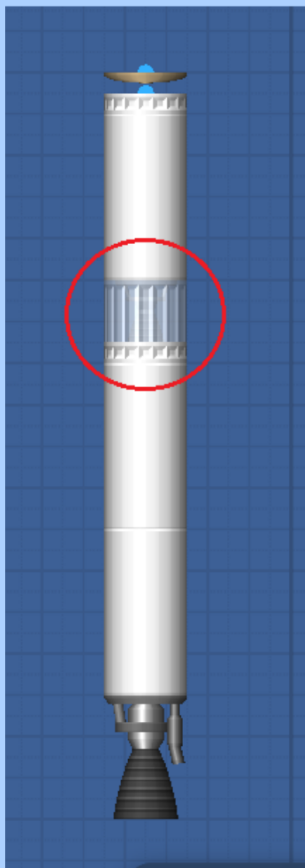
Sendo esse um foguete de dois estágios, os tanques superiores estão acima de um motor e todo o foguete está sobre o motor inferior.. Deve-se observar sempre quantas toneladas de combustível cada motor pode carregar.

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

### 3) SEPARADORES

Usados para separar os estágios do foguete, além de separar os tanques da cápsula. É preciso ter em mente que os separadores são clicáveis na hora do lançamento, permitindo separar partes do foguete.

Sempre coloque os separadores nos tanques inferiores a ele, se necessário essa peça se expande sozinha para chegar ao componente acima, isso é mostrado nas figuras.



#### OBSERVAÇÃO

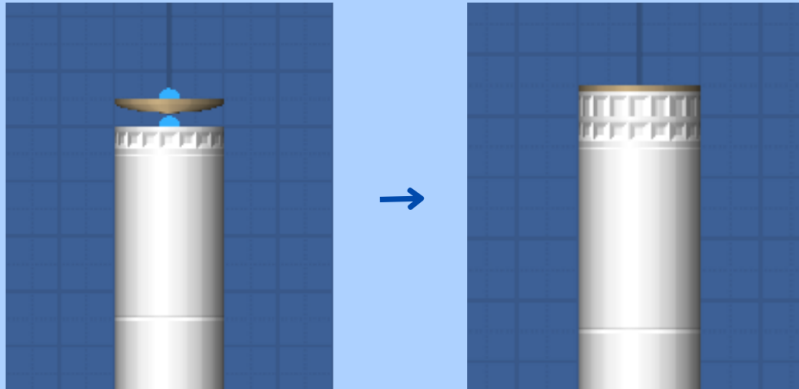
Na figura da esquerda, o separador foi colocado antes do motor, ligado a parte inferior de combustível. Automaticamente o separador se ajustou para cobrir o motor menor e ligar os tanques inferiores aos superiores.

O mesmo acontece com o escudo de calor no topo do foguete, ele deve ser colocado um pouco acima do separador, não encostando nele diretamente, o separador se ajusta à altura do escudo.

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

A Cápsula é o módulo de comando que pode carregar um astronauta, localizado nas partes Básicas e o Escudo é utilizado para descida do foguete. Seguem o mesmo padrão de foguetes mais simples.

## 4) CÁPSULA E ESCUDO DE CALOR



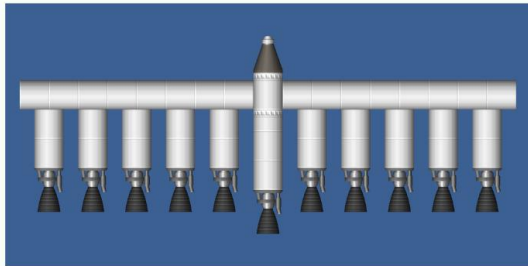
## 5) PARAQUEDAS



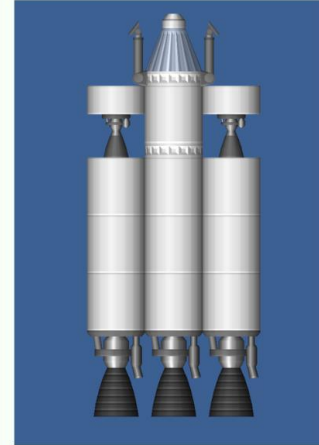
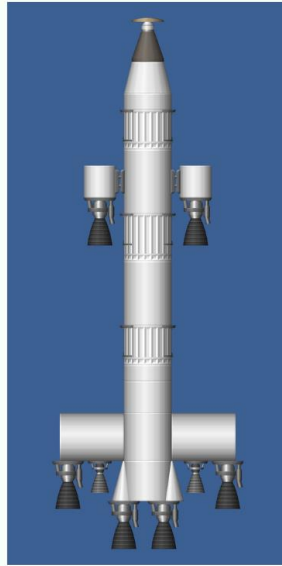
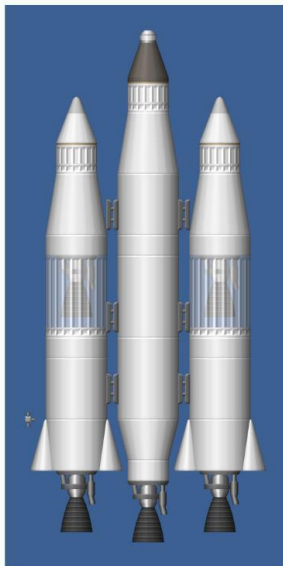
Localizado nos componentes Básicos do software. É colocado bem no topo do foguete, é necessário na hora das partes restantes do foguete voltarem para o chão em segurança.



