



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL**



AFONSO HOLANDA DE FREITAS FREIRE

**AS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS DE GALILEU GALILEI E SUA
INSERÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA**

**FEIRA DE SANTANA – BA
2021**

AFONSO HOLANDA DE FREITAS FREIRE

**AS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS DE GALILEU GALILEI E SUA
INSERÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira (UEFS)

Coorientador: Prof. Dr. Dielson Pereira Hohenfeld (IFBA – *campus* Salvador)

FEIRA DE SANTANA – BA

2021

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

Freire, Afonso Holanda de Freitas
F933o As observações astronômicas de Galileu Galilei e sua inserção no ensino de física./ Afonso Holanda de Freitas Freire. Feira de Santana, 2021.
196f.: il.

Orientador: Marildo Geraldete Pereira
Coorientador: Dielson Pereira Hohenfeld

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2021.

1.Luneta telescópica. 2.Astronomia – Práticas de ensino. 3.Galileu Galilei – Análise de conteúdo. I.Pereira, Marildo Geraldete, orient. II.Hohenfeld, Dielson Pereira, coorient. III.Universidade Estadual de Feira de Santana. IV.Titulo.

CDU : 521/525(07)



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): AFONSO HOLANDA DE FREITAS FREIRE

DATA DA DEFESA: 23 de novembro de 2021 **LOCAL:** Via Google Meet

HORÁRIO DE INÍCIO: 17:04h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
MARILDO GERALDÊTE PEREIRA	793.153.647-91	Presidente	DR	DFIS - UEFS
DIELSON PEREIRA HOHENFELD	597.555.985-53	Membro Externo	DR	IFBA(Salvador)
PAULO CÉSAR DA ROCHA POPPE	926.229.257-00	Membro Interno	DR	DFIS - UEFS
DOUGLAS FALCÃO SILVA	888.563.217-34	Membro Externo	DR	MAST/CNPq

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

AS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS DE GALILEU GALILEI E SUA INSERÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.

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

Em sessão pública, após exposição de 50 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 2h. A banca chegou ao seguinte resultado**:

(X) APROVADO(A)

() INSUFICIENTE

() REPROVADO(A)

** Recomendações¹: Implementar as considerações recomendadas pela banca avaliadora

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

Feira de Santana, 23 de Novembro de 2021

Presidente: J. M. G. P.

Membro 1: [Assinatura]

Membro 2: PERPOPE

Membro 3: [Assinatura]

Candidato (a): Afonso Holanda de Freitas Freire

Coordenador do PGAstro: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

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

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

CANDIDATO (A): AFONSO HOLANDA DE FREITAS FREIRE

DATA DA DEFESA: 23 de novembro de 2021 **LOCAL:** Via Google Meet

HORÁRIO DE INÍCIO: 17:04h

**ROTEIRO EXPERIMENTAL PARA ATIVIDADES ASTRONÔMICAS
OBSERVACIONAIS**

Feira de Santana, 23 de Novembro de 2021.

Presidente: J. K. G. P.
Membro 1: [Assinatura]
Membro 2: PERPOTT
Membro 3: [Assinatura]
Candidato (a): Afonso Holanda de Freitas Freire
Coordenador do PG Astro: Carla Alberto de Lima Ribeiro

Dedico este trabalho a meus pais e meu irmão, por todo o apoio, e a meu filho, Luís Afonso, pela luz da sua presença.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por toda a graça concedida, sem à qual não seria possível contornar todas as dificuldades que se abateram durante mais esta etapa de minha jornada acadêmica.

A meus pais e meu irmão por todo o apoio concedido, indispensável para o desenvolvimento e finalização deste projeto.

A meu orientador, o Prof. Dr. Marildo G. Pereira, exemplo profissional de dedicação e comprometimento, que esteve presente em todas as atividades aqui desenvolvidas. Assim como, também sou grato pela sua enorme paciência e atenção dispensadas durante todo este período em que este trabalho foi desenvolvido.

A meu coorientador, o Prof. Dr. Dielson P. Hohenfeld, pela dedicação, empenho e disponibilidade na consecução deste trabalho, e que mesmo antes de se tornar orientador já acreditava neste projeto.

Agradeço à UEFS que me acolheu como estudante, disponibilizando seus recursos físicos e humanos necessários para a conclusão do Mestrado em Ensino de Astronomia.

Aos professores do MPAstro pela constante dedicação na formação de seus mestrandos. Pelo apoio e incentivo, seja nas disciplinas, seja a partir dos diversos seminários disponibilizados. Bem como sou grato pelas suas valiosas contribuições a este trabalho.

Ao IFBA – *campus* Salvador, instituição que me acolheu como servidor, e que proporcionou o ambiente e instrumentos necessários indispensáveis ao desenvolvimento desta atividade.

A todos os professores do Departamento de Física do IFBA – *campus* Salvador, pelo apoio e incentivo a este projeto. Sou grato, em especial, aos Prof. Dr. Elinoel Júlio dos Santos Valverde, e a Prof. Dra. Luzia Matos Mota, os quais sempre me estimularam e incentivaram a continuar minha jornada acadêmica. Bem como sou grato ao Prof. Dr. Jancarlos Menezes Lapa, o qual apoiou e contribuiu de forma significativa para este projeto, aos Prof. Dr. Érick Santana dos Santos, Prof. Dr. Roberto dos Santos Menezes Júnior, e Prof. Dr. Victor Mancir da Silva Santana pelas discussões e apoio as atividades desenvolvidas.

RESUMO

O trabalho astronômico realizado por Galileu Galilei, por meio de sua luneta telescópica contribuiu para uma mudança de paradigma, relacionado ao Modelo de Mundo defendido até o final do século XVI, baseado numa proposta Geocêntrica. Após as observações astronômicas de Galileu surgem argumentos, baseados em descobertas realizadas com o desenvolvimento deste novo instrumento científico, a luneta telescópica. Entretanto, ao olhar para a importância desta temática no Ensino de Física, tal aspecto não é tratado com a devida relevância, fato este que motiva este trabalho. Tendo em vista esta preocupação, sustentada por uma análise em livros didáticos, currículos de cursos de Licenciatura em Física, artigos científicos, é constatado que há uma ausência de abordagem sobre a contribuição do trabalho científico de Galileu relacionado com suas descobertas astronômicas. Com o objetivo de contribuir para a mudança deste cenário, este trabalho se propõe a realização de um conjunto de atividades, envolvendo como temática a importância das observações astronômicas de Galileu. A proposta constou de atividades observacionais, ações de divulgação científica, e uma pesquisa baseada em uma intervenção pedagógica, tendo como público-alvo estudantes da Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – *campus* Salvador. Como resultante das ações do projeto, destacam-se como produtos a realização de uma Oficina de Astronomia ministrado para os bolsistas do PIBID – IFBA. Tal oficina, foi estruturada a partir das intervenções prévias (questionário de verificação, palestras e seminários), o que permitiu o estabelecimento de uma estratégia estruturada em função das propostas elencadas na BNCC. Uma análise qualitativa, baseada na técnica de Análise de Conteúdo, propiciou uma avaliação indicando um cenário favorável, sustentado pelas ações realizadas, mostrando que este tipo de proposta de intervenção pedagógica propicia uma melhora no nível de discussão dos estudantes, o que demonstra a possibilidade de discussão de temas ausentes durante a formação de professores. Como resultante da realização da oficina elaborou-se um Produto Educacional na forma de Roteiro de Atividades Práticas, baseados na construção de instrumentos científicos rudimentares, e no seu uso para realização de observações astronômicas.

Palavras-chave: Luneta telescópica, Ensino de Astronomia, Galileu Galilei, Análise de Conteúdo, Observações Astronômicas.

ABSTRACT

The astronomical work carried out by Galileo Galilei, through his through his galilean telescope, contributed to a paradigm shift, related to the World Model defended until the end of the 16th century, based on a Geocentric proposal. After Galileo's astronomical observations, arguments arise, based on discoveries made with the development of this new scientific instrument, the telescope. However, when looking at the importance of this theme in Physics Teaching, this aspect is not treated with due relevance, a fact that motivates this work. In view of this concern, supported by an analysis in textbooks, resume of Degree in Physics courses, scientific articles, it is stated that there is a lack of approach on the contribution of Galileo's scientific work related to his astronomical discoveries. With the objective of contributing to change this scenario, this work proposes to carry out a set of activities, involving as a theme the importance of Galileo's astronomical observations. The proposal consisted of observational activities, scientific dissemination actions, and a research based on a pedagogical intervention, having as target audience students of the Degree in Physics of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – *campus* Salvador. As a result of the project's actions, the results of an Astronomy Workshop given to PIBID – IFBA scholarship holders stand out as products. This workshop was structured from previous interventions (verification questionnaire, lectures and seminars), which allowed the establishment of a structured strategy based on the proposals listed in the BNCC. A qualitative analysis, based on the Content Analysis technique, provided an evaluation indicating a favorable scenario, supported by the actions taken, showing that this type of pedagogical intervention proposal provides an improvement in the students' discussion level, which demonstrates the possibility of discussion of absent themes during teacher training. As a result of the workshop, an Educational Product was elaborated in the form of a Roadmap of Practical Activities, based on the construction of rudimentary scientific instruments, and their use to carry out astronomical observations.

Key words: Telescopic scope, Astronomy Teaching, Galileo Galilei, Content Analysis, Astronomical Observations.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – (a) Tradução do <i>Sidereus Nuncius</i> de Camenietzki e (b) Reedição de 2009	23
FIGURA 1.2 – Livro <i>O Mensageiro das Estrelas II</i> dos Autores Carrilho e Analgesina (2020)	23
FIGURA 2.1 – Etapas da Análise de Conteúdo	39
FIGURA 2.2 – Exemplo de Nuvem de Palavras Construída a Partir do Resumo desta Dissertação	41
FIGURA 3.1 – Sistema Epiciclo – Deferente	44
FIGURA 3.2 – Modelo Heliocêntrico de Órbitas Circulares Proposto por Nicolau Copérnico	45
FIGURA 3.3 – Modelo Geocêntrico Híbrido de Tycho Brahe	46
FIGURA 3.4 – Retrato de Galileu Galilei	48
FIGURA 3.5 – Obra de Galileu sobre a Supernova de Kepler Escrito sob o Pseudônimo de D’Alimberto Mauri	49
FIGURA 3.6 – Desenho de uma Luneta por dela Porta (1609)	50
FIGURA 3.7 – Luneta Telescópica Construída por Galileu Galilei (Aumento de 14 vezes)	52
FIGURA 3.8 – Luneta Telescópica Construída por Galileu Galilei (Aumento de 21 vezes)	53
FIGURA 3.9 – Capa do Livro <i>Sidereus Nuncius</i>	55
FIGURA 3.10 – Esboço da Lua Desenhado por Galileu no <i>Sidereus Nuncius</i>	57
FIGURA 3.11 – Representação de Júpiter e seus Satélites (a) 07 de Janeiro de 1610 (b) 08 de Janeiro de 1610	58
FIGURA 3.12 – Representação de Júpiter e seus Satélites (a) 10 de Janeiro de 1610 (b) 13 de Janeiro de 1610	59
FIGURA 3.13 – Recorte da Simulação da Posição dos Satélites de Júpiter na Data de 07 de Janeiro de 1610, às 18h00 na Cidade de Pádua, Itália	60
FIGURA 3.14 – Recorte da Simulação da Posição dos Satélites de Júpiter na Data de 07 de Janeiro de 1610, às 21h00 na Cidade de Pádua, Itália	60
FIGURA 3.15 – Recorte da Simulação da Posição dos Satélites de Júpiter na Data de 07 de (a) 08 e (b) 10 de Janeiro de 1610, ambos às 18h00 na Cidade de	

Pádua, Itália	61
FIGURA 3.16 – Diagrama de Júpiter e seus Satélites Desenhado por Galileu Galilei, na qual é Representado Netuno como uma Estrela Fixa (28/12/1612)	63
FIGURA 3.17 – Último Registro do Planeta Netuno por Galileu (28/01/1613)	63
FIGURA 3.18 – Possível Terceira Observação de Netuno por Galileu (06/01/1613)	64
FIGURA 3.19 – Temos em (a) as Plêiades e em (b) a constelação de Órion	65
FIGURA 3.20 – Nebulosa de Órion (esquerda) e Nebulosa de Presépio (Direita) ...	66
FIGURA 3.21 – Saturno Tricorpóreo	68
FIGURA 3.22 – Saturno “com alças”	69
FIGURA 3.23 – Fases de Vênus	70
FIGURA 3.24 – Manchas Solares	72
FIGURA 3.25 – Observação das Manchas Solares Realizado por Christoph Scheiner pelo Método de Projeção	73
FIGURA 4.1 – Estruturação da Pesquisa	78
FIGURA 4.2 - Esquematização da Estrutura de Aplicação do Projeto	83
FIGURA 5.1 – Nuvem de Palavras Resultante dos Recortes sobre Galileu Galilei nos Livros Didáticos do PNLD 2018	93
FIGURA 5.2 – PPC Colégio Estadual Manoel Antonio Gomes	95
FIGURA 6.1 – Telescópio Refletor Computadorizado NexStar 130slt	101
FIGURA 6.2 – Câmera <i>NexImage 5</i> Utilizada no Registro das Imagens	102
FIGURA 6.3 – Interface do Software <i>iCap 2.3</i>	104
FIGURA 6.4 – Interface dos Softwares (a) <i>RegiStax 6.1</i> e (b) <i>Stellarium</i>	104
FIGURA 6.5 – Montagem do Telescópio para Acompanhamento do Trânsito de Mercúrio	105
FIGURA 6.6 – Captura Realizada pela Câmera de Celular (a) Júpiter (b) Saturno .	106
FIGURA 6.7 – Lua	108
FIGURA 6.8 – Júpiter e seus 4 Satélites Galileanos	109
FIGURA 6.9 – Satélites de Júpiter (a) 18h 20min (b) 18h 47min	110
FIGURA 6.10 – Júpiter (a) 05/11/2019 (b) 13/11/2019	111
FIGURA 6.11 – Saturno (a) 05/11/2019 (b) 31/10/2019	112
FIGURA 6.12 – Variação da Posição dos Anéis de Saturno Visto da Terra entre os Anos de 2004 e 2009	113
FIGURA 6.13 – Saturno e Titã (a) 20/11/2019 (b) 21/11/2019	114

FIGURA 6.14 – Vênus (a) 04/11/2019 (b) 17/01/2020	115
FIGURA 6.15 – Filtro Solar Utilizado para Observação do Trânsito de Mercúrio	116
FIGURA 6.16 – Estudantes do IFBA Acompanhando o Registro do Trânsito de Mercúrio sobre o Sol	116
FIGURA 6.17 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 09h 39min (b) 09h 43min	117
FIGURA 6.18 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 10h 16min (b) 10h 47min	118
FIGURA 6.19 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 12h 27min (b) 13h 34min	118
FIGURA 6.20 – Imagem do Sol Tomada pela Sonda <i>SDO (Solar Dynamics Observatory)</i> da NASA no dia do 11/11/2019	119
FIGURA 6.21 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 14h 01min (b) 15h 01min	120
FIGURA 6.22 – Painel de Divulgação do Seminário no Evento “A Jornada Virtual da Física” (18/06/2020)	125
FIGURA 6.23 – Painel de Divulgação do Minicurso no Evento “ <i>Jornada Virtual UEFS – Trilhas para a Pluralidade</i> ” (28/07/2020)	127
FIGURA 6.24 – Interface do Formulário Online Apresentado aos Estudantes da Licenciatura em Física (EAD)	129
FIGURA 6.25 – Formação Acadêmica dos Licenciandos	129
FIGURA 6.26 – Profissão dos Licenciandos	130
FIGURA 6.27 – Gráfico Representativo das Respostas da 1ª Questão	130
FIGURA 6.28 – Gráfico Representativo das Respostas da 2ª Questão	131
FIGURA 6.29 – Gráfico Representativo das Respostas da 3ª Questão	132
FIGURA 6.30 – Gráfico Representativo das Respostas da 4ª Questão	133
FIGURA 6.31 – Gráfico Representativo das Respostas da 5ª Questão	133
FIGURA 6.32 – Gráfico Representativo das Respostas da 6ª Questão	134
FIGURA 6.33 – Nuvem de Palavras Resultante das Respostas dos Licenciandos à Questão 6ª do Formulário	135
FIGURA 6.34 – Interface do Formulário Online Apresentado aos Mestrandos do MPAstro	137
FIGURA 6.35 – Área de Graduação de Origem dos Mestrandos	137
FIGURA 6.36 – Formação Acadêmica dos Mestrandos	138
FIGURA 6.37 – Gráfico Representativo da Atuação Profissional dos Mestrandos...	138
FIGURA 6.38 – Gráfico Representativo das Respostas à Questão 4ª do Formulário	139

FIGURA 6.39 – Gráfico Representativo das Respostas à Questão 5ª do Formulário	140
FIGURA 6.40 – Nuvem de Palavras Resultante das Respostas dos Mestrandos do MPAstro ao Formulário Online	141
FIGURA 6.41 – Painel de Divulgação do Seminário no projeto “Ensino, Divulgação e Popularização da Astronomia” (21/10/2021)	142
FIGURA 6.42 – Quadrante de Papel	145
FIGURA 6.43 – Registro da Superfície da Lua Realizado por um Estudante da Licenciatura em Física do IFBA – <i>campus</i> Salvador	146
FIGURA 6.44 – Nuvem de Palavras Resultante das Falas dos Estudantes na Oficina de Astronomia (1º Dia)	149
FIGURA 6.45 – Movimento Retrógrado de Marte para um Observador Localizado no Hemisfério Norte	150
FIGURA 6.46 – Movimento Retrógrado de Marte Registrado por um dos Licenciandos do PIBID	151
FIGURA 6.47 – Nuvem de Palavras Resultante das Falas dos Estudantes na Oficina de Astronomia (2º Dia)	152
FIGURA 6.48 – Quadrante Construído por um dos Licenciandos do PIBID	153
FIGURA 6.49 – Nuvem de Palavras Resultante das Falas dos Estudantes na Oficina de Astronomia (3º Dia)	154
FIGURA 6.50 – Nuvem de Palavras Resultante das Falas dos Estudantes na Oficina de Astronomia (4º Dia)	155
FIGURA 6.51 – Nuvem de Palavras Resultante da Respostas dos Licenciandos ao Seminário do dia 02/12/2019	159
FIGURA 6.52 – Nuvem de Palavras Resultante das Falas dos Estudantes Durante a Reunião de Avaliação das Oficinas	170
FIGURA 6.53 – Observações Astronômicas Realizadas pelo Público Interno do IFBA (Área Externa ao Bloco F)	172
FIGURA 6.54 – Observações Astronômicas Realizadas pelo Público Interno do IFBA (Corredor de Acesso ao Bloco F)	172

LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1 – Resumo dos Tópicos Analisados nos Livros do PNLD 2018.....	91
TABELA 6.1 – Informações Sobre os Objetos Astronômicos Observados.....	107

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – Conteúdos Presentes no PCN+ Relacionados à Astronomia	28
QUADRO 2.2 – Conteúdos de Astronomia Presentes na BNCC para o Ensino Fundamental – Anos Iniciais	30
QUADRO 2.3 – Conteúdos de Astronomia Presentes na BNCC para o Ensino Fundamental – Anos Finais	32
QUADRO 2.4 – Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.....	34
QUADRO 2.5 – Conteúdos de Astronomia Presentes na BNCC para o Ensino Médio	35
QUADRO 3.1 – Características Físicas das Lunetas Telescópicas de Galileu Galilei.....	53
QUADRO 5.1 – Títulos dos Livros de Física Presentes no PNLