

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO

MATHEUS NAVI DOS SANTOS SILVA

UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ASTRONOMIA
OBSERVACIONAL COM O INSTRUMENTO
PROJETOR ESTELAR

ARARAS – SP

2021

Matheus Navi dos Santos, Silva

Uma proposta de ensino de astronomia observacional
com o instrumento Projetor Estelar / Silva Matheus Navi
dos Santos -- 2021.
128f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): João Teles de Carvalho Neto
Banca Examinadora: George Barbosa da Silva, Estéfano
Vizconde Veraszto
Bibliografia

1. Ensino de astronomia. 2. Espaços Não-Formais de
Educação. 3. Tecnologia da informação e comunicação. I.
Matheus Navi dos Santos, Silva. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083

Matheus Navi dos Santos Silva

**Uma proposta de ensino de astronomia observacional
com o instrumento Projetor Estelar**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Carlos.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto

Araras – SP

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Matheus Navi dos Santos Silva, realizada em 10/11/2021.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto (UFSCar)

Prof. Dr. George Barbosa da Silva (UFMT)

Prof. Dr. Estéfano Vizconde Veraszto (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

Dedico este trabalho à toda minha família.

E todos aqueles que lutam por uma educação de qualidade e para todos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais e à minha irmã, por estarem sempre ao meu lado e possuírem um papel muito importante na pessoa que sou hoje. Sou grato pelo exemplo de vocês, o apoio emocional e os constantes incentivos. Assim como todas as demonstrações da importância de sempre se aprimorar e buscar mais conhecimento. Obrigado pelo amor e carinho.

Também agradeço minha namorada Jessie, por ser minha companheira de vida e por cuidar de nossos filhos de outra espécie, Corico e Goliro. Sou grato pelo apoio dado durante todos os momentos deste trabalho, inclusive me ajudando na correção de algumas partes. Agradeço por você gostar de observar o céu comigo e pelo nosso amor.

Gostaria de agradecer o professor Dr. João Teles, um excelente profissional que tive o prazer de conhecer durante minha graduação e tenho profunda admiração. Obrigado por confiar em mim para a execução deste trabalho e permitir que sempre tivéssemos uma boa comunicação. Sou muito grato por ter aprendido tanto e por todas as ideias que discutimos e debatemos, foi uma honra.

Agradeço também os integrantes da banca, professores Dr. George Barbosa da Silva e Dr. Estéfano Vizconde Veraszto, por se disponibilizarem a ler meu trabalho e realizarem indicações e questionamentos que foram muito importantes para a sua conclusão. Faço também uma menção ao professor Dr. Paulo César de Faria, que mesmo como suplente, agregou e auxiliou a conclusão deste trabalho com sugestões e seu poder de síntese. Sou grato a todos os professores da pós-graduação e a excelente sensação que sentia durante as aulas.

Sou grato a todos meus amigos e amigas acadêmicos. Foi muito bom ensinar e aprender com vocês. Encontrei pessoas incríveis e que contribuem demais para a educação em nosso país.

Agradeço todos os outros familiares que direta ou indiretamente me auxiliaram durante este processo.

Por fim, agradeço todos os profissionais de educação das escolas na qual eu ministrei aulas, pelas trocas de experiência e auxílio. Também agradeço os funcionários destas instituições e os demais funcionários da UFSCar campus Araras, por serem suporte do funcionamento e manutenção deste espaço.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

O ensino de astronomia abrange uma grande gama de conceitos em seu escopo e é amplamente auxiliada com instrumentos educacionais, pois estes permitem compreender e/ou visualizar melhor os fenômenos celestes. Para complementar este cenário buscamos indicar e discutir as possibilidades educacionais de um novo aparato, que foi desenvolvido por nós e denominado de [Projektor Estelar](#), o qual é composto por um conjunto de motores elétricos que são automatizados e controlam a direção de um apontador laser. A partir do potencial didático do aparato, este trabalho tem como objetivo desenvolver sequências didáticas voltadas para os [Espaços Não-Formais de Educação](#), com um foco na astronomia observacional. Para isto, realizamos uma revisão de literatura para compreender a área de ensino de astronomia no Brasil, assim como uma análise dos principais documentos oficiais que orientam as práticas educacionais e os aspectos que delimitam os [Espaços Não-Formais de Educação](#). Para complementar o processo de observação do céu também utilizamos dos referenciais da história da ciência, buscando tornar as práticas mais humanizadas e estabelecendo relações entre os aspectos culturais de diferentes povos com a astronomia. Este estudo teórico serviu como base para a elaboração de diferentes práticas educacionais que compõem as [Sequências didáticas](#). Na metodologia de pesquisa elucidamos como foi realizada a confecção das [Sequências didáticas](#), quais os parâmetros e procedimentos realizados. Apresentamos nas [Sequências didáticas](#) os principais conceitos que podem ser explorados pelo [Projektor Estelar](#), como dinâmica da esfera celeste, movimento retrógrado dos planetas, eclíptica e movimentos do Sol, fases da Lua e constelações. Nas partes finais deste trabalho apresentamos uma análise dos testes práticos realizados com o [Projektor Estelar](#) e tecemos algumas considerações sobre desdobramentos e projetos futuros que podem ser seguidos a partir desta pesquisa.

Palavras-chave: Ensino de astronomia, [Espaços Não-Formais de Educação](#), [Tecnologia da informação e comunicação](#).

Lista de ilustrações

Figura 1 – Disposição geral do aparato do Projetor Estelar e seus acessórios. a) Montagem sobre tripé conforme esperado para observações do céu. b) Vista próxima do aparato ao lado de um <i>smartphone</i> para operação do equipamento.	35
Figura 2 – Visão em perspectiva da estrutura mecânica do Projetor Estelar que consiste em a) base octogonal (em roxo), b) duas torres de sustentação (em amarelo e azul claro), c) suporte do motor móvel (em vermelho e verde) e d) suporte do laser (em azul escuro).	36
Figura 3 – Visão em perspectiva da base octogonal do Projetor Estelar.	37
Figura 4 – Visão em perspectiva das torres de sustentação do Projetor Estelar.	38
Figura 5 – Visão em perspectiva do suporte do motor de passo móvel do Projetor Estelar.	39
Figura 6 – Visão em perspectiva do suporte do laser do Projetor Estelar.	39
Figura 7 – Diagrama esquemático do Projetor Estelar demarcado pela região tracejada adjacente à representação do dispositivo móvel com o qual ele se comunica.	40
Figura 8 – Janela de comunicação no aplicativo starProweb do Projetor Estelar (PE).	46
Figura 9 – Janela de calibração no aplicativo starProWeb do PE.	48
Figura 10 – Janela de navegação no aplicativo starProWeb do PE.	50
Figura 11 – Altura da estrela Rigil Kentaurus	62
Figura 12 – Representação polo celeste sul em uma latitude de 90°	63
Figura 13 – Representação polo celeste norte em uma latitude de 90°	63
Figura 14 – Representação da linha do equador celeste.	64
Figura 15 – Representação do céu para um observador em latitude 0°	65
Figura 16 – Altura (verde) do polo sul celeste (azul) na cidade de Campinas.	66
Figura 17 – Movimento aparente do Cruzeiro do Sul.	67
Figura 18 – A estrela Sirius no dia 22 de maio de 2020 às sete horas da noite.	74
Figura 19 – A estrela Sirius no dia 23 de maio de 2020 às sete horas da noite.	74
Figura 20 – Inclinação da eclíptica ao longo do ano. (a) Março de 2020 - outono (b) Junho de 2020 - Inverno (c) Setembro de 2020 - Primavera (d) Dezembro de 2020 - verão	86
Figura 21 – Diferença de inclinação entre a eclíptica e o equador celeste durante o inverno.	87
Figura 22 – Representação da órbita de Vênus	91
Figura 23 – Marte em relação ao fundo de estrelas - 1	92

Figura 24 – Marte em relação ao fundo de estrelas - 2	92
Figura 25 – Inclinação da órbita lunar	94

Lista de tabelas

Tabela 1 – Medidas experimentais PE	101
Tabela 2 – Fases da Lua Janeiro 2021	116
Tabela 3 – Fases da Lua Fevereiro 2021	117
Tabela 4 – Fases da Lua Março 2021	117
Tabela 5 – Fases da Lua Abril 2021	118
Tabela 6 – Fases da Lua Maio 2021	119
Tabela 7 – Fases da Lua Junho 2021	119
Tabela 8 – Fases da Lua Julho 2021	120
Tabela 9 – Fases da Lua Agosto 2021	121
Tabela 10 – Fases da Lua Setembro 2021	121
Tabela 11 – Fases da Lua Outubro 2021	122
Tabela 12 – Fases da Lua Novembro 2021	123
Tabela 13 – Fases da Lua Dezembro 2021	124

Lista de quadros

Quadro 1 – Funcionalidades do laser do Projetor Estelar	51
Quadro 2 – Funcionalidades dos motores do Projetor Estelar	51
Quadro 3 – Instruções para usar as funcionalidades do Projetor Estelar através do software	52

Lista de abreviaturas e siglas

BNCC Base Nacional Curricular Comum. 18–20, 55

ENFE Espaços Não-Formais de Educação. 4, 10, 14, 15, 23, 25–31, 55–58, 104–106

IAU União Astronômica Internacional. 97, 99

LDB Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. 17

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais. 16–18, 20

PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.
17

PE Projetor Estelar. 4, 5, 7, 10, 13–15, 32–35, 37, 40–48, 50, 52–57, 59, 69–71, 77, 78, 83,
84, 89, 95, 98–107, 114

SD Sequências didáticas. 4, 10, 14, 15, 53–59, 100, 102–107

TIC Tecnologia da informação e comunicação. 4, 10, 15, 22, 31, 32

UFSCar Universidade Federal de São Carlos. 13

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Orientações curriculares	16
2.2	Ensino de astronomia no Brasil atualmente	21
2.3	Ensino de astronomia para uma melhor compreensão da natureza da ciência	23
2.4	Espaços Não-Formais de Educação	25
2.4.1	Educação intencional	26
2.4.2	Definição de espaços não-formais	27
2.4.3	Evolução dos espaços não-formais	29
2.5	Tecnologia da informação e comunicação	31
3	MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1	Projeto Estelar	33
3.1.1	Estrutura mecânica	35
3.1.2	Hardware eletrônico	40
3.1.3	Software e códigos de programação	43
3.1.4	Operação do Projeto Estelar	45
3.2	Metodologia de pesquisa	52
3.2.1	Formas de avaliação das Sequências didáticas	57
4	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	59
4.1	Esfera Celeste e padrão das estrelas no céu	59
4.1.1	Objetivos	59
4.1.2	Habilidades a serem desenvolvidas	59
4.1.3	Conteúdo	60
4.1.4	Roteiro	69
4.1.5	Funcionalidades do Projeto Estelar	71
4.2	Astronomia e o conceito de tempo	71
4.2.1	Objetivos	71
4.2.2	Habilidades a serem desenvolvidas	72
4.2.3	Conteúdo	72
4.2.4	Roteiro	77
4.2.5	Funcionalidades do Projeto Estelar	78
4.3	As estrelas e a geolocalização	78

4.3.1	Objetivos	78
4.3.2	Habilidades a serem desenvolvidas	79
4.3.3	Conteúdo	79
4.3.4	Roteiro	83
4.3.5	Funcionalidades do Projetor Estelar	84
4.4	O Sol	84
4.4.1	Objetivos	84
4.4.2	Habilidades a serem desenvolvidas	84
4.4.3	Conteúdo	85
4.4.4	Roteiro	89
4.4.5	Funcionalidades do Projetor Estelar	90
4.5	Os planetas e a Lua	90
4.5.1	Objetivos	90
4.5.2	Habilidades a serem desenvolvidas	90
4.5.3	Conteúdo	90
4.5.4	Roteiro	94
4.5.5	Funcionalidades do Projetor Estelar	96
4.6	Constelações	96
4.6.1	Objetivos	96
4.6.2	Habilidades a serem desenvolvidas	96
4.6.3	Conteúdo	97
4.6.4	Roteiro	98
4.6.5	Funcionalidades do Projetor Estelar	99
4.7	Testes experimentais do Projetor Estelar	100
5	CONCLUSÃO	104
	REFERÊNCIAS	108
	Glossário	114
	APÊNDICES	115
	APÊNDICE A – CARTILHA DE OBSERVAÇÕES	116
A.1	Janeiro 2021	116
A.2	Fevereiro 2021	116
A.3	Março 2021	117
A.4	Abril 2021	118
A.5	Mai 2021	118

A.6	Junho 2021	119
A.7	Julho 2021	119
A.8	Agosto 2021	120
A.9	Setembro 2021	121
A.10	Outubro 2021	122
A.11	Novembro 2021	122
A.12	Dezembro 2021	123

1 Introdução

Embora o ensino de astronomia seja importante para a formação científica e cultural dos indivíduos, ainda existe um longo caminho a ser percorrido com o objetivo de sanar alguns dos problemas educacionais existentes (LANGHI; NARDI, 2016); (LANGHI; OLIVEIRA; VILAÇA, 2018). Por conseguinte, boas práticas educacionais devem ser realizadas e compartilhadas através de pesquisas e relatos de experiências. Entre elas, destacam-se ações que também ocorrem fora do ambiente escolar, pois estas auxiliam na divulgação, disseminação e possibilidade de experienciar os fenômenos da astronomia (MORAES; SILVEIRA, 2020; MARQUES et al., 2020).

Com o intuito de promover e facilitar o ensino de astronomia e na tentativa de criar uma cultura científica na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) campus Araras, assim como na cidade e região como um todo. Neste sentido, foram e estão sendo desenvolvidos trabalhos envolvendo: cursos de extensão para professores da educação básica (CARVALHO NETO et al., 2013), a construção de um observatório a olho nu (CARVALHO NETO, 2015), experimentos colaborativos (CARVALHO NETO et al., 2015), ensino de astronomia nos anos iniciais (BARAI et al., 2016) e no ensino médio (CARVALHO NETO et al., 2017) e o *Projeto Estelar* (SILVA; PEDERSEN; CARVALHO NETO, 2020).

Entre as atividades que são realizadas de forma mais frequente, temos o evento “Jornada das Estrelas” que conta com 15 edições desde 2009, na qual escolas e pessoas da cidade e região visitam a universidade para assistirem palestras, utilizarem os telescópios, assim como são propiciados momentos para observação do céu em grupos.

Durante esses momentos de observação do céu, nosso grupo de monitores se deparava com momentos em que alguns participantes se mostravam em dúvida sobre qual o astro se estava observando. Para amenizar essa dificuldade, começamos a utilizar um *indicador laser* verde para guiar a observação, o que se mostrou eficiente e chamava a atenção dos espectadores. Isto ocorre devido ao espalhamento da luz produzido na atmosfera ser pronunciado e permitir a visualização do caminho percorrido pelo feixe em um céu suficientemente escuro. A impressão que se tem é que o feixe de luz alcança a abóboda celeste, indicando muito bem o astro.

Pensando no potencial desse recurso para o ensino da astronomia, principalmente da astronomia observacional, foi desenvolvido um instrumento chamado de “Apontador Estelar” associado ao trabalho de conclusão de curso de Pedersen (2018). Esse instrumento era constituído pelo mesmo *indicador laser* que utilizávamos em nossas exposições astronômicas mas que, ao invés de ser movido manualmente, era anexado a um sistema de

movimentação motorizado e controlado por um programa de computador via uma placa [Arduino](#) (SILVA; PEDERSEN; CARVALHO NETO, 2020). O trabalho de Pedersen (2018) foi bem sucedido ao desenvolver um protótipo funcional que demonstrava a viabilidade prática desse instrumento. Dessa experiência, implementamos aprimoramentos importantes no Apontador Estelar – os quais são pormenorizados no capítulo 3.1 – passando a denominá-lo de [Projeto Estelar \(PE\)](#). O motivo da mudança de nome deve-se à percepção de que o instrumento vai além da identificação dos astros pelo direcionamento do feixe estaticamente. Ele permite desenhar linhas imaginárias, trajetórias passadas e futuras dos astros, delimitação e desenho das constelações, asterismos, entre outras opções, muitas das quais são exploradas neste trabalho. Ou seja, o instrumento pretende “projetar” as dinâmicas e as representações do céu, usando o próprio céu aberto real como pano de fundo para seus traçados.

É neste cenário, que se inicia a concepção deste trabalho. Dada a criação do [PE](#), temos como questão norteadora, como os conhecimentos da área de ensino de astronomia podem se articular para garantir um bom uso didático deste aparato? Portanto, o objetivo central deste trabalho é desenvolver [Sequências didáticas \(SD\)](#) que possuem o [PE](#) como aparato principal para a apresentação dos conhecimentos de astronomia observacional nos chamados [Espaços Não-Formais de Educação \(ENFE\)](#).

Com essas orientações didáticas e metodológicas, pretendemos ressaltar como o projetor estelar pode servir como um instrumento de ensino para a observação do céu, agregando, complementando e preenchendo lacunas didáticas aos instrumentos mais tradicionais, como telescópios, projetores de planetários e aplicativos de celulares. Queremos, acima de tudo, indicar como o [PE](#) pode ser um estímulo importante para a cultura da astronomia observacional.

Como objetivos específicos, temos a criação/desenvolvimento de novas funcionalidades e usos do [PE](#), que são baseados nos principais conteúdos e fenômenos de astronomia observacional. Assim como queremos reforçar a importância de se agregar a história da física ao ensino, explorando como estes elementos podem enriquecer o processo de observação, tornando-o mais humanístico.

Esta dissertação encontra-se organizada da seguinte maneira. No capítulo 2, apresentamos a revisão da literatura que trata dos principais aspectos relacionados ao desenvolvimento do [PE](#) e sua relação com o ensino de astronomia. Nossa perspectiva é investigar o ensino de astronomia nos [ENFE](#). Portanto, na seção 2.1, fazemos o levantamento sobre os currículos que orientam a educação regular a fim de obter um panorama da área e assim guiar alguns dos caminhos a serem seguidos. Na seção 2.2, revisamos as principais pesquisas no cenário nacional que discutem a realidade do ensino de astronomia com o objetivo de ajudar-nos a identificar os desafios encontrados na área e de que maneira o nosso trabalho pode contribuir. Na seção 2.3, discutimos o papel do ensino da astronomia

dentro de uma perspectiva humanístico-científica, ou seja, que considera os aspectos da natureza da ciência, almejando pautar o desenvolvimento de práticas com o PE, e que sejam abrangentes do ponto de vista da pluralidade cultural humana. Tendo estabelecido os pressupostos conceituais que contextualizam, orientam e justificam o ensino de astronomia, partimos para a revisão dos estudos sobre os ENFE, os quais, em nossa avaliação, são os espaços mais adequados para a exploração do PE no ensino de astronomia. Além disso, constatamos que grande parte das pesquisas são realizadas no ensino formal, agregando mais uma justificativa para este trabalho de mestrado. Devido às suas características, podemos classificar o PE como uma Tecnologia da informação e comunicação (TIC), de modo que utilizaremos dos conhecimentos produzidos pelas pesquisas da área discutidos na seção 2.5 para auxiliar no seu planejamento e na sua utilização.

No capítulo 3, apresentamos os materiais e métodos, iniciando com uma descrição detalhada sobre a estrutura e funcionamento do PE na seção 3.1. Consideramos essa descrição importante para que o leitor tenha clareza sobre a forma de uso e o potencial didático do instrumento para o ensino de astronomia.

Para compreender melhor a construção das SD, a seção 3.2 apresenta a metodologia de pesquisa deste trabalho. Na qual é sistematizado e apresentado as principais características, assim como é evidenciado cada um dos passos seguidos durante todo o desenvolvimento das práticas didáticas que compõem as SD.

No capítulo 4 temos uma das partes centrais deste trabalho, na qual apresentamos toda as SD. Ao longo desta seção, unimos os conceitos estabelecidos no capítulo 2 com as funcionalidades do PE, que estão descritas na seção 3.1, para subsidiar a criação das SD. Propomos, ao todo, seis sequências didáticas, e embora estejam longe de esgotar os usos possíveis do PE, abrangem boa parte dos fundamentos conceituais da astronomia, em acordo com os referências que estabelecemos em 2 e que concretizam as formas de uso do instrumento.

Como subseção do capítulo 4, em 4.7, elucidamos os testes realizados com o aparato, avaliando sua viabilidade para a realização futura de ações didáticas e práticas com o público em geral.

Tecemos nossas conclusões e considerações finais no capítulo 5, realizando uma retomada dos principais aspectos apresentados neste trabalho e refletindo sobre pesquisas futuras e novas propostas.

Para finalizar esta introdução, destacamos que os conceitos e conteúdos a serem explorados neste trabalho se baseiam em alguns conhecimentos produzidos historicamente e presentes nos currículos educacionais, de modo que as práticas educacionais e as reflexões sobre estas possam auxiliar na discussão e na produção de conhecimentos que impactem também nos espaços formais da educação básica.

2 Revisão de literatura

Existem evidências históricas de que a astronomia é um dos conhecimentos mais antigos produzidos pela humanidade, buscando respostas para diversas indagações referentes à constituição da natureza e de seu funcionamento. Segundo [Pires \(2008\)](#), a astronomia na Mesopotâmia (por volta de 2000 a.C.) foi o primeiro tratamento sistematizado da natureza, produzindo alguns conceitos que posteriormente influenciaram o desenvolvimento de áreas conhecidas atualmente como física e matemática. Ela também gerou conhecimentos que propiciaram o desenvolvimento da agricultura e, como consequência, provocaram uma alteração do modo de vida em diversas civilizações.

O céu noturno, durante uma noite estrelada, constitui um fenômeno muito belo e que sempre impressionou o ser humano. Mas este fenômeno só pôde ser muito bem compreendido na Antiguidade devido a diversas observações sistemáticas do céu, que possibilitaram a percepção da existência de padrões na distribuição das estrelas e que esses se mantinham ao longo dos anos e das gerações. Assim, o comportamento dos astros, com sua grande regularidade, permitiu aos povos antigos usá-los como uma ferramenta para medição do tempo, possibilitando um controle maior de ações que dependiam da periodicidade, como melhores técnicas de plantio e irrigação ao longo do ano ([ROCHA, 2002](#)).

Esses elementos históricos evidenciados acima, demonstram a importância da astronomia enquanto conhecimento produzido pelo homem e com grandes impactos sociais e econômicos. Portanto, a astronomia apresenta conceitos e conteúdos a serem ensinados no ensino regular, em diferentes níveis escolares, e sugeridos pelos diferentes currículos educacionais existentes, visto que estes buscam contemplar boa parte dos conhecimentos produzidos pela humanidade.

2.1 Orientações curriculares

Para se obter um panorama a respeito do ensino de astronomia no Brasil, é necessário e importante olhar para os documentos oficiais que orientam as práticas educacionais e os currículos escolares, nos níveis estadual e federal, ao longo das últimas décadas.

Para iniciar a análise dos currículos, focaremos primeiro nos [Parâmetros Curriculares Nacionais \(PCN\)](#) ([BRASIL, 1999](#)). A análise dos [PCN](#) no atual contexto pode parecer um pouco ultrapassada e superada, mas é importante compreender a evolução dos currículos educacionais nacionais, devido à sua influência no ensino. Como mostra [Pena \(2009\)](#), os [PCN](#) influenciaram diretamente as pesquisas em ensino, especificamente as pesquisas em

ensino de física. Portanto, se torna relevante este estudo sobre os documentos oficiais do governo no que diz respeito à educação e às consequências obtidas pelas pesquisas em ensino ao longo das últimas décadas.

A proposta dos PCN, aparece no cenário educacional através da [Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional \(LDB\)](#) (RIBEIRO et al., 2014), em consonância com os pressupostos apresentados na Constituição Federal de 1988. A partir desse documento oficial, são encontrados princípios e orientações para uma boa prática profissional do professor, que parte dos conhecimentos pedagógicos e perpassa pelos conhecimentos específicos de sua área de atuação, indicando os principais temas a serem estudados. É defendido que os estudantes possam ter acesso aos principais conhecimentos produzidos pela humanidade, de modo a desenvolver algumas competências fundamentais. Estas competências seguem três eixos principais, que são: investigação e compreensão, linguagem física e sua comunicação, e contextualização histórico e social (BRASIL, 1999).

Os [Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais \(PCN+\)](#) (BRASIL, 2002), também apresentam algumas das conexões existentes entre a física e a astronomia. Este documento considera os estudos astronômicos como parte integrante da física e, portanto, devem ser abordados de modo a se complementarem. São, então, apresentadas algumas justificativas relacionadas à importância desses saberes:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária ... Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais (BRASIL, 2002, p. 30)

Dessa forma, os PCN+ explicitam como as práticas educacionais relacionadas à astronomia podem se utilizar de questionamentos filosóficos fundamentais. Essas problematizações podem promover reflexões que foram e são recorrentes no pensamento humano. Portanto, o desenvolvimento das atividades de ensino nessa perspectiva pode propiciar aos alunos uma visão reflexiva e crítica em relação aos conteúdos específicos de astronomia, assim como despertar seu interesse para novas descobertas.

Os PCN fornecem uma contribuição importante para o ensino de astronomia, pois neles são evidenciadas as motivações de se estudar esta área de conhecimento, assim como indicam a inserção de conteúdos no ensino formal. Estas sugestões presentes nos PCN demarcam uma preocupação necessária dentro do ensino de ciências.

Para o desenvolvimento dos aspectos citados, é importante que os alunos obtenham contato com o que os PCN+ chamam de instrumentos para acompanhar e admirar (BRASIL, 2002, p. 30). Dentro desta categoria, podemos utilizar os telescópios, simulações

computacionais, guias para observação do céu, entre outros instrumentos que permitam o contato e estudos de corpos e fenômenos celestes.

Com a alteração da estrutura da educação básica, principalmente devido à reforma do Ensino Médio, o currículo nacional também se altera, sendo então criada a nova [Base Nacional Curricular Comum \(BNCC\)](#) (BRASIL, 2017). Este documento, orienta as práticas educacionais e diretrizes a serem seguidas em todo o território nacional, com o objetivo de garantir igualdade nos temas e conteúdos estudados nas escolas do país. Mas como as realidades educacionais são específicas das diferentes localidades, o documento orienta que podem ser realizadas ações que busquem uma maior equidade de oportunidade aos estudantes.

Com a análise da [BNCC](#), podemos compreender os aspectos mais relevantes, as aproximações e distanciamentos, assim como os focos que existem em comparação com os [PCN](#) e as diferentes influências na educação. Em relação aos conhecimentos de astronomia e sua importância no ensino formal, a [BNCC](#) apresenta um pequeno avanço se comparado com os [PCN](#), pois apresenta os conhecimentos divididos de melhor forma ao longo de todos anos do ensino fundamental, com exceção apenas ao sétimo ano, que aborda outros conhecimentos.

Uma alteração substancial em relação ao ensino de astronomia está na divisão e adequação de seus conteúdos dentro das disciplinas, pois anteriormente, com os [PCN](#), os conhecimentos eram abordados na escola dentro dos eixos temáticos das disciplinas de ciências, e partes em geografia. A [BNCC](#) passa a evidenciar os conhecimentos de astronomia também por meio das competências e possui um foco e direcionamento para o desenvolvimento de habilidades importantes para os alunos. E, como estas habilidades estão mais bem definidas, elas possibilitam uma melhor orientação ao professor sobre os principais aspectos a serem abordados. Além disso, os conteúdos de astronomia não estão mais presentes na disciplina de geografia, mas apenas na parte de ciências.

Em relação à organização das disciplinas, estas passaram a ser agrupadas em grupos maiores, que são as grandes áreas de conhecimento, na tentativa de integrar os fenômenos estudados nas disciplinas e assim permitir uma maior interdisciplinaridade.

A divisão e seleção dos conteúdos expostos na [BNCC](#) seguem a seguinte divisão e sequência. Nos anos iniciais do ensino Fundamental, temos do primeiro ao quinto ano: escalas de tempo, movimento aparente do Sol no céu, Sol como fonte de luz e calor, características da Terra, observação do céu, pontos cardeais e calendários, fenômenos cíclicos e cultura, constelações e mapas celestes, movimento de rotação da Terra, periodicidade das fases da Lua e instrumentos óticos.

O objetivo é que os alunos tenham contato com estes conhecimentos no início de sua vida escolar, privilegiando as experiências e ações lúdicas. Isto é evidenciado e

justificado na [BNCC](#):

... a intenção é aguçar ainda mais a curiosidade das crianças pelos fenômenos naturais e desenvolver o pensamento espacial a partir das experiências cotidianas de observação do céu e dos fenômenos a elas relacionados. A sistematização dessas observações e o uso adequado dos sistemas de referência permitem a identificação de fenômenos e regularidades que deram à humanidade, em diferentes culturas, maior autonomia na regulação da agricultura, na conquista de novos espaços, na construção de calendários etc. ([BRASIL, 2017](#), pág 328)

No documento, também encontra-se presente o processo de observação do céu de forma sistemática ao longo dos anos, reforçando os aspectos motivacionais e, também, a partir deste processo, iniciar a conceituação dos fenômenos presentes no céu.

Nos anos finais do ensino Fundamental, sexto ao nono ano, existe um aprofundamento destes conteúdos e a inclusão de novos elementos. Os principais temas são: forma, estrutura e movimentos da Terra; sistema Sol, Terra e Lua; composição, estrutura e localização do sistema solar no universo; astronomia e cultura; vida humana fora da Terra; Ordem de grandeza astronômica e evolução estelar.

Nesta fase educacional, os alunos possuem uma evolução na sua compreensão do mundo, por suas vivências dentro e fora do ambiente escolar. Portanto, neste período é mais plausível estabelecer relações entre a ciência, tecnologias e sociedade. Sobre este período educacional é apresentado:

... ao longo desse percurso, percebem-se uma ampliação progressiva da capacidade de abstração e da autonomia de ação e de pensamento, em especial nos últimos anos, e o aumento do interesse dos alunos pela vida social e pela busca de uma identidade própria. ([BRASIL, 2017](#), pág 343)

Estas são algumas das razões do estímulo ao estudo da astronomia e de um aumento de fenômenos astronômicos presentes no currículo. Os modelos utilizados são abstratos, as inferências passam a exigir um maior número de evidências e se aumenta a complexidade de análise destes fenômenos.

Como orientação para uma boa prática educacional que possibilite aos alunos um pleno desenvolvimento das habilidades necessárias, são sugeridos diversos instrumentos que podem auxiliar a ação docente, como: globos, mapas celestes, máquinas fotográficas, softwares, gnômon, luneta, telescópio e construção de modelos tridimensionais. Abaixo, será realizada uma discussão a respeito da utilização de alguns destes recursos no ensino de astronomia e todos os fatores que envolvem a aplicação destes instrumentos.

Por outro lado, analisando a presença da astronomia na [BNCC](#) voltada para o Ensino Médio, é possível notar que aparecem poucos elementos, e de forma generalizada, apenas na unidade temática vida, Terra e cosmos. Como todos os conhecimentos da física,

química, astronomia e biologia estão reunidos e resumidos na área de ciências da natureza, é possível analisar que os conteúdos estão implícitos nesta área central. Desse modo, torna função exclusiva do professor aprofundar as competências e habilidades propostas pela BNCC, assim como a criação de outras, exigindo e assumindo que ele possua formação para tal atividade.

Para os três anos do ensino médio, há um total de vinte e seis habilidades a serem desenvolvidas na área de ciências da natureza. Elas podem ser compreendidas a partir de quatro eixos estruturantes. O primeiro eixo é sobre o conhecimento conceitual sobre o qual o aluno precisa conhecer; o segundo eixo é da contextualização social, cultural e histórica que são fundamentais para o desenvolvimento de qualquer área do conhecimento; o terceiro eixo é dos processos e práticas de investigação que buscam explorar os fenômenos e permitir a elaboração de modelos mentais abstratos; o quarto eixo é sobre a linguagem da ciência, que muitas vezes pode se tornar uma barreira para a compreensão dos conceitos científicos (Lima Jr et al., 2017).

Lima Jr et al. (2017), que realizaram uma análise das habilidades propostas pela BNCC, mostram a importância da inserção e relevância dada a história e natureza da ciência, característica que não estava tão clara nos PCN, e se deve aos avanços realizados pelas pesquisas em ensino. Estes elementos também aparecem em outros currículos ao redor do globo, como dos Estados Unidos e Austrália, que possuem condições diferentes das encontradas no Brasil e não apresentam algumas das dificuldades educacionais presentes em nosso país.

Realizado a análise da BNCC referente aos conhecimentos de astronomia, também buscamos analisar o currículo do local desta pesquisa, ou seja, o currículo do Estado de São Paulo. De modo a compreender as diferenças e semelhanças, assim como obter um panorama mais amplo sobre o ensino de astronomia nas diferentes esferas. A astronomia está inserida dentro dos conhecimentos de ciências da Natureza, nos diferentes níveis, e dentro da temática Universo, Terra e Vida (SÃO PAULO, 2011).

Com essa análise inicial de alguns documentos oficiais que indicam conteúdos, materiais e práticas que podem ser seguidas, é possível encontrar a presença de temas e conhecimentos que são comuns a todos estes documentos. Desse modo, estes conhecimentos que são considerados mais importantes e mais recorrentes no estudo da astronomia terão uma atenção neste trabalho, mas também é importante considerar os temas que não estão presentes e que apresentam uma importância histórica e social para o desenvolvimento da astronomia.

Mesmo com a orientação de práticas de observação do céu, ainda há uma lacuna em relação a conceituação e indicação dos elementos que constituem a esfera celeste. Dessa forma, não são apresentados alguns de seus desdobramentos na astronomia observacional, como a geolocalização e compreensão dos padrões existentes no céu.

2.2 Ensino de astronomia no Brasil atualmente

As análises iniciais dos documentos curriculares, permitem uma compreensão de quais conhecimentos, conteúdos, competências e habilidades básicas todos os alunos devem possuir. Portanto, passa a ser um parâmetro objetivo relacionado às metas de aprendizagem dos discentes. Mas, se for analisado o ensino de astronomia apresentado nas escolas brasileiras, algumas pesquisas observam que ela sofre de alguns problemas ligados à aprendizagem que também são recorrentes em outras áreas do conhecimento (LANGHI; NARDI, 2005). Estas dificuldades apresentadas se relacionam com a abordagem utilizada, devido a aulas baseadas apenas no modelo expositivo, falta de formação adequada, reprodução sem reflexão dos modelos e pouca ou nenhuma experimentação.

Segundo Dias e Rita (2008), os alunos estão concluindo o ensino médio sem os conhecimentos de astronomia propostos pelo currículo. Por mais que os currículos e documentos oficiais possuam críticas e pontos a serem melhorados, eles abrangem boa parte dos conhecimentos adquiridos pela humanidade ao longo do tempo, logo existe uma relevância histórica e social relacionada àqueles conteúdos.

Portanto, estas características educacionais causam uma dificuldade aos estudantes em compreender a relação entre os modelos teóricos da astronomia e o funcionamento real da natureza (PRANDO; BRETONES, 2013). De modo que o conhecimento fica restrito à utilização apenas nos momentos da sala de aula, logo, se limita o entendimento sobre a importância dos conceitos e impossibilita sua transposição para a vivência diária dos alunos.

Devido à existência dos problemas educacionais mencionados, surge a necessidade de buscar soluções. Na literatura, é possível encontrar trabalhos que argumentam para a utilização de instrumentos que permitem uma mediação e vivência dos estudantes com os fenômenos astronômicos (IACHEL et al., 2009);(SOUZA; GREGORIO-HETEM; AMON, 2009). Como a diversidade de instrumentos educacionais é grande, será discutida e avaliada a importância de dois deles: o gnômon e o telescópio, devido à importância histórica que eles possuem e por permitirem verificar um conjunto de fenômenos relevantes para o ensino de astronomia.

A principal vantagem do uso experimental do gnômon está em sua simplicidade de construção, sendo necessária uma haste perpendicular a um solo plano ou um fio de prumo, que por ação da gravidade o mantém na direção do centro da Terra. Aliado a isto, é utilizada a sombra projetada no gnômon pela luz do Sol, permitindo compreender suas regularidades, hora, data, determinar a direção norte-sul geográfica, entre outros conceitos. Segundo Trevisan e Lattari (2003), uma prática educacional que se utilizou do gnômon permitiu uma aprendizagem mais eficiente, assim como houve a presença de questionamentos mais espontâneos. Desta forma, foi possível que os alunos conseguissem raciocinar cientificamente

sobre os fenômenos que eram observados (TREVISAN; LATTARI, 2003).

Com o intuito de se explorar esses aspectos experimentais do gnômon, as características da natureza da ciência e a interdisciplinaridade, foi realizado durante alguns anos o chamado Projeto Eratóstenes (LANGHI; PEREIRA, 2017). O objetivo era estabelecer um experimento colaborativo em diferentes localidades do globo, se utilizando de uma **Tecnologia da informação e comunicação (TIC)**. Este estudo permitia evidenciar a necessidade de parcerias para o desenvolvimento da ciência, principalmente da ciência contemporânea. O intuito era realizar a medição da sombra projetada pelo gnômon no mesmo horário, principalmente no equinócio de março, em diferentes localidades. Desta forma, era necessário que os estudantes compreendessem o fenômeno observado e também conseguissem registrar e analisar os dados obtidos (LANGHI; PEREIRA, 2017).

Já em relação ao uso educacional dos telescópios, os principais argumentos são que este instrumento propicia uma vivência dos alunos sobre os objetos astronômicos. Permitem um contato e fascínio dos alunos em relação aos corpos celestes que estavam apenas em sua imaginação ou visualizados de forma artificial, por meio de fotos ou vídeos. Assim como permitem que os discentes possam manejar o telescópio e, por consequência, realizar estudos investigativos no espaço escolar ou em casa, como proposto por Iachel et al. (2009), que mostra como construir lunetas de baixo custo.

Como afirma Bretones e Compiani (2012), a observação do céu deve ser melhor explorada pelas ações educacionais, buscando motivar os alunos, despertar sua curiosidade e provocar mudanças atitudinais a respeito de temas de astronomia. É importante que o ensino se preocupe com elementos que possam incentivar os alunos e que demonstrem a importância das ciências para a constituição da sociedade. E, em paralelo a isso, continuem possibilitando uma compreensão conceitual dos fenômenos astronômicos.

A utilização do telescópio, também possui influência no conhecimento que os professores possuem sobre os astros, e em seu próprio processo formativo. Portanto, é importante que os docentes estejam aptos à utilização dos diferentes recursos educacionais relacionados à astronomia. É fundamental que esses possuam uma diversidade metodológica sobre as práticas de ensino, conseguindo se utilizar do telescópio e de outros recursos tecnológicos (SANTANA, 2017).

Estes são alguns aspectos retratados pelas pesquisas. Mas, quando se olha a realidade escolar, ainda existem problemas. Segundo LANGHI (2011), muitas escolas possuem dificuldades de ter acesso ao telescópio, os motivos estão ligados aos recursos financeiros das escolas e sua infraestrutura. Mesmo nas escolas que possuem o acesso ao instrumento, existe o risco dele ser subutilizado ou cair em desuso devido aos professores que não se sentem aptos para sua utilização apropriada. Esta falta de conhecimento dos docentes não permite que ocorra um planejamento e criação de atividades que se mostrem interessantes aos alunos.

Fatos como estes citados, evidenciam o distanciamento que ainda existe entre a pesquisa e as práticas educacionais no cotidiano escolar, gerando assim poucas oportunidades para os alunos vivenciarem os fenômenos astronômicos e compreenderem sua grandiosidade. Segundo [Alves e Zanetic \(2008\)](#), 79% dos estudantes entrevistados nunca observaram o céu noturno utilizando algum instrumento óptico, em espaços formais e nos [ENFE](#).

Mesmo com a grande importância das observações astronômicas por meio do telescópio, é necessário que os alunos também possam compreender e vislumbrar a observação a olho nu, que historicamente, antecede o uso do telescópio. Uma boa prática observacional, permite aos estudantes uma maior liberdade, auxiliando inclusive o uso do telescópio. Alguns dos problemas que os professores encontram no momento de utilizarem o telescópio em suas aulas, pode estar relacionado ao fato de não possuírem os conhecimentos para uma boa observação a olho nu. Em partes, devido a uma falta de orientação em relação aos principais pontos e procedimentos que guiam uma observação correta.

Portanto, busca-se neste trabalho reconhecer e resgatar a importância das práticas astronômicas a olho-nu, de modo que isso permita uma base de conhecimento que pode ser melhor explorada ao longo da vida escolar dos estudantes. Segundo [Santos, Almeida e Leão \(2012\)](#), as práticas educacionais centradas na observação do céu resgatam o caráter empírico presente na astronomia, assim como permitem um processo com bastante interação e autonomia por parte dos estudantes. Ainda, segundo estes autores, a defasagem em relação aos conhecimentos de astronomia está presente até em alunos ingressantes no curso de física, dado obtido através de alguns questionários.

2.3 Ensino de astronomia para uma melhor compreensão da natureza da ciência

Este é um olhar histórico e mostra alguns aspectos relacionados ao estudo da astronomia, analisando os desafios e perspectivas da área. Dessa forma, utilizaremos destes conhecimentos como uma base que possibilita refletir sobre alguns aspectos a serem explorados por esta pesquisa.

Nesta seção, serão pontuados e refletidos os principais aspectos que justificam e sustentam o ensino e a divulgação da astronomia em qualquer âmbito educacional. Desse modo, é importante que os alunos possam desenvolver habilidades relacionadas a estas características presentes na astronomia.

O ensino de astronomia, se mostra importante para a formação intelectual dos indivíduos, para além dos conhecimentos específicos dessa área de conhecimento, revelando diversos aspectos relacionados ao desenvolvimento cultural de povos e até nas formas

deles se organizarem socialmente. A partir da forma de produção e usos da astronomia pelos diferentes povos, pode-se compreender as relações que estes estabeleciam com a natureza, suas crenças e valores. Como isto ainda está presente no convívio social, o estudo da astronomia se torna importante para a preservação e manutenção de uma relação simbiótica entre a ciência e a sociedade, onde estas podem se auxiliar na construção do pensamento humano.

[Marques \(2014\)](#) explicita bem o papel desempenhado pela astronomia ao longo da história:

Como tal, está numa posição privilegiada para ser o fio condutor da história do desenvolvimento do pensamento científico, das lutas de poder entre religião e ciência, dos impactos e condições de produção das descobertas científicas e tecnológicas, das grandes questões filosóficas sobre o mundo que nos rodeia e nós próprios, sobre o tempo, o espaço, o passado e o futuro do Universo, etc. ([MARQUES, 2014](#), p. 76)

Este argumento também está presente no Currículo Mínimo de Física do Estado do Rio de Janeiro, que afirma que:

Para compreender as transformações políticas, econômicas, sociais e culturais, é fundamental que conheçamos como a Física construiu uma nova visão de mundo. Foi o diálogo das ideias dos filósofos naturais (que hoje chamaríamos de cientistas) com as de artistas, de filósofos e outros que abriu as portas para a construção de uma nova realidade e permitiu que surgisse um novo conhecimento sobre a natureza. ([RIO DE JANEIRO, 2012](#), p. 3)

Dessa forma, impossibilitar que as pessoas possam aprender a Física e a sua importância social é um tipo de segregação, na qual os indivíduos são excluídos do processo de repensar sobre sua condição social e sua relação com a natureza. Estes questionamentos são antigos na história da humanidade, e a busca por respondê-los permitiu a humanidade conhecimentos sobre a Terra e uma melhor ocupação de seus espaços, assim como obter conhecimento sobre outros planetas e até mesmo outros sistemas estelares.

[Kantor \(2012\)](#), argumenta como esta visão do cosmo, propiciada pela astronomia, não acarreta apenas uma contemplação da natureza, mas características importantes que devem ser cultivadas nos ambientes de ensino.

Ter noção do Universo e da sua imensidão faz-nos refletir e questionar, além de despertar a nossa Humanidade. . . talvez os Homens aprendam quanto são iguais em sua pequenez, quanto podem ser grandes pelo saber e quanto deveriam ser solidários entre si. ([KANTOR, 2012](#))

Dessa forma, a compreensão da natureza propiciada pelo ensino de astronomia pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades socio-emocionais, que são importantes para a

formação integral dos sujeitos. Assim como promover um ambiente mais democrático e acolhedor entre os alunos.

Mas além destes aspectos comentados acima, possibilitar a formação de uma cultura científica efetiva só se torna possível quando os estudantes passam a compreender os métodos empregados pela ciência. É fundamental conhecer os passos a serem seguidos. Assim é possível que estes possuam um repertório conceitual que os auxilie nas tomadas de decisões em diferentes questões sociais.

O estudo da astronomia, aliado a uma compreensão histórica dos fenômenos, possibilita uma percepção dos estudantes sobre a dinâmica de construção da ciência. É importante que estes compreendam as teorias que surgiram e as que foram sendo refutadas ao longo do tempo, de modo que a ciência passa a se distanciar dos dogmatismos e certezas presentes nas pseudociências (MARQUES, 2014).

2.4 Espaços Não-Formais de Educação

A literatura a respeito dos ENFE diverge um pouco na sua conceituação, não havendo assim um consenso entre os pesquisadores sobre os ENFE. Segundo Jacobucci (2008), os espaços não-formais são quaisquer espaços fora da escola que possuem intencionalidade sobre o ensino de determinado conhecimento. Para haver uma sistematização maior, ela os divide em institucionalizados, onde a função não é a educação formal, e os não institucionalizados.

Segundo Langhi e Nardi (2009), os museus de astronomia, planetários, observatórios e clubes de astrônomos que realizam atividades com o público são lugares que se enquadram como ENFE. E uma condição importante nestas situações de aprendizagem é que elas também possuem uma certa intencionalidade e objetivos bem definidos, de modo que as experiências proporcionadas não fiquem somente na pura observação.

Para iniciar as reflexões sobre os ENFE, é importante compreender as possibilidades educacionais existentes e como podemos classificá-las. A falta de consenso em relação às definições e classificações dos ENFE decorre da complexidade dos processos de ensino. Portanto, as definições e sistematizações serão realizadas para facilitar a compreensão analítica destes diferentes espaços.

Alguns autores, defendem a divisão apenas entre os espaços escolares e os não-escolares, pois as diferentes ações educacionais não-escolares se fundem e se assemelham em suas características, tornando difícil delimitar onde se inicia ou termina os ENFE e os espaços informais. Desta forma, é interessante analisar como estes diferentes espaços educacionais se interpenetram e se complementam (DUTRA; NASCIMENTO, 2016); (MARANDINO, 2001).

A seguir, o objetivo será compreender as nuances e peculiaridades dos ENFE, portanto, apresentaremos algumas definições que buscam caracterizar estes espaços educacionais.

De acordo com a concepção de LIBÂNEO (2000), pode-se classificar a educação em educação não-intencional (informal) e educação intencional (formal e não-formal). Pode-se compreender por intencionalidade um conjunto de ações bem definidas, que devem ser planejadas e orientadas de modo a atingir os objetivos educacionais preestabelecidos.

A primeira atividade, e a mais presente na vida das pessoas é a educação informal, na qual todos os seres humanos vivenciam. Este tipo de ensino não possui um objetivo educacional bem definido, em que a aprendizagem ocorre a partir das experiências e do meio em que o indivíduo habita. Como exemplos, pode-se citar o processo de fala, andar ou qualquer outra habilidade desenvolvida sem um método rígido a ser seguido.

A educação informal ocorre em paralelo com as outras atividades educacionais, e é uma das responsáveis pela construção social dos indivíduos. Portanto, ela não pode ser ignorada durante o processo de ensino-aprendizagem. Segundo LIBÂNEO (2000), as pesquisas sobre educação e prática social, educação e trabalho, currículo explícito e currículo oculto demonstram como alguns dos elementos informais estão presentes até mesmo no ensino formal.

Mas apenas estes aspectos da educação informal, não garantem a difusão de conhecimentos importantes para a sociedade moderna, pois o desenvolvimento de uma consciência crítica e do intelecto humano necessitam de um direcionamento, com objetivos explícitos e acompanhamento de longo prazo sobre o processo de ensino-aprendizagem (LIBÂNEO, 2000).

Dessa forma, os ENFE devem se complementar aos ambientes formais de educação, pois, a escola também foi criada como um espaço de preservação do conhecimento científico e cultural da humanidade, garantindo que sua transmissão fosse realizada de forma consistente e disciplinada.

2.4.1 Educação intencional

Partindo desta compreensão, pode-se analisar as características da modalidade chamada de educação intencional, que se desdobra para o ensino formal e o ensino não-formal.

Devido à sua importância, todos os cidadãos têm o direito de participar do ensino formal, que possui um período mínimo de nove anos, que é denominado ensino fundamental e posteriormente, acrescido três anos no ensino médio. Este tipo de ensino se caracteriza por ser institucional, onde segue-se a hierarquia estabelecida pela instituição escolar e é seguido um currículo com uma sequência de conteúdos a serem estudados. A educação

formal deve ser estruturada e sistemática (LIBÂNEO, 2000).

Uma característica central da educação formal, é a necessidade de uma avaliação formal dos estudantes, onde muitas vezes o ensino é planejado visando uma adequação e boa performance dos estudantes neste processo.

Segundo Marandino (2001), a rotina pré-estabelecida pela escola deve ser seguida, pois ela é considerada fundamental para o processo de ensino-aprendizagem, e possui variações de acordo com a idade dos estudantes. Além disso, o ensino formal é o responsável pela estruturação do chamado ensino tradicional.

2.4.2 Definição de espaços não-formais

Os ENFE, são constituídos de ações educacionais fora do ambiente institucional da escola e diferem do ensino informal, pois carregam uma intencionalidade no ato de ensinar e de aprender, assim como possuem objetivos bem definidos. O diferencial destes espaços, é possuir uma estrutura que dificilmente pode ser replicada no ambiente escolar, seja por recursos financeiros ou por falta de recursos humanos.

Como os ENFE não estão restritos às características físicas das escolas, a gama de possibilidades e de ambientes a serem explorados é diversa, abrangendo todos os conteúdos possíveis e com grande propensão a estudos interdisciplinares. Assim como possibilita que os participantes deste processo educacional vivenciem experiências imprevisíveis, conhecendo universos de conhecimento sobre os quais muitos desconheciam. Esta característica carrega consigo importantes alternativas para motivar e prender a atenção dos participantes.

Na astronomia, os ENFE mais utilizados são os observatórios, planetários, feiras científicas, museus científicos e outros. Esses espaços propiciam um contato direto com o conhecimento astronômico e com as diferentes formas de se visualizar o céu. Neles também são promovidos eventos noturnos, fato que só é possível em condições específicas no ensino formal.

Esta modalidade educacional, também é amplamente responsável pela divulgação científica de determinados conteúdos, que são comunicados de forma diferente a do ambiente escolar e/ou visam ensinar conceitos que muitas vezes não foram estudados no ensino formal. Assim como propiciam um contato com a ciência de fronteira, olhando as principais discussões da ciência contemporânea.

Segundo Marques (2014), pode-se delimitar quatro eixos que auxiliam a diferenciação entre os ENFE e a educação formal, possibilitando uma compreensão mais ampla das possibilidades presentes nos ENFE. Esses eixos estão relacionados a etapas e concepções educacionais. São elas: processo, conteúdo, estrutura e propósito.

Durante o processo educacional, os pontos principais estão ligados à relação entre

educador e educando, às abordagens pedagógicas, às formas de mediação e aos tipos de aprendizagem (MARQUES, 2014).

No ensino formal, a relação entre o educador e o educando é baseada na hierarquia escolar, onde o professor possui a autoridade e o conhecimento. Enquanto que nos ENFE, esta hierarquia não existe, a mediação ocorre por outro agente e o ensino tende a ter um foco maior no discente (MARQUES, 2014). Esses aspectos, em parte, são decorrentes da não obrigatoriedade desse tipo de educação, dessa forma, o público que frequenta os ENFE estão nestes locais decorrente de uma ação voluntária.

Além disso, é possível notar que devido aos processos educacionais rígidos, as emoções dos estudantes ficam em segundo plano no ensino formal. Pois, o foco central são os diferentes conteúdos a serem abordados. Enquanto que nos ENFE, a discussão sobre os conteúdos tende a ser mais descontraída e, conseqüentemente, é necessário se utilizar das emoções dos participantes, para que possa ser gerado engajamento e motivação (MARQUES, 2014). Portanto, os ENFE se utilizam muito de atividades experimentais e lúdicas com o objetivo de facilitar a aprendizagem. E, por possuírem características específicas da localidade onde estão instalados, os conhecimentos agregados nos ENFE se relacionam com o ambiente científico responsável por sua elaboração e manutenção, sejam estes clubes de astronomia ou universidades.

Essas características dos ENFE, influenciam também as formas de mediação e os tipos de aprendizagem utilizados. Segundo (MARTIN, 2004), nos ENFE a aprendizagem ocorre em ambientes e situações interativas construídas coletivamente, onde existe uma intenção para que ocorra a troca de saberes entre todos os envolvidos. Nessa linha, o autor defende que a dimensão coletiva e social desses espaços é fundamental.

A relação do ensino formal e dos ENFE com os conteúdos também se mostra distinta. Na educação formal, os conteúdos são dispostos através do currículo nas diferentes disciplinas e seguem uma lógica de acumulação com aumento gradual da complexidade dos estudos. A educação formal, tem um caráter estritamente teórico e busca ser generalizável, transmitindo valores universais a serem replicados em diferentes localidades. A gama de conhecimentos do ensino formal também se mostra alinhada com as necessidades do mercado de trabalho e é valorizada por este, por isso a existência de certificações deste processo (MARQUES, 2014). Nos ENFE, não existe essa certificação, havendo uma baixa valorização comercial dos conhecimentos dispostos nesses ambientes. Os conteúdos trabalhados nos ENFE não são puramente teóricos, pois se utilizam dos aspectos práticos, emoção, memória e estímulos sensoriais. Por não usarem uma sequência rígida de conteúdos, esses espaços possibilitam maior liberdade para interdisciplinaridade e contextualização dos conteúdos (MARQUES, 2014).

Todos estas nuances dos ENFE, só são possíveis a partir de uma estrutura diferente da presente no ensino formal. Mesmo que exista uma intencionalidade e um planejamento

naqueles espaços, eles são muito mais flexíveis e adaptáveis de acordo com a realidade local. A não imposição de um currículo, acarreta em maior liberdade de escolha sobre os caminhos a serem seguidos (MARQUES, 2014). Dessa forma, nos utilizamos de elementos presentes nos currículos oficiais aliados a uma inserção ou exclusão de temas considerados relevantes, assim como serviram de base para a construção dos objetivos a serem alcançados.

Outra peculiaridade dos ENFE, está no tempo de atuação. No ensino formal, o tempo é controlado e graduado de acordo com o nível dos estudantes, já nos ENFE, eles tendem a serem momentos de curta duração e formados por grupos mais heterogêneos em relação à idade e aos conhecimentos prévios. Alguns casos nos ENFE, podem se configurar mais homogêneos quando são realizadas visitas e exposições para estudantes de uma mesma turma (MARQUES, 2014).

2.4.3 Evolução dos espaços não-formais

Segundo (ROCHA; FACHÍN-TERÁN, 2010), os ENFE sofreram alteração ao longo das décadas, o que gerou novas possibilidades para este tipo de ensino. Os museus de ciência são um bom exemplo para compreender esta evolução e como as pesquisas em ensino de ciências influenciam esses espaços.

Sua principal característica, eram exposições de artefatos históricos ou de experimentos, que eram apenas expostos aos participantes. Com o avanço das pesquisas educacionais e o desenvolvimento de tecnologias, esses espaços passaram a agregar em seu escopo conjuntos de apresentações mais dinâmicas e interativas.

Para facilitar a análise da alteração que os ENFE sofreram ao longo do tempo, seguiremos a divisão proposta por Cazelli et al. (1999), que classifica as concepções dos museus de ciência em três gerações. Essas gerações são classificadas principalmente pela sua concepção e organização, pois, as alterações de uma geração em outra não obedecem totalmente a critérios temporais.

A primeira geração, se inicia em meados do século XVIII, e é constituída pelos museus de história natural. No início dessa geração, a relação entre esses espaços e a academia era maior, com pouco acesso por parte da população (CAZELLI et al., 1999). Esses museus formam grandes reservatórios, com um vasto acervo, possibilitando diversas pesquisas científicas específicas das ciências naturais. Também não existia nenhuma intenção em relação à popularização da ciência. O foco eram os profissionais especializados. Portanto, a relação era direta entre os objetos presentes no museu com o pesquisador e seu interesse de estudo.

Passando para os museus de segunda geração, se inicia um processo de comunicação entre a escola e esses espaços. O foco principal desta geração, é revelar o mundo do trabalho e os avanços científicos existentes. Uma característica importante é a ampliação de áreas

do conhecimento que passam a ser englobadas e relacionados aos diferentes modos de produção industrial que estavam sendo criados.

Segundo [Cazelli et al. \(1999\)](#), a relação entre a educação formal e os museus de primeira e segunda geração, inicia um processo importante, mas ainda existe uma forte tendência pedagógica influenciada pelo ensino tradicional. Os autores, reforçam a característica enciclopedista presente no ensino até a década de 1950. Dessa forma, os museus presentes nesta categoria se baseiam em fatos objetivos e leis observadas, sem a necessidade de estabelecer uma relação destes fenômenos com a realidade dos participantes. Existe um foco voltado para a contemplação de objetos históricos e exposições orais semelhantes ao processo escolar.

Também existe o início de atividades interativas nos espaços de segunda geração, influenciados pela pedagogia proposta no movimento de Escola Nova, de modo que passam a ser inseridos elementos onde os participantes podem manusear e visualizar o movimento de alguns aparatos. Segundo [Cazelli et al. \(1999\)](#), as críticas existentes a esses modelos decorre do fato de que essas ações simples presentes nas atividades não garantem a interatividade e/ou estímulo mental dos participantes. Esses aspectos podem ser interessantes mas não promovem uma reflexão sobre os conceitos científicos.

A terceira geração dos museus, foi se consolidando através da tentativa de solucionar estes problemas educacionais encontrados. Portanto, a interação passa a ter maior importância no processo de ensino-aprendizagem, mas se baseando em outras concepções educacionais que estavam sendo desenvolvidas.

Segundo [Cazelli et al. \(1999\)](#), as tendências trazidas pelo construtivismo enfatizaram a necessidade da ação do sujeito na aprendizagem, e que este deveria se utilizar de forma ampla da interatividade, agregando a ideia de “aprender fazendo”. Também eram adotadas práticas relacionadas às pesquisas em ensino de ciências, como mudança conceitual das concepções alternativas e o ensino por investigação. Essa geração ainda apresenta novas características importantes para os museus, pois, passam a ter um foco nos conceitos científicos e exploração dos fenômenos. Ao iniciarem discussões sobre as implicações sociais ocasionadas pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, estabelecem o início da tentativa de mitigar o analfabetismo científico [Cazelli et al. \(1999\)](#).

Dessa forma, também foram sendo desenvolvidas atividades nos [ENFE](#) que propiciassem maior investigação por parte dos participantes, que deixaram de ter uma função passiva durante as exposições. Assim como ocorreu uma maior preocupação com a ambientação nos [ENFE](#), visando aumentar a imersão através de diferentes estímulos, não se restringindo apenas à visão.

Esse panorama histórico relacionado aos museus de ciência, que é um [ENFE](#), demonstra como esses espaços são dinâmicos e como eles sofreram e sofrem influências do

que ocorre no ensino formal e na formação de professores.

Segundo [Moraes e Silveira \(2020\)](#), existe uma pequena quantidade de trabalhos publicados por ano que se dedicam a analisar os [ENFE](#). O autor evidencia que não há uma variação das publicações no longo prazo, ou seja, a área de estudo está consolidada mas ainda não se expandiu de forma significativa. O que demanda novas pesquisas e incentivos para a criação de novos [ENFE](#).

Em relação aos conhecimentos mais estudados nos [ENFE Moraes e Silveira \(2020\)](#), cita que a astronomia observacional está frequentemente nos artigos publicados, devido a sua abrangência. E observa uma grande lacuna relacionada a astronomia amadora, astronomia indígena e história da astronomia. Portanto, a nossa busca neste trabalho, é apresentar e refletir sobre os aspectos da astronomia observacional, agregando os elementos históricos e culturais presentes na astronomia. Compreendemos que esta relação é indissociável.

2.5 Tecnologia da informação e comunicação

A partir de um olhar histórico, é perceptível o papel das tecnologias no desenvolvimento da humanidade, se iniciando com instrumentos simples que alterou a vida das pessoas e o manejo dos recursos naturais. Da mudança de um gnômon para indicar horas e algumas direções até a consolidação da internet se passaram milhares de anos, assim como a relação que desempenhamos junto às tecnologias.

Dessa forma, a escola não pode ficar isolada destas transformações tecnológicas e manter uma relação baseada na simples transmissão e reprodução dos conteúdos ([SANTOS et al., 2019](#)). Principalmente, quando se ocorre um processo de aumento no número de estudantes que são considerados nativos digitais, ou seja, que já nasceram na era digital, caracterizada pela ampliação da internet banda larga, uso de smartphones e outras tecnologias.

Uma das dificuldades presentes na utilização das [TIC](#) em nosso país, está relacionada ao acesso à internet pelos alunos. Mesmo com um avanço na popularização do acesso, [Winkler \(2016\)](#) mostra que no ano de 2014, o percentual da população que era usuário da internet estava em 57,6%.

No cenário atual, biênio 2020 e 2021, as [TIC](#) passaram a ser cada vez mais inseridas no ambiente escolar devido as medidas sanitárias de isolamento social que reduziram ou extinguíram a interação no modo presencial. Portanto, se intensificaram as discussões sobre o uso das [TIC](#) no ensino formal, como estes podem auxiliar a aprendizagem dos estudantes, assim como podemos garantir acesso e participação de todos.

Segundo [Winkler \(2016\)](#), as [TIC](#) podem ser compreendidas como qualquer tecnologia que esteja vinculada a um conjunto de informações que podem ser comunicadas. Em

especial, são baseadas em tecnologias relacionadas a informática, telecomunicações e mídias eletrônicas.

Devido ao grande fluxo de informações e plataformas na qual os alunos podem utilizar para se apropriar dos mais diversos conhecimentos, cada vez mais são geradas alterações na função desempenhada pelo professor. Este deve se utilizar das TIC para criar momentos de mediação com os alunos e com os conhecimentos existentes (MOTA; GARCIA; FERREIRA, 2014).

Santos et al. (2019), apresentam uma concepção para o uso das TIC baseada nas esferas pedagógicas, tecnológicas e conceituais exigidas por parte dos docentes. É necessário que este saiba integrar estas componentes.

O uso das TIC, possibilita a descoberta de novas informações para os alunos, aumenta as interações e permite uma atuação mais flexível pelos professores (SANTOS et al., 2019). Sendo este, um dos motivos da utilização das TIC nos diferentes ENFE.

Outra tendência no uso das TIC, é sua crescente aproximação com os laboratórios de ensino e uso nas experimentações. Segundo Silva e Mercado (2020), laboratórios mediados por interfaces digitais estão ganhando força no cenário educacional, pois permitem explorar os conceitos físicos através de abordagens diferenciadas e com práticas experimentais que possuem uma boa precisão para estudos quantitativos.

Silva e Mercado (2020), dividem os laboratórios que se utilizam das TIC em três possibilidades principais: laboratórios virtuais multimídia; laboratórios em realidade virtual; e laboratórios em realidade aumentada.

Neste trabalho, seguiremos as concepções dos laboratórios virtuais multimídia, pois estes se utilizam de sons, imagens, simulações da realidade e registro de situações físicas que ocorrem (SILVA; MERCADO, 2020). O autor cita alguns exemplos de trabalhos que se utilizam do sistema fotogate e do registro fotográfico feito por smartphones.

Portanto, podemos enquadrar o PE como uma TIC, visto que este pode simular qualquer condições temporal e espacial do céu, assim como indicar fenômenos celestes de modo simultâneo a sua ocorrência.

3

Materiais e métodos

3.1 Projetor Estelar

Nesta seção, será apresentado o aparato experimental que sustenta e justifica a elaboração deste trabalho, o objetivo é evidenciar seu funcionamento e principais usos. Para isso, será explorado as características de hardware, software e a comunicação entre estes elementos. De modo a permitir uma compreensão mais ampla deste projeto e também uma possibilidade para que estudantes, professores e entusiastas da astronomia possam construir seu próprio PE.

É importante ressaltar as motivações que levaram a sua criação e conseqüentemente seu constante desenvolvimento. Para entender melhor estes aspectos, é necessário olhar para as dinâmicas que ocorrem no processo de observação do céu, na qual os participantes são orientados a focar em determinados pontos brilhantes no céu, e é neste momento que podem surgir confusões.

Devido ao fato de serem visíveis centenas de objetos celestes no céu, pode ocorrer, até mesmo para aqueles com um certo conhecimento em astronomia, uma sensação de dúvida sobre qual astro deve ser observado. Fato este que já foi observado pelos envolvidos neste trabalho e que dificulta a comunicação e interação entre os participantes de uma exposição.

Mas as práticas realizadas durante estes eventos puderam ser aprimoradas com a simples inclusão de um laser pointer verde, que possui boa intensidade luminosa e comprimento de onda adequado para uma melhor percepção do olho humano. Isto, aliado ao espalhamento do seu feixe de luz pela atmosfera, permite visualizar o caminho e a direção na qual o feixe de luz é apontado. A inclusão desta tecnologia trouxe um maior dinamismo nas observações e também um foco maior para quais aspectos deve-se observar.

A partir desta ideia que permitiu complementar as exposições astronômicas e o desenvolvimento moderno de tecnologias relacionadas a sensores e microcontroladores, foi possível imaginar a união entre estes dois universos. De modo que fosse criado um aparato que, se utilizando de um laser pointer e motores que controlam seu movimento, pudesse realizar uma apresentação do céu, projetando e indicando qualquer corpo celeste.

Com este instrumento, será possível obter um patamar mais elevado em relação a observação do céu, com práticas educacionais que buscam uma compreensão mais global, de modo a compreender as estruturas formadas no céu. Portanto, se utilizar de um aparato experimental baseado em sistemas eletrônicos permite abordar temas mais complexos

sobre a astronomia observacional, pois a execução dos movimentos e as projeções feitas pelo PE superam e muito a acurácia humana, visto que os indivíduos apresentam vibrações no momento de indicar uma direção ou caminho. Este erro ocorre de forma involuntária e é mais evidente para grandes ângulos de deslocamento.

O PE também apresentava uma possibilidade de apresentar órbitas e dinâmicas do céu que ocorrem ao longo do tempo, dessa forma, o processo de observação não estaria pautado apenas nos objetos estáticos no céu.

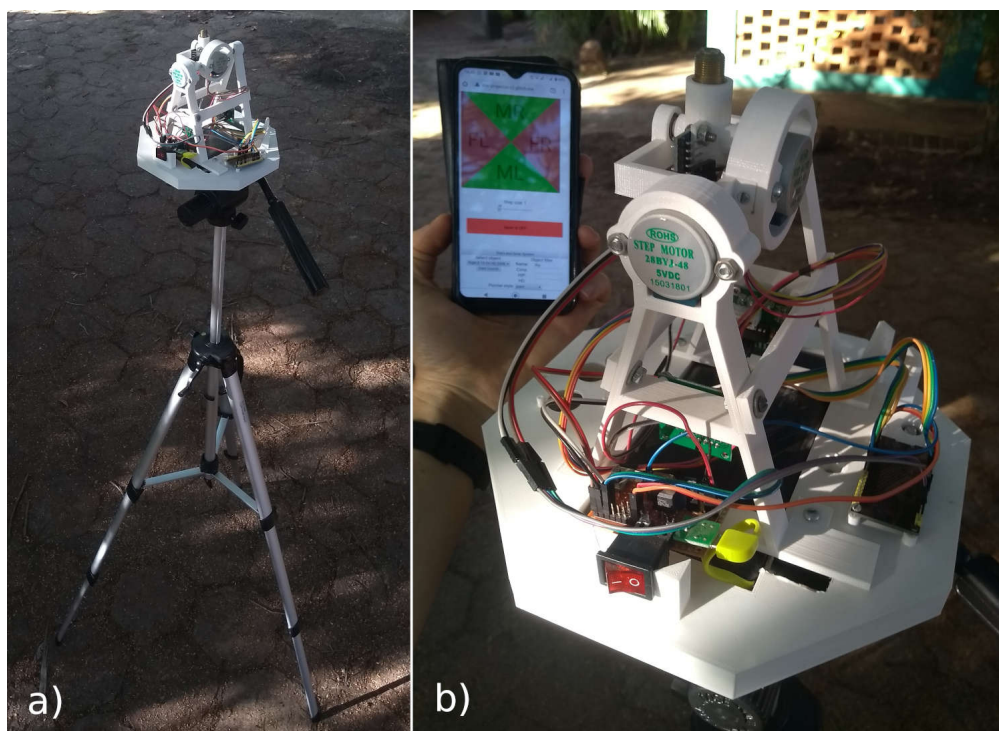
Todo este raciocínio explorado acima foi colocado em prática e testado em um trabalho de conclusão de curso (PEDERSEN, 2018). Seu objetivo principal foi o de desenvolver todo o aparato experimental e, se possível, testar a viabilidade destas ideias, tanto no âmbito econômico quanto em sua precisão na indicação dos astros. Este trabalho se mostrou satisfatório em relação a seus resultados, sendo possível a construção do PE com um orçamento pequeno, se comparado aos custos de outros instrumentos astronômicos, como telescópios e planetários. Assim como mostrou uma acurácia aceitável para algumas observações simples.

Devido ao excelente potencial apresentado por este trabalho que desenvolveu o PE, foi possível pensar em alternativas que pudessem aprimorar algumas características do equipamento, como melhor fixação e precisão de seus motores de passo, balanceamento em relação a superfície, interface entre usuário e o aparato, sua portabilidade e outras inovações. Dessa forma, as descrições realizadas a seguir apresentam as características atualizadas do PE, apresentando seu constante desenvolvimento e aprimoramento.

Na figura 1, representamos os diferentes componentes físicos externos do PE com o objetivo de propiciar uma visão geral do seu funcionamento. No item b) dessa figura está representado o aparato do PE desenvolvido por nós, o qual possui dimensões aproximadas de 20 cm de largura e profundidade e 15 cm de altura. Ele deve ser utilizado sobre um tripé (item a) da figura) com altura máxima de pelo menos 170 cm (por questões de segurança discutidas adiante). Não há a necessidade de ser conectado a uma fonte de energia externa, pois possui bateria recarregável embutida. Toda a operação e comunicação com o Projetor Estelar é feita por um *smartphone* comum (item b da figura 1) via comunicação **Bluetooth**. Com isso, esse é um equipamento portátil e de baixo peso – características fundamentais para o seu uso em locais mais remotos onde a observação do céu a olho nu é facilitada.

Posteriormente, será abordado o processo de alinhamento do equipamento. Para que seu sistema se oriente através da determinação de sua geolocalização, visto que o PE não possui sistema de GPS embutido, e assim garanta um bom funcionamento e máxima precisão. Por fim, serão analisados os movimentos realizados pelo aparato, que servirão de base para o desenvolvimento das atividades, onde o PE será usado em aplicações no ensino de astronomia.

Figura 1 – Disposição geral do aparato do **Projektor Estelar** e seus acessórios. a) Montagem sobre tripé conforme esperado para observações do céu. b) Vista próxima do aparato ao lado de um *smartphone* para operação do equipamento.



Fonte: elaborada pelo autor.

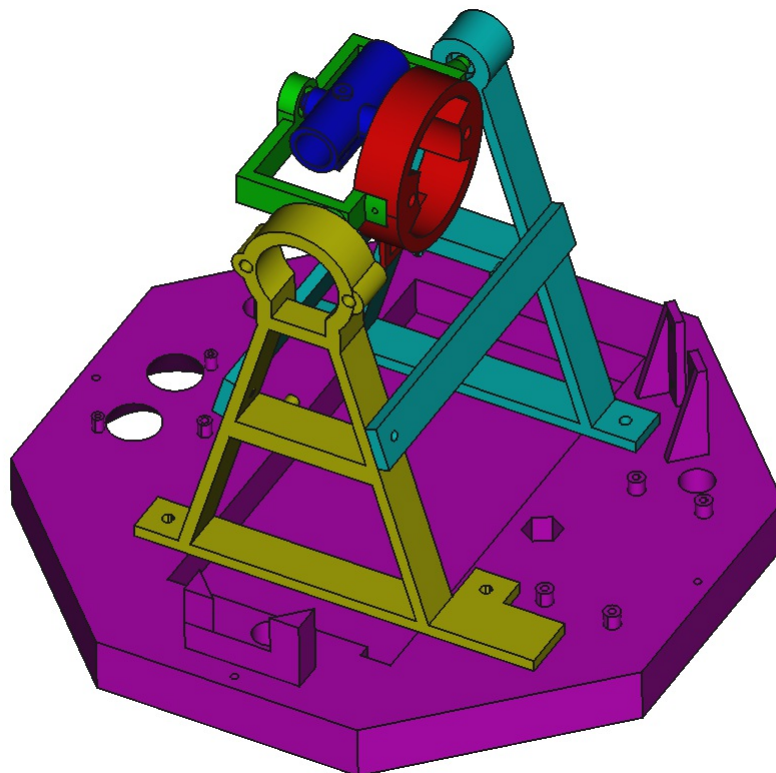
3.1.1 Estrutura mecânica

A estrutura mecânica do **PE** consiste basicamente em uma base octogonal plana, duas torres de sustentação em formato triangular e dois suportes móveis com eixos de rotação perpendiculares entre si. A figura 2 contém o desenho em perspectiva da estrutura física completa do projetor desenhado em software CAD (*Computer-aided design*). Para o desenvolvimento dos desenhos, foi utilizado o software livre de código aberto FreeCAD ([The FreeCAD Team, 2020](#)), que possui entre os principais benefícios, além da sua gratuidade, uma ótima interface gráfica e a possibilidade de escrita programática das peças via linguagem de programação Python, com a qual já temos um razoável domínio.

Um segundo recurso tecnológico que utilizamos foi a produção física das peças através de impressão 3D. As impressoras 3D têm se tornado muito acessíveis economicamente e tecnicamente, produzindo peças com significativa precisão, superando em muito a precisão e qualidade obtidas com as abordagens manuais adotadas comumente na confecção de aparatos propostos em projetos de ensino de ciências de baixo custo.

Investimos esforços e tempo na aprendizagem dessas ferramentas, pois ponderamos serem importantes para que os projetos assim criados possam ser mais facilmente comunicados, reproduzidos, adaptados ou alterados para uso por outras pessoas interessadas

Figura 2 – Visão em perspectiva da estrutura mecânica do Projetor Estelar que consiste em a) base octogonal (em roxo), b) duas torres de sustentação (em amarelo e azul claro), c) suporte do motor móvel (em vermelho e verde) e d) suporte do laser (em azul escuro).



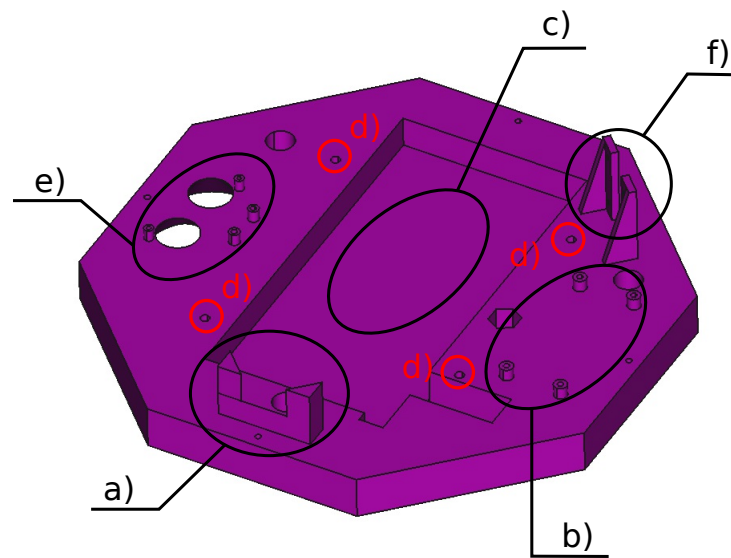
Fonte: elaborada pelo autor a partir do software FreeCAD.

neste projeto ou em projetos correlatos.

A figura 3 contém o desenho em perspectiva somente da base octogonal. Essa base contém saliências, recortes, encaixes e pontos de fixação para as demais partes físicas do projetor.

Descreveremos agora as funcionalidades dos itens indicados na figura 3. O item a) corresponde ao encaixe da chave de acionamento/desligamento da parte elétrica do aparelho. Nessa mesma chave é fixado (soldado) o circuito de distribuição de energia elétrica para todos os demais componentes eletrônicos, eletromecânicos e eletro-óticos. O item b) corresponde aos furos de fixação da placa microcontroladora (utilizamos a placa [ESP32](#) discutida mais adiante) que faz a interface lógico-computacional entre motores, sensores e laser com o dispositivo de controle do usuário (*smartphone*, tablet, laptop, desktop, etc) via comunicação [Bluetooth](#). O item c) corresponde ao recorte retangular para encaixe da bateria recarregável. Como bateria, adotamos um modelo de polímero de lítio com capacidade de 10 A.h, a qual é usada para recarga de *smartphones*, conhecidas como *powerbanks*. A principal vantagem desses sistemas é que a eletrônica responsável pelo controle de carga e descarga da bateria já encontra-se incorporada ao conjunto. Dessa

Figura 3 – Visão em perspectiva da base octogonal do Projetor Estelar.



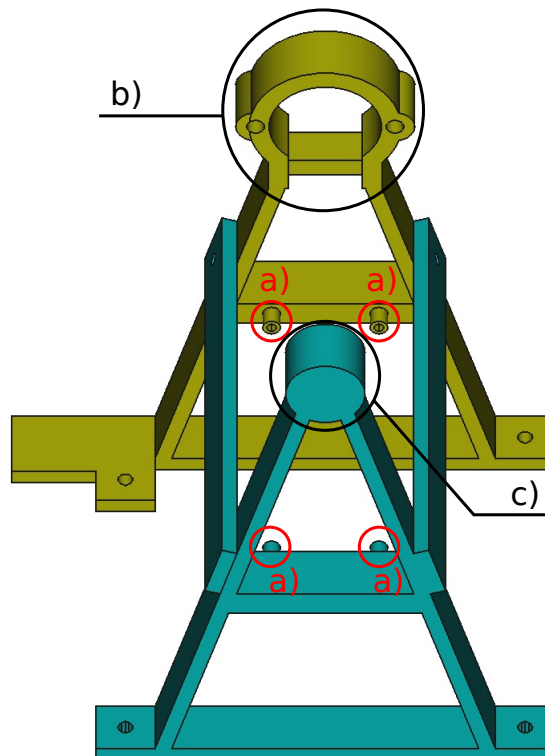
Fonte: elaborada pelo autor a partir do software FreeCAD.

forma, para carregá-la, basta conectar uma fonte de 5V com saída micro USB. O *powerbank* possui saída de 5V, a qual é conectada ao circuito de alimentação que faz parte do item a). Pelas nossas estimativas de consumo de energia do equipamento, à plena carga, a bateria é capaz de alimentar o PE por pelo menos 6 horas seguidas, o que é suficiente para uma seção de observação noturna. O item d) corresponde aos furos de fixação das torres de sustentação. O item e) corresponde aos recortes e furos de fixação do sensor ultrassônico e do acelerômetro de nível para medidas da distância da base do projetor ao solo. Esse é um recurso de segurança que é explicado mais adiante. Por fim, o item f) é um suporte para fixação de um display com o objetivo de informar estados de funcionamento e nivelamento do equipamento. Consideramos esse item opcional, pois essas informações podem ser obtidas pela comunicação [Bluetooth](#) com a interface do usuário.

A figura 4 contém a visão em perspectiva das torres de sustentação. Elas sustentam os conjuntos dos motores de passo, do laser e do acelerômetro acoplado ao laser. As funções desses itens são explicadas mais adiante.

Descreveremos agora as funcionalidades dos itens indicados na figura 4. O item a) corresponde aos furos de fixação dos *drivers* dos motores de passo. Os *drivers* são responsáveis por transformar o comando de passo (sinal lógico) enviado pela placa microcontroladora na correta combinação de voltagem e corrente nas diferentes fases do motor, de forma a executar o passo solicitado. O item b) corresponde ao anel de fixação do motor de passo fixo, responsável por implementar as variações na coordenada angular azimutal do laser. Por fim, o item c) corresponde ao encaixe do eixo do suporte do motor de passo

Figura 4 – Visão em perspectiva das torres de sustentação do Projetor Estelar.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software FreeCAD.

móvel.

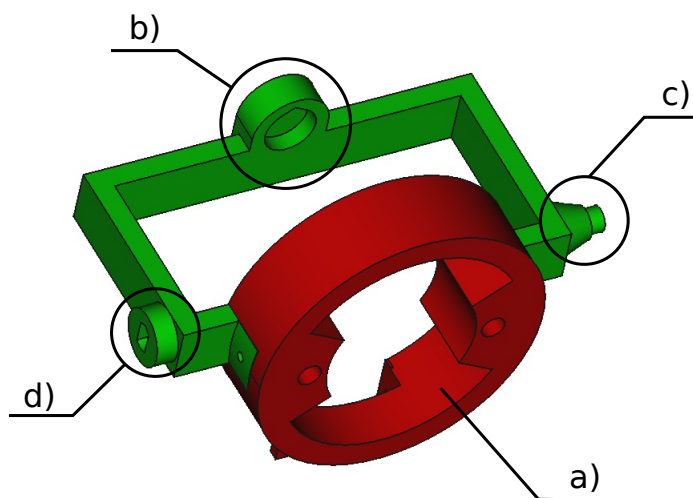
A figura 5 contém a visão em perspectiva do suporte do motor de passo móvel. Esse suporte é fixado ao eixo do motor de passo fixo e sustenta o motor de passo móvel e o suporte do laser/acelerômetro.

Descreveremos agora as funcionalidades dos itens indicados na figura 5. O item a) corresponde ao encaixe do motor de passo móvel, responsável por implementar as variações na coordenada angular polar do laser. O item b) corresponde ao encaixe do eixo do suporte do laser. O item c) corresponde ao eixo do suporte do motor de passo móvel. O item d) corresponde ao encaixe do eixo do motor de passo fixo.

A figura 6 contém a visão em perspectiva do suporte do laser e do acelerômetro. Esse suporte é fixado ao eixo do motor de passo móvel e sustenta o laser e o acelerômetro.

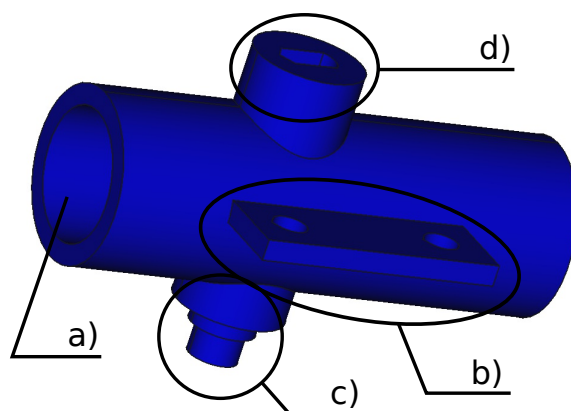
Descreveremos agora as funcionalidades dos itens indicados na figura 6. O item a) corresponde ao encaixe do envólucro cilíndrico do laser. O item b) corresponde à base e aos furos de fixação do acelerômetro de orientação do laser. A função desse acelerômetro é de prover uma medida dos ângulos azimutal e polar de forma a complementar os

Figura 5 – Visão em perspectiva do suporte do motor de passo móvel do Projetor Estelar.



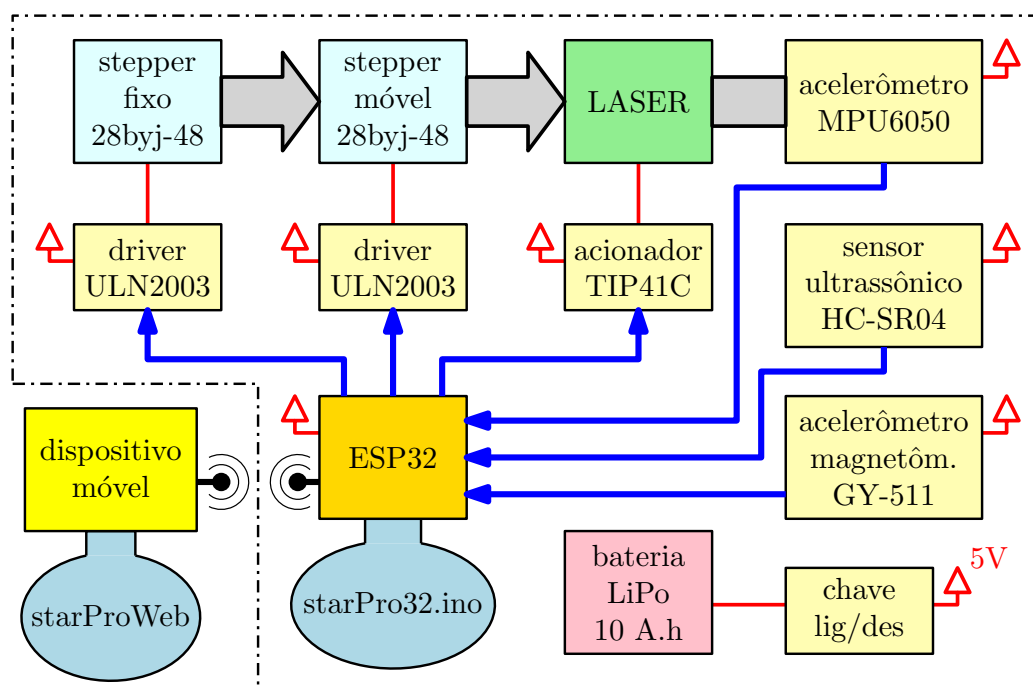
Fonte: elaborada pelo autor a partir do software FreeCAD.

Figura 6 – Visão em perspectiva do suporte do laser do Projetor Estelar.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software FreeCAD.

Figura 7 – Diagrama esquemático do **Projeto Estelar** demarcado pela região tracejada adjacente à representação do dispositivo móvel com o qual ele se comunica.



Fonte: elaborada pelo autor.

ângulos estimados pelos passos dos motores de passo. Essa funcionalidade é explicada mais detalhadamente adiante. O item c) corresponde ao eixo do suporte do laser. O item d) corresponde ao encaixe do eixo do motor móvel.

3.1.2 Hardware eletrônico

Com o objetivo de propiciar uma visão funcional do aparato como um todo e situar o leitor ao longo das explicações a seguir, apresentamos na figura 7 um diagrama esquemático em que as diversas partes do aparato são apresentadas juntamente com suas inter-relações. Nessa figura, formas retangulares representam elementos de hardware e formas ovais representam os códigos de programação que serão descritos na próxima subseção. Em azul claro estão indicados os motores de passo (abreviados por *steppers*), em verde o laser e em amarelo claro placas de circuitos eletrônicos de sensores ou acessórios. As ligações em cinza indicam ligações mecânicas entre os componentes, em que o sentido da seta implica que o elemento seguinte é movimentado pelo anterior, caso contrário, a ligação é fixa. As ligações em azul indicam o sentido da comunicação digital entre os componentes e o microcontrolador do PE. As ligações em vermelho indicam a alimentação elétrica dos componentes, em que todas as setas vermelhas estão conectadas ao mesmo ponto de alimentação na saída de 5 V da chave liga/desliga que conecta a bateria a todos os elementos do PE.

O hardware eletrônico do PE possui como componente principal a placa de desenvolvimento baseada no módulo ESP32 WROVER (ESPRESSIF SYSTEMS, 2020). Ela consiste em um microcontrolador ligado a vários periféricos básicos integrados para o seu funcionamento (regulador de tensão, diodos de proteção, cristal de clock, dispositivo Wi-Fi e Bluetooth, comunicação serial USB, pinos de entrada e saída de dados, entre outros.). O princípio de funcionamento e uso desse sistema é bastante semelhante à plataforma Arduino, que nos últimos tempos tem sido aplicada em diversos projetos, como automação industrial/residencial, arte e entretenimento, ensino e ciências em geral. Inclusive, a primeira proposta do PE, demonstrada no trabalho de Pedersen (2018), utilizava-se de uma placa Arduino, modelo UNO. O motivo da escolha da ESP32 é que ela une a facilidade de programação da Arduino (pode-se utilizar a mesma interface gráfica e a mesma linguagem de programação, que consiste em C basicamente) com um hardware mais completo que inclui um maior número de entradas e saídas digitais e analógicas, uma velocidade maior de processamento, comunicação Wi-Fi e Bluetooth integrados, entre outros. Isso tudo por um valor significativamente inferior (4 dólares) a de uma placa Arduino simples (23 dólares o modelo original) a qual já é relativamente barata.

Vale destacar que a placa ESP32 não foi a nossa primeira opção para uso neste projeto. Ao planejar o aprimoramento do hardware usado no trabalho de Pedersen (2018), almejamos a placa Raspberry PI Zero WiFi. Além de possuir quase todas as funcionalidades da ESP32, ela também possui capacidade de processamento para rodar um sistema operacional e controlar periféricos como mouse, teclado e monitor via saída HDMI embutida. Por fim, ponderamos que esta seria uma opção interessante caso o PE fosse um dispositivo independente, cuja operação não dependesse de nenhum outro hardware remoto, o que complicaria o projeto por demandar a criação de um dispositivo de controle dedicado. Como decidimos utilizar um smartphone para essa função, esse poder de processamento da Raspberry PI seria inútil, trazendo uma complicação desnecessária ao projeto. Além disso, apesar de não ser uma placa cara (10 dólares), ela está disponível no Brasil por preços muito superiores (em torno de 250 reais em 25/01/2021) comparativamente à ESP32 e à Arduino.

Especificamente neste projeto, as funções de saída da ESP32 consistem em 8 pinos de nível lógico para os motores de passo (4 pinos para cada motor) e 1 pino de nível lógico para o acionamento do laser. A única função de entrada utilizada na versão do PE aqui apresentada corresponde à leitura dos valores do acelerômetro de direcionamento do laser, a qual é feita via um dos barramentos I2C da ESP32.

A diferença entre um motor de passo e um motor elétrico comum está na resposta do rotor em função da voltagem aplicada. No motor comum, mantendo-se uma diferença de potencial entre os terminais da bobina do motor, produz-se um torque, constante em média, sobre o rotor, fazendo-o girar indefinidamente enquanto houver tensão aplicada. No motor

de passo, existe mais do que uma bobina e quando elas são energizadas em uma combinação específica o rotor desloca-se para uma nova posição de equilíbrio, mantendo-se estático nessa posição enquanto a combinação de tensões for mantida. Fazendo-se uma varredura sobre as diferentes combinações de tensões nas bobinas, executa-se uma volta completa em passos discretos do rotor. Utilizamos neste projeto o motor de passo modelo 28BYJ-48 que possui 32 passos por volta completa e é um dos motores mais utilizados em projetos com [Arduino](#) devido a sua ótima relação custo/benefício. Esse motor possui internamente um conjunto de engrenagens com relação de redução de 64:1. Portanto, efetivamente, cada passo do motor corresponde a um deslocamento angular de $\frac{360^\circ}{32 \times 64} \approx 0,18^\circ$. Consequentemente, essa é a precisão angular máxima do PE em coordenadas esféricas. Como comparação, esse valor corresponde a um pouco mais que um terço do tamanho angular da lua cheia, conforme vista da Terra, sendo, portanto, uma precisão satisfatória para observações a olho nu.

Apesar do 28BYJ-48 ser um motor de passo de baixo custo, pequeno tamanho e boa precisão angular, verificamos em nossas experimentações que um mesmo número de passos dados no motor não corresponde sempre a um mesmo deslocamento angular. Se essa relação fosse sempre mantida, teríamos confiança na medida do posicionamento angular do motor através da contagem do número de passos acumulados. Como forma de contornar esse problema da aferição do posicionamento angular, decidimos por acoplar um acelerômetro ao suporte do laser. Esse acelerômetro mede as três componentes cartesianas do vetor aceleração a qual ele encontra-se submetido. Em repouso, mede, portanto, as componentes da aceleração gravitacional \vec{g} . É possível mostrar que para um acelerômetro restrito a girar em torno de dois eixos perpendiculares entre si, os ângulos azimutal, ϕ , e polar, θ , de rotação em torno desses eixos são dados por:

$$\tan \phi = \frac{-g_x}{\sqrt{g_y^2 + g_z^2}} \text{ e} \quad (3.1)$$

$$\tan \theta = \frac{-g_z}{g_y}, \quad (3.2)$$

em que $\vec{g} = g_x \hat{x} + g_y \hat{y} + g_z \hat{z}$. Essas equações resultam da escolha da componente x do acelerômetro paralela ao eixo do motor móvel e a componente z paralela ao eixo do motor fixo, em que ϕ e θ são implementados pelos motores fixo e móvel, respectivamente. O acelerômetro escolhido neste projeto foi o modelo MPU6050 que possui também os sensores giroscópicos e de temperatura, os quais não utilizamos. A sua resolução é de 16 bits em cada componente que corresponde a uma resolução angular de pelo menos $0,002^\circ$. Uma resolução bem superior à do motor de passo ($0,18^\circ$) e, portanto, adequada para a aferição das coordenadas esféricas do laser.

O dispositivo laser, por sua vez, foi extraído de um [indicador laser](#), com comprimento de onda de 532 nm (cor verde). O dispositivo laser possui envólucro metálico com formato cilíndrico e foi encaixado no suporte do laser indicado na figura 6.a). Para seu acionamento

elaboramos um circuito simples usando um transistor de potência TIP41C. Conectando-se uma das saídas digitais da [ESP32](#) à base do transistor e aplicando-se um nível lógico alto de 3,3 V na base, resulta, em nosso circuito, em uma voltagem de 2,5 V e corrente de 250 mA sobre o laser. Com esta configuração, já conseguimos observar um rastro significativamente pronunciado no céu noturno em locais com baixa poluição luminosa. No [indicador laser](#) original é aplicado aproximadamente 3 V oriundos de duas pilhas alcalinas. Preferimos trabalhar com uma voltagem mais baixa para prolongar a vida útil do laser, uma vez que as exposições astronômicas com o [PE](#) podem ser longas. Ainda assim, em locais com iluminação excessiva é possível aumentar essa potência através do ajuste de um potenciômetro conectado em série com o dispositivo laser.

Uma das principais preocupações de segurança no uso do [PE](#) é com relação ao risco de incidência da luz laser sobre os olhos das pessoas em sua volta, incluindo os operadores do instrumento. Para minimizar esse risco, incluímos um sensor ultrassônico, modelo HC-SR04, em combinação com um acelerômetro na base octogonal (figura 3.e)) com o objetivo de aferir a distância ao solo do projetor. Planejamos a forma correta de uso do projetor através da sua fixação a um tripé com pelo menos 1,70 m de altura ao solo. Somando-se a essa altura a altura das torres de fixação (aproximadamente 15 cm), garantimos uma altura para o laser de pelo menos 1,85 m em relação ao solo, minimizando os riscos de incidência do laser na altura dos olhos das pessoas. A medida da altura é feita via a emissão de um pulso de ultrassom em direção ao solo e a medição do tempo do eco desse pulso. Caso a altura, dessa forma medida, seja inferior a 1,70 m, o código de programação gravado na placa [ESP32](#) (discutido mais adiante) não permite o acionamento do laser. O acelerômetro usado em conjunto com o sensor ultrassônico possui a função de garantir que a base do projetor esteja na horizontal para que a medida de distância ao solo seja a mais vertical possível. Foi utilizado o modelo GY-511 (LSM303DLHC) para o acelerômetro de nível, que inclui também uma bússola eletrônica (magnetômetro de efeito Hall para medida do campo magnético nas três direções cartesianas). Com isso, o GY-511 pode, adicionalmente, ser usado para auxiliar na determinação do alinhamento inicial do [PE](#), facilitando ao usuário leigo a identificação dos astros de calibração (procedimento discutido mais adiante). Os dois sensores, HC-SR04 e GY-511, são de baixo custo e bastante utilizados em projetos com [Arduino](#).

3.1.3 Software e códigos de programação

Os códigos de programação para o funcionamento do [PE](#) foram escritos em duas plataformas de programação distintas. A primeira é usada para produzir as instruções de operação e comunicação da placa [ESP32](#), que é o microcontrolador alojado na estrutura do [PE](#). Utilizamos nessa programação a mesma linguagem utilizada nas placas [Arduino](#), que trata-se basicamente da linguagem C/C++ acrescida de algumas funções específicas para

controle e comunicação de hardware. O código de programação correspondente foi chamado de “starPro32.ino” está indicado na figura 7. Existem outras linguagens interpretadas que podem ser usadas para programar a [ESP32](#), como a linguagem Python, por exemplo. Entretanto, ao usar o interpretador da [Arduino](#) aproveitamos a extensa documentação e fóruns de discussão online que facilitam bastante a implementação de tarefas específicas, como as executadas no [PE](#). Por outro lado, notamos que interpretadores de mais alto nível como micro Python, apesar de serem mais fáceis e intuitivos de serem programados, carecem de toda a funcionalidade disponível na placa, limitando, portanto, funcionalidades importantes do [PE](#).

A segunda plataforma de programação consiste naquela utilizada para construir a interface com o usuário, estabelecer a comunicação de duas vias com o [PE](#) e realizar as tarefas computacionais mais avançadas e, conseqüentemente, mais pesadas em termos de processamento e de memória. Na primeira versão do [PE](#) desenvolvido no trabalho de [Pedersen \(2018\)](#) optamos pela linguagem Python por se tratar de uma linguagem interpretada de alto nível com extensa documentação e com inúmeras bibliotecas voltadas para quase todo tipo de tarefa que se possa imaginar. Entre elas, existe a biblioteca Astropy que possui todas as funções de astronomia necessárias para este projeto, como coordenadas estelares e de corpos do Sistema Solar, conversão de coordenadas entre os vários referenciais astronômicos, entre outros. Apesar de todas essas vantagens, a linguagem Python ainda é mais voltada para hardwares mais robustos, como desktops e laptops. Existem aplicativos e emuladores Python para os sistemas operacionais Android e iOS – utilizados na maioria dos *smartphones* –, entretanto, em nossa experiência até o momento, eles não acessam facilmente todas as funcionalidades do dispositivo (principalmente o módulo [Bluetooth](#)) e a construção de uma interface gráfica com o usuário não é robusta nos dispositivos móveis.

Na mesma época em que estávamos desenvolvendo o trabalho do [PE](#), estávamos finalizando também um trabalho envolvendo o ensino de Osciladores Harmônicos e Ressonância ([SILVA; CARVALHO-NETO, 2020](#)). Nesse trabalho, propusemos um software, para uso pelos professores, com a finalidade de servir como referência na execução do Movimento Harmônico Simples com as próprias mãos. A ideia era que esse software pudesse ser simples o suficiente para ser executado em qualquer tipo de *smartphone* sem a necessidade de instalação de aplicativos de grande tamanho de memória. Após bastante pesquisa, surpreendemo-nos com o universo da linguagem JavaScript e sua combinação com HTML e CSS. Essa tríade é o principal sistema de programação utilizado nos navegadores de internet e são explorados intensamente pelos mais diversos websites na internet. Assim como Python, JavaScript é uma linguagem de alto nível com uma extensa documentação e comunidade de programadores e, principalmente, com uma grande gama de bibliotecas específicas. Mas, o mais importante, é que aplicativos web desenvolvidos em JavaScript não precisam ser instalados no sistema. Eles são interpretados pelos próprios navegadores de internet e, com isso, tornam-se universais, em que o mesmo código roda igualmente bem

em quaisquer plataformas, desde desktops e laptops Windows, macOS ou Linux até tablets e *smartphones* Android ou iOS. Após pesquisa, encontramos quatro bibliotecas JavaScript que forneciam as funções necessárias para este projeto. A primeira, chamada THREE.js, é responsável, neste projeto, por realizar todas as operações vetoriais e transformações de coordenadas entre os sistemas retangular e esférico. A segunda e a terceira são usadas na obtenção das coordenadas equatoriais de estrelas e objetos do Sistema Solar, ligaduras e fronteiras das constelações e de vários asterismos. A quarta é utilizada na minimização da função que calcula a orientação do sistema esférico de coordenadas locais (definido pela orientação do Projetor Estelar) em relação ao sistema de coordenadas equatorial astronômico.

Além das bibliotecas prontas que nos pouparam bastante trabalho, tivemos que desenvolver um módulo JavaScript com funções específicas para este projeto, cujo detalhamento será publicado em trabalho futuro. Com relação à interface gráfica, a linguagem HTML em combinação com JavaScript, dispõe de recursos elaborados de interação e que são de fácil programação. Isso permitiu criarmos interfaces de seleção de objetos celestes bastante versáteis, as quais são melhor discutidas na próxima subseção. O conjunto de códigos de programação correspondente compõe o aplicativo web que chamamos de “starProWeb” e está indicado na figura 7.

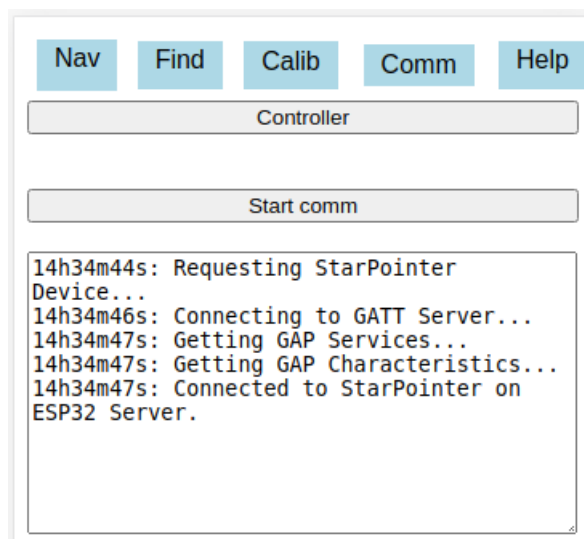
3.1.4 Operação do [Projetor Estelar](#)

Nesta subseção descrevemos a forma de operação do [PE](#) através do aplicativo starProWeb que contém a interface com o usuário.

Arranjo inicial do conjunto

Primeiramente, deve-se verificar se a bateria do [PE](#) encontra-se completamente carregada. Essa condição é indicada por leds no corpo do próprio *powerbank* que contém a bateria. Deve-se procurar um local escuro com poucas ou nenhuma construções em volta – não somente pelo horizonte menos obstruído, mas também para não haver o risco de incidência do feixe de luz laser nos olhos de pessoas distantes localizadas acima do nível do [indicador laser](#). Tendo determinado o local de observação, deve-se procurar uma posição em que o terreno esteja o mais horizontal possível para que o tripé seja montado e configurado na sua máxima altura. Após prender o [PE](#) no tripé, é interessante – embora não obrigatório – que o eixo do motor fixo esteja aproximadamente alinhado com a direção norte-sul. Por não ser necessária uma determinação rigorosa, pode-se usar a direção indicada por uma bússola. Esse alinhamento aproximado é recomendado para que o movimento de cada um dos motores se aproxime mais das coordenadas equatoriais, o que pode produzir movimentos mais suaves do feixe do laser em varreduras de trajetórias. Por fim, basta acionar o interruptor de energia do [PE](#) e acessar o aplicativo web no dispositivo

Figura 8 – Janela de comunicação no aplicativo starProweb do PE.



Fonte: elaborada pelo autor.

móvel – de preferência um *smartphone* –, o qual deve ser deixado em sua configuração de brilho mínimo para não ofuscar a vista dos observadores.

Janela de comunicação (Comm)

O primeiro passo a ser executado no aplicativo web é o estabelecimento da comunicação com o PE, o qual é feito pela janela de comunicação – abreviada por Comm – ilustrada na figura 8. Ao clicar no botão *Start comm*, inicia-se o protocolo de comunicação via [Bluetooth](#). Nessa janela também há um campo de texto, em que todas as mensagens enviadas ao PE e todas as informações lidas dele são notificadas. Possui uma função mais técnica, útil para os usuários interessados no funcionamento mais pormenorizado do equipamento e para o controle de eventuais falhas de software. Esta janela, normalmente é utilizada somente uma vez quando inicia-se o uso do equipamento. Eventualmente, pode haver perda de comunicação entre o dispositivo remoto e o PE, tornando necessário o restabelecimento da comunicação pelo botão *Start comm*.

Janela de calibração (Calib)

O próximo passo envolve a definição da orientação do PE em relação ao sistema de coordenadas equatorial, procedimento que chamamos de calibração e que é abreviado por Calib no aplicativo.

Em princípio essa calibração inicial poderia ser feita conhecendo-se as coordenadas geográficas locais – latitude e longitude – e a orientação norte-sul geográfica. A primeira é facilmente obtida pela internet ou via GPS do próprio dispositivo remoto com precisão bastante satisfatória. Entretanto, a segunda é mais difícil de ser obtida com precisão, sendo

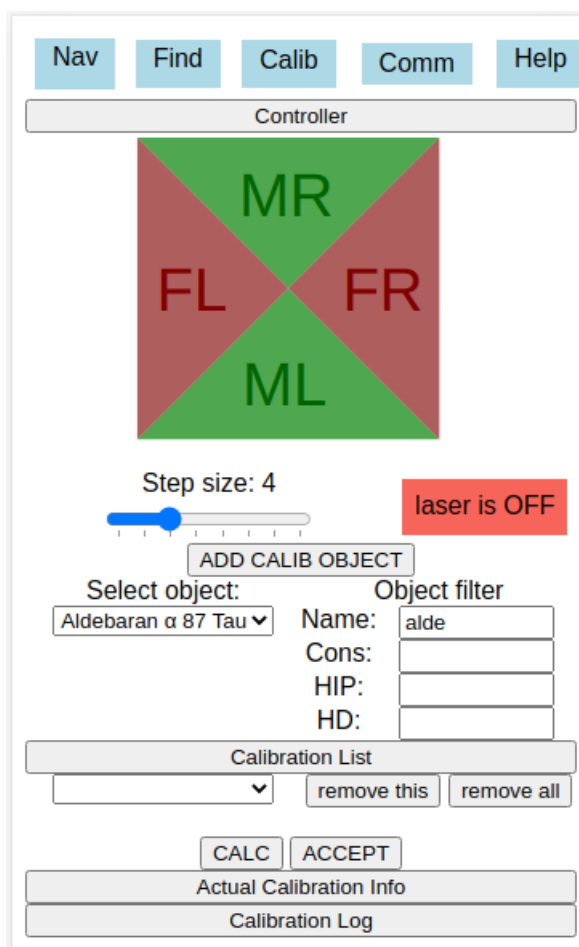
o método mais acessível e preciso a própria orientação pelos astros (notadamente pela constelação do Cruzeiro do Sul no hemisfério sul e pela estrela Polar no hemisfério Norte).

Preferimos usar como procedimento de calibração a medida das coordenadas locais de astros pré-determinados usando os próprios recursos do PE (vide seção 3.1.2 sobre o uso do acelerômetro de direcionamento do laser), os quais fornecem as coordenadas angulares com precisão de $0,18^\circ$.

A figura 9 ilustra a janela de calibração do aplicativo starProWeb. Essa janela possui 5 abas que descrevemos a seguir.

- **Controller.** Trata-se do controle manual de movimentação do laser. Ele possui 4 botões direcionais: motor fixo no sentido da mão direita e esquerda (FR e FL, respectivamente) e motor móvel no sentido da mão direita e esquerda (MR e ML, respectivamente). Abaixo dos direcionais existe um controle deslizando para o tamanho do deslocamento angular do eixo do motor em cada clique dos botões direcionais, os quais podem assumir os valores de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 ou 128 passos. Lembrando que cada passo do motor é de aproximadamente $0,18^\circ$. Por fim, à direita desse controle existe o botão para acionamento ou desligamento da luz laser. Esta aba *Controller* é usada também em outras janelas, conforme exposto mais adiante.
- **Object Selection.** Nela estão dispostos quatro campos para busca do astro de calibração desejado: (i) *Name*, para busca pelo nome próprio ocidental do astro, (ii) *Cons*, para busca pelo nome ocidental da constelação a qual o astro pertence, (iii) *HIP* pelo código Hiparco do astro e (iv) *HD* pelo código HD do astro. No caso de seleção por objetos do Sistema Solar (basicamente a Lua e os planetas), somente o campo *Name* fornece identificação do astro. Ao digitar-se os 3 primeiros caracteres de qualquer um dos quatro campos, o aplicativo faz uma filtragem de todos os astros que adéquam-se a esses caracteres e os exibe na caixa de seleção identificada por *Select object*. Por fim, esta aba possui o botão *ADD CALIB OBJECT*, que deve ser acionado quando o laser estiver apontando no astro escolhido na caixa de seleção *Select object*. Ao clicar nesse botão, o astro selecionado é adicionado à lista da aba *Calibration List* discutida na sequência.
- **Calibration List.** Contém a lista dos objetos celestes já escolhidos para calibração. À direita dessa lista existem os botões *remove this* para remoção de um astro em particular da lista de calibração e *remove all* para a remoção da lista completa. Após a inclusão de dois ou mais astros nessa lista pode proceder-se ao cálculo da calibração da orientação do sistema de coordenadas locais do PE, que é feito clicando-se no botão *CALC*. O resultado dessa calibração é exposto na aba *Calibration Log*. Caso o usuário considere que a calibração foi bem sucedida, deve-se clicar em *ACCEPT*, fazendo

Figura 9 – Janela de calibração no aplicativo starProWeb do PE.



Fonte: elaborada pelo autor.

com que qualquer comando de navegação a partir de então leve em consideração a orientação obtida dessa calibração.

- **Actual Calibration Info.** Possui um campo de texto com as informações dos astros utilizados na calibração atual obtida pelo acionamento do botão *ACCEPT*, bem como os seus desvios angulares em relação à orientação do PE calculada.
- **Calibration Log.** Possui um campo de texto com as informações de todas as calibrações calculadas, incluindo aquelas que não foram escolhidas pelo botão *ACCEPT*.

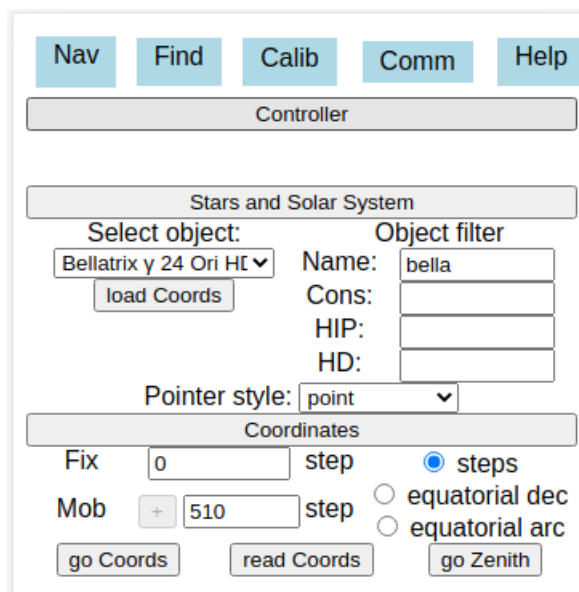
Janela de navegação (Nav)

Após calibração usando os procedimentos anteriores, o PE está pronto para ser usado na exploração do céu noturno. E, para isso, a janela de navegação – abreviada por Nav – é o principal recurso.

A figura 10 contém algumas das funcionalidades que estão sendo implementadas. Essa janela contém 5 abas que descrevemos a seguir.

- **Controller.** Trata-se da mesma aba de controle manual de movimentação do laser descrita na janela de calibração. Decidimos repeti-la nesta janela para permitir uma movimentação livre sem necessidade de mudar de janela.
- **Stars and Solar System.** Nesta janela é possível apontar o laser para estrelas ou objetos do Sistema Solar individuais. Para isso, pode-se buscar pelo nome do objeto, códigos HIP ou HD, ou pela constelação que o astro pertence. A forma de indicação do laser pode ser escolhida pela caixa de seleção *Pointer style*, em que a opção *point* corresponde ao laser manter-se fixo exatamente na coordenada do astro e a opção *circle* corresponde ao laser manter um movimento circular em torno da coordenada do astro. Além desses comandos, estamos em fase de implementação de mais uma funcionalidade que permite avançar ou retroceder no tempo a coordenada do astro em passos de um intervalo temporal escolhido. Essa função é muito importante para explorar a dinâmica dos astros e a sua demanda surgiu da revisão de pesquisas em ensino de astronomia realizadas nesta dissertação. Exemplos de uso dessa funcionalidade são exploradas no capítulo 4.
- **Constellations.** O objetivo desta aba é a navegação e traçado de linhas e delimitações dentro de uma constelação escolhida. Ela ainda não foi finalizada e, portanto, não encontra-se visível na figura 10. Nela será possível fazer o traçado cíclico entre as estrelas da constelação escolhida dentro do limite de magnitude pré-determinado nessa aba. Também será possível fazer o traçado cíclico do limite (fronteira) da constelação de forma a permitir uma visualização ampla da região do céu e do conjunto de estrelas abrangidas pela constelação.
- **Coordinates.** Nesta aba é possível verificar ou aceder às coordenadas diretamente, sem necessidade delas estarem associadas à posição de um astro em particular. As unidades das coordenadas esféricas indicadas para o laser podem ser em (i) *steps*, que correspondem ao número de passos do motor fixo (Fix) e móvel (Mob), (ii) *equatorial dec*, que correspondem às coordenadas equatoriais em notação decimal de 0° a 360° na calibração atual e (iii) *equatorial arc*, também em coordenadas equatoriais, porém em unidades de grau, minuto e segundo de arco. O botão *go Coords* conduz o laser até a coordenada aqui escolhida, o botão *read Coords* lê as coordenadas em que o laser encontra-se posicionado e o botão *go Zenith* leva o laser para a posição do zênite local.
- **Custom path.** Essa é uma funcionalidade que ainda não está implementada e o objetivo é que com ela seja possível carregar ou digitar uma sequência de símbolos alfanuméricos que correspondem a um traçado específico do laser. Com isso, pretendemos utilizar traçados pré-determinados que poderiam indicar asterismos ou constelações de variadas culturas, uma jornada pré-planejada pelo expositor, etc.

Figura 10 – Janela de navegação no aplicativo starProWeb do PE.



Fonte: elaborada pelo autor.

Por exemplo: poderia-se indicar o procedimento para encontrar o polo sul celeste a partir da constelação do Cruzeiro do Sul. Atividades desse tipo são exploradas no capítulo 4.

Janela de busca (Find)

Essa é uma janela que ainda não implementamos, mas a ideia é criar recursos que permitam ao usuário descobrir informações do céu a partir da posição em que o laser se encontra. Ela faria o papel inverso da janela de navegação, em que ao invés de estabelecer traçados do laser em função dos objetos ou movimentos almejados, os objetos e traçados seriam determinados em função da posição em que o laser se encontra. Por exemplo: pensamos em uma função em que o PE faria o traçado dos limites da constelação para a qual o laser está apontando, ou levaria o laser até a estrela mais próxima da posição atual dentro do limite de magnitude pré-determinado, etc.

Resumo das funções executáveis pelo Projetor Estelar

A seguir será apresentado os movimentos executáveis pelo PE, organizando e sistematizando suas principais funções. Portanto, serão nomeadas algumas funções, de modo a explicitar seu funcionamento e facilitar o processo de menção em cada uma delas. A divisão das funções se dá em dois eixos centrais que são: características do laser e os movimentos dos motores. E estão representadas nos quadros 1 e 2.

O próximo passo é associar cada uma destas funções explicitadas com a interface do software, de modo a facilitar sua utilização, indicamos como utilizar estas funções de

Quadro 1 – Funcionalidades do laser do Projetor Estelar

Laser	
Nome:	Função:
Liga/desliga	Permite controlar o acionamento do Laser.
Piscar	Altera o funcionamento do Laser com um período pré definido.
Brilho	Realiza o controle da intensidade luminosa do Laser.

Fonte: elaborada pelo autor.

Quadro 2 – Funcionalidades dos motores do Projetor Estelar

Movimento Motores	
Nome:	Função:
Apontar Fixo	Os motores atuam para indicar uma determinada coordenada, posteriormente o sistema permanece fixo nesta direção.
Geodésica	Movimento entre dois pontos distintos no céu, gera a impressão de percorrer uma reta entre os pontos.
Tracking	Os motores atuam para indicar um determinado astro e permanecem indicando este astro ao longo do tempo, os motores atuam de modo a compensar o movimento aparente deste astro.
Adivinhando	Usada para descobrir o nome de um determinado astro desconhecido. Aponte o PE no modo manual até o objeto e o software irá fornecer as informações desejadas, como nome e sua constelação caso seja uma estrela.

Fonte: elaborada pelo autor.

forma simples. No quadro 3 está reunido estas informações:

H

Quadro 3 – Instruções para usar as funcionalidades do Projetor Estelar através do software

Relação entre o aparato e o software	
Nome da função	Acesso no software
Liga/desliga/Piscar e Brilho	Estas características do laser podem ser alteradas na barra de opções "Pointer style"
Calibração	Para realizar a calibração use o botão "Calib", nesta aba é possível adicionar os astros que serão usados durante o processo de calibração.
Apontar Fixo	Para seguir esta função é necessário clicar no botão "Nav". Pode-se realizar esta função de duas formas: indicando o nome do astro na lista ou inserindo suas coordenadas de forma manual.
Geodésica	Para indicar a geodésica usamos o "Custom path" que ainda está sendo implementado no software.
Tracking	Esta função será implementada, e para seu uso é necessário apenas atualizar a posição do astro em relação ao tempo. Isto poderá ser feito de modo automático ou manual.
Adivinhando	Clicar no botão "Find", é preciso realizar o apontar fixo de forma manual e depois solicitar que o software identifique o astro.

Fonte: elaborada pelo autor.

3.2 Metodologia de pesquisa

A primeira ideia envolvida nesta pesquisa era analisar as características educacionais do PE, a partir de uma pesquisa de campo, analisando o uso do PE durante algumas apresentações que ocorreriam na UFSCar campus Araras, mais especificamente no observatório a olho nu.

Infelizmente, este caminho metodológico não pôde ser integralmente seguido devido à ocorrência da pandemia de COVID-19 no ano de 2020. Portanto, o objetivo passou a ser a aplicação da sequência didática no ano de 2021, respeitando as normas de segurança, distanciamento social e higiene, esperando para que a pandemia fosse melhor controlada.

Nossa esperança de uma melhora na condição sanitária se mostra evidente com o pedido de prorrogação de seis meses deste trabalho. Mas no começo de 2021 nosso país passou por um agravamento substancial no número de casos e de mortes. Portanto, com estes aspectos ainda incertos, assim como a confiança das pessoas em se agrupar e restrições impostas pela universidade em relação ao uso do espaço e fluxo de pessoas, optamos por não realizar atividades com o público.

Com este tempo disponível, sem a possibilidade de execução das exposições e observações do céu, foi possível alterar nosso foco para o desenvolvimento de um conjunto maior de atividades que compõem a sequência didática, de modo que fosse possível explorar ao máximo as características do PE e uma gama muito maior de fenômenos abordados.

Na literatura, é possível encontrar a definição do que é uma sequência didática e suas principais características. Segundo Pais (2019), uma sequência didática é composta por uma quantidade de aulas ou situações de aprendizagem que são planejadas e previamente analisadas. Zabala (2015) diz que este conjunto deve ser ordenado, estruturado e articulado para a realização de certos objetivos educacionais.

Portanto, a metodologia deste trabalho consiste no detalhamento de todos os processos padronizados seguidos para a elaboração e desenvolvimento da sequência didática. Será então explicado todos os passos, abordagens e intenções pretendidas. Assim como foram determinadas e criadas as principais funcionalidades do PE para guiar as observações e representar alguns fenômenos.

Esta opção metodológica decorre do fato do PE ser um aparato experimental em desenvolvimento, portanto, existem poucos parâmetros relacionados aos processos de ensino. Dessa forma, as atividades que serão desenvolvidas permitem realizar uma reflexão sobre os principais usos do PE, assim como suas potencialidades e limitações.

Para abranger este propósito, serão analisados processos que envolvem grande complexidade, pois, englobam diversos aspectos sociais e culturais relacionados ao ensino. Portanto, seguiremos uma natureza de pesquisa qualitativa. Segundo Tozoni-Reis (2008), neste tipo de pesquisa o que importa é compreender e interpretar a realidade, para que se possa produzir conhecimentos através de sua investigação.

Tozoni-Reis (2008) apresenta uma definição para a pesquisa a ser realizada na educação:

as ciências da educação têm um campo próprio, que é o saber pedagógico. A pesquisa, ou seja, a produção de conhecimentos sobre este saber já se consolidou. É uma área vigorosa e atuante que traz a compreensão do fenômeno educacional uma grande contribuição. No entanto, não podemos esperar consensos teóricos-metodológicos nessa área porque ela é dinâmica e complexa. (TOZONI-REIS, 2008, p. 13)

Nessa conjuntura, iremos produzir conhecimentos relacionados ao uso do PE através do desenvolvimento da sequência didática. Onde existe a possibilidade de articulação entre o conhecimento didático e o conhecimento astronômico. Portanto, nas SD são apresentados os conceitos astronômicos envolvidos, suas principais características históricas e culturais, algumas orientações didático/metodológicas e como unir todos estes elementos durante o uso do PE.

Para se obter a sustentação necessária para este trabalho, são utilizados os referenciais teóricos para justificar e orientar a elaboração da sequência didática. O objetivo desta fase inicial foi olhar para a área a ser estudada de um modo mais amplo possível, analisando a evolução da área, as possibilidades, dificuldades educacionais existentes e o público-alvo na qual as atividades podem ser direcionadas.

Portanto, estes estudos preliminares constituem a base para a elaboração teórica de cada uma das atividades a serem desenvolvidas. A ideia central é reunir os principais conhecimentos que envolvem a observação do céu, correlacionando-os com conceitos presentes em alguns dos principais currículos educacionais presentes no país e que estão em consonância com os estudos da área de ensino de astronomia.

A concepção geral que une o desenvolvimento das SD, não é apenas orientar os usos do PE para uma boa prática observacional, mas também ressaltar toda a parte histórica e cultural da Astronomia. Dessa forma, buscamos agregar as características tecnológicas do PE com o conhecimento humanístico presente na literatura, se distanciando de um processo de observação puramente tecnicista. Os aspectos relacionados a natureza da ciência, foram explorados no capítulo 2 desta dissertação.

É esperado que os participantes possam aplicar estes conhecimentos em outros momentos de observação do céu, assim como, realizar trocas destas experiências com amigos e familiares, de modo análogo ao que era realizado pelos nossos antepassados.

Assim como outros recursos educacionais, o PE pode ser utilizado de acordo com diferentes tipos de abordagens, o que conseqüentemente altera a forma de interação com o público. Para o conjunto de atividades propostas indicamos uma interação com o público no formato expositivo-dialogado. Pois o apresentador irá expor um conjunto de conceitos e realizará diversas demonstrações e ações didáticas na qual, em momentos específicos, os participantes são instigados a participarem com perguntas, palpites e relato de suas impressões. É necessário que o mediador administre de forma eficiente todas essas ações, portanto o planejamento se torna ainda mais fundamental, para que as discussões não se desviem do objetivo central daquela atividade.

Outras possibilidades de uso do PE, que não serão seguidas neste trabalho, devido a escolha realizada acima são: exploração do céu realizada pelos participantes, que podem comandar o aparato conforme sua curiosidade; exposição sem nenhum tipo de interação, onde o PE possui uma rotina a seguir, indicando os astros e simultaneamente, reproduzindo um áudio previamente gravado.

Foi exposto acima os principais fatores que influenciam e norteiam a elaboração das SD, mas também é importante olhar a forma que elas serão organizadas e estruturadas. Segundo [Guimarães e Giordan \(2011\)](#), estes pontos são fundamentais para a construção de qualquer sequência didática. A partir deles, é possível realizar uma análise sobre a

qualidade, originalidade das SD e sua articulação com os temas propostos. Assim como eles evidenciam a clareza, inteligibilidade e executabilidade das atividades.

Cada uma das SD está organizada nos seguintes tópicos: i) Objetivos, ii) Habilidades a serem desenvolvidas, iii) Conteúdo, iv) Roteiro e v) Funcionalidades do Projetor Estelar.

i) Objetivos: Neste tópico são anunciados o objetivo geral e específico de cada uma das atividades. Os objetivos definem as principais metas a serem atingidas pelos participantes e servem para organizar as ações didáticas que irão ocorrer.

ii) Habilidades a serem desenvolvidas: Nesta etapa é descrita as habilidades a serem desenvolvidas em cada um das atividades. Para a sua elaboração serão utilizadas algumas habilidades já existentes, que estão presentes na BNCC ou no currículo do estado de São Paulo, assim como serão desenvolvidas novas habilidades de acordo com os problemas propostos e seus respectivos objetivos.

iii) Conteúdo: O tópico relacionado ao conteúdo foi criado para organizar o conhecimento astronômico a ser apresentado nas exposições e relacioná-lo com os aspectos da história da ciência. Os conceitos explorados neste tópico formam a base para responder a nossa problemática inicial. Assim como permite observar uma continuidade das várias unidades didáticas ao longo das atividades, mostrando o fio condutor que une cada uma das SD.

Segundo Guimarães e Giordan (2011), é importante diferenciar os conteúdos da aprendizagem, pois isso contribui para identificar com maior precisão as intenções educativas.

iv) Roteiro: No tópico do roteiro, são evidenciados os passos a serem seguidos durante as exposições. Indicando formas e possibilidades de interação e usos do PE. É neste momento das SD que são expostos os conhecimentos procedimentais e atitudinais de cada uma das atividades, com indicações que podem ser seguidas pelos apresentadores.

v) Funcionalidades do Projetor Estelar: Neste tópico, está organizado e sistematizado as principais funcionalidades do PE para cada uma das SD. Isto auxilia o processo de programação para cada uma destas funções, que decorre do fato do PE ainda não ter sido utilizado para fins educacionais. Portanto, através do desenvolvimento das SD, foram sendo aprimoradas e elaboradas novas funcionalidades para o aparato. Este breve resumo também possibilita estabelecer a relação do PE com os conceitos, conteúdos e problemas propostos.

A última característica importante de uma SD é a avaliação, que busca analisar o entendimento e compreensão de todo o processo didático. Para isto existem diferentes métodos de avaliação e enfoques possíveis. Como a avaliação nos ENFE possui aspectos próprios e diferentes dos realizados no ensino formal iremos apresentar as formas de avaliação de uma forma geral, não será indicado a avaliação em cada uma das atividades,

pois as discussões a serem realizadas servem como base para se avaliar todas as atividades. Estas discussões estão expostas na seção 3.2.1.

Devido ao fato das SD ainda estar restrita aos ENFE, suas atividades também foram propostas de modo que pudessem ser compreendidas e aplicadas de forma isolada. Pois, nos ENFE não existe uma regularidade em relação a presença dos participantes como no ensino formal. Portanto, se um determinado sujeito assistir apenas uma das exposições, espera-se que ele compreenda os conceitos abordados, sem a exigência da participação nas demais atividades.

Isto foi feito buscando abranger as características do ensino não-formal e a grande quantidade de conteúdos que podem ser explorados com o PE. Mas não se exclui a possibilidade da criação de cursos com uma maior quantidade de encontros, o que permite seguir toda as SD, de modo que os encontros possam se complementar conceitualmente.

As propostas didáticas presentes no capítulo 4, estão voltadas para a compreensão da dinâmica celeste, a partir da observação que temos no nosso planeta, observando os movimentos do céu e suas principais características, para que posteriormente possa ser possível a compreensão dos modelos astronômicos mais universais e aceitos pela comunidade científica.

Em decorrência da necessidade de visualização dos astros, as atividades contemplam apenas objetos celestes visíveis no hemisfério sul, podendo ser adaptadas para outras latitudes ao redor do globo terrestre. Portanto, este é um fator que determina a predominância da análise histórica e cultural de civilizações que ocupavam espaços próximos ou ao sul da linha do equador.

Além disso, a elaboração das atividades avalia a característica cíclica do céu, e que, portanto, diversos corpos celestes são visíveis apenas em determinadas épocas do ano. Portanto, cada uma das atividades foi produzida a partir de uma cartilha de observações (Apêndice A). Este material apresenta as principais características do céu na localidade de Araras durante o período de um ano, de modo que as apresentações podem ser realizadas de acordo com o que está visível no céu, não ficando restritas a um conjunto específico de estrelas ou constelações

Essa cartilha de observações teve como referência principal um material desenvolvido por um observatório nacional, na qual estão presentes os principais eventos astronômicos do ano (VALONGO, 2021). Para confeccioná-la, foram utilizados o software Stellarium e um conjunto de fotografias tiradas do observatório a olho nu do CCA-UFSCar (CARVALHO NETO, 2015) para simular a visualização do céu a partir do espaço do observatório. Para isto, realizamos recortes nas fotografias do observatório a olho nu, para incluir todos os objetos que compõem a paisagem local e que possam ocasionar em obstrução durante o processo de observação, como construções, árvores, montanhas, etc.

Outro aspecto importante sobre este material está no fato dele ser facilmente reutilizável nos anos posteriores, pois é necessário apenas uma adequação nas efemérides, conjunções, fases da lua e a posição dos planetas. Enquanto que estrelas e constelações visíveis permanecem as mesmas ao longo do tempo, de modo que isto possibilita a replicação e/ou elaboração de novas atividades a serem aplicadas com o PE.

3.2.1 Formas de avaliação das Sequências didáticas

Nesta seção, serão apresentadas algumas concepções relacionadas a avaliação da sequência didática proposta, quais parâmetros podem ser analisados e os resultados esperados deste processo. Estas reflexões são fundamentais para a aplicação, testagem e validação das SD.

Toda a descrição e passos apresentados nesta seção são sugestões, que podem ser alteradas de acordo com o contexto educacional e os objetivos. As indicações realizadas estão relacionadas com os aspectos e objetivos das SD, elaboradas para uso nos ENFE, mais especificamente um observatório a olho nu da UFSCar. Assim como estão em consonância com a literatura da área.

É de extrema importância a existência e utilização destes métodos avaliativos. Através deles, todas as práticas didáticas com o PE podem ser refletidas e alteradas de acordo com as demandas encontradas nas exposições. Esta característica deve ser almejada, visto que a utilização do PE para fins educacionais ainda está no plano teórico, e mesmo que bem fundamentado, apenas com sua aplicação será possível avaliar suas limitações e reafirmar suas potencialidades. A partir dos ensaios com o público, as SD poderão ser constantemente aprimoradas.

Segundo alguns autores Cazelli e Coimbra (2008); Marques (2014), o processo avaliativo nos ENFE possui diversas particularidades que estão relacionadas as características destes espaços. Enquanto que no ensino formal, as avaliações são constantes, padronizadas e focada apenas nos aspectos cognitivos de cada uma das faixas etárias. As práticas avaliativas nos ENFE são mais flexíveis, podendo ser mais personalizadas e não focar apenas na cognição dos participantes. A liberdade de atuação e de criação de alternativas didáticas está presente em todo o processo de ensino-aprendizagem nos ENFE.

Mas esta característica dos ENFE também pode gerar situações conflitantes, pois a avaliação nos ENFE, no geral, sofre de uma dificuldade de mensurar o impacto das ações didáticas realizadas. Isto ocorre, pois muitas das consequências destas práticas são refletidas e observadas depois de um certo período de tempo que se estende ao simples momento das exposições. Muitas vezes se relacionando a outras situações educacionais futuras em sua vivência no ensino formal.

Desta forma, (CAZELLI; COIMBRA, 2008) expõe a necessidade de não se avaliar

apenas a aprendizagem e os conteúdos envolvidos, mas também toda a experiência dos participantes. É importante avaliar como estes indivíduos se sentiram durante o processo de observação do céu e quais suas principais reações.

É a partir deste cenário, que a motivação se torna um parâmetro importante de se analisar durante a apresentação das SD. Segundo [Cazelli e Coimbra \(2008\)](#), a motivação dos estudantes da educação formal, em média, vai diminuindo ao longo de sua vida escolar, o que está associado a diversos fatores. Esta falta de motivação dos estudantes é um problema para o processo de ensino-aprendizagem, dificultando a assimilação dos conteúdos. Portanto, práticas educacionais nos [ENFE](#), em parceria com instituições formais de ensino podem auxiliar os estudantes a obterem mais interesse e engajamento pelo conhecimento científico. Pois, de um modo geral, as práticas nestes espaços tendem a aumentar a motivação dos estudantes.

Portanto, a observação atenta do mediador das atividades é fundamental para avaliar a motivação dos participantes, analisando suas reações, ações espontâneas e as perguntas realizadas. Durante as observações é possível visualizar os participantes, percebendo o modo como eles interagem entre eles, como reparam ou não nos fenômenos celestes e seu grau de animação.

Durante as práticas didáticas, existem momentos específicos de maior interação com os participantes e também uma maior participação deles. São nestes instantes que aparecem algumas evidências sobre as ações realizadas. Portanto, alguns passos indicados no roteiro das SD permitem avaliar a visão dos indivíduos sobre determinado fenômeno e seu grau de interesse momentâneo.

4 Sequências Didáticas

Neste capítulo, apresentamos os resultados teóricos e práticos obtidos neste trabalho. É evidenciado as sequências didáticas e todos seus aspectos, sendo o foco desta pesquisa. No final do capítulo, são abordados os testes práticos realizados com o PE, na qual buscamos testar e avaliar as funções do PE que estão indicadas nas SD.

4.1 Esfera Celeste e padrão das estrelas no céu

4.1.1 Objetivos

O objetivo principal desta atividade é que os participantes possam compreender o conceito de esfera celeste, seus usos e funcionalidades na observação do céu. Eles também serão conduzidos para visualizar e compreender os padrões que estão presentes no céu, que se relacionam com as regularidades presentes no tempo e no espaço. Essas características presentes no céu facilitam a percepção e orientação durante o processo observacional.

Os participantes serão estimulados a realizarem observações durante a exposição das atividades e também a analisarem as estrelas nos dias subsequentes do evento, de modo a compreender melhor a dinâmica do movimento das estrelas.

4.1.2 Habilidades a serem desenvolvidas

- Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra (BRASIL, 2017, p.341);
- Observar e identificar os períodos diários em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu (BRASIL, 2017, p. 337);
- Reconhecer e utilizar as coordenadas para localizar objetos no céu (SÃO PAULO, 2011, p.46) ;
- Compreender a criação da esfera celeste como uma construção humana que busca auxiliar o entendimento da dinâmica celeste;
- Visualizar a conformação que as estrelas possuem no céu;
- Compreender o padrão das estrelas e como ele altera sua posição ao longo do ano;
- Utilizar o padrão das estrelas como um guia para novas observações;

4.1.3 Conteúdo

O conceito principal desta atividade é a ideia da esfera celeste, suas principais características e como ela é utilizada na astronomia observacional. Para isso, será definido e evidenciado este conceito. Posteriormente, serão discutidos os aspectos culturais que influenciaram sua criação e serão demonstradas algumas de suas aplicações em determinados grupos de estrelas ao longo de um ano.

O desenvolvimento histórico da astronomia permitiu à humanidade se desenvolver, passando de uma visão antropocêntrica do universo até a compreensão contemporânea, que, ao ramificar-se em outras áreas como a cosmologia, permite estimar até a idade de nosso universo e compreender sua grandiosidade, sendo o nosso planeta Terra apenas um entre inúmeros planetas existentes.

Mas mesmo com este desenvolvimento teórico e experimental da astronomia atual, ainda é possível usar elementos de conceitos estabelecidos há mais de 4000 anos. Estes conceitos tornam a observação mais intuitiva e facilitam as práticas educacionais. A seguir, será explorado um destes conceitos que é a Esfera Celeste.

O conhecimento astronômico moderno compreende, explica e prevê a dinâmica do nosso Sistema solar com uma precisão excelente, sendo a Terra um dos oito planetas que orbitam o Sol. Mas para observar o céu, podemos usar o próprio referencial da Terra, ou seja, utilizar o fato que estamos em nosso planeta e todos os outros corpos celestes que se movimentam em relação ao nosso referencial, considerando que este referencial é estático.

Como diz [Trogello, Neves e Silva \(2015\)](#), a esfera celeste é uma construção mental que busca facilitar as observações astronômicas e compreender a natureza. A esfera celeste é a estrutura que envolve a Terra e que contém em sua superfície todos os corpos celestes, de modo que todos os objetos do cosmo possuem a mesma distância em relação ao observador situado no nosso planeta.

Este conceito pode parecer transmitir uma concepção proto científica para os dias atuais, pois está consolidado o fato de que as estrelas visíveis no céu possuem diferentes distâncias da Terra e que a Terra possui movimento, seja em relação ao Sol ou em relação ao centro da galáxia. Mas esta definição foi responsável pelas primeiras modelagens e previsões astronômicas, permitindo que os povos compreendessem a dinâmica do céu. Assim como apresenta um aporte empírico muito forte, sendo este a base para estudar o céu, ou seja, a astronomia antiga inaugura alguns procedimentos que são fundamentais para a astronomia moderna, como as observações periódicas, metódicas e sistematizadas.

Além disso, intuitivamente as pessoas tem a impressão das estrelas estarem fixas em uma abóboda que nos envolve, que decorre do fato das estrelas estarem muito distantes do observador, de modo que não é possível distinguir a distância entre elas. Portanto, é necessária pouca abstração para compreensão deste conceito. E isto é importante como

um passo inicial nos estudos astronômicos.

Muitos astrônomos da antiguidade já se dedicavam ao estudo do céu e de sua dinâmica. Para isso, a utilização de materiais concretos e que pudessem simular os movimentos do céu seriam de grande auxílio. Alguns relatos históricos antigos evidenciam essa busca dos estudiosos, e como um dos resultados disso temos a construção da esfera armilar (TROGELLO; NEVES; SILVA, 2015).

A esfera armilar consiste em um modelo tridimensional e em escala reduzida da esfera celeste, com a Terra no centro, e diferentes arcos ao seu redor, representando alguns dos principais elementos celestes. A esfera armilar foi amplamente usada por astrônomos na Idade Antiga, incluindo Ptolomeu, pois auxiliava na determinação da posição das estrelas ao longo do ano e em diferentes localidades do planeta (MARTINS, 2013).

Sendo este um aparato muito importante para o desenvolvimento histórico da astronomia, existem modelos em museus, construções em espaços de divulgação científica e até mesmo propostas de confecção para uso em sala de aula (MIRAS,).

Agora serão detalhados alguns dos pontos de referência presentes na esfera celeste, a importância deles durante o processo de observação do céu e como eles auxiliam na determinação da posição das estrelas ao redor do globo terrestre.

Os primeiros pontos de referência que podemos definir são: zênite, nadir e horizonte. O zênite representa o ponto exatamente acima de qualquer observador, este ponto é o prolongamento de um fio esticado pela ação da gravidade (prumo) até o céu, ou seja, formando um ângulo de 90° com o horizonte. Nadir é o ponto diametralmente oposto ao zênite, sendo o prolongamento inferior do prumo. Este ponto não é visível devido à superfície terrestre. E, por fim, o horizonte possui o mesmo significado que a própria palavra possui, sendo a faixa que divide o céu visível e a superfície da Terra.

Todos estes pontos de referência explorados acima são expressos em ângulos, pois a observação das estrelas se baseia na medição em uma esfera, visto que medidas realizadas com coordenadas lineares dificultam o processo de medição e também os cálculos envolvidos. Desta forma, as medições astronômicas são realizadas usando ângulos. Sendo a medida angular da altura de uma estrela uma das medidas mais importantes.

A altura é definida como sendo o ângulo formado entre o horizonte e a direção da estrela. Como mostrado na figura 11.

É possível observar a medida da altura da estrela Rigil Kentaurus no software *Stellarium*, na data de 10/02/2020 às 23 horas na localidade de Araras.

Os próximos sistemas de referência que serão evidenciados buscam estabelecer pontos fixos na abóboda celeste, de modo a auxiliar na compreensão da dinâmica do céu em qualquer lugar do globo. Pois, com o passar das horas durante a noite têm-se a

Figura 11 – Altura da estrela Rigil Kentaurus



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

impressão de que o céu que gira ao redor de nosso planeta. Efeito este que é causado pelo movimento de rotação da Terra, portanto, o eixo de rotação da Terra determina o eixo no qual a Esfera Celeste realiza seu movimento. Os pontos existentes a partir desse eixo são os polos celestes, norte e sul.

Determinado qualquer um destes pontos no céu, é possível visualizar o movimento aparente das estrelas ao seu redor. A diferença entre os polos celestes é que este movimento aparente ocorre em direções opostas em cada um dos polos. Girando no sentido horário no polo sul celeste e no sentido anti-horário no polo norte celeste.

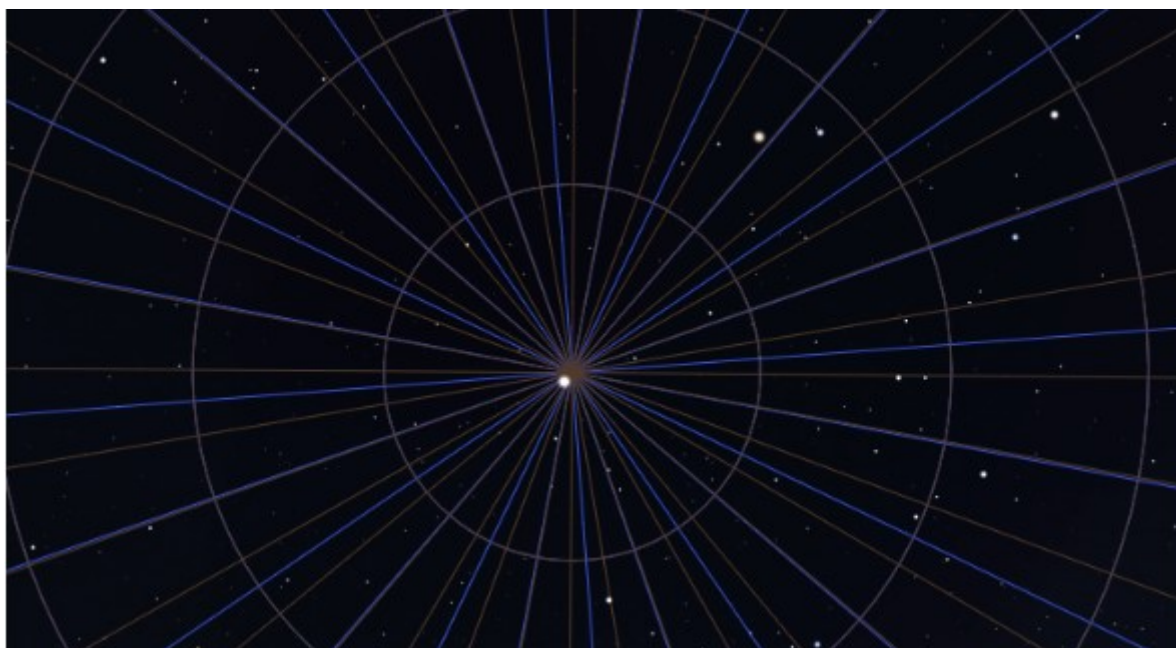
É de grande importância conseguir determinar um destes pontos celestes, dependendo de qual hemisfério se está localizado. Os métodos são simples e de grande utilidade. Considerando os extremos de nosso planeta, pode facilitar nossa compreensão desse procedimento. Portanto, pense em um observador no polo sul terrestre, em uma localidade onde sua latitude é de 90° . Para esse observador o polo sul celeste estará exatamente acima de sua posição, ou seja, coincidindo com o zênite, veja figura 12. É possível ver na figura 12, como o polo sul celeste (azul) coincide com o zênite (marrom), em uma latitude de 90° .

Figura 12 – Representação polo celeste sul em uma latitude de 90°.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

Figura 13 – Representação polo celeste norte em uma latitude de 90°



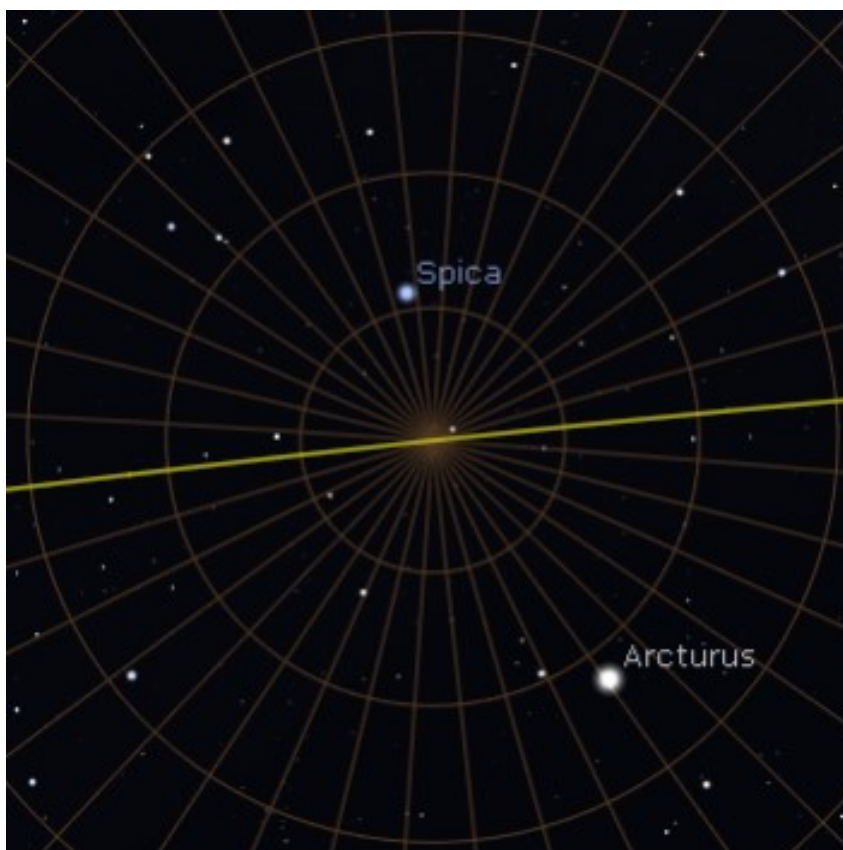
Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

O mesmo ocorre se o observador estiver sobre o eixo do polo norte celeste, de acordo com a figura 13. A figura 13 mostra o polo norte celeste (azul) coincidindo com o zênite (marrom). O interessante é que neste polo existe a presença de uma estrela, a Polaris, presente na constelação da Ursa menor. Portanto, para localizar o polo norte celeste é necessário apenas encontrar essa estrela no céu, facilitando o processo de orientação.

Estes são os dois extremos de nosso globo, mas as observações astronômicas são realizadas em latitudes diferentes de 90° , por isso é importante conseguir determinar a posição dos polos ao longo das diferentes latitudes. Para isso, vamos definir uma nova referência que é o equador celeste. Assim como os polos celeste norte e sul são extensões destes pontos terrestres até a esfera celeste, o equador celeste é uma extensão do equador terrestre, que possui latitude igual a zero.

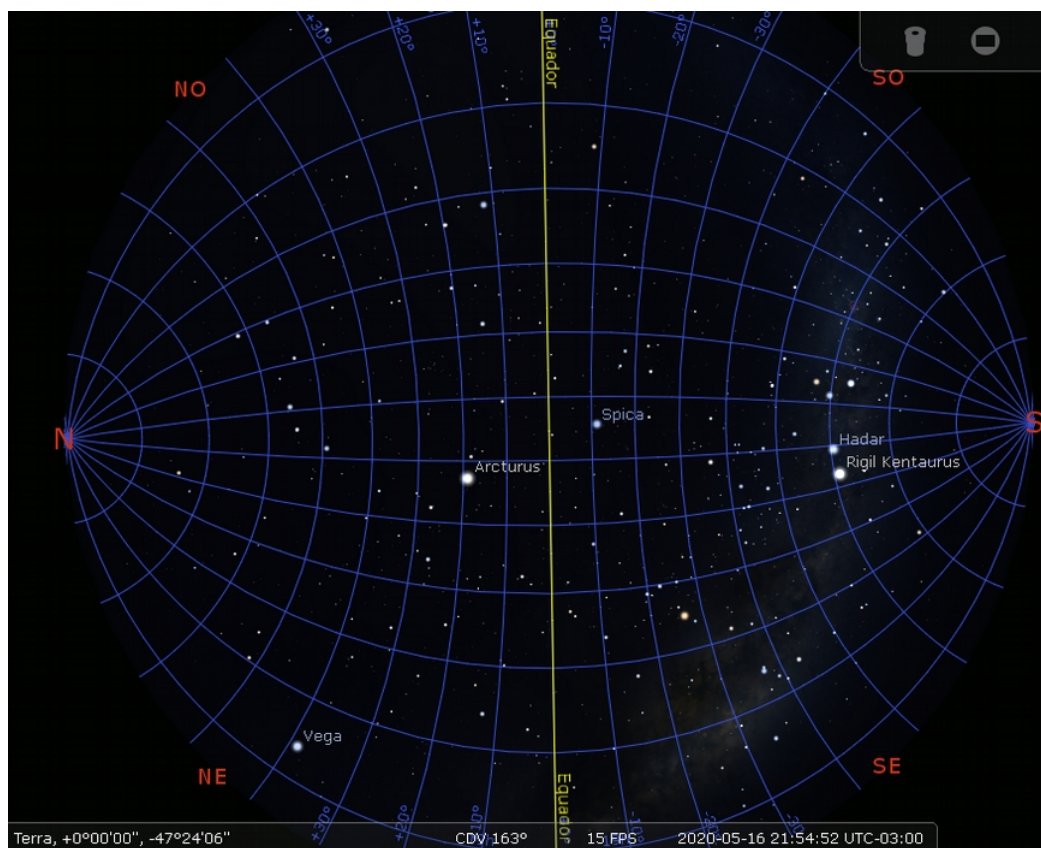
Deste modo, um observador localizado sobre a linha do equador irá visualizar o equador celeste bem acima de sua posição. A característica que define a linha do equador é que ela interliga os pontos cardeais leste e oeste, como pode ser vista na figura 14.

Figura 14 – Representação da linha do equador celeste.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

E para este mesmo observador no equador terrestre, qual a posição dos polos celestes? De acordo com a figura 15, os polos celestes estão no horizonte nas direções norte e sul.

Figura 15 – Representação do céu para um observador em latitude 0° .

Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

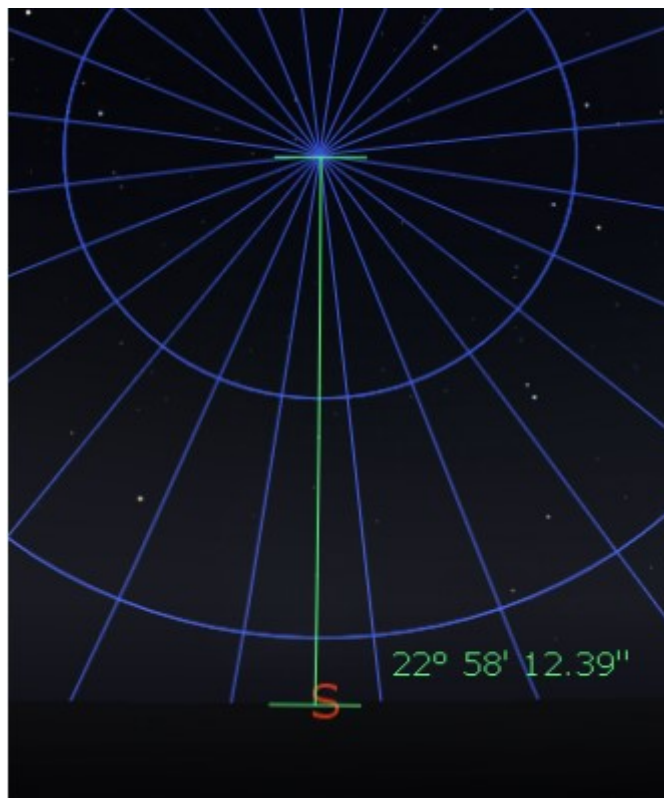
Portanto, o equador celeste e os polos celestes sempre possuem 90° entre si. Analogamente, um observador presente em uma latitude de 90° (duas primeiras imagens), o equador celeste coincide com o horizonte.

Compreendido esta noção e estabelecidos estas referências, existe um método para se determinar a altura de um polos, pois apenas é possível ver um deles dependendo de sua latitude. Observadores no hemisfério sul conseguem visualizar o polo celeste sul e o contrário para o hemisfério norte. Como foi demonstrado anteriormente, o polo celeste coincide com o zênite (altura igual a 90°) em uma latitude de 90° e coincide com o horizonte (altura igual a zero) no equador (latitude igual a zero). Desta forma, a altura do polo celeste é igual a latitude desta localidade, observe a figura 16.

A medição realizada no software [Stellarium](#), com a ferramenta de medição angular, registrou um ângulo de $22^\circ 58'$. A latitude desta localidade é de $22^\circ 54'$. Esta diferença ocorre devido a imprecisão na determinação do horizonte, mas evidencia o método no qual podemos conhecer a latitude de uma certa localidade.

Para determinar o equador celeste, basta utilizar a característica mencionada anteriormente, em que os polos e o equador formam um ângulo de 90° entre si.

Figura 16 – Altura (verde) do polo sul celeste (azul) na cidade de Campinas.



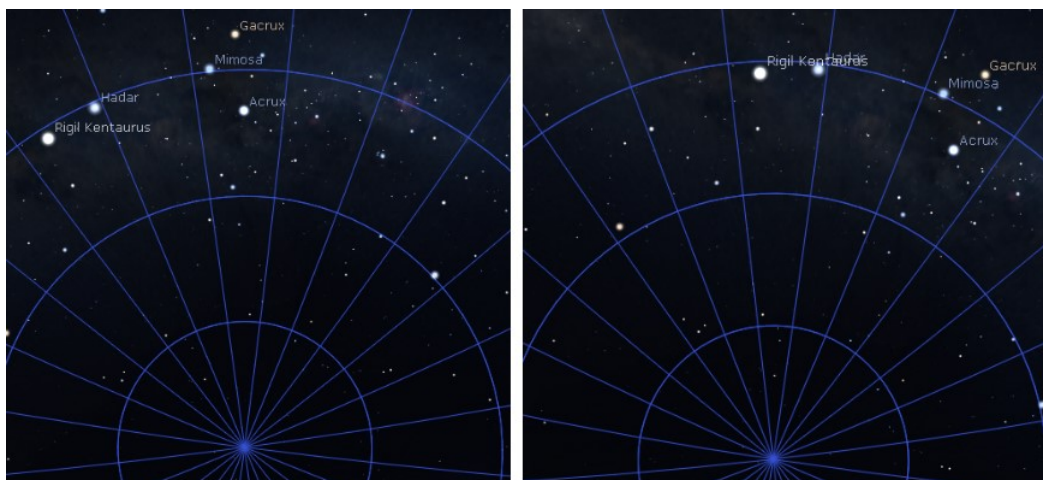
Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

Prosseguindo nos conceitos, é importante olhar os efeitos práticos que a esfera celeste carrega e assim, compreender seu uso na astronomia observacional. Para isto, é fundamental analisar sua dinâmica ao longo do tempo, percebendo e descobrindo as regularidades e/ou simetrias existentes.

Uma característica muito importante, que decorre do movimento de rotação da Terra e evidencia a importância de se determinar a posição do polo celeste sul no céu, é o movimento aparente das estrelas no céu. Como mencionado anteriormente, no nosso referencial terrestre temos que toda a abóboda celeste se movimenta ao nosso redor, e é importante compreender este fenômeno. Para isto, é necessário olhar para um conjunto de estrelas e analisar sua relação com o polo celeste sul. Veja a figura 17, que mostra a representação da constelação do cruzeiro do sul, que é formado pelas estrelas Gacrux, Mimosa, Acrux e Pálida. A figura mostra esta constelação em dois horários distintos ao longo da noite.

É possível observar nas imagens que todas as estrelas possuem o mesmo deslocamento angular e que todas as estrelas mantêm o mesmo ângulo em relação ao polo celeste sul. Compare o caso da estrela Mimosa, que está tangente à linha azul nas duas partes da figura 17. Esta linha representa uma diferença de 30° até o polo celeste sul, repare como a estrela acompanha esta linha.

Figura 17 – Movimento aparente do Cruzeiro do Sul.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

Portanto, possuindo conhecimento sobre a posição do polo sul celeste, é possível compreender o movimento das estrelas ao longo das horas pois todas as estrelas parecem girar em torno deste polo celeste.

Os povos antigos perceberam a existência dessa regularidade na disposição das estrelas no céu, de modo que elas formam um padrão em sua composição. E ele é tão regular que quase não se altera ao longo de várias gerações. Como comprovação deste fato, é possível realizar a medição do ângulo formado entre duas estrelas quaisquer em um determinado horário e depois repetir o processo poucas horas depois, o resultado será o mesmo ângulo nas duas medições.

Segundo [Kantor \(2012\)](#), o início da astronomia era totalmente baseado nos mitos e crenças dos povos. Tendo o céu como pano de fundo e substrato para a imaginação do homem, o céu passa a ser um aliado da humanidade para superar as dificuldades impostas pela vida, guiando suas ações e sendo uma fonte de inspirações filosóficas e espirituais.

Alguns elementos encontrados nas pinturas rupestres evidenciam que os astros faziam parte da vida e da cultura de povos antigos.

Estas civilizações possuíam um estilo de vida completamente diferente da civilização do século XXI. Sem a quantidade de poluição luminosa e do ar, assim como ausência de confinamento em casas e apartamentos, a ação de olhar e contemplar o céu estava muito mais presente. Visto que diferentes povos, em tempos e locais distintos, utilizaram o céu e seus movimentos como elementos fundamentais de sua cultura.

As regularidades presentes no céu, mencionadas anteriormente, foram de extrema importância para este processo cultural, pois o fato dos eventos celestes serem cíclicos permitiu que o ser humano os associasse a alguns acontecimentos de sua vida na Terra.

Desta forma, a observação do céu era um guia para diversas ações humanas, como a medição do tempo, localização em nosso planeta (tema das próximas atividades) e outras atividades socioeconômicas. E para que este processo fosse útil e prático, era preciso sistematizar boa parte do conhecimento celeste.

Portanto, para atender esta necessidade, foram desenvolvidos ao longo da história as chamadas cartas celestes, que são manuais e guias para a observação do céu, e variavam de acordo com as civilizações que a confeccionavam, de acordo com seus aspectos culturais e aplicações exigidas.

Alguns softwares livres como o [Stellarium](#), são evoluções das cartas celestes, pois representam a disposição das estrelas no céu em qualquer lugar do planeta e apresentam as opções gráficas de visualização destes corpos celestes. E o grande diferencial destes recursos está na dinâmica de observação, não ficando restrito à condições temporais, espaciais e/ou ambientais.

Por mais que estes instrumentos tecnológicos apresentem inúmeras vantagens educacionais, a observação por meio destas ferramentas não substitui a sensação e contemplação presente nas práticas observacionais a olho nu. Por isto que o conjunto de atividades propostas neste trabalho incentiva a observação direta do céu, de modo que as tecnologias que utilizamos foram desenvolvidas com este propósito.

Segundo [Justiniano e Botelho \(2016\)](#), com o avanço científico e o advento de novas tecnologias para medir a passagem do tempo e se localizar, as cartas celestes passaram a ser utilizadas quase que exclusivamente para a divulgação, o ensino e a pesquisa em astronomia.

E para que o uso das cartas celestes não seja apenas como uma reprodução destes materiais, é importante compreender sua contribuição e relevância para a natureza da astronomia e da ciência moderna, que busca prever os fenômenos naturais com a maior precisão possível, possibilitando maior compreensão e atuação na natureza.

Esta característica é muito presente na determinação e descoberta do planeta Netuno, que foi previsto teoricamente e observado devido a precisão na determinação de sua posição, garantido pela teoria gravitacional. Isto deu uma excelente sustentação, mesmo que momentânea, ao escopo da mecânica newtoniana, pois ela era questionada sobre algumas anomalias presentes na órbita de Urano. Assim, a descoberta de Netuno solucionou o problema destas variações na posição do planeta Urano ([SILVESTRE, 2017](#)).

Este caso citado acima é um caso mais recente na história da ciência, datado no começo do século XIX, mas que serve para evidenciar a importância e busca constante da astronomia em possuir uma melhor previsibilidade nos fenômenos. A compreensão da esfera celeste possibilitou prever a duração dos anos, as estações, eclipses, órbitas e outras importantes observações.

Considerando o padrão estelar presente no céu e sua relevância, evidenciada nesta subseção, pode-se refletir sobre qual o motivo deste padrão existir. As estrelas estão mesmo paradas no universo?

Como as estrelas estão muito distantes da Terra e assim, do observador, não é possível distinguir a distância entre as estrelas, existindo a impressão de todas estarem a mesma distância. Mas isto não ocorre de fato, elas possuem diferentes distâncias da Terra. E como esta distância é muito grande, não é perceptível o movimento das estrelas, transmitindo a sensação de que elas apenas se movem devido a rotação da Terra. (BOCZKO, 1984)

Para compreender melhor este fenômeno, pode-se pensar em um exemplo. Considere um avião em movimento, este possui uma velocidade de cruzeiro entre 500 e 1000 Km/h. Se este avião passar a alguns metros do observador ele irá se impressionar com a velocidade desse corpo. Mas quando este mesmo objeto tráfega no céu, com uma distância grande do observador, ele não possui essa mesma impressão, podendo até o considerar lento.

Com as estrelas o fenômeno é similar. Elas possuem uma alta velocidade de deslocamento, mas como a distância é absurdamente grande, na ordem de anos-luz, o observador possui a impressão de que estas estrelas estão estáticas entre si.

4.1.4 Roteiro

Para iniciar o processo de observação, será apresentado o PE, visto que ele vai servir de guia para isto. É então realizada uma breve descrição do aparato e sua comunicação através de um smartfone, sendo acionado o laser para mostrar o feixe de luz que indica os astros desejados. Pode ser realizado com qualquer astro de forma arbitrária. Este processo se repete em cada uma das atividades subsequentes apenas quando estiverem sendo aplicadas de forma isolada.

Neste momento, podemos iniciar as observações do céu, sendo então usado o projetor para definir os pontos cardeais, indicando a direção norte-sul e leste-oeste que será realizada devido a importância de se utilizar referências durante este processo. Será realizada esta indicação através do movimento percorrido sobre uma geodésica, de modo que o PE estará iluminando esta trajetória com o laser.

O movimento apresentado pelo PE é sobre a esfera celeste, portanto, é necessário considerar sua geometria. Como o formato da esfera celeste é curvo, a trajetória que une dois pontos com a menor distância é a descrito pela geodésica, de modo análogo a uma reta no plano. Isto permite que a trajetória executada pelo PE entre dois pontos definidos possa ser eficiente, prático e que indique de forma precisa a direção que une dois objetos celestes. A sensação é que o PE percorre uma linha reta entre os dois pontos. Deste modo, nos referimos como movimento de geodésica este mecanismo de movimento presente no

PE.

A partir disto, são definidas regiões no céu para qual os espectadores poderão olhar.

Outro ponto importante da localidade é o zênite, que pode ser apontado pelo PE. Para isto é preciso definir outra funcionalidade básica do PE, que é a marcação fixa de um ponto, que neste caso será a indicação do zênite, mas pode ser extrapolado para qualquer outro conjunto de coordenadas. Esta funcionalidade também permite uma oscilação na intensidade do laser, fazendo com que ele altere seu brilho e/ou pisque.

Este aspecto simples do PE permite focalizar a atenção dos espectadores para um ponto específico da observação, na tentativa de conseguir guiar a observação de maneira conjunta e simultânea, evitando que os participantes não encontrem determinados astros no céu.

Posteriormente, o PE será utilizado para definir e demonstrar o conceito de altura e azimute dos astros, evidenciando a importância dessas medidas para determinar a posição das estrelas na esfera celeste.

A altura pode ser melhor compreendida devido a relação direta com o horizonte, de modo que sua visualização é simples. Mas somente a altura não determina a posição de um astro, pois podem existir diversos outros corpos que possuem a mesma altura.

Realizar esta demonstração para dois astros com mesma altura (usar pontos arbitrários no céu caso não exista essa condição), de modo que é necessário definir outro sistema de coordenadas além da altura. Portanto, com o PE é possível indicar o que é o azimute de um astro, e como este varia ao longo da esfera celeste.

Este método de observação permite que os participantes visualizem a diferença entre a altura e o azimute, e como eles se complementam para permitir uma melhor localização das estrelas no céu.

Abordados estes aspectos, é possível focar no objetivo central desta atividade que é compreender a dinâmica da esfera celeste. Para isto, será necessário utilizar o movimento de geodésica e o apontamento fixo pelo PE.

Primeiramente, o PE será apontado para um astro específico, para que todos acompanhem o movimento que se sucederá. Será realizado o movimento de geodésica mostrando a posição dessa estrela ao longo da noite, ou seja, o PE indicará a trajetória a ser percorrida com o passar das horas. De início, será repetido este processo para outras duas estrelas que possuem uma boa condição de visibilidade e que ocupem regiões distintas da esfera celeste. Este processo pode ser repetido para mais estrelas de acordo com a interação dos participantes.

Este movimento executado pelo PE permite visualizar o movimento diário executado pela esfera celeste, resultante do movimento de rotação da terra. O objetivo é que os

espectadores percebam as principais características deste deslocamento, onde as estrelas aparentemente se movem em uma mesma direção. E percebendo que este movimento é mais evidente nos astros próximos do equador celeste.

Também pode ser realizado o mesmo método explicitado acima, mas com outro foco, exibindo a trajetória destes mesmos astros durante os meses do ano. Possibilitando que eles comparem estes dois movimentos que ocorrem no céu e a relação entre eles.

Com uma boa compreensão desta dinâmica da esfera celeste, pode-se explicitar o polo celeste sul através da marcação fixa pelo PE, e iniciar uma discussão de como as estrelas possuem um movimento aparente ao redor deste ponto, resultante do movimento de rotação da Terra ao redor do Sol.

O estudo da esfera celeste e dos seus deslocamentos no céu também permite a compreensão de que existe um padrão na conformação das estrelas, pois todas apresentam o mesmo movimento aparente. Portanto, um conjunto de estrelas visualizadas em um determinado dia permanece com a mesma estrutura ao longo dos anos.

Estas são características importantes para observar o céu de forma independente, e que aliadas à compreensão do padrão das estrelas tornam possível a previsibilidade da posição dos astros. O PE busca auxiliar o entendimento da dinâmica celeste, fazendo com que este represente a trajetória de alguns astros durante a noite. Isto permite a visualização de fenômenos em um período curto de tempo, visto que estes processos demandam algumas horas ou meses para serem observados.

4.1.5 Funcionalidades do Projetor Estelar

- Apontar fixo para zênite;
- Apontar fixo para algumas estrelas;
- Apontar fixo para o Polo celeste sul;
- Movimento de geodésica para representar as direções norte-sul e leste-oeste;
- Movimento de geodésica para representar o movimento dos astros ao longo dos dias e também dos meses.

4.2 Astronomia e o conceito de tempo

4.2.1 Objetivos

Nesta atividade, o objetivo central é usar as observações com o PE de modo a compreender o conceito de tempo, olhando para os elementos que compõem o nascimento deste conceito, de modo a analisar como ele foi percebido e integrado em diferentes culturas.

4.2.2 Habilidades a serem desenvolvidas

- Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos. (BRASIL, 2017, p. 333)
- Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos de tempo regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas. (BRASIL, 2017, p.339)
- Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu. (BRASIL, 2017, p. 337)
- Comparar diversos calendários, explicitando o princípio que orienta a elaboração de cada um deles. (SãO PAULO, 2011, p. 57)
- Reconhecer a natureza cíclica de movimentos da Terra, do Sol e da Lua, associando-os a fenômenos naturais, ao calendário e a influências na vida humana. (SãO PAULO, 2011, p. 108)
- Localizar historicamente e comparar diferentes medidores de tempo, como relógios de sol, de água, de areia, mecânicos e elétricos. (SãO PAULO, 2011, p. 45)
- Identificar e explicar princípios básicos do funcionamento do calendário gregoriano. (SãO PAULO, 2011, p. 58)

4.2.3 Conteúdo

Durante o desenvolvimento da humanidade foram sendo exigidas novas habilidades e uma melhor compreensão da natureza, pois isso permitiria se adequar melhor ao ambiente. E algumas noções foram fundamentais para isso, como a possibilidade de se localizar no espaço e no tempo. Em relação ao espaço, serão explorados estes aspectos na atividade seguinte.

A noção de tempo e a percepção de que ele existe é algo instintivo e natural. Mas medi-lo e conseguir mensurar o tempo da forma mais prática possível não foi uma tarefa tão simples ao longo da história da humanidade. Esta concepção é distante do modo de vida das pessoas no mundo moderno, visto a facilidade existente para aferição do tempo, decorrente da grande quantidade de dispositivos, analógicos ou digitais que permitem essa verificação do tempo em diferentes longitudes do globo. Mas como toda medida, é necessário estabelecer unidades e padrões de comparação, portanto, será evidenciado o surgimento da medição do tempo ao longo da história e como ocorreu a confecção de alguns calendários.

E para que todo este desenvolvimento ocorresse, a astronomia foi a base de sua construção, permitindo a criação dos primeiros calendários e assim, melhor adequação das

ações humanas. Pois, permitindo uma melhor previsão das estações do ano, possibilita um melhor desenvolvimento da agricultura, por exemplo.

A primeira divisão pensada e a mais primitiva é o dia solar, que se baseia no período com incidência de luz do Sol, a cada nova passagem pelo meridiano local se inaugura um novo dia (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004). O principal problema dessa notação é que o período de insolação varia ao longo do ano, pois olhando a esfera celeste, é possível notar uma variação na inclinação da eclíptica (linha que representa o movimento aparente do Sol). Portanto, falta uma periodicidade que seja constante, que é importante e necessária para aplicações na vida humana.

Mesmo com essa variação, ao longo do ano o movimento do Sol pode ser usado como um indicativo da passagem das horas, sendo uma das primeiras maneiras de mensurar a passagem do tempo ao longo do dia. E isto só ocorreu com a construção e desenvolvimento dos relógios solares. Seu registro mais antigo data de um relógio solar egípcio de 1500 a.C (CARDOSO; VILELA; OLIVEIRA, 2012). Estas civilizações perceberam a existência de um o movimento aparente do Sol ao longo do ano, que foi devidamente explorado, de modo a compreender as particularidades deste movimento denominado analema. Compreendendo a dinâmica deste movimento, que pode ser demonstrado geometricamente, é possível notar um padrão que se repete ao longo do ano. A partir disto, se tornou viável a construção de escalas usadas nos relógios solares.

A base dos relógios solares está na observação da sombra formada por um anteparo que pode ser perpendicular ou paralelo a superfície. Quando o Sol está em sua máxima ascensão, a sombra possui o seu menor comprimento. E o tamanho da sombra, variando ao longo do dia permite se obter este indicativo sobre a passagem do tempo ao longo do dia. Mas além desta variação diária, é possível observar que o tamanho e direção da sombra variam ao longo dos meses, devido ao movimento citado acima (analema).

Segundo Calil (2008), devido a estes movimentos, a projeção da sombra solar não se altera de modo linear com o passar das semanas e meses. Portanto, podem ser construídos relógios solares de diferentes maneiras. Com o formato côncavo de Aristarco de Samos, esférico, plano esférico e até mesmo um dispositivo portátil construído por Parmenion. O objetivo é analisar a sombra projetada em uma escala construída a partir do analema, podendo assim indicar datas de um determinado calendário arbitrário.

Mesmo com o dia solar variando ao longo do ano, a duração do ano como um todo permanece constante e com uma duração de 365,2425 dias. Portanto, é possível criar uma unidade chamada de tempo solar médio, que determina dias com o mesmo período de tempo ao longo do ano. Considerando o tempo solar médio, é possível definir a unidade comumente utilizada que é o tempo civil. Seu uso decorre da necessidade de padronizar a duração do dia, contemplando os períodos com e sem insolação, não alterando a data de um modo inesperado que pudesse interferir em atividades dos ramos financeiro, comercial

Figura 18 – A estrela Sirius no dia 22 de maio de 2020 às sete horas da noite.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

Figura 19 – A estrela Sirius no dia 23 de maio de 2020 às sete horas da noite.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

e industrial. A definição exata do tempo civil é o tempo solar médio acrescido de doze horas (período noturno) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004).

Também pode-se fazer a medição do dia através do chamado dia sideral. Este dia passa a ser definido em relação ao fundo de estrelas e não mais em relação ao sol. A medida de um dia sideral é realizada através das coordenadas de alguma estrela arbitrária, sendo medido a duração do tempo em que este astro demora para voltar naquela mesma coordenada inicial.

Mas estes dois processos acarretam em resultados diferentes no tempo. Olhe as figuras 18 e 19, elas mostram a estrela Sirius no mesmo horário do tempo civil, mas com o acréscimo de um dia (24 horas).

A grade azimutal das figuras foi mantida como uma forma de guiar a análise das imagens. Desta forma, é possível observar que na figura 19 a altura da estrela é menor do que na figura 18. O dia sideral apresenta uma variação de quatro minutos em relação ao dia medido pela observação do Sol. E esta variação é decorrente do movimento de translação da Terra ao redor do Sol, o que resulta em um ligeiro movimento do fundo de estrelas.

Até o momento, foram definidos e discutidos os diferentes conceitos de dia, pois definir o dia e suas subdivisões é de grande importância para o homem, mas esta unidade em longos períodos se torna muito pequena, tornando pouco usual a sua utilização porque se torna trabalhosa a repetição de uma determinada ação depois de 173 dias, por exemplo, evidenciando a necessidade de outras unidades de medida com maior duração de tempo.

Deste modo, outra característica periódica utilizada são as fases da lua. Para que a lua possua a mesma porção iluminada, é necessário um período de aproximadamente 29,5 dias. Portanto, os chamados calendários lunares se baseiam neste fenômeno e inauguram a criação dos meses. Como o movimento de translação da lua é influenciado principalmente pela Terra, o movimento que resulta nas fases da lua não é sincronizado com a translação da Terra ao redor do Sol. Desta forma, existe uma dificuldade em criar calendários que se utilizem da Lua e do Sol para determinação do tempo.

O calendário puramente lunar não permite prever os solstícios, equinócios e assim, estações do ano. Ao passo que um calendário puramente solar não possui subdivisões menores no tempo baseadas em outros eventos celestes. Portanto, a criação dos principais calendários, que são utilizados até os dias de hoje, buscaram adequar essas duas medidas de tempo, tornando o calendário funcional e mantendo as boas divisões de tempo entre dias, semanas, meses e anos.

A criação da semana é uma medida de tempo que se baseia nesta regularidade da Lua e suas quatro principais fases. Estabelecendo assim uma relação intermediária entre os dias e os meses. A determinação dos nomes dos dias presentes na semana decorre dos povos da Mesopotâmia, que queriam homenagear os principais astros no céu, no caso os cinco planetas visíveis a olho nu, a lua e o sol (LIMA NETO, 2017).

Outro fenômeno astronômico que possui periodicidade e já foi mencionado anteriormente é a duração do ano. Que representa o período de tempo necessário para que a Terra complete o movimento de translação ao redor do Sol, ou seja, retorne a sua posição inicial na órbita. Do ponto de vista da observação astronômica, pode ser compreendida e visualizada essa regularidade com a análise do nascer helíaco de estrelas e da variação da posição de nascer/ocaso do Sol, que representa os solstícios e equinócios.

Este período que representa a passagem do ano possui 365 dias 6 horas e 48 minutos, e devido a razões históricas relacionadas com as datas comemorativas, se tornaria pouco

prático a inauguração de um novo ano possuir um revezamento, ou seja, se iniciar ao meio dia em uma ano e no ano seguinte a meia noite. Isto ocorreria pelo fato das seis horas adicionais no ano, não completando um dia inteiro. A solução para isso foi a criação do chamado ano bissexto, sendo definido o ano composto por 365 dias inteiros. E o período de tempo de seis horas, que não foi computado, é acrescido de quatro em quatro anos, resultando em um dia completo que é somando nesse ano. Portanto, o ano bissexto é o único que possui 366 dias.

Mas através de um olhar histórico, é importante analisar como as civilizações descreveram o ano a partir das observações da esfera celeste, buscando compreender quais as regularidades e padrões observados por estes povos.

Esta volta ao passado, que busca compreender a criação e modificação das escalas de tempo pela humanidade, evidencia que os diversos povos da Idade Antiga não se utilizavam destes conhecimentos buscando puramente seus desdobramentos práticos. Segundo [Kantor \(2012\)](#), estas civilizações se preocupavam com aspectos espirituais e a contemplação de suas crenças, tornando as aplicações possíveis e usando estas celebrações como marcos que guiariam as ações do grupo.

Olhando para a história do pensamento astronômico, a cisão entre a astronomia e a astrologia só veio a ocorrer entre os séculos XVI e XVII d.C.. Antes disso, não era possível dissociar a dinâmica dos corpos celestes com as crenças, mitos e até eventos que ocorriam na Terra. Todas as regularidades que estão presentes no céu possuíam melhor compreensão através do estabelecimento de relações entre a vida na Terra e o cosmos, pois esta característica do pensamento das civilizações permitiu a criação de histórias a serem replicadas para as próximas gerações.

Um exemplo deste uso do céu ocorreu na cultura egípcia onde, segundo [Ronan \(1987\)](#), os sacerdotes perceberam que existia uma relação entre o nascer helíaco da estrela Sirius, estrela mais brilhante no céu, e o período chamado de inundação. E a partir do seu movimento, foi possível a criação de um calendário composto por três estações do ano, determinando os melhores períodos de plantio e colheita.

Segundo [Matsuura \(2013\)](#), alguns povos indígenas da América, principalmente os Guaranis aqui no Brasil, se utilizavam do nascer helíaco das Plêiades, com evidências baseadas em estruturas monumentais que possuíam orientação para este conjunto de estrelas. Sua utilização decorre do fato das Plêiades serem um aglomerado de estrelas, facilitando sua identificação no céu e evitando falsas associações, assim como possuírem boas condições de visibilidade para o hemisfério sul. Seu nascer ocorre pouco antes do nascer do Sol no dia 5 de junho, marcando o início do ano para estes povos, permanecendo visível até o dia 28 de abril.

Como uma forma de prever a aparição deste conjunto de estrelas no céu, estes

povos se utilizavam de outras estrelas, principalmente constelações que antecediam o nascer helíaco das plêiades, permitindo também uma melhor memorização do céu (MATSUURA, 2013).

4.2.4 Roteiro

Para a apresentação da segunda atividade, o PE pode auxiliar na compreensão das regularidades presentes no céu e como estes fenômenos influenciam a compreensão humana sobre o tempo, assim como é possível entender a criação e/ou modificação dos mais diversos calendários construídos ao longo da história.

De modo a introduzir o conceito de tempo, que é central nesta atividade, o PE será utilizado para indicar um intervalo de tempo arbitrário. Esta indicação ocorre através de pulsos do laser, que são decorrentes da função piscar do PE, e a cada piscada determina-se um certo período. Esta simples demonstração permite discutir com os participantes que a passagem do tempo pode ser mensurada a partir de quaisquer unidades de medida de tempo, mas na prática isto se torna pouco viável, pois unidades criadas ao acaso dificultam a sincronização dos mesmos.

Deste modo, a medição do tempo precisa se basear em eventos que possuem um padrão na passagem do tempo e que seja universal em todo o planeta. Conseqüentemente, os povos antigos passaram a utilizar os astros para mensurar o tempo, permitindo uma maior organização destas sociedades.

Posteriormente a esta discussão inicial, será então exposto as características celestes que definem as diferentes unidades de tempo utilizadas no cotidiano e presente nos calendários. O mais intuitivo é o dia solar, e que influencia o chamado relógio biológico de boa parte dos mamíferos.

Diferentemente do dia solar, podemos definir a duração dos dias através do dia sideral, que se baseia na posição de estrelas no céu. Com o PE, será indicado como é o processo de medição e demonstrado através de indicações no céu. Utilizando da função apontar fixo, será indicado uma estrela com boa intensidade luminosa, para melhor observação dos participantes. Posteriormente, pode-se questionar os participantes sobre a posição que esta mesma estrela ocupará com a passagem de vinte quatro horas após aquele momento. O objetivo é mostrar que o dia sideral possui uma pequena variação em relação ao dia civil.

A partir dessas observações em torno do dia sideral, é possível usar o PE para analisar o resultado destas variações acumuladas ao longo do ano, e assim visualizar como é o movimento aparente das estrelas ao longo dos meses. Neste momento, pode ser apresentado e discutido o que é o nascer helíaco dos astros e seus usos por diversos povos ao longo da história.

Esta é a motivação e início para introduzir os movimentos da esfera celeste, de forma mais simplificada que na primeira sequência didática, mas continua sendo válida a apresentação e uso deste conceito para a observação dos astros. Com o PE, será mostrado este movimento de algumas estrelas ao longo de centenas de dias, de modo análogo às funções executadas na demonstração do nascer helíaco.

O objetivo neste momento é evidenciar que o movimento aparente das estrelas segue uma regularidade, portanto, o nascer helíaco de um conjunto de estrelas irá manter sempre a mesma relação. Ou seja, se uma estrela alfa de uma constelação não se torna mais visível e a estrela beta continua visível, então a estrela alfa possui um nascer helíaco anterior em relação ao nascer helíaco da estrela beta.

Compreendido estes movimentos da esfera celeste, será discutida a duração do ano, evidenciando que sua compreensão é antiga e corroborada por mais de um fenômeno, como as estações do ano, movimentos do Sol/eclíptica e o movimento das estrelas no céu.

Com estes aspectos do céu sendo estudados com o auxílio do PE, pode-se iniciar a discussão final sobre os diferentes calendários criados pela humanidade, que se baseavam na periodicidade da lua, do sol ou destes dois astros, que são os calendários lunissolar.

4.2.5 Funcionalidades do Projetor Estelar

- Definição arbitrária do tempo com a função piscar;
- Diferenciação entre dia solar e dia sideral usando o movimento sobre uma geodésica para indicar o movimento aparente de estrelas ao longo da noite;
- Indicação do nascer helíaco de algumas estrelas ao longo do ano, usando o movimento sobre uma geodésica para mostrar as condições de observabilidade deste astro.
- Apontar fixo para os pontos na qual o Sol se põe durante os solstícios e equinócios.

4.3 As estrelas e a geolocalização

4.3.1 Objetivos

Na atividade 1, o objetivo principal é compreender o padrão das estrelas no céu e o conceito de esfera celeste. Nesta atividade, o objetivo principal é usar as estrelas como um guia para determinação de nossa posição no globo terrestre e/ou descobrir as coordenadas geográficas. Sendo o processo inverso da atividade 1, onde eram explicitadas as coordenadas, para que posteriormente elas fossem usadas para auxiliar na observação dos astros.

4.3.2 Habilidades a serem desenvolvidas

- Compreender a relação entre as coordenadas estelares com as coordenadas geográficas;
- Se utilizar do ordenamento e conformação do fundo de estrelas para determinação dos pontos cardeais;

4.3.3 Conteúdo

Nesta subseção, será evidenciado as relações existentes entre a astronomia, a determinação dos pontos cardeais, a geolocalização e como estes conceitos fundamentaram os grandes deslocamentos ao redor do globo terrestre. Este aspecto é uma das bases que influenciaram o enquadramento da astronomia nos conteúdos de geografia dos PCN (BRASIL, 2002). Este fato já foi mencionado anteriormente e a crítica educacional sobre este aspecto, está relacionado ao fato de que a astronomia é muito mais ampla, abrangendo diversos outros aspectos que fogem do escopo da geografia.

O uso do céu como uma forma de estabelecer caminhos e direções aos seres humanos é antigo e de grande importância, e para compreender este processo é necessário analisar alguns elementos importantes para a astronomia.

Para descrever e analisar características físicas como movimento, é necessário que exista uma referência a ser utilizada, pois um movimento ocorre sempre em relação a outro objeto. Analisando o caso da Terra, é possível perceber esta relação. Pense em qualquer objeto estático na superfície do planeta. Ele está imóvel em relação a Terra, mas esta possui um movimento de rotação em torno de seu eixo e translação em torno do Sol. De modo que o mesmo objeto está parado no referencial da Terra e em movimento para um referencial externo ao planeta. Portanto, é sempre necessário o uso de um sistema de coordenadas que define um determinado referencial.

Durante a execução destas atividades, será seguido a utilização do referencial da Terra, analisando os movimentos aparentes dos outros astros. Mas se é utilizado como referencial o planeta habitado pelos seres humanos, como determinar a posição de corpos que precisam se deslocar ao redor do globo?

O Sol foi um dos primeiros e mais importantes guias de referência para determinação dos pontos cardeais, sendo direções bem definidas a serem seguidas. Para isto, uma boa ferramenta é o uso do gnômon (já mencionado anteriormente), que é composta por uma haste perpendicular à superfície, e que pode ter esta aplicação, além de seu uso nos relógios solares.

Segundo Matsuura (2013), diversas civilizações se utilizaram deste aparato para obter as principais direções geográficas. E isto também ocorreu por parte dos povos

indígenas que habitaram o território brasileiro, utilizando-se de pedaços de madeira e/ou estruturas grandes formadas por rochas que chegavam até dois metros de altura.

Os principais aspectos que envolvem o Sol serão abordados de forma mais detalhada na atividade 4, mas a partir da observação da sombra formada pelo gnômon, se determinam os quatro pontos cardeais da seguinte forma.

Quando o Sol nasce no horizonte, obtêm-se a formação máxima de sombra, e o mesmo ocorre perto de seu ocaso, mas a sombra formada não ocupa a mesma posição. Devido ao movimento aparente do Sol de leste para oeste, a sombra altera sua direção ao longo do dia.

Ao longo do dia, a sombra do gnômon também varia em relação ao seu comprimento, possuindo seu menor comprimento no meio dia solar (diferente do meio dia civil). Neste momento, a sombra que se forma está alinhada com a direção Norte-Sul, de modo que seu prolongamento indica o ponto cardinal Sul.

O trabalho de Afonso (1996) evidencia algumas das possibilidades de se utilizar este aparato experimental, que muitas vezes é menosprezado, mas que possui uma grande importância no desenvolvimento da astronomia, não sendo uma simples coincidência seu uso por diferentes civilizações ao redor do globo e em diferentes momentos históricos.

Para pequenos deslocamentos na Terra, pode-se utilizar os pontos cardeais em conjunto com os elementos presentes na superfície como montanhas, lagos e atualmente, construções humanas, etc. O problema surge quando são exigidos grandes deslocamentos, como nas navegações ou no deserto, onde não existem as referências citadas. A solução para isto foi a utilização dos corpos celestes, principalmente as estrelas, como uma referência. Isto é viável devido ao padrão presente nas estrelas e seu movimento aparente ser previsível.

Mas para que este processo seja eficiente, é necessário uma boa determinação da posição destes objetos celestes na localidade e um mapeamento da posição destas estrelas na esfera celeste. E para estabelecer relações entre a posição das estrelas com a posição de um observador na Terra, foram elaborados e construídos dois sistemas de referência distintos.

O primeiro a ser explorado, são as coordenadas geográficas do planeta Terra, latitude e longitude, que são imaginadas através de linhas que passam sobre a superfície. A latitude são demarcações imaginárias que orientam o observador nas direções Norte-Sul, possuindo valor máximo nos dois polos, sendo 90°N ou 90°S e possuem sua origem (latitude igual a zero) no equador terrestre. Já a longitude são indicações das direções Leste-Oeste, e por estarem alinhadas com a rotação da Terra, determinam os diferentes fusos horários ao redor do globo. E a longitude varia de 0° , que é definido no meridiano de Greenwich até 180° .

Para determinar um ponto na superfície, é necessário um cruzamento destas duas

coordenadas, visto que existe uma gama de posições ao longo dessa latitude e que formam uma circunferência. Deste modo, saber apenas uma das duas coordenadas geográficas não é útil.

Em relação ao sistema de coordenadas equatoriais, a ideia é criar pontos que sejam fixos na esfera celeste de forma que independe da localização do observador. Este sistema é definido em função do equador celeste.

A declinação é o ângulo formado entre o equador celeste e o meridiano que passa pelo astro, considerando a menor geodésica que interliga este ponto a reta do equador. Portanto, um astro que está sobre o equador celeste, possui declinação igual a zero, enquanto que a estrela Polar que está bem próxima ao polo celeste norte, possui uma declinação próxima de 90° . Como a declinação pode variar em direção a qualquer um dos polos celeste, a padronização para diferenciá-los foi a inclusão dos sinais positivo e negativo, sendo positiva na direção norte e negativa na direção sul. E a ascensão reta é o ângulo formado entre o ponto vernal e a posição da estrela sobre o meridiano, essa medida cresce em direção ao leste (LIMA NETO, 2017).

E para que estas referências sejam utilizadas, é necessário um catálogo da posição dos astros ao longo do tempo. As primeiras construções neste sentido datam da Grécia Clássica, há mais de dois mil anos, onde Hiparco catalogou diversas estrelas, com uma precisão em torno de um grau (LIMA NETO, 2017).

Segundo LIMA NETO (2017), o desenvolvimento destes catálogos seguiu obtendo uma excelente qualidade com Tycho Brahe, que chegou a um número de mil estrelas e, mais importante que esta quantidade, foi a precisão atingida na ordem de minutos de grau.

Compreendido como são definidos os sistemas de coordenadas, é importante compreender como são medidos e construídos estes guias do céu. Portanto, será detalhado como eram realizados boa parte das medidas de posição dos astros.

Recordando que, mesmo denominando posição, a posição dos astros é determinada sempre a partir de ângulos, indicando sua localização na esfera celeste. Não é importante neste momento, determinar ou diferenciar a distância linear da Terra até estas estrelas.

Um dos mais importantes instrumentos utilizados ao longo da história foi o sextante, principalmente na navegação, possibilitando a medição da altura e do ângulo azimutal de diferentes estrelas. Principalmente a altura dos astros, devido a algumas dificuldades inerentes ao processo de determinação do zênite local.

O aparato experimental do sextante é composto por uma haste móvel, com um espelho na extremidade superior, enquanto que na extremidade inferior está localizada a escala. O resto do conjunto é formado por um segundo espelho e um canal para observação. Quando a luz que vem do astro é alinhada corretamente, ocorre a reflexão nos dois espelhos, permitindo a visualização do astro. Realizando a leitura na escala, se determina o ângulo

desejado.

Outro instrumento importante para a aferição dos ângulos é a balestilha. Sua principal vantagem está na facilidade de construção, que decorre do fato de serem utilizados materiais simples para sua construção. Eram construídos com madeira ou marfim, possuindo um formato em T (FERNANDES; LONGHINI; MARQUES, 2011).

Alinhando a haste maior com a direção de observação e movimentando a haste menor, era possível medir ângulos através de relações trigonométricas bem conhecidas. Segundo Fernandes, Longhini e Marques (2011), o principal problema deste instrumento é sua baixa precisão nas medidas. Atualmente, a balestilha é importante por motivos históricos e de caráter educacional.

Com estas ferramentas de referência e de medição, é possível determinar a posição geográfica de um observador a partir da observação das estrelas. Ao encontrar a altura de uma estrela em um período de tempo conhecido, têm-se uma circunferência na qual o observador pode estar localizado. Isto ocorre porque existem lugares diferentes que observam o astro nesta mesma altura, em direções distintas.

Portanto, para se determinar a posição correta, é necessário realizar a medição para no mínimo três estrelas diferentes, de modo que a partir da intersecção entre as possíveis localidades se obtém as coordenadas locais (LIMA NETO, 2017).

Estes são os fundamentos básicos da navegação astronômica que permitiu o avanço das civilizações árabes, chineses e posteriormente os europeus. Estes povos foram responsáveis pelo avanço e aprimoramento empírico da navegação baseada na astronomia, buscando maior precisão em suas medidas e mapas, pois isto resultaria em uma diminuição nos riscos envolvidos nas viagens de longas distâncias, onde eram exigidos longos períodos de tempo sem nenhuma referência terrestre a ser seguida (FERNANDES; LONGHINI; MARQUES, 2011).

Para aplicações nas navegações, é de extrema importância conhecer a posição atual, mas também é necessário determinar a direção na qual se deseja seguir. E para isto também se utilizam as estrelas.

A referência mais simples e direta é determinar um dos polos celestes. No hemisfério norte, esta tarefa é facilitada devido a posição da estrela Polar, retratado na figura 13. Esta estrela está muito próxima do polo celeste norte, de modo que ao visualizá-la é possível determinar a direção norte. E através da medida da altura da estrela polar, se determina a latitude terrestre do observador. Com uma análise qualitativa de algumas constelações, também pode-se obter a direção dos outros pontos cardeais.

Segundo Oliveira (2017), os astrônomos da época se utilizavam das outras estrelas da constelação da Ursa Menor para garantir uma melhor precisão nas medidas de latitude, pois um pequeno erro na medição angular resultava em uma grande distância sobre a

superfície terrestre.

Mas ao longo do desenvolvimento náutico europeu, foram necessários alcançar outros lugares do globo, devido a motivos econômicos. E para isto, era preciso atravessar regiões do hemisfério sul, onde a estrela Polar não é mais visível. Este fato exigiu novos estudos dessa configuração celeste até então desconhecida para estes povos, de modo que fosse possível determinar estrelas que desempenhassem o mesmo papel que a estrela Polar na determinação do Polo celeste Sul. Este processo não era simples para os astrônomos, que não encontraram uma estrela sobre o polo, mas navegadores portugueses descobriram que duas estrelas sempre apontava na direção do polo celeste sul (MATSUURA, 2013).

Estas duas estrelas são as chamadas Guardas da Cruz, presentes na constelação do Cruzeiro do Sul. Segundo Matsuura (2013), a criação desta constelação está diretamente ligada a viagem dos portugueses ao Brasil em 1500. Sendo a representação feita por mestre João, o responsável pelas observações astronômicas, o primeiro registro histórico da cruz para delimitar este conjunto de estrelas.

4.3.4 Roteiro

Para compreender a relação entre os astros e o lugar ocupado por um observador na superfície terrestre, é importante analisar a dinâmica celeste de modo análogo ao realizado na atividade 1.

Para iniciar este processo, podemos utilizar do movimento sobre uma geodésica para indicar o caminho que algumas estrelas realizam no céu ao longo de algumas horas. E que pode ser realizado com estrelas com diferentes declinações, de modo que seja possível analisar a influência desta coordenada equatorial para o movimento aparente observado.

Analisado o movimento aparente da esfera celeste, é possível iniciar uma discussão sobre sua causa, decorrente da rotação da Terra. Assim como podemos obter uma noção, ainda que grosseira, da direção leste-oeste, mas que serve como um ponto de partida e auxilia na obtenção dos outros dois pontos cardeais.

Portanto, o próximo passo é determinar a direção norte-sul devido à importância de conhecê-lo, visto que isto permite um melhor deslocamento ao longo do globo. Será então utilizado o Cruzeiro do Sul para determinação do polo celeste Sul, devido a sua boa condição de observabilidade em quase todo o ano e por sua importância histórica que será apresentada neste momento.

O PE, além de focalizar a observação na constelação do Cruzeiro do Sul, permite que se realize a indicação do polo celeste sul através do prolongamento do “braço” maior da cruz. Tornando mais simples a observação deste clássico exemplo da astronomia observacional.

Abordados e analisados estes fenômenos, é possível explorar os pontos da chamada

grade equatorial e sua relação com a posição do observador na Terra. O PE permite indicar o equador celeste através do caminho percorrido por uma geodésica, possibilitando que os participantes compreendam a relação de ortogonalidade entre esta linha e o polo celeste sul.

Assim como será discutido, a altura do polo celeste sul depende diretamente da latitude ocupada pelo observador. Caso as condições de observabilidade não sejam adequadas na localidade, o mesmo processo pode ser realizado analisando a inclinação do equador celeste em relação ao zênite.

4.3.5 Funcionalidades do Projetor Estelar

- Movimento sobre uma geodésica para apresentar a órbita de algumas estrelas ao longo das horas;
- Indicação do Polo celeste Sul através da utilização de constelações;
- Apontar fixo para o Polo Celeste Sul, de modo a mostrar a relação entre a inclinação do polo com a latitude local;
- Movimento sobre uma geodésica para analisar o equador celeste e sua relação com o zênite local.

4.4 O Sol

4.4.1 Objetivos

Esta atividade tem como foco o principal corpo do sistema solar, pois este dita boa parte da dinâmica dos planetas e fornece energia ao planeta Terra. Serão analisados os movimentos executados pela eclíptica, sua influência sobre as estações do ano e também a importância e contemplação realizada por diferentes povos ao longo da história, que assumiam o Sol como elemento místico e principal em suas culturas.

4.4.2 Habilidades a serem desenvolvidas

- Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada (BRASIL, 2017, p. 335).
- Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano, são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol (BRASIL, 2017, p. 345).

- Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais (BRASIL, 2017, p. 349).
- Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon) (BRASIL, 2017, p. 339).
- Organizar informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol (SÃO PAULO, 2011, p. 45).

4.4.3 Conteúdo

Anteriormente, foram brevemente abordados alguns conceitos relacionados ao Sol, como a duração do ano e seu movimento aparente no céu. Nesta seção os conceitos serão analisados de forma mais explícita e aprofundada. Nas outras atividades, existe a presença do Sol devido a sua importância, mas este não era o foco principal.

Como ponto de partida para estudar o Sol, é importante compreender o movimento que este astro executa durante o ano. Para facilitar seu estudo, é denominado de eclíptica o caminho percorrido pelo Sol ao longo do ano. Lembre-se que a trajetória ao longo do dia é resultante da rotação da Terra, a eclíptica descreve outra dinâmica.

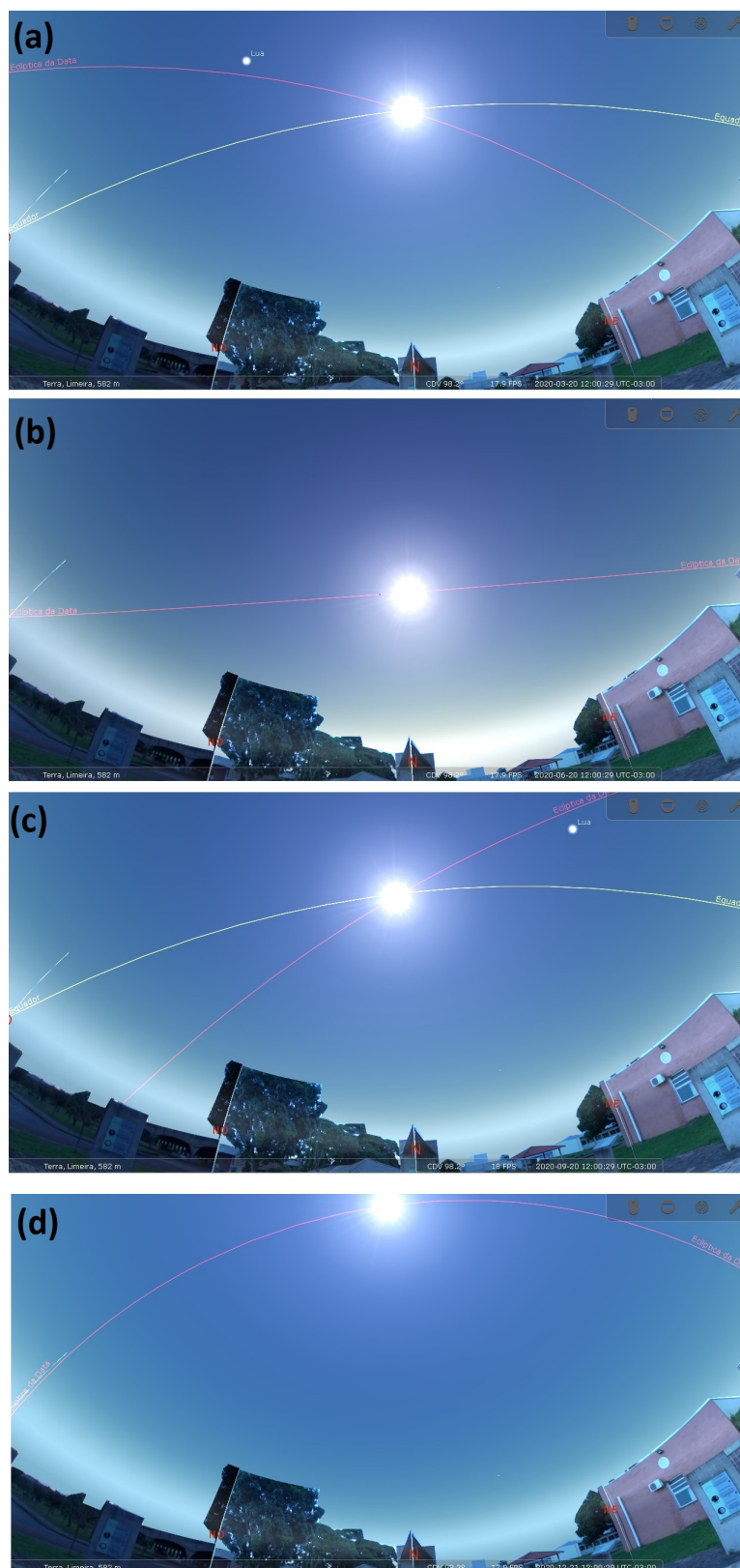
Analisando o movimento aparente da eclíptica, pode-se obter importantes conclusões sobre a influência do Sol no clima do planeta. Os povos desde a Idade Antiga já haviam percebido a característica cíclica do nosso principal astro na esfera celeste, compreendendo que sua regularidade permitia determinar a passagem dos anos (característica explorada na atividade 4.2). Na figura 20, é representado a posição do Sol em quatro momentos ao longo do ano de 2020.

Na figura 20, em (b) e (d), está representado a mínima e a máxima inclinação do Sol, que podem ser percebido através da linha da eclíptica demarcada pela linha vermelha. Neste cenário, temos a condição chamada de solstício, no caso em (b) o solstício de Inverno e em (d) o solstício de verão. Esta condição ocorre em dois dias diferentes ao longo do ano.

Analisando a inclinação da eclíptica, é possível compreender a relação da posição do Sol e as estações do ano, pois isto afeta o planeta de duas formas, alterando a duração do dia solar e a incidência de luz na superfície. No verão, por possuir uma maior inclinação, ocorre maior incidência de luz e o Sol percorre um maior caminho aparente no céu, acarretando em um maior período de insolação. Durante o inverno, ocorre a situação contrária.

Mas se a inclinação da eclíptica varia entre estes dois picos de máximo e mínimo, existe uma condição intermediária, que é o chamado equinócio, representado em (a) e (c)

Figura 20 – Inclinação da eclíptica ao longo do ano. (a) Março de 2020 - outono (b) Junho de 2020 - Inverno (c) Setembro de 2020 - Primavera (d) Dezembro de 2020 - verão



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

Figura 21 – Diferença de inclinação entre a eclíptica e o equador celeste durante o inverno.



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

da figura 20. Este momento, que ocorre em dois dias no ano, a duração do dia solar é igual a doze horas, de modo que o período de insolação é igual ao período sem insolação.

E para determinar de modo preciso a ocorrência do equinócio, é preciso usar o equador celeste. Quando o Sol passa pelo equador celeste, indicado pela linha amarela na figura 20 em (a) e (c), definindo assim o meio dia local. Por este motivo que a comparação usada na figura 20 foi construída neste horário de referência. Ao longo do ano, o meio dia solar é diferente do meio dia civil.

Outra característica importante das estações do ano é a alternância entre os dois hemisférios, ou seja, durante o verão no hemisfério sul é inverno no hemisfério norte. Isto é uma consequência direta da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da órbita. Portanto, quando temos a máxima inclinação da eclíptica em um hemisfério, temos a situação de mínima inclinação no outro hemisfério.

Nos solstícios, é possível quantificar essa inclinação do eixo terrestre, medindo o ângulo formado entre a eclíptica e o equador celeste, que pode ser verificado na figura 21 e resulta em um ângulo aproximado de 23° e $26'$. Caso essa inclinação não existisse, a eclíptica não iria variar sua inclinação ao longo do ano e conseqüentemente, não teríamos as quatro estações do ano.

Esta diferença de inclinação na eclíptica permitiu a criação de dois trópicos importantes, que definem latitudes onde o Sol passa pelo zênite ao meio dia solar. Eles são denominados de Trópico de Câncer e Trópico de Capricórnio. Quando o Sol está sobre o Trópico de Capricórnio é verão no hemisfério sul.

Ao longo da história, estes fenômenos associados a eclíptica foram compreendidos com o auxílio do gnômon, não se baseando apenas na observação direta do Sol. Segundo [Lopes \(2001\)](#), Anaximandro foi um dos primeiros a analisar os solstícios e equinócios

através deste aparato, pois a projeção da sombra se alterava de modo cíclico durante um ano, analisando sempre o meio dia solar. Nos solstícios, ocorriam o maior e menor comprimento da sombra, e nos equinócios eram os momentos intermediários.

Além do povos indígenas brasileiros, estes conhecimentos sobre a eclíptica e seus movimentos são amplamente conhecidos pelos povos de diferentes localidades e desde a Antiguidade. As principais civilizações que estabeleceram grande importância aos solstícios e equinócios foram os povos da América pré-Colombiana, do Antigo Mediterrâneo e do Oriente (KANTOR, 2012), sendo importante compreender como estas civilizações compreendiam e se relacionavam com os fenômenos celestes.

Segundo Kantor (2012), os incas veneravam o Sol, realizando diferentes rituais ao longo do ano, em cada solstício e a cada equinócio. No solstício de inverno, era celebrado a existência do deus Sol e, como neste período o Sol possui seu maior afastamento ao norte, era o momento de pedir o retorno deste astro, para que ele voltasse e iluminasse a Terra novamente, permitindo fartura e o bem estar social.

Este aspecto evidencia que os conhecimentos de astronomia estavam integrados com os elementos culturais, influenciando o modo de vida desses povos e permitindo maior atuação e compreensão dos fenômenos naturais.

No Brasil, ainda existem datas e eventos comemorativos oriundos de acontecimentos astronômicos. A ausência de associações diretas com estes acontecimentos decorre do fato de que estes rituais foram se modificando ao longo da história, e se perpetuaram devido a fatores relacionados a tradição e não como forma de contemplação do céu.

O principal exemplo desta adequação ocorre com a festa junina, que ocorre próximo ao solstício de verão no hemisfério norte. Segundo Kantor (2012), este evento era celebrado por diferentes povos europeus, pois delimitava a vinda do calor e das colheitas. Como forma de benção, estes povos acendiam grandes fogueiras, na qual todo o grupo dançava ao seu redor e pediam o sucesso da safra.

Com a disseminação do catolicismo pela Europa, foram sendo agregados mais elementos do cristianismo a cultura, e esta festa do fogo realizada pelos povos passou a ser uma homenagem a São João Batista, que também nasceu em junho (KANTOR, 2012). Além desta data comemorativa, outro evento dependente do céu é a Páscoa.

Portanto, esta mescla de costumes de diferentes culturas é um dos fatores que dificultam a percepção de que os diversos marcos temporais de nosso calendário possuem uma relação direta com os eventos celestes.

4.4.4 Roteiro

Nesta atividade que possui o Sol como foco, o PE será utilizado para compreender a dinâmica deste astro do sistema solar, evidenciando como este influencia o clima e a vida na Terra. A principal vantagem do PE nesta atividade é que pode-se estudar o comportamento do Sol no céu, a partir da perspectiva terrestre, sem a necessidade de olhar ou projetar a imagem do mesmo. Isto se torna interessante e permite usar as funcionalidades do aparato, permitindo exposições durante o período noturno na qual o Sol não está mais visível. Para facilitar a compreensão dos efeitos do Sol, os astrônomos construíram o conceito da eclíptica, que é uma linha imaginária que descreve a trajetória do Sol ao longo do ano. Deste modo, mais um aspecto importante foi adicionado à esfera celeste, permitindo relacioná-lo com os outros elementos do céu abordados nas atividades anteriores. Esta linha imaginária é uma construção abstrata e pode ser difícil compreendê-la, principalmente para iniciantes na observação astronômica. Visto isso, o PE permite a indicação e visualização desta linha no céu, de modo a ser mais simples perceber suas principais características.

Para executar esta análise da eclíptica, o PE irá iniciar realizando o apontar fixo, simulando um determinado horário do dia onde o Sol é visível. Atraída a atenção dos participantes para este ponto, o PE irá indicar a eclíptica. Como a ideia central é indicar a eclíptica não importando o sentido do movimento executado pelo Sol, o PE realizará através da geodésica a marcação da órbita com um movimento em ambas as direções de forma contínua, indo e voltando ao longo desta linha. Mas apenas compreender o que é eclíptica não é o foco central desta atividade. O principal é analisar a dinâmica do Sol ao longo do ano através dos conhecimentos que estão agregados na construção da eclíptica.

Esta dinâmica solar se torna mais intuitiva quando associada aos outros elementos da esfera celeste, principalmente o equador celeste. A partir dessa comparação direta entre a eclíptica com o equador celeste, é possível analisar a variação da inclinação da eclíptica ao longo do ano.

Neste momento, o PE será utilizado para indicar a eclíptica no verão e no inverno, de modo que os participantes possam analisar a diferença existente nestas duas estações, possibilitando que os observadores percebam a variação na insolação, que é acarretada por diferentes ângulos de incidência dos raios solares.

Posteriormente, é possível introduzir os conceitos de solstícios e equinócios. Os solstícios podem ser associados a estes extremos na inclinação da eclíptica, enquanto que os equinócios são os momentos na qual a eclíptica coincide com o equador celeste e também apresenta uma inclinação intermediária entre os extremos vistos no solstício.

Além disto, também podem ser melhor compreendidos os solstícios e equinócios de acordo com sua compreensão histórica mais primitiva, que é através da análise da posição onde o sol se põe ao longo do ano. Com o PE é possível, se utilizando do apontar

fixo, demarcar o local no qual o Sol se põe naquela determinada data. Posteriormente, pode-se seguir a passagem do tempo de forma acelerada, indicando a variação no ocaso solar ao longo de 365 dias. Desta forma, os espectadores são levados a perceber tanto a periodicidade no movimento aparente deste astro quanto a região na qual ele pode se pôr.

Por fim, será estabelecida uma relação entre a inclinação da eclíptica, posição de ocaso do Sol e os solstícios e equinócios.

4.4.5 Funcionalidades do Projetor Estelar

- Apontar fixo para indicar a posição do Sol em um dia e horário específico;
- Movimento do laser para representar a eclíptica;
- Projetar a eclíptica em duas condições distintas, uma no verão e outra no inverno;
- Representar o ocaso solar ao longo do ano;
- Indicação e diferenciação entre o solstício e o equinócio.

4.5 Os planetas e a Lua

4.5.1 Objetivos

Nesta atividade serão abordados os outros corpos do sistema solar, como os planetas e a Lua. Como este trabalho foca a observação do céu a olho nu, serão explorados apenas os cinco planetas visíveis e como podemos identificá-los no céu. Em relação à lua, serão abordados suas características que influenciaram a cultura de alguns povos e elementos de sua observação.

4.5.2 Habilidades a serem desenvolvidas

- Diferenciar e reconhecer os planetas das demais estrelas;
- Compreender o conceito de planeta e sua relação com a esfera celeste;
- Analisar o movimento retrógrado dos planetas;
- Compreender o movimento da Lua ao longo de meses e anos;
- Compreender o conceito e as condições para a ocorrência dos eclipses.

4.5.3 Conteúdo

Olhando para a história do pensamento astronômico, os planetas são conhecidos desde a Antiguidade, milhares de anos antes do desenvolvimento dos telescópios. Portanto,

Figura 22 – Representação da órbita de Vênus



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

a indicação de quais objetos celestes são planetas é possível apenas com os conhecimentos de astronomia observacional.

Com a compreensão dos conceitos da esfera celeste, temos a reprodução de um padrão das estrelas no céu. Mas existem astros que não obedeciam esta conformação, visto que ao longo do ano eles possuíam variação na sua posição em relação as outras estrelas.

Outra característica que os astrônomos da Antiguidade perceberam, é que estes objetos celestes sempre estavam próximos a eclíptica. Na figura 22, a linha azul representa a órbita do Planeta Vênus. Como ele está mais próximo do Sol, este planeta só é visível perto do nascer ou ocaso do Sol.

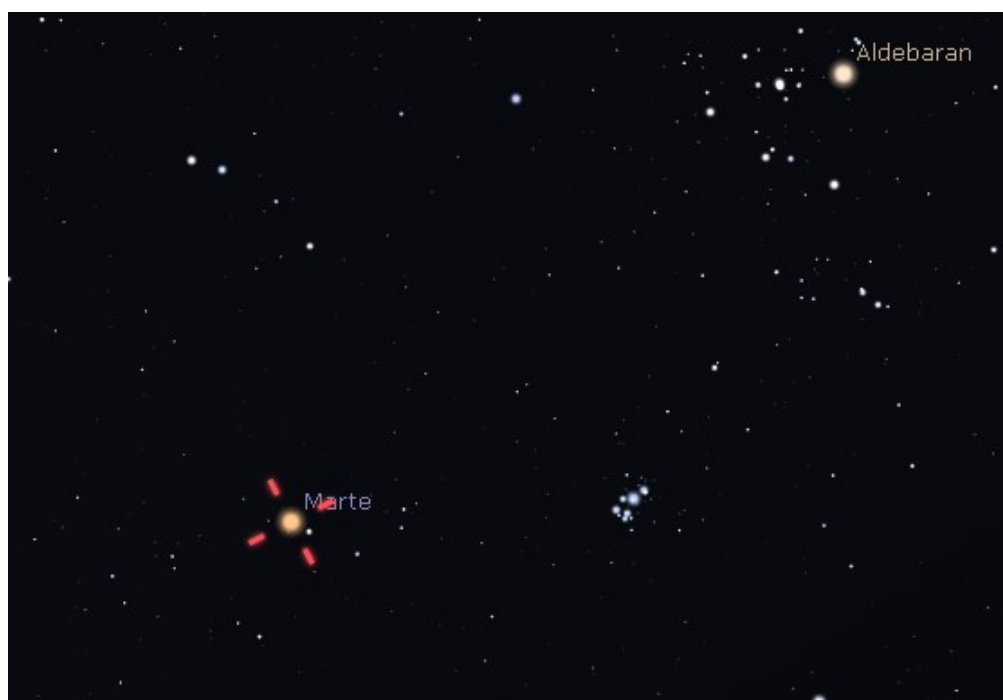
Assim como estes fatos citados, ao observar um planeta é possível diferenciá-lo de uma estrela através de seu aspecto luminoso. Os planetas apresentam o aspecto luminoso de um corpo extenso, possuindo algumas nuances de brilho. Enquanto que as estrelas possuem o aspecto de um ponto de luz único.

Portanto, ao observar o céu durante alguns dias, existem elementos que auxiliam na percepção e diferenciação entre os planetas e as estrelas. Nas figuras 23 e 24, é representado a variação da posição de Marte em relação ao fundo de estrelas em duas datas distintas, separadas por um mês.

Note que a posição de Marte é diferente nas duas imagens. Como referência, pode ser usada as plêiades (conjunto de estrelas na parte inferior da figura) e a estrela Aldebaran. Na figura 23, Marte está longe destes astros e, com a passagem de um mês, obtêm-se a formação da figura 24, onde Marte está entre os astros de referência. Por esta irregularidade da órbita dos planetas que eles possuem esta nomenclatura já que em grego, planeta vem do verbo vaguear (LOPES, 2001).

Segundo Lopes (2001), os Caldeus foram um dos povos pertencentes a Mesopotâmia e que desenvolveram bons métodos matemáticos para observação do céu. O estudo realizado

Figura 23 – Marte em relação ao fundo de estrelas - 1



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

Figura 24 – Marte em relação ao fundo de estrelas - 2



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

por estes povos não permitia a determinação de todos os pontos da órbita do planetas, isto só foi possível posteriormente com o desenvolvimento da teoria ptolomaica. Mas os métodos numéricos usados permitiam determinar algumas condições especiais, como a observabilidade dos astros, conjunção, oposição e pontos onde se iniciavam o movimento retrógrado dos planetas.

A lua é o único satélite natural da Terra, sendo possível de ser visto pois este reflete a luz do Sol. Dessa forma, será exposto a seguir a importância deste corpo para o desenvolvimento da astronomia e a criação de métodos para compreender sua dinâmica e influência que exerce aqui na Terra.

Segundo Kantor (2012), as primeiras explicações das fases da Lua, do surgimento de seu brilho e não aparição no céu eram totalmente baseadas em mitos e crenças. Muitos povos constituíram sua cultura a partir da dinâmica da Lua, que era provocada pelo ímpeto e ações realizadas pelos deuses.

Alguns povos africanos se utilizavam da Lua para determinação de momentos festivos, principalmente durante a lua nova, onde as mulheres da tribo se reuniam para realizar orações pedindo aos espíritos que fornecessem muitos filhos (KANTOR, 2012).

Conforme foi apresentado na atividade 4.2, a Lua foi fundamental para a criação dos diferentes tipos de calendários, visto que sua periodicidade não requer a passagem de longos períodos de tempo, sendo utilizado por muitos povos apenas o calendário lunar. O calendário dos árabes também era estritamente lunar, eles se baseavam no nascer helíaco da Lua para guiar suas ações agrícolas e até mesmo para obter uma melhor orientação no deserto.

Os celtas se utilizavam da inclinação da Lua no céu para determinar o início de um novo ano e, para isso, eles marcavam a lua cheia central no período entre o equinócio de outono e o solstício de inverno. As festas que eram realizadas neste período tinham como objetivo celebrar e visitar os espíritos dos mortos, sendo uma festa que posteriormente originou o chamado Halloween (KANTOR, 2012).

As condições de observabilidade da Lua, dependem de seu movimento de rotação, que acarreta em suas fases e em momentos na qual ela não pode ser visualizada no período noturno. Uma percepção que os povos antigos se utilizavam é que a Lua se desloca diariamente para o leste, conseqüentemente ela nascerá mais tarde. Considerando o mês lunar e uma volta completa ao redor da Terra, a Lua se desloca 12° , ou seja, no próximo dia (no mesmo horário) ela vai estar mais a leste. O que corresponde a uma diferença temporal de 48 minutos a mais para que ocorra o nascer lunar (LANGHI, 2011). Desta forma, existem períodos do mês onde a Lua nasce durante o dia, na qual é possível sua visualização no céu.

Segundo Kantor (2012), os eclipses são tema de estudo e compreendidos a milhares

Figura 25 – Inclinação da órbita lunar



Fonte: elaborada pelo autor a partir do software [Stellarium](#).

de anos pelos indianos e com o desenvolvimento de métodos matemáticos, eram capazes de prever a ocorrência destes fenômenos. Este povo também foi capaz de estimar a relação das distâncias entre a Terra e a Lua e entre a Terra e o Sol.

Os babilônios já possuíam uma compreensão de que os eclipses ocorriam seguindo um padrão temporal, na qual eles se utilizavam para determinar em seus calendários a ocorrência dos eclipses e, para isto, denominaram o ciclo que marca o alinhamento da direção da Lua e do Sol, chamado de Saros ([OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004](#)).

Segundo [Chalub \(2009\)](#), o ciclo de Saros possui um período de aproximadamente 6585.3 dias (18 anos, 10 ou 11 dias e 8 horas). Depois deste período de tempo, o sistema Terra, Lua e Sol voltam para a mesma conformação que se possuía anteriormente. Condição geométrica esta que foi determinada por Hiparco.

Para que se ocorra um eclipse, solar ou lunar, é necessário um alinhamento entre estes corpos (Terra, Lua e Sol), de modo que seja gerada uma sombra na Terra (eclipse solar) ou uma sombra na Lua (eclipse lunar).

O ciclo de Saros busca estabelecer as regularidades e condições que ocorrem estes alinhamentos, pois mesmo com a translação da Lua ao redor da Terra possuir um período de 28 dias, o plano da órbita lunar é diferente do plano da órbita terrestre ao redor do Sol, como podemos ver na figura 25.

A inclinação do plano da órbita lunar é de aproximadamente $5,1^\circ$ (teórico), o que pode ser observado comparando a órbita da Lua com a eclíptica, representada em vermelho na figura 25.

4.5.4 Roteiro

Para iniciar nossa atividade, iremos discutir o conhecimento milenar a respeito dos cinco planetas visíveis a olho nu e como estes corpos celestes intrigaram os povos

antigos. A primeira ação com o PE, será analisar as diferenças visuais entre os planetas e as demais estrelas. Isto será feito se utilizando do apontar fixo para algumas estrelas e um planeta. O objetivo é que os participantes apontem características que podem ou não ser determinantes para diferenciar um planeta de uma estrela, como o brilho, cintilação, tamanho aparente, entre outras.

Realizada esta exploração inicial, podemos apresentar o conceito de planeta e estabelecer a sua relação com a esfera celeste. Nesse sentido, o PE permite indicar a órbita de um ou mais planetas, mostrando como ele não apresenta a mesma regularidade presente no fundo de estrelas. Será realizado uma demonstração do movimento aparente da esfera celeste ao longo do ano, de modo análogo ao apresentado na atividade 4.1, para que posteriormente se compare com a órbita dos planetas ao longo do ano.

Com esta representação no céu, também é possível demonstrar como ocorre o movimento retrógrado dos planetas. O PE pode indicar este movimento aparente através de pontos que são estabelecidos por diferenças iguais no tempo, ou seja, representar a posição semanal ou quinzenal do planeta. Deste modo, é possível observar que existem períodos na qual o planeta se desloca de maneira mais evidente no céu, e em outros períodos ele se desloca muito pouco, evidenciando o chamado movimento retrógrado.

Depois desta exposição sobre os planetas, focalizaremos na Lua para a sequência desta atividade, apresentando os mitos e lendas que já foram associadas ao nosso satélite natural, assim como as orientações para observá-la.

O primeiro passo será utilizar o PE, através do apontar fixo, para indicar a posição da Lua no céu. Isto se mostra muito útil quando temos a fase Lua nova, pois, devido a sua condição de não luminosidade, se torna mais difícil de encontrá-la no céu quando não são conhecidas suas coordenadas celestes. Com a observação conjunta da Lua, é possível se iniciar uma discussão com os participantes sobre as fases que ela possui e como percebemos esta diferença aqui da Terra.

Seguindo com a atividade, utilizaremos o PE para indicar as condições de observabilidade da Lua ao longo dos dias. Depois que o PE realizar um apontar fixo para a Lua, ele utilizará do apontar fixo para a posição da Lua no próximo dia, naquele mesmo horário. A ideia é realizar este processo até completar um mês lunar e analisar quais as diferenças na posição da Lua ao longo deste período.

Chegando ao final desta atividade, introduziremos o conceito de eclipse, lunar e solar, e o que é necessário para que eles ocorram. Dessa forma, pode-se questionar os participantes sobre a não ocorrência mensal dos eclipses, visto que ao longo de aproximadamente um mês, a Lua completa sua translação ao redor da Terra. Buscando responder este questionamento, o PE permite indicar, por meio de uma geodésica, a inclinação do plano da órbita lunar em relação a eclíptica. Portanto, todos os meses ocorre a formação da sombra lunar, mas

a mesma não é projetada na superfície terrestre.

4.5.5 Funcionalidades do Projetor Estelar

- Apontar fixo para um dos planetas visíveis no momento;
- Apontar fixo para uma estrela qualquer e comparar com a observação dos planetas;
- Movimento geodésica ao longo da órbita de um planeta durante alguns meses;
- Representar o movimento retrógrado dos planetas em relação ao fundo de estrelas;
- Apontar fixo para indicar a posição da Lua;
- Apontar fixo para mostrar como a condição de observabilidade da Lua se altera ao longo dos dias;
- Indicar a inclinação do plano da órbita lunar;
- Indicar condições para a ocorrência dos eclipses.

4.6 Constelações

4.6.1 Objetivos

Nesta atividade, a última deste conjunto elaborado neste trabalho, o foco é o estudo das constelações, seu histórico, padronização pela comunidade científica e como as constelações são criadas a partir de processos históricos e culturais. Para compreender este último aspecto, serão analisados alguns exemplos de culturas diferentes.

4.6.2 Habilidades a serem desenvolvidas

- Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos (como mapas celestes e aplicativos digitais, entre outros), e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite ([BRASIL, 2017](#), p.341);
- Observar e identificar algumas constelações no céu e em cartas celestes ([SÃO PAULO, 2011](#), p. 46)
- Reconhecer a criação das constelações como um processo histórico e cultural;
- Utilizar as constelações e seus elementos como orientação no processo de observação do céu.

4.6.3 Conteúdo

As constelações também são antigos aliados da humanidade. Sua criação está fortemente ligada a busca de estabelecer relações entre o céu e a vida na Terra. A partir desta relação, povos visualizavam objetos e animais na formação das estrelas. Portanto, a criação das constelações possui muitos aspectos místicos presentes nas culturas da Antiguidade, visto que neste período não existia distinção entre a astronomia e a astrologia.

Muitas constelações são conhecidas atualmente devido aos conhecimentos populares de astrologia, presente nas diversas plataformas de comunicação. E este é um fato que auxilia na compreensão do motivo na qual os povos começaram a criar as constelações, pois o céu sendo uma fonte de histórias e palco para a contemplação de crenças, aproximam um conjunto de estrelas ao imaginário desta civilização. E como consequência, permite um melhor reconhecimento das estrelas, devido ao significado que estes astros possuem.

Portanto, para estudar as constelações não serão abordados apenas os aspectos técnicos e racionais, mas também como os elementos que compõem o céu são usados e interpretados por diferentes culturas ao longo da história. Segundo [Fares et al. \(2004\)](#), esta representação simbólica das constelações evidencia diversos aspectos importantes de uma sociedade como os valores, crenças e a forma como estes compreendiam a natureza e assim, atuavam nela.

A [União Astronômica Internacional \(IAU\)](#) assume 88 constelações como oficiais, com algumas destas constelações documentadas em registros desde a Antiguidade, principalmente com a sistematização realizada por Ptolomeu no *Almagesto*. Segundo [Silva, Koehler e Matsuura \(2014\)](#), os povos da mesopotâmia foram os criadores de boa parte destas constelações e é neste cenário que aparecem as primeiras adaptações culturais, visto que o domínio dos gregos fez com que estes elementos do céu fossem utilizados e integrados às suas concepções mitológicas.

As constelações presentes no *Almagesto* abrangem principalmente as constelações boreais, devido a latitude das localidades onde foram constituídos estes elementos. As constelações austrais passaram a ser exploradas pela astronomia ocidental europeia com as grandes navegações, nos séculos XV e XVI, que foram abordados na atividade 3.

Outra característica importante de se analisar é a construção social das constelações, que dependiam de questões naturais, mas também dos aspectos culturais dos indivíduos. Segundo [Fares et al. \(2004\)](#), os caçadores, agricultores e pastores olharam para o céu e visualizaram representações presentes em seu cotidiano. Assim como também são presentes imagens de deuses, semideuses e heróis.

Enquanto que nas constelações austrais mais recentes, e sem a influência da mitologia grega, surgem outros elementos relacionados à época. Como os primeiros relatores destes conjunto de astros eram exploradores e navegantes, passam a ser vistos no céu

constelações como a bússola, e a serpente marinha, entre outras (FARES et al., 2004).

Esta mudança de pensamento, e de como se relacionar com a natureza, é reforçada com o renascimento cultural e científico, que aos poucos vai trazendo à tona um pensamento racional e mais técnico da astronomia. Sendo assim, a separação entre astronomia e astrologia se inicia neste período. De modo que a astrologia ainda permeia o imaginário popular, mas sem comprovação ou qualquer relação com a ciência moderna.

Mas, mesmo esta mudança na visão que o ser humano possui do céu, as constelações ainda possuem grande importância para o ensino e para a astronomia, pois este conjunto de estrelas delimitam uma região do céu, sendo uma referência a ser utilizada durante as observações.

4.6.4 Roteiro

Como esta atividade possui um foco nas constelações, o início será uma exploração sobre este conceito e como ele foi sendo utilizado ao longo da história. A principal funcionalidade do PE nesta atividade é indicar as estrelas de uma constelação, assim como delimitar seus limites e principais características.

Para iniciar a discussão com os participantes, pode-se definir o que são as constelações através de dois exemplos, que podem ser ampliados de acordo com as condições de visibilidade e interação ocorridas no momento da apresentação. É aconselhável que estes exemplos sejam realizados com o uso de constelações próximas ao zênite, que possuam estrelas brilhantes e um conjunto não muito grande de estrelas, já que estas constelações costumam representar estruturas mentais mais complexas e como consequência exigem maior abstração dos participantes. Este tipo de constelação pode ser observado e analisado na parte final desta atividade.

Para observar as primeiras constelações, o PE pode ser utilizado de duas formas. A primeira é indicando as estrelas presentes na constelação através da função apontar fixo com o modo piscar, assim fica evidente quais estrelas serão analisadas. A segunda funcionalidade possível é circular estes astros, buscando agrupá-los.

Com estas marcações realizadas, que guiarão a observação dos participantes, é possível mostrar o que é uma constelação assim como generalizá-lo para os demais conjuntos de estrelas. A partir deste ponto, pode ser analisado como este grupo de estrelas no céu mantém sua formação mesmo ao longo dos anos.

Para demonstrar isto, o PE pode indicar a órbita dos três astros mais brilhantes de uma constelação ao longo de alguns dias, de modo que os participantes possam perceber que as estrelas sofrem o mesmo deslocamento angular e que, portanto, a constelação permanece fixa na esfera celeste. Esta órbita representada pelo PE é executada através da geodésica baseada na dinâmica do céu.

Abordados estes temas, serão apresentados e discutidos com os participantes a importância e as vantagens presentes no uso das constelações através de uma análise histórica. Nesta abordagem, é possível discutir os aspectos culturais que influenciaram a criação de constelações em diferentes povos ao longo da história da humanidade.

Para elucidar estes aspectos, pode-se utilizar um conjunto de estrelas que formam constelações diferentes de acordo com as características dos povos que a criaram. A gama de possibilidades nesta seção é vasta, podendo ser realizada uma comparação entre as constelações oficiais da IAU com as elaboradas pelos povos indígenas que ocupavam o Brasil, os povos indígenas pré-colombianos, os egípcios e a cultura chinesa do céu, entre outros.

Mas devido ao tempo disponível para a execução das atividades, é necessário realizar uma escolha para as comparações que demonstram a influência cultural na construção do imaginário das constelações. Portanto, esta escolha deve ser feita de acordo com as condições de observação do céu, ou seja, se baseando em quais constelações serão visíveis naquele determinado período da exposição.

O PE será utilizado indicando as linhas que unem as estrelas, de modo a possibilitar que os participantes visualizem o objeto que corresponde aquela constelação. Este passo se utiliza da função geodésica entre as estrelas.

Na parte final da atividade, será mostrado como as constelações são importantes modelos criados, pois permitem uma melhor memorização do céu, criando assim uma maior familiaridade com estes elementos. Assim como permitem uma melhor orientação no céu, o exemplo mais utilizado para isto é a oposição que ocorre entre as constelações do escorpião e de Órion. Quando uma delas possui uma boa condição de observabilidade, a outra não se mostra visível no céu.

Outra característica importante das constelações é seu uso moderno na astronomia, na qual diferentes corpos celestes possuem sua posição indicados pela constelação na qual eles ocupam. E para que isto não ocasione em ambiguidades no momento de observação, as constelações possuem fronteiras que as separam das demais.

Esta referência para se localizar no céu é muito utilizada para observar cometas, chuvas de meteoros e também para os planetas. O PE consegue indicar de forma precisa as linhas que dividem as constelações, mostrando como elas formam um quebra-cabeça que mapeia as estrelas na esfera celeste.

4.6.5 Funcionalidades do Projetor Estelar

- Apontar fixo e uso do modo piscar para demarcar as estrelas de uma constelação;
- Realizar um círculo em torno das estrelas de uma constelação;

- Representar a órbita das estrelas de uma constelação ao longo de algumas horas;
- Movimento de geodésica para indicar a linha que une as estrelas de uma constelação e forma sua representação gráfica.
- Demarcação da linha que divide a fronteira de uma constelação.

4.7 Testes experimentais do Projetor Estelar

Nesta subseção, serão apresentados os resultados obtidos nos testes práticos realizados com PE. O objetivo destes testes foi aferir suas principais funcionalidades e características, visto que isto impacta diretamente a aplicação das SD.

Estas práticas experimentais foram as primeiras realizadas com o PE depois da atualização realizada no aparato, incluindo todas as funções e necessidades exigidas pelas SD.

O primeiro parâmetro que buscamos analisar foi a calibração do PE, para isto utilizamos um conjunto de 3 astros e posteriormente adicionamos mais dois astros para efeito de comparação. Com os três astros, o PE consegue determinar sua localização no globo e realizar qualquer uma de suas funções, mas notamos uma incerteza significativa na determinação da posição dos astros.

Devido a este motivo, continuamos o processo de calibração adicionando mais dois astros, verificando se haveria uma melhora na precisão do aparato, pois dessa forma o software obteria mais informações e poderia realizar um melhor ajuste das variáveis envolvidas.

Utilizando este conjunto de cinco astros, obtivemos um desvio angular médio de $0,1^\circ$; com um desvio mínimo próximo de 0° e máximo de $0,2^\circ$. Estes desvios angulares calculados pelo software representam uma incerteza de menos de um passo do motor. Portanto, o ajuste realizado pelo software se mostrou muito eficiente e preciso, a calibração utilizando cinco astros oferece a melhor condição para usar o máximo potencial do PE e garantir uma boa indicação sobre os astros.

Mas isto não exclui erros na indicação dos astros, pois os cálculos realizados pelo software são traduzidos em comandos enviados ao hardware, e este processo possui uma incerteza que deve ser considerada. Para corroborar isto, realizamos medições para quantificar a acurácia do equipamento. A determinação do erro foi obtida através da diferença entre as coordenadas equatoriais reais e as coordenadas fornecidas pelo software, utilizamos para isto a diferença entre dois pontos em coordenadas esféricas.

As coordenadas reais são as coordenadas do astro no céu, obtidas através do ajuste manual, ou seja, realizamos ajustes para que o PE apontasse exatamente sobre o astro

e assim realizamos a leitura das coordenadas no software. Posteriormente, solicitamos ao software que ele apontasse para aquele determinado astro. Dessa forma, obtemos as coordenadas calculadas e indicadas pelo aparato.

As medições foram realizadas para quatro astros que estavam em diferentes regiões do céu. Os resultados são mostrados na tabela 1.

Tabela 1 – Medidas experimentais PE

Astro	Coordenadas reais		Coordenadas software		Diferença	
	Dec (°)	A. R. (°)	Dec (°)	A. R. (°)	Dec (°)	A. R. (°)
Spica	-11,20	201,37	-11,16	201,30	0,044	0,076
Saturno	-18,73	311,90	-18,75	311,73	0,020	0,17
Atria	-69,14	252,14	-69,03	252,17	0,11	0,024
Deneb	45,48	310,21	45,28	310,36	0,22	0,15

Fonte: elaborada pelo autor.

Com a análise destes dados de cinco astros, obtemos um desvio angular médio de $0,15^\circ$, valor muito próximo a um passo do motor. É possível visualizar na tabela 1, que a incerteza média é muito satisfatória para as aplicações desejadas e planejadas para o PE. O maior desvio, que ocorre para Deneb da constelação do Cisne, pode ser percebido a olho nu, visualmente se nota que o feixe do laser fica bem próximo a estrela, mas não coincide exatamente com a sua posição. Mesmo não sendo o ideal isso não resulta em uma divergência na determinação do astro a ser observado. O erro associado a Deneb representa um pouco mais que um passo do motor. Enquanto que todos os outros astros possuem um erro pequeno, próximo a meio passo do motor.

O principal motivo destes erros relatados acima está na imprecisão dos motores de passo, pois alguns passos dados pelos motores possuem uma variação angular diferente da média dos passos. Como consequência disto, existem momentos onde os eixos não estão perpendiculares entre si, havendo uma pequena inclinação que não garante sua ortogonalidade.

Este problema está associado ao aparato como um todo ter sido projetado para ser de baixo custo e possuir a melhor relação custo/benefício, de modo que o PE fosse mais facilmente replicado.

Outro teste importante realizado foi a avaliação do tempo de execução do PE, pois as atividades exigem que o aparato possua uma boa resposta e não cause atrasos durante as apresentações. Portanto, calculamos a velocidade angular do motor fixo, medindo o tempo de um deslocamento angular de 90° , onde utilizamos dois pontos arbitrários no céu. Obtivemos uma velocidade angular máxima de $36,5^\circ/\text{s}$.

Isto significa que para varrer todo o céu é necessário um período de aproximadamente cinco segundos, o que representa um tempo curto e eficiente para as apresentações, visto

que este tempo total contempla os cálculos realizados pelo software e sua comunicação com o hardware. Dessa forma, qualquer fenômeno dinâmico que ocupe uma grande região no céu pode ser estudado e analisado sem a preocupação de travamento ou demora na indicação pelo laser.

Os demais testes realizados foram de caráter qualitativo, na qual buscamos avaliar a representação/indicação dos principais fenômenos abordados ao longo das SD e analisar sua aplicabilidade. Realizamos este procedimento pois diversas funcionalidades do PE foram sendo teoricamente e elaboradas de acordo com a concepção geral do aparato e das necessidades didáticas abarcadas no conjunto de atividades desenvolvidas.

A primeira funcionalidade analisada foi o passo no tempo, sendo possível avançar ou retroceder em minutos, dias ou anos. Com isto, podemos representar o movimento aparente das estrelas ao redor do polo celeste sul. Nas estrelas próximas do polo podemos visualizar o movimento aparente dos astros e perceber que seu formato circular é mais pronunciado. Também nos baseamos nessa propriedade do aparato para representar o movimento retrógrado dos planetas em relação ao fundo de estrelas.

Já em relação aos efeitos dinâmicos indicados pelo PE, onde o laser fica se movimentando, estes se mostraram muito eficientes, pois podem ser facilmente percebidos pelo observador. Como principais temas a serem explorados temos a eclíptica e o contorno das constelações.

No estudo da eclíptica conseguimos analisar a diferença de sua inclinação no verão e no inverno, sendo então possível compreender melhor como se estabelecem as estações do ano. Sobre o contorno das constelações e dos asterismos escolhemos uma constelação na qual não tínhamos tanta familiaridade, pois uma constelação previamente conhecida poderia gerar uma falsa compreensão, visto que nosso cérebro já associou as linhas dessa constelação sem o uso do PE.

Portanto, escolhemos a constelação do cisne, que obedece ao critério citado acima e possui algumas estrelas com baixa intensidade luminosa. Observamos que o PE auxilia muito a visualização das linhas da constelação, tornando muito mais intuitivo o processo de abstração envolvido na associação das estrelas com objetos e corpos presentes na Terra.

Por fim, realizamos rotinas de testes visando garantir que os parâmetros de segurança funcionam em diferentes condições. A primeira análise foi em relação ao ângulo limite na qual o PE pode apontar seu laser, pois, se ele indicar uma direção abaixo do plano do horizonte pode incidir sobre os olhos dos participantes ou indivíduos que estejam no mesmo recinto. Nos testes tentamos indicar astros que estavam próximos ao horizonte ou próximos do nascer no céu, mas o PE não seguiu este trajeto e foi indicado no software que este astro está fora da fronteira de segurança.

Para qualquer situação de periculosidade citada acima, o PE não ultrapassa o limite

de segurança, que é de três graus acima do horizonte. Este valor leva em consideração as eventuais construções humanas e variações de relevo que possuam regiões mais altas na qual o laser pode incidir.

Outra característica de segurança avaliada foi utilizando o sensor ultrassônico em conjunto com os acelerômetros. A partir destes sensores estipulamos condições seguras de operação do aparato. Ele deve estar à distância mínima do solo de 1,70 metros, que é aferida utilizando o sensor ultrassônico, isto previne que o laser incida sobre os olhos dos participantes e também sobre o mediador das atividades, pois este estará sempre próximo ao aparato. Já em relação aos acelerômetros, além de auxiliar na orientação correta do laser também auxiliam na questão de segurança. Caso o PE sofra grandes alterações em sua inclinação, que pode ocorrer por algum contato com o aparato ou eventual acidente, o software irá identificar. Desta forma, automaticamente o laser é desligado e o movimento dos motores cessará (caso estejam em operação). Portanto, com os testes realizados, o PE se mostrou seguro para ser utilizado com o público.

Concluimos com estes testes experimentais que o PE está apto a ser utilizado para os fins educacionais desejados, de acordo com os pressupostos teóricos e metodológicos apresentados nas SD. As funções realizadas pelo PE se mostraram eficientes e capazes de auxiliar o ensino e aprendizagem de conceitos da astronomia observacional.

5 Conclusão

Ao longo de toda a execução desta pesquisa, buscou-se compreender como o PE pode ser utilizado para ampliar o leque de vivências dos participantes com a astronomia observacional, ainda de modo exclusivo aos ENFE, sendo um dos principais desdobramentos da questão de pesquisa, na qual foi elaborada uma sequência didática que explora as características do PE para revelar os aspectos presentes na dinâmica celeste.

O primeiro passo para esta elaboração foi executado no capítulo 2, na qual foi realizado um estudo para compreender a situação atual do ensino de astronomia no Brasil, buscando encontrar experiências positivas e suas principais lacunas. Ao longo desta análise inicial, notou-se uma ausência que era previamente esperada, poucos trabalhos reforçando a importância da astronomia observacional, ou seja, uma ausência de ações didáticas voltadas para a observação do céu a olho nu.

A constatação da baixa incidência de trabalhos que agregam os elementos sensoriais na observação do céu, reforçou ainda mais a necessidade de seguir este caminho, pois estes aspectos são muito importantes para processos educacionais, principalmente nos ENFE. Portanto, este estudo preliminar influenciou as escolhas realizadas ao longo da elaboração das SD.

Com isto, buscou-se não apenas ressaltar estes aspectos sensoriais, mas também conceituais em relação ao movimento dos astros e sua previsibilidade. Desta forma, os conceitos são apresentados ao público de modo que estes possam replicar estes conhecimentos. Também buscou-se apresentar elementos que permitam uma autonomia destes participantes para realizarem próximas observações em seu cotidiano.

Portanto, uma das concepções presentes nas SD, é que o PE possa ser um facilitador no processo de ensino-aprendizagem da astronomia observacional, a ser mediada pelo apresentador da exposição. Para obter um panorama mais amplo do ensino de astronomia, incluindo o ensino formal, foi analisado alguns dos currículos, nacionais e estaduais, pois estes documentos orientam diversas práticas a serem realizadas e conteúdos a serem seguidos pelos professores.

A partir desta breve análise dos documentos oficiais, foram selecionados os principais conceitos e fenômenos a serem abordados pelas SD, assim como os conteúdos que são importantes para a astronomia observacional e também aqueles que são negligenciados por estes documentos.

Devido a este motivo citado acima, também foram analisadas as principais características dos ENFE para que as orientações pedagógicas fossem condizentes com seus

principais elementos.

Para o desenvolvimento das SD, foi utilizada como base a concepção de interdisciplinaridade presente nos ENFE. Usando este conceito, conseguiu-se agregar uma característica importante ao ensino que foi a inclusão dos aspectos relacionados à história da ciência. Todos os conceitos e conteúdos selecionados pelo estudo inicial, que englobou a caracterização do ensino de astronomia e a análise curricular, foi relacionado ao surgimento de cada um destes conceitos.

Segundo Cazelli e Coimbra (2008), a elaboração e avaliação de práticas educacionais nos ENFE deve se preocupar em abranger três aspectos principais que são: alternativas de prática pedagógica, conteúdo científico e ampliação da cultura. Na elaboração das SD, buscou-se agregar todas estas características relacionadas ao processo de observação dos fenômenos celestes.

Com todos estes aspectos analisados, pode-se concluir que os objetivos deste trabalho foram cumpridos, sendo então desenvolvidas SD que possuem o PE como recurso didático principal, permitindo estabelecer uma mediação entre o céu e os conhecimentos da astronomia observacional.

Em relação aos objetivos específicos, a presença da história da ciência permeou a construção de toda a SD e está associada a cada um dos fenômenos a serem explorados, possibilitando que os participantes tenham contato com um processo de observação que não é puramente mecânico. Com a presença destes elementos históricos, é possível apresentar a astronomia como uma construção humana, demonstrando como diferentes povos se apropriavam do céu para reforçar seus aspectos culturais.

O outro objetivo específico era desenvolver funcionalidades educacionais para o PE, pois seu protótipo inicial foi construído apenas para testar sua viabilidade. Deste modo, todos os conceitos abordados pelas SD exigiram que novas funções fossem implementadas no aparato, o que demandou novas características no software. Por esta razão, as características visuais e de manuseios do software sofreram algumas alterações em relação ao que foi apresentado no capítulo 3, permanecendo as guias principais e seu modo de funcionamento. Todas estas especificações criadas durante a execução deste trabalho estão descritas nos quadros 1, 2 e 3 e foram discutidas na seção 4.7, na qual foram testadas estas funções no céu. Portanto, constatou-se que este objetivo foi cumprido e é a sustentação para que todas as SD possam ser aplicadas, com a garantia de que o aparato funcione como desejado, permitindo explorar as principais características do céu de forma rápida e eficiente.

Durante toda a execução deste trabalho, buscou-se apresentar as principais características do PE e parte de seu desenvolvimento. Foi apresentada a concepção do instrumento e a inovação que este carrega junto aos conhecimentos de astronomia, mas por ainda ser um aparato novo, que passou apenas por rotinas de testes padronizados, ele está em

constate evolução. Portanto, com as ideias geradas neste trabalho e seu uso com o público em geral, poderão ser implementadas novas melhorias e funcionalidades. Foi desenvolvido e focalizado parte do conhecimento astronômico com o PE, mas novos trabalhos podem explorar outras propriedades importantes do céu, criando novas funcionalidades e/ou abordagens de utilização do PE.

Como o projeto de criação do PE é baseado em uma construção de baixo custo, espera-se que outros trabalhos possam ser realizados com a replicação desta base planejada, construída e testada. Esta replicabilidade se torna possível devido as características do software e seu processo de calibração, permitindo que o PE possa ser utilizado em qualquer localidade do globo. Desta forma, novos projetos podem ser elaborados com o intuito de aprimorar ainda mais o aparato, assim como criá-lo com materiais mais complexos e sofisticados, o que conseqüentemente aumenta o valor de sua produção, mas possibilita uma acurácia ainda maior.

O PE construído no processo deste trabalho constitui mais um instrumento didático incluso no acervo da UFSCar, somando-se aos telescópios e materiais dos laboratórios de pesquisa. Portanto, o uso do PE em exposições podem resultar em trabalhos que visem investigar e avaliar seu uso nos ENFE, sendo assim uma continuação desta pesquisa, permitindo complementá-la.

Deste modo, as SD elaboradas podem ser utilizadas em parceria com a comunidade escolar, desenvolvendo projetos que visem complementar o arcabouço teórico dos estudantes. Portanto, a aplicação das SD nos ENFE permite que professores da educação básica se utilizem destes momentos para reforçar aspectos de suas aulas.

Para que este processo se torne possível, é necessária uma comunicação entre os apresentadores das SD propostas neste trabalho com alguns professores interessados. Este momento é importante para que os integrantes possam planejar suas ações e definir a atuação de cada uma das partes envolvidas.

Todo este processo se torna possível devido ao conteúdo ser um elemento comum entre os dois tipos de ensino, assim como as principais habilidades a serem desenvolvidas nas SD são baseadas nos currículos oficiais. Desta forma, a análise realizada no início deste trabalho, permite realizar futuras pontes entre o ensino formal e o ENFE, visto que esta pesquisa focou-se apenas nos ENFE.

Segundo Rocha e Terán (2013), estas relações dos ENFE com o ensino formal devem ser planejadas e executadas com apoio do professor, para que as atividades não sejam apenas momentos de recreação. É importante que estes encontros possam explorar ao máximo todas as potencialidades desta união.

Desta forma, existe a possibilidade da aplicação das SD serem realizadas em um curso teórico-prático voltado para formação inicial ou continuada de professores, visando

mitigar algumas das lacunas presentes no ensino de astronomia e citadas durante o referencial teórico. No próprio campus onde o aparato estará disponível, as disciplinas de astronomia estão presentes na grade curricular apenas como disciplinas optativas. Portanto, com o aparato de fácil acesso, é possível ampliar a vivência destes futuros professores em formação com os diferentes aspectos da astronomia observacional.

Outra possibilidade é a criação de cursos de maior duração voltados para estudantes da educação básica e/ou entusiastas da astronomia, permitindo que os encontros com estes participantes possam ser mais longos e detalhados, seja nos aspectos referentes ao uso do PE ou em relação a teoria envolvida. Visto isso, os participantes podem ter uma visão mais ampla de toda a dinâmica celeste, percebendo como cada um dos temas abordados nas SD estão interligados e se complementam conceitualmente.

Estas são apenas algumas possibilidades refletidas ao longo da elaboração deste trabalho, mas o PE permite inúmeras formas de uso. Logo, aumentar o acesso dos estudantes e professores ao aparato permite que cada vez mais conhecimento seja agregado e, como consequência, novas pesquisas possam ser desenvolvidas.

Referências

- AFONSO, G. B. Experiências simples com o gnômon. *Revista Brasileira de Ensino*, 1996. Citado na página 80.
- ALVES, M. T. S.; ZANETIC, J. O ensino não formal da astronomia: um estudo preliminar de suas ações e implicações. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11. [S.l.], 2008. Citado na página 23.
- BARAI, A. et al. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: uma parceria entre universidade e escola. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, p. 1009–1025, 2016. Citado na página 13.
- BOCZKO, R. *Conceitos de Astronomia*. [S.l.]: São Paulo, SP: Blücher, 1984. Citado na página 69.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- BRASIL. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. [S.l.]: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002. 32 p. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 79.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017. Citado 7 vezes nas páginas 18, 19, 59, 72, 84, 85 e 96.
- BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. Saindo da sala de aula para observar os planetas e criar uma nova prática pedagógica. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 36–52, 2012. Citado na página 22.
- CALIL, M. R. *Analema de Vitruvius: dos relógios solares até o relógio de sol plano horizontal*. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2008. Citado na página 73.
- CARDOSO, I. S.; VILELA, R. C.; OLIVEIRA, C. A. Projeto de um relógio solar de plano inclinado. In: VII CONNEPI-CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. [S.l.], 2012. Citado na página 73.
- CARVALHO NETO, J. T. de. O observatório astronômico a olho nu do campus de Araras da UFSCar. In: 67ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 67., 2015, São Carlos. *Resumos de Comunicações Livres*. São Carlos: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2015. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/67ra/resumos/resumos/5148_16fd52ad9d08db2dacb74ee4f31fdaf31.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 56.
- CARVALHO NETO, J. T. de et al. Relatos de experiências em um curso de astronomia para professores da educação básica. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. *Trabalhos do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0875-1.pdf>>. Citado na página 13.

- CARVALHO NETO, J. T. de et al. Medindo a distância da terra à lua: Uma proposta factível para o ensino médio. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia. *Trabalhos do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Física, 2015. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0953-1.pdf>>. Citado na página 13.
- CARVALHO NETO, J. T. de et al. Trabalhando de forma prática o experimento de detecção de ondas gravitacionais do observatório ligo. In: XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22., 2017, São Carlos. *Trabalhos do XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Carlos: Sociedade Brasileira de Física, 2017. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0746-1.pdf>>. Citado na página 13.
- CAZELLI, S.; COIMBRA, C. A. Avaliação formal na educação não formal. *Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Avaliação Educacional*, 2008. Citado 3 vezes nas páginas 57, 58 e 105.
- CAZELLI, S. et al. Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciência. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, p. 1–12, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- CHALUB, F. A. The saros cycle: obtaining eclipse periodicity from newton's laws. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 31, n. 1, p. 1303–1, 2009. Citado na página 94.
- DIAS, C. A. C.; RITA, J. R. S. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Revista Latino-americana de educação em astronomia*, n. 6, p. 55–65, 2008. Citado na página 21.
- DUTRA, S. F.; NASCIMENTO, S. S. A educação no entre lugar museu e escola: um estudo das visitas escolares ao museu histórico abílio barreto. *Educação*, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, v. 39, n. Esp, p. s125–s134, 2016. Citado na página 25.
- ESPRESSIF SYSTEMS. *ESP32-WROVER Datasheet*. [S.l.], 2020. Acessado em 20/01/2021. Disponível em: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wrover_datasheet_en.pdf>. Citado na página 41.
- FARES, É. A. et al. O universo das sociedades numa perspectiva relativa: exercícios de etnoastronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 1, p. 77–85, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 97 e 98.
- 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. Citado na página 82.
- GUIMARÃES, Y. A.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: . [S.l.: s.n.], 2011. Citado 2 vezes nas páginas 54 e 55.

- IACHEL, G. et al. A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Soc Brasileira Física, p. 7, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. *Em extensão*, v. 7, n. 1, 2008. Citado na página 25.
- JUSTINIANO, A.; BOTELHO, R. Construção de uma carta celeste: Um recurso didático para o ensino de astronomia nas aulas de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 38, n. 4, 2016. Citado na página 68.
- KANTOR, C. A. *Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 24, 67, 76, 88 e 93.
- LANGHI, R. *Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional*. [S.l.]: Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 93.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 2, p. 75–91, 2005. Citado na página 21.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, p. 4402–4412, 2009. Citado na página 25.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Interpretando reflexões de futuros professores de física sobre sua prática profissional durante a formação inicial: a busca pela construção da autonomia docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 3, p. 403–424, 2016. Citado na página 13.
- LANGHI, R.; OLIVEIRA, F. A. de; VILAÇA, J. Formação reflexiva de professores em astronomia: indicadores que contribuem no processo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, p. 461–477, 2018. Citado na página 13.
- LANGHI, R.; PEREIRA, A. M. Projeto eratóstenes: aprendendo astronomia em redes de cooperação. *La comunicación de la ciencia en América Latina: esfuerzos de evaluación en la diversidad*, v. 135, 2017. Citado na página 22.
- LIBÂNEO, J. C. *Pedagogia e pedagogos, para quê? 6ª*. [S.l.: s.n.], 2000. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.
- Lima Jr, J. G. d. S. et al. Uma reflexão sobre o ensino de astronomia na perspectiva da base nacional comum curricular. *Scientia Plena*, v. 13, n. 1, 2017. Citado na página 20.
- LIMA NETO, G. B. *Astronomia de posição*. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 75, 81 e 82.
- LOPES, M. *A retrogradação dos Planetas e suas explicações: Os Orbes dos Planetas e seus movimentos da Antiguidade a Copérnico*. 2001.232 f. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em História da Ciência). Pontifícia Universidade . . . , 2001. Citado 2 vezes nas páginas 87 e 91.

- MARANDINO, M. Interfaces na relação museu-escola. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 18, n. 1, p. 85–100, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 27.
- MARQUES, J. B. V. *Educação não-formal e divulgação de Astronomia no Brasil: o que pensam os especialistas eo que diz a literatura*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos, 2014. Citado 6 vezes nas páginas 24, 25, 27, 28, 29 e 57.
- MARQUES, R. de A. et al. História, cultura e ciência em museus: A difusão do conhecimento. 2020. Citado na página 13.
- MARTIN, L. M. An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, Wiley Online Library, v. 88, n. S1, p. S71–S82, 2004. Citado na página 28.
- MARTINS, R. d. A. A análise geométrica da duração dos dias, no tratado sobre a esfera de sacrobosco. In: . [S.l.]: Anais do V Seminário Nacional de História da Matemática, 2013. p. 165–81. Citado na página 61.
- MATSUURA, O. T. *História da astronomia no Brasil*. [S.l.]: Editora de Pernambuco — Cepe, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 76, 77, 79 e 83.
- MIRAS, D. N. Esfera armilar de mendoza como instrumento didático. *Network for Astronomy School Education*. Disponível em: <http://sac.csic.es/astrosecundaria/mon/astronomia_en_la_ciudad/reloj_armilar.pdf>. Citado na página 61.
- MORAES, L. D.; SILVEIRA, I. F. Educação não formal em astronomia: Análise de artigos acadêmicos nacionais e internacionais. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 8, n. 3, p. 189–209, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 31.
- MOTA, A.; GARCIA, G. M.; FERREIRA, L. Um curso a distância de astronomia para estudantes do ensino médio: Uma análise da contribuição das tecnologias de informação e comunicação. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA – ESUD 2014. *Anais do XI ESUD*. Florianópolis: UFSC, UDESC, 2014. p. 2943–2957. Disponível em: <<http://esud2014.nute.ufsc.br/anais-esud2014/files/pdf/126825.pdf>>. Citado na página 32.
- OLIVEIRA, D. A. U. de. *As Grandes Navegações: aspectos matemáticos de alguns instrumentos náuticos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal da Paraíba, 2017. Citado na página 82.
- OLIVEIRA FILHO, K. d. S.; SARAIVA, M. d. F. O. *Astronomia e astrofísica*. [S.l.: s.n.], 2004. v. 780. Citado 3 vezes nas páginas 73, 74 e 94.
- PAIS, L. C. *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. [S.l.]: Autêntica Editora, 2019. Citado na página 53.
- PEDERSEN, F. A. *Desenvolvimento de uma Apontador Estelar para o ensino de astronomia*. 45 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) — Universidade Federal de São Carlos, Araras - SP, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14067>>. Citado 5 vezes nas páginas 13, 14, 34, 41 e 44.

- PENA, F. L. A. A influência dos pcn sobre a pesquisa em ensino de física: Um estudo a partir de artigos publicados em periódicos nacionais especializados na área. In: VII ENPEC-ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 7., 2009, Florianópolis. Florianópolis, 2009. Citado na página 16.
- PIRES, A. S. *Evolução das Idéais da Física*. [S.l.]: Editora Livraria da Física, 2008. Citado na página 16.
- PRANDO, G. A.; BRETONES, P. S. A observação do movimento aparente de marte em uma atividade com alunos do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia - SP, 2013. p. R1429. Citado na página 21.
- RIBEIRO, L. D. et al. Ldb: lei de diretrizes e bases da educação nacional: lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014., 2014. Citado na página 17.
- RIO DE JANEIRO. *Currículo mínimo estadual de física*. Rio de Janeiro: Secretaria Estadual de Educação, 2012. Citado na página 24.
- ROCHA, J. F. *Origens e evolução das idéias da física*. [S.l.]: SciELO-EDUFBA, 2002. Citado na página 16.
- ROCHA, S. C. B. d.; FACHÍN-TERÁN, A. O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências. *Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA*, 2010. Citado na página 29.
- ROCHA, S. C. B. da; TERÁN, A. F. Contribuições dos espaços não-formais para o ensino de ciências. 2013. Citado na página 106.
- RONAN, C. A. *História ilustrada da ciência*. [S.l.]: Universidade de Cambridge, 1987. v. 4. Citado na página 76.
- SANTANA, A. R. Concepções dos professores sobre a utilização dos espaços não formais para o ensino de astronomia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2017. Citado na página 22.
- SANTOS, H. L. dos et al. O uso das tecnologias digitais para o ensino de astronomia: uma revisão sistemática de literatura. *Research, Society and Development*, Grupo de Pesquisa Metodologias em Ensino e Aprendizagem em Ciências de . . . , v. 8, n. 4, p. 37, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 32.
- SANTOS, J.; ALMEIDA, L.; LEÃO, J. R. S. Observação do céu do extremo sul do brasil como uma ferramenta para o ensino de astronomia. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. *Programa do II SNEA*. São Paulo: Sociedade Astronômica Brasileira, 2012. Disponível em: <https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCP55.pdf>. Citado na página 23.
- SILVA, G. A.; KOEHLER, C. B. G.; MATSUURA, O. T. Um estudo comparativo sobre a origem das constelações clássicas. 2014. Citado na página 97.

- SILVA, I. P. da; MERCADO, L. P. L. Laboratórios de ensino de física mediados por interfaces digitais. *EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação*, v. 7, n. 17, p. 3–22, 2020. Citado na página 32.
- SILVA, M. N. dos S.; PEDERSEN, F. A.; CARVALHO NETO, J. T. de. Projetor estelar: Uma ferramenta tecnológica para o ensino de astronomia e observação do céu a olho nu. In: XVIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 18., 2020, Florianópolis. *Programa do XVIII EPEF*. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Física, 2020. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xviii/sys/resumos/T0194-1.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.
- SILVA, M. N. S.; CARVALHO-NETO, J. T. Manually driven harmonic oscillator. *Physics Education*, IOP Publishing, v. 55, n. 3, p. 035006, 2020. Citado na página 44.
- SILVESTRE, R. S. Sobre a formação lógica de mudança de teorias e anomalias científicas. *Argumentos Revista de Filosofia*, v. 9, n. 17, p. 72–91, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/27088>>. Citado na página 68.
- SOUZA, O. de; GREGORIO-HETEM, J.; AMON, M. C. I. Atividades práticas do projeto telescópios na escola: processos de aprendizagem. *VII ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência, novembro de*, 2009. Citado na página 21.
- SÃO PAULO. *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias*. São Paulo: Secretaria da Educação. Coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes, 2011. Citado 5 vezes nas páginas 20, 59, 72, 85 e 96.
- The FreeCAD Team. *FreeCAD, version 0.18*. 2020. Disponível em: <<https://www.freecadweb.org/>>. Citado na página 35.
- TOZONI-REIS, M. F. de C. *Metodologia de Pesquisa*. [S.l.]: IESDE BRASIL SA, 2008. Citado na página 53.
- TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. Investigando a aprendizagem de astronomia no ensino fundamental, usando um método experimental. *IV ENPEC*, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- TROGELLO, A. G.; NEVES, M. C. D.; SILVA, S. d. C. R. D. O ensino de astronomia: recriando uma esfera celeste didática. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 223–245, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 60 e 61.
- VALONGO, O. do. Efemérides dos principais fenômenos astronômicos. 2021. Citado na página 56.
- WINKLER, J. C. *Uso da Tecnologia da Informação e Comunicação no estímulo ao interesse de estudantes pela Astronomia*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2016. Citado na página 31.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. [S.l.]: Penso Editora, 2015. Citado na página 53.

Glossário

Arduino Placa de circuito impresso de hardware livre com microcontrolador e acessórios básicos integrados, tecnicamente e financeiramente acessível, que permite a sua programação para uso em projetos eletrônicos com aplicações diversas. [14](#), [41–44](#)

Bluetooth Protocolo de comunicação digital sem fio por sinal de rádio, primariamente projetado para baixo consumo de energia com baixo alcance. Utilizado preferencialmente por dispositivos móveis para pareamento entre dois dispositivos. [34](#), [36](#), [37](#), [41](#), [44](#), [46](#), [114](#)

ESP32 Série de microcontroladores de baixo custo e baixo consumo de energia com [Wi-Fi](#) e [Bluetooth](#) integrados. Produzidos por Expressif Systems. [36](#), [41](#), [43](#), [44](#)

indicador laser Também conhecido como caneta ou apontador laser (*laser pointer* em inglês), é usado para apontar para objetos distantes através da emissão de luz laser produzida por um laser de diodo alimentado por pilhas ou alguma uma outra fonte de corrente contínua. Neste trabalho ele é anexado ao sistema de motores que compõe o [Projeto Estelar](#). [13](#), [42](#), [43](#), [45](#)

Stellarium é um software livre de astronomia para visualização do céu disponível para ser instalado em diversos sistemas operacionais ou acessado via aplicativo web. Trata-se de um simulador que mostra um céu realista em três dimensões semelhante ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio. [56](#), [61–68](#), [74](#), [86](#), [87](#), [91](#), [92](#), [94](#)

Wi-Fi Tecnologia de rede sem fio que permite que computadores, dispositivos móveis e outros equipamentos se conectem à Internet ou a uma rede local. [41](#), [114](#)

Apêndices

APÊNDICE A – Cartilha de observações

A.1 Janeiro 2021

Estrelas mais brilhantes

Capella, Procyon, Formalhaut, Alnair, Aldebaran, Archenar, Canopus, Rigel, Sirius, Betelgeuse.

Constelações

Órion, Cão Maior, Touro, Gêmeos, Pégaso

Planetas

Marte, Júpiter, Mercúrio*

Lua

Tabela 2 – Fases da Lua Janeiro 2021

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	06	07:37
Lua nova	13	03:00
Quarto crescente	20	19:00
Lua cheia	28	17:16

Fonte: elaborada pelo autor.

A.2 Fevereiro 2021

Estrelas mais brilhantes

Archenar, Aldebaran, Canopus, Rigel, Sirius, Betelgeuse, Capella, Procyon, Pollux, Regulus.

Constelações

Touro, Gêmeos, Cão Maior, Órion.

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	04	15:37
Lua nova	11	17:06
Quarto crescente	19	16:47
Lua cheia	27	05:17

Tabela 3 – Fases da Lua Fevereiro 2021

Planetas

Marte.

Lua

A.3 Março 2021

Datas importantes

Dia 20: equinócio de outono às 06h37min.

Estrelas mais brilhantes

Acrux, Archenar, Aldebaran, Canopus, Rigel, Sirius, Betelgeuse, Capella, Procyon, Pollux, Regulus.

Constelações

Cruzeiro do Sul, Centauro, Touro, Gêmeos, Cão Maior, Órion.

Planetas

Marte.

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	05	22:30
Lua nova	13	07:21
Quarto crescente	21	11:40
Lua cheia	28	15:48

Tabela 4 – Fases da Lua Março 2021

A.4 Abril 2021

Estrelas mais brilhantes

Acrux, Alfa Centauro, Aldebaran, Canopus, Rigel, Sirius, Betelgeuse, Capella, Procyon, Pollux, Regulus, Spica, Arcturus.

Constelações

Cruzeiro do Sul, Centauro, Gêmeos, Cão Maior, Órion, Leão.

Planetas

Marte.

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	04	07:02
Lua nova	11	23:31
Quarto crescente	20	03:59
Lua cheia	27	00:31

Tabela 5 – Fases da Lua Abril 2021

A.5 Maio 2021

Estrelas mais brilhantes

Acrux, Alfa Centauro, Canopus, Rigel, Sirius, Betelgeuse, Procyon, Pollux, Regulus, Spica, Arcturus.

Constelações

Cruzeiro do Sul, Centauro, Gêmeos, Cão Maior, Órion, Leão.

Planetas

Marte, Mercúrio.

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	03	16:50
Lua nova	11	16:00
Quarto crescente	19	16:13
Lua cheia	26	08:14

Tabela 6 – Fases da Lua Maio 2021

Lua

A.6 Junho 2021

Datas importantes

Dia 21: solstício de inverno às 00H 32 min.

Estrelas mais brilhantes

Antares, Acrux, Spica, Arcturus, Alfa Centuro, Canopus, Procyon.

Constelações

Cruzeiro do Sul, Centauro, Virgem, Boieiro, Libra, Escorpião, Cão Maior, Leão.

Planetas

..

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	02	04:24
Lua nova	10	07:53
Quarto crescente	18	00:54
Lua cheia	24	15:40

Tabela 7 – Fases da Lua Junho 2021

A.7 Julho 2021

Datas importantes

Dia 05: Terra está no afélio;

Dias 24 e 25: conjunção da Lua com Saturno e Júpiter.

Estrelas mais brilhantes

Alfa Centuro, Antares, Spica, Arcturus, Kaus Australis, Vega, Altair.

Constelações

Escorpião, Cruzeiro do Sul, Centauro, Virgem, Boieiro, Libra, Águia, Leão.

Planetas

Júpiter, Saturno, Vênus.

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	09	22:16
Lua nova	17	07:11
Quarto crescente	23	23:37
Lua cheia	31	10:16

Tabela 8 – Fases da Lua Julho 2021

A.8 Agosto 2021

Datas importantes

Dia 20: Lua e Saturno estarão alinhados a leste, no começo da noite, entre as constelações de Sagitário e Capricórnio.

Estrelas mais brilhantes

Alfa Centauro, Antares, Altair, Vega, Kaus Australis, Arcturus, Spica, Formalhaut, Alnair.

Constelações

Escorpião, Boieiro, Águia, Lira, Cruzeiro do Sul, Centauro, Peixe Austral.

Planetas

Júpiter, Saturno, Vênus, Mercúrio.

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	08	10:50
Lua nova	15	12:19
Quarto crescente	22	09:02
Lua cheia	30	04:13

Tabela 9 – Fases da Lua Agosto 2021

Lua

A.9 Setembro 2021

Datas importantes

Dia 05: Encontro entre Vênus e a estrela Spica na Constelação de Virgem;

Dias 08 e 09: Conjunção entre a Lua, Mercúrio e Vênus na constelação de Virgem;

Dias 16 e 17: Conjunção entre Lua e Saturno na constelação de Capricórnio;

Dia 22: início da primavera no hemisfério Sul (equinócio da primavera) às 16h 21 min

Estrelas mais brilhantes

Antares, Kaus Australis, Altair, Vega, Formalhaut, Alfa Centauro.

Constelações

Cruzeiro do Sul, Centauro, Águia, Escorpião.

Planetas

Júpiter, Saturno, Vênus, Mercúrio.

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	06	21:52
Lua nova	13	17:39
Quarto crescente	20	20:55
Lua cheia	28	22:57

Tabela 10 – Fases da Lua Setembro 2021

A.10 Outubro 2021

Datas importantes

Dia 09: Conjunção entre Lua e Vênus na constelação de Escorpião;

Dias 14 e 15: Júpiter, Lua e Saturno estarão alinhados a oeste, no começo da noite, entre as constelações de Sagitário e Capricórnio;

Dia 16: Encontro entre Vênus e a estrela Antares na constelação de Escorpião.

Estrelas mais brilhantes

Antares, Kaus Australis, Altair, Vega, Alnair, Archenar, Formalhaut.

Constelações

Cruzeiro do Sul, Pégaso, Águia, Escorpião.

Planetas

Júpiter, Saturno, Vênus.

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	06	08:05
Lua nova	13	00:25
Quarto crescente	20	11:57
Lua cheia	28	17:05

Tabela 11 – Fases da Lua Outubro 2021

A.11 Novembro 2021

Datas importantes

Dia 07: Conjunção entre Lua e Vênus na constelação de Sagitário;

Dia 10: Conjunção entre Lua e Saturno na constelação de Capricórnio;

Dia 11: Conjunção entre Lua e Júpiter na constelação de Aquário.

Estrelas mais brilhantes

Altair, Formalhaut, Alnair, Archenar, Aldebaran, Canopus, Rigel.

Constelações

Pégaso, Águia, Escorpião

Planetas

Júpiter, Saturno, Vênus.

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	01	00:00
Lua nova	04	18:15
Quarto crescente	11	09:48
Lua cheia	19	05:59

Tabela 12 – Fases da Lua Novembro 2021

A.12 Dezembro 2021

Datas importantes

Dia 21: Início do verão no hemisfério Sul (solstício de verão) às 12h 59min;

Dia 06: Conjunção entre a Lua e Vênus na constelação de Sagitário;

Dia 07: Conjunção entre a Lua e Saturno na constelação de Capricórnio;

Dia 08: Conjunção entre a Lua e Júpiter na constelação de Capricórnio.

Estrelas mais brilhantes

Formalhaut, Alnair, Archenar, Canopus, Rigel, Sirius, Betelgeuse.

Constelações

Pégaso, Órion, Aquário, Touro, Pégaso, Águia.

Planetas

Júpiter, Saturno, Vênus, Mercúrio.

Lua

Fases da lua	Dia	Hora
Quarto minguante	26	00:00
Lua nova	04	04:44
Quarto crescente	10	22:37
Lua cheia	19	01:37

Tabela 13 – Fases da Lua Dezembro 2021

Matheus Navi dos Santos, Silva

Uma proposta de ensino de astronomia observacional
com o instrumento Projetor Estelar / Silva Matheus Navi
dos Santos -- 2021.
128f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São
Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): João Teles de Carvalho Neto
Banca Examinadora: George Barbosa da Silva, Estéfano
Vizconde Veraszto
Bibliografia

1. Ensino de astronomia. 2. Espaços Não-Formais de
Educação. 3. Tecnologia da informação e comunicação. I.
Matheus Navi dos Santos, Silva. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Termo de Conferência para Impressão do Diploma

Prezado aluno: favor ler atentamente as informações abaixo, pois serão impressas em seu diploma.

Aluno: Matheus Navi dos Santos Silva

Programa: Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Título Obtido: Mestre em Educação em Ciências e Matemática

Filiação: Wilson Aparecido Silva e Margareth Navi dos Santos

Nacionalidade: brasileira

Local de Nascimento: Piracicaba - SP

Data de Nascimento: 27/03/1995

Sexo: Masculino

CPF: 44171746876

RG: 53.990.740-6 (DEVE SER EXATAMENTE IGUAL AO RG, INCLUINDO PONTOS, TRAÇOS E LETRAS)

Órgão Expedidor / Estado: SSP/SP

Data da Defesa: 10/11/2021

Caso haja algum erro, escrever no quadro abaixo:

Li e concordo com as informações () com as ressalvas acima () sem ressalvas.

Caso haja alguma informação errada após a expedição do diploma, me responsabilizarei pelas custas referentes à emissão da 2ª via.

Aluno

Este documento somente será válido:

- a) com a assinatura única e exclusiva do aluno (assinaturas de terceiros não serão aceitas)
- b) a partir das defesas realizadas em 01/11/2014
- c) se gerado a partir do ProPGWeb