Adaptando o que você aprendeu até agora, é possível construir o modelo que quiser! Tenha atenção ao peso dos foguetes e a localização dos componentes para que seja possível lançá-lo.



## EXEMPLOS



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Figura B 23 - Página 23

## RECURSOS ADICIONAIS



CANAL FREDERICO ANDRADE



Vídeos sobre os componentes e como construir os mais variados foguetes, para chegar a diferentes planetas.



GUIA DE CONSTRUÇÃO



Artigo em inglês com inúmeras explicações sobre a construção de foguetes simples até os mais complexos



PÁGINA APOIADORES



Site com diversos tipos de tutoriais e vídeos, feito inteiramente por fças do aplicativo.

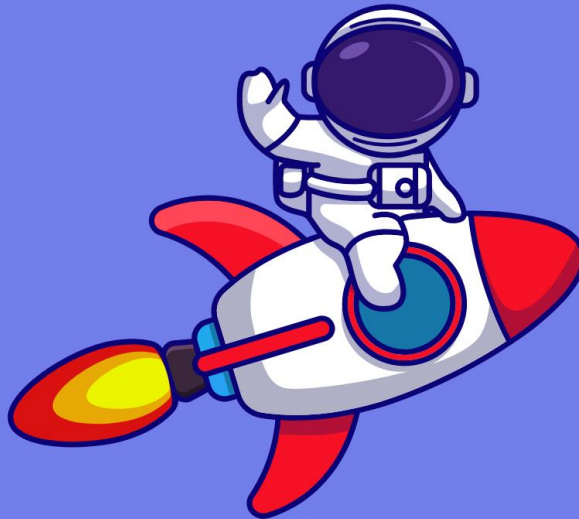


**CLIQUE SOBRE O NOME DO RECURSO OU ESCANEIE O QR CODE**

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Imagine e construa o foguete  
mais incrível...  
A partir daqui é com você.

# BOA VIAGEM!



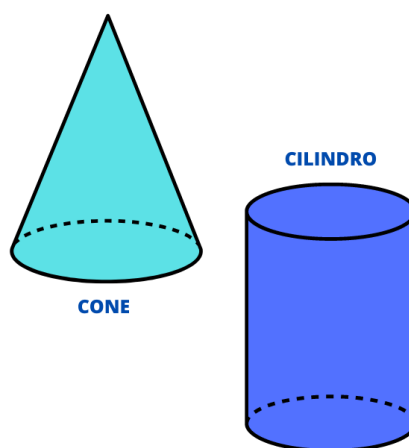
Esse tutorial foi desenvolvido por Sabrina da Silva com imagens extraídas e adaptadas do  
SpaceFlight Simulator.

Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## APÊNDICE C – PLANIFICAÇÕES COM RÉGUA E COMPASSO

Considerando que a construção do cone e do cilindro (Figura C1) para confecção do foguete gerou notável envolvimento dos estudantes com o uso das ferramentas e a produção de sólidos, a seguir será descrito o modelo utilizado na construção do cone, inspirando-se na construção do tronco do cone<sup>37</sup> com prolongamento dos seus traços, e do cilindro conhecendo as medidas do retângulo central da planificação<sup>38</sup>.

Figura C 1 - Sólidos utilizados na atividade



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Primeiramente, para que o aluno possa realizar essa construção, ele precisa ter alguns conhecimentos básicos, são eles:

- 1) Como utilizar a régua e o compasso: alguns estudantes nunca tiveram contato com essa ferramenta e seu uso na construção de figuras, identifique a ponta seca e a ponta do “lápiz” e como realizar o movimento para conseguir desenhar a circunferência desejada.
- 2) Elementos e expressões da circunferência: nas construções apresentadas nesse breve tutorial os alunos precisarão usar o raio e a equação da circunferência, então é interessante que os alunos sejam denominados e representados por meio de desenhos. Nesse momento o significado do  $\pi$  pode ser apresentado, indicando aos estudantes que representação dele será utilizado nas atividades (se 3, 3,14 ou algo mais preciso)

---

<sup>37</sup> Baseada no Vídeo “Técnicas de traçagem - Planificação do Tronco de Cone”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wIskJlAtsEw>>. Acesso em: 05 mar 2023.

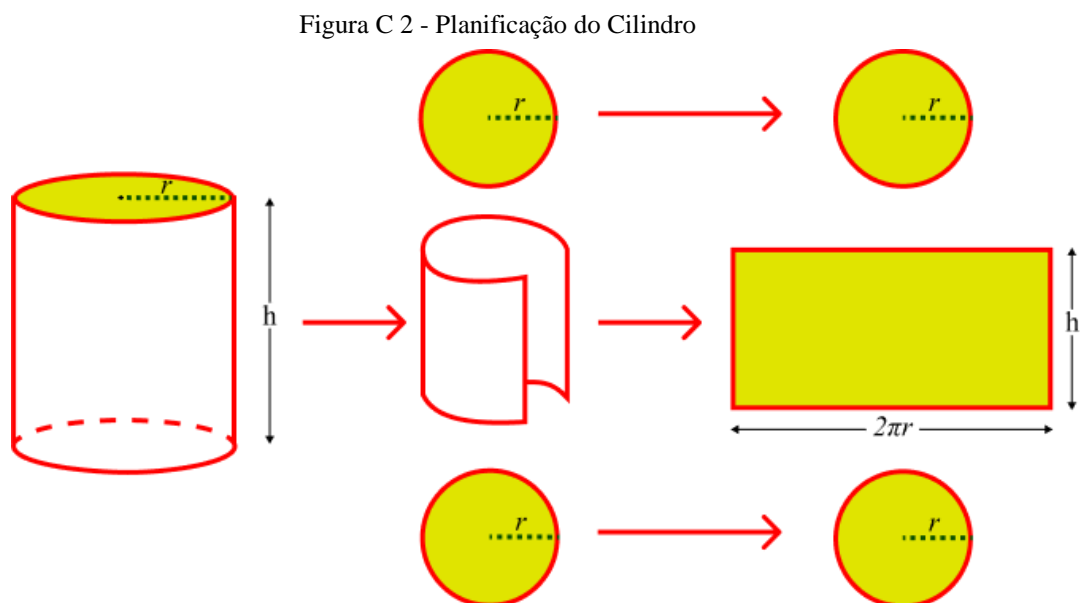
<sup>38</sup> Baseada no Vídeo “Construir um retângulo conhecendo a medida dos lados”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=D6Fwt9Y2re0>>. Acesso em: 07 mar 2023.

- 3) Como acontece a solidificação do cone e do cilindro: mostre aos alunos sólidos já construídos e as planificações, identificando a relação das bases circulares com as superfícies laterais dos sólidos que serão construídos. Permita que os alunos explorem o material, para posteriormente relacioná-lo com o desenho usando régua e compasso.

Isto posto, é possível iniciar a construção do cilindro e do cone. O cilindro tende a ser mais fácil de ser construído, visto que necessita de mais cuidado para o retângulo central, enquanto as bases podem ser feitas com um movimento do compasso. Pensando nisso, iniciaremos a construção pelo retângulo central.

Utilize um material resistente se deseja montar os sólidos posteriormente.

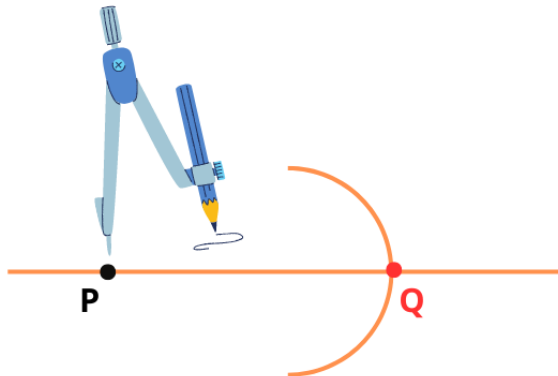
- a) Primeiramente, vamos organizar as informações que temos. Sabendo a altura do cilindro e o raio da base circular conseguimos realizar essa construção, então, Para fins de exemplo, nossa construção será de um cilindro com 6 cm de altura e 4 cm de raio. Como demonstrado na Figura C2, quando juntamos as pontas do retângulo central, as bases circulares devem encaixar na parte superior e inferior do retângulo, mostrando uma relação entre o comprimento do retângulo central planificado e o comprimento da circunferência da base. Assim, para sabermos a última informação necessária da construção com régua e compasso, o comprimento do retângulo central, calculamos o comprimento da circunferência usando a equação  $C = 2 \pi r$ .



Fonte: Adaptado do site Só Matemática

- b) Realizado o cálculo, agora temos todas as medidas da construção: a altura do cilindro, o comprimento do retângulo central e o raio da base utilizada. Iniciamos com a construção do cilindro traçando uma linha horizontal de tamanho maior que o comprimento do retângulo calculado.
- c) Nessa linha marque um ponto P inicial. Com a ponta seca do compasso em P e a abertura dele da medida do comprimento do retângulo, trace a intersecção da circunferência formada com a linha inicial. Marque o ponto Q da intersecção (como ilustrado na Figura C3).

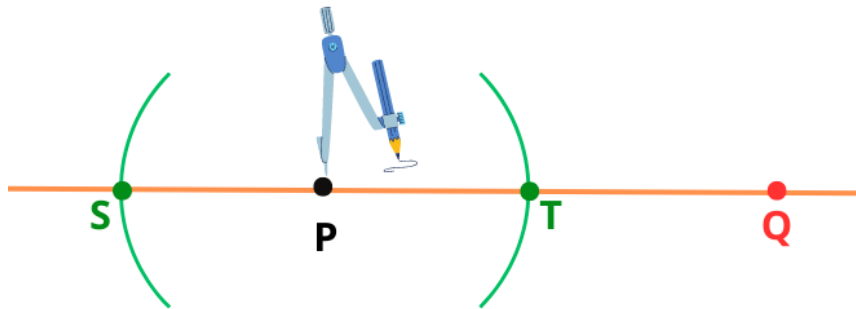
Figura C 3 - Passo (c)



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- d) Agora, construiremos duas retas perpendiculares nesses pontos, sabendo que nosso objetivo é construir um retângulo com quatro ângulos de 90 graus. Para fazer isso realizamos a construção a seguir analogamente nos dois pontos, P e Q.
- e) Fazendo a construção no ponto P, iniciamos abrindo uma medida qualquer no compasso. Com a ponta seca em P, desenhemos a circunferência e marcamos os pontos de intersecção S e T (como ilustrado na Figura C4).

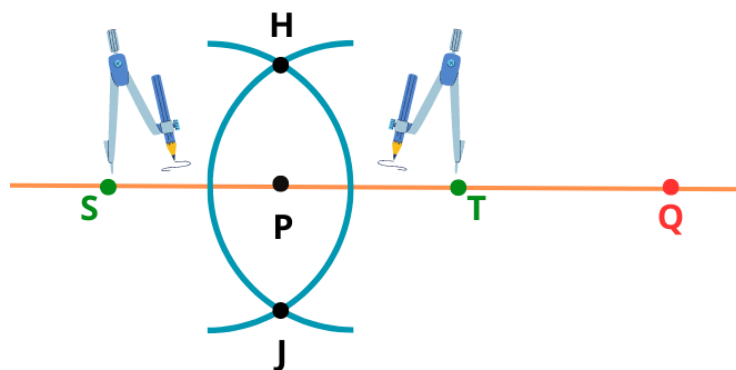
Figura C 4 - Passo (e)



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- f) Após isso, com a abertura do compasso um pouco maior que a medida do segmento SP, coloque a ponta seca em S e trace a circunferência **f**, faça o mesmo no ponto T e trace a circunferência **g**, marque os pontos de intersecção H e J entre as circunferências, acima e abaixo da linha central, como na Figura C5.

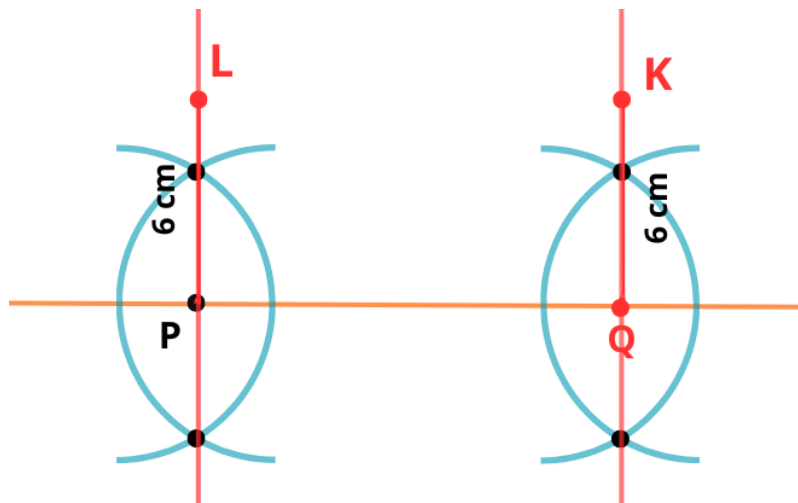
Figura C 5 - Passo (f)



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- g) Trace a reta HJ e para completar a construção do lado relacionado a altura do retângulo central use a régua para medir, em nosso caso marcaremos 6 cm na reta HJ.
- h) Realize o mesmo processo no ponto Q e a construção estará quase completa, conforme mostra a Figura C6.

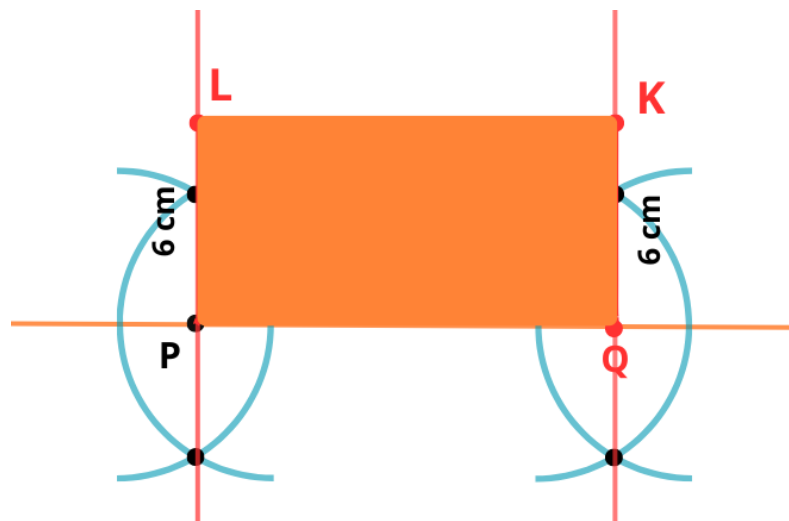
Figura C 6 - Passo (h)



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- i) Depois é só conectar os pontos L, K, Q e P e formar o retângulo central do cilindro, com as medidas desejadas (Figura C6)

Figura C 7 - Passo (i)

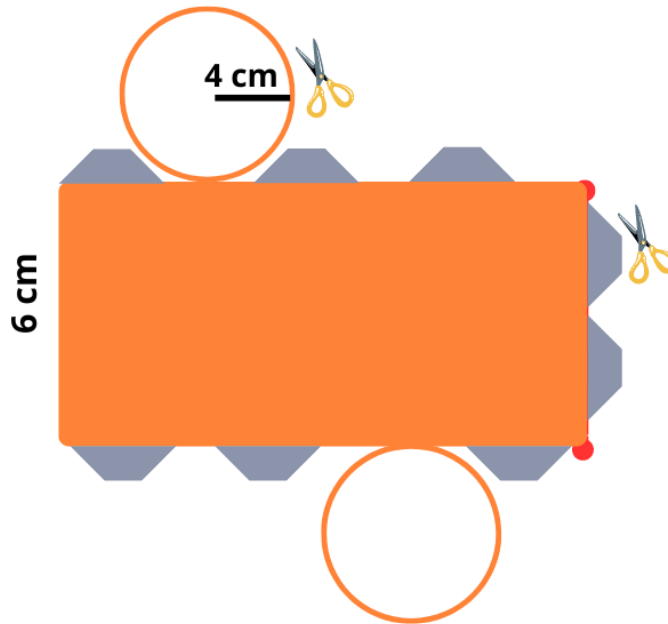


Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- j) Para finalizar a construção, abra a abertura do compasso no tamanho do raio da base circular que vai utilizar e desenhe dois círculos, um de cada lado da figura. Para uma montagem melhor do sólido indicamos desenhar abas antes de recortar a planificação, como ilustrado na Figura C7).



Figura C 8 - Passo (j)

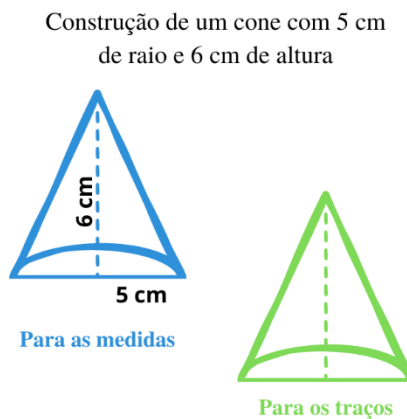


Fonte: Produzido pela Autora (2023)

Agora, partindo para a construção do cone:

- a) Para dar início a construção do cone, primeiramente é interessante desenhar duas perspectivas da figura a ser representada. Uma delas com as medidas do cone (tamanho da base e altura) e outra como base para os traçados que vão permitir a planificação correta do sólido, como demonstrado na Figura C2. Essa primeira parte pode ser feita em uma folha de ofício, para a planificação posterior recomenda-se um material mais resistente.

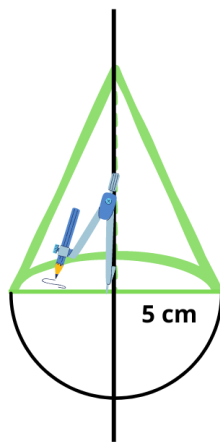
Figura C 9 - Perspectivas necessárias para a construção



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- a) O segundo passo é o traçado do desenho em verde. Primeiramente prolonga-se a linha central para cima e para baixo, de modo que seja possível visualizar intersecções com traçados posteriores.
- b) Depois disso, colocando a ponta seca do compasso na intersecção da linha central com a base do cone e abrindo o compasso na mesma medida do raio dessa base, desenha-se uma meia circunferência, como ilustrado na Figura C3.

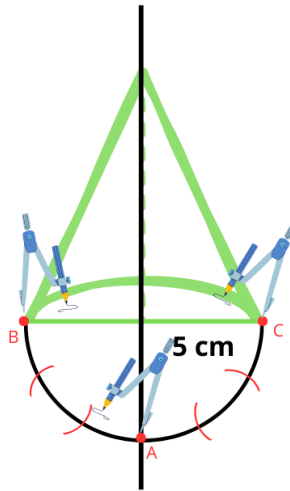
Figura C 10 - Construção de semicircunferência



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- c) Com essa mesma medida no compasso, inicia-se uma marcação na circunferência utilizando o compasso. Com a ponta seca no ponto A representado na Figura C4, marque os pontos de intersecção da circunferência resultante dessa medida com a semicircunferência desenhada no passo anterior. Faça o mesmo com a ponta seca em B e C. Essas marcações dividirão a semicircunferência em 6 partes iguais.

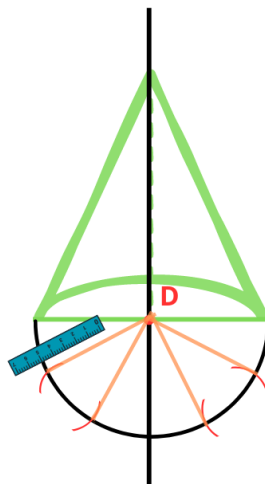
Figura C 11 - Divisões da semicircunferência



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- d) Estendemos segmentos desses pontos de intersecção até o ponto de intersecção da linha central (Ponto D) com a base da representação original da construção, tal como mostra a Figura C5.

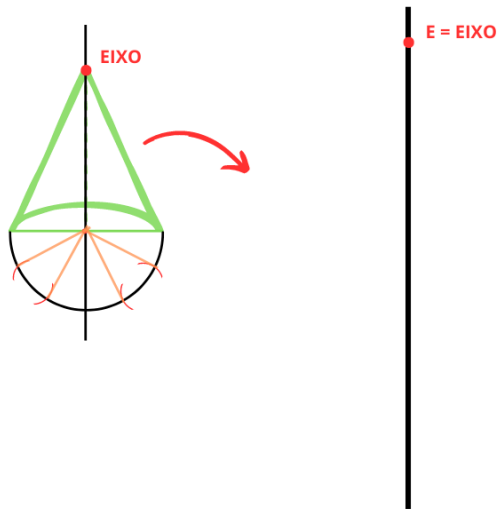
Figura C 12 - Traçado de Segmentos



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

- e) Essa representação é chamada de meia vista e ela está dividida em 6 partes iguais. Com isso, é possível iniciar a planificação do sólido de fato. Primeiramente é feita uma linha central, com comprimento superior as linhas laterais (geratrizes) da representação do cone (Figura C6). Nessa linha central marca-se um ponto E inicial, representando o ponto de intersecção das linhas laterais do cone e da linha central na representação anterior.

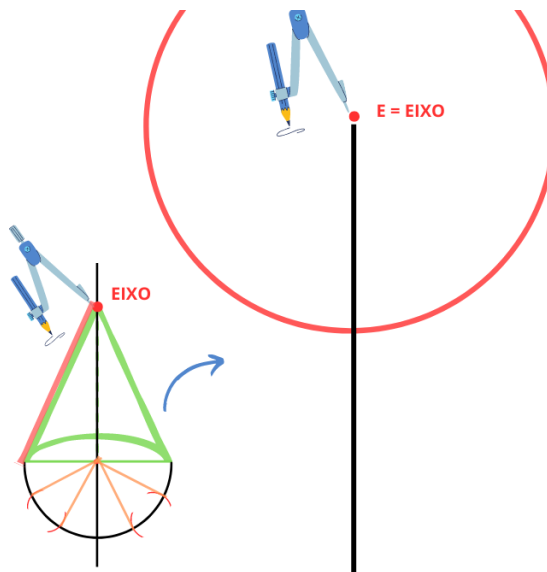
Figura C 13 - Início da Planificação



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

f) Sabendo disso, com a régua e o compasso desenha-se a representação da direita a partir dos traços e das medidas da representação da esquerda. Primeiro, com a ponta seca do compasso no ponto Eixo da construção da esquerda (destacada em verde), mede-se a linha lateral do cone (geratriz) com a abertura do compasso. Essa medida deve ser mantida na nova construção, onde, com a ponta seca no ponto E, desenha-se a circunferência resultante da medida das linhas geratriz, como na Figura C7.

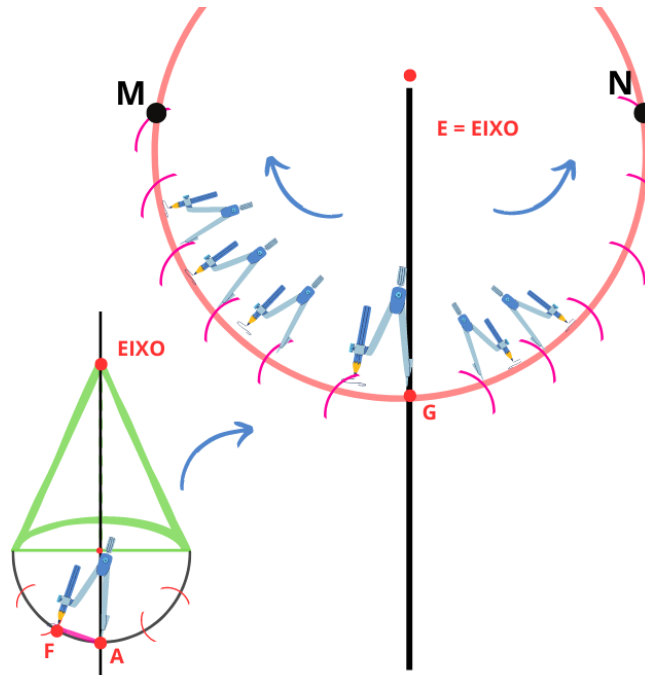
Figura C 14 - Circunferência com raio da medida da geratriz



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

g) O passo seguinte consiste em dividir essa circunferência em 12 partes iguais, baseado nas medidas dos pontos de intersecção da semicircunferência da construção anterior, representado na Figura C8. Com a ponta seca no Ponto A, meça a distância do ponto A até a intersecção seguinte (Ponto F). Com essa abertura no compasso, trace 6 intersecções para cada lado do ponto G da nova construção. Isso pode ser feito colocando a ponta seca em cada ponto traçado e marcando o seguinte.

Figura C 15 - Divisão da circunferência

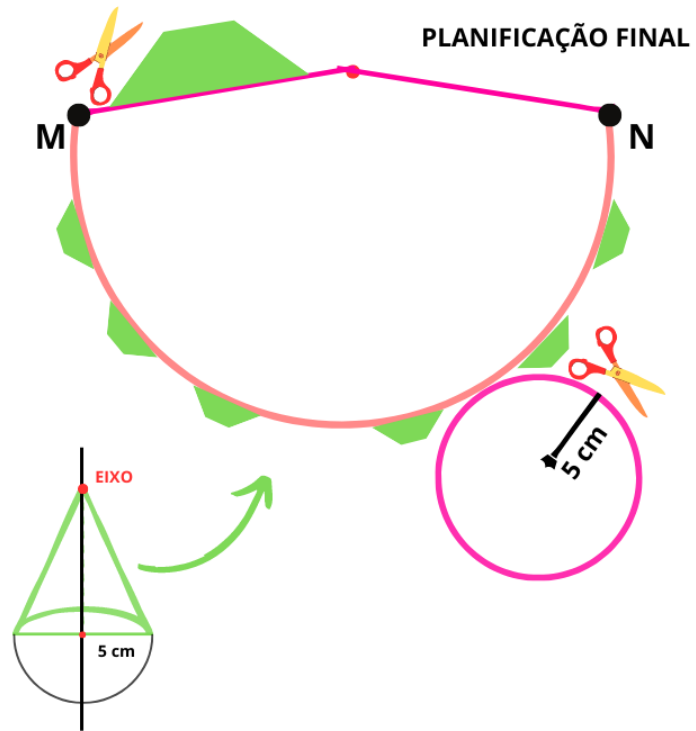


Fonte: Produzido pela Autora (2023)

h) Em seguida, trace os segmentos formados pelos pontos M e N e o ponto E. Esses são os limites da construção, onde você recortará após o término do desenho.

i) Finalizando, desenhe a base do cone com o compasso, junto à parte lateral construída até o momento. Para ficar mais fácil de montar, indicamos desenhar e recortar abas para montagem do sólido (Figura C9). Após isso, recorte esses elementos em uma mesma figura, dando formato e colando para finalizar.

Figura C 16 - Planificação Final



Fonte: Produzido pela Autora (2023)

## APÊNDICE D – FOLHAS DO DIÁRIO DE BORDO

Seu Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**QUAL A ATIVIDADE DO DIA?**

-----  
-----  
-----  
-----



## DIÁRIO DE BORDO

**QUAIS ETAPAS DO PROJETO FORAM REALIZADAS HOJE?**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

**VOCÊ TEVE ALGUMA DIFICULDADE? SE SIM, TENTE DESCREVER UM POUCO DO QUE PENSOU SOBRE ELA**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

**QUAIS OS CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE?**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

**ANOTAÇÕES:**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

**QUER DESENHAR ALGUMA COISA? VÁ EM FRENTE!**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

## **ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **PESQUISA: Astronomia e Matemática em Sala de Aula: Explorando o SpaceFlight Simulator e a Construção com Régua e Compasso COORDENAÇÃO: Prof.<sup>a</sup> Dra. Andréia Dalcin**

**Para crianças e adolescentes (menores de 18 anos) e para legalmente incapaz.**

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Astronomia e Matemática em Sala de Aula: Explorando o SpaceFlight Simulator e a Construção com Régua e Compasso”, realizada pela estudante de graduação em Licenciatura em Matemática Sabrina da Silva, e-mail [dasilvasabrina476@gmail.com](mailto:dasilvasabrina476@gmail.com) e coordenada pela professora Andréia Dalcin, Departamento de Ensino e Currículo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail [andreaia.dalcin@ufrgs.br](mailto:andreaia.dalcin@ufrgs.br).

Com essa pesquisa, queremos investigar as potencialidades do uso de astronomia no ensino e aprendizagem de matemática, trabalhando com a modelagem e com softwares para pesquisa e criação de protótipos.

O estudo será realizado presencialmente, durante as aulas de matemática da turma. Devido ao tempo, a professora regente usará o que for desenvolvido como parte da avaliação do último bimestre, sendo ideal que todos participem. Porém, o que for produzido por você só será utilizado na pesquisa mediante a sua autorização e a de seus responsáveis. O importante é que com a participação na pesquisa você estará contribuindo com o desenvolvimento da ciência, no caso, com a compreensão da aprendizagem matemática

Você só participa da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os seus pais (ou responsáveis) autorizaram você a participar desta pesquisa, caso você deseje. Você não precisa se identificar e está livre para participar ou não. Caso inicialmente você deseje participar, posteriormente você também está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. O responsável por você também poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Você não terá nenhum custo e poderá consultar o(a) pesquisador(a) responsável sempre que quiser, por e-mail ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida.

Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões, artigos científicos e trabalhos acadêmicos. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa.

Se você ou os responsáveis por você tiver(em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou riscos relacionados ao estudo, você deve contatar o(a) responsável por esta pesquisa, prof.<sup>a</sup> Dra. Andréia Dalcin, do Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação da UFRGS, pelo email [andreaia.dalcin@ufrgs.br](mailto:andreaia.dalcin@ufrgs.br).



## CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Diante das explicações, eu aceito participar da pesquisa **Astronomia e Matemática em Sala de Aula: Explorando o SpaceFlight Simulator e a Construção com Régua e Compasso**. Entendi as coisas legais e as coisas desconfortáveis que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir de participar da pesquisa e que ninguém vai ficar bravo ou chateado comigo.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Forneça o seu nome e coloque sua assinatura a seguir.

Nome: \_\_\_\_\_

Data: Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

\_\_\_\_\_  
Participante

\_\_\_\_\_  
Pesquisador(a) responsável

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do membro da equipe que apresentar o TALE)

<b>Nome Pesquisadora:</b> Sabrina da Silva
<b>Cargo/função:</b> Pesquisadora Responsável
<b>E-mail:</b> <a href="mailto:dasilvasabrina476@gmail.com">dasilvasabrina476@gmail.com</a>
<b>Instituição:</b> Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>Endereço:</b> Av. Universitária, 197, Viamão/RS
<b>Telefone:</b> (51) xxxxxxxx

## ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) aluno(a) \_\_\_\_\_, da turma 7A (7º ano), declaro, por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada **Astronomia e Matemática em Sala de Aula: Explorando o SpaceFlight Simulator e a Construção com Régua e Compasso**, desenvolvida pela pesquisadora Sabrina da Silva. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Andréia Dalcin, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone (51) xxxxxxxx ou e-mail andreia.dalcin@ufrgs.br.

Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Investigar as potencialidades da Astronomia como tema contextualizador e motivador do ensino de matemática;
- Aplicar atividades didáticas envolvendo a metodologia STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática);

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) serão apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade.

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de pesquisas e produção de protótipos. Como esse estudo será realizado durante as aulas de matemática, o que for desenvolvido fará parte da avaliação bimestral da disciplina, porém o aluno ainda pode permanecer fora da pesquisa. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc, com o rosto oculto e sem identificação. Esses dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar algum constrangimento ao precisarem responder a algumas perguntas sobre o desenvolvimento de seu trabalho na escola. A fim de amenizar este desconforto será mantido o anonimato dos estudantes. Além disso, asseguramos que o estudante

poderá deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação

Como benefícios, esperamos com este estudo, produzir informações importantes sobre as potencialidades da Astronomia no ensino de matemática e sobre a construção de conhecimento na abordagem STEAM, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes para a área educacional.

A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar a pesquisadora responsável no endereço Rua Castro Alves, 526, Canoas-RS / telefone (51) xxxxxxxx/e-mail andreia.dalcin@ufrgs.br

Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de outubro de 2022.

Assinatura do Responsável:

Assinatura da Pesquisadora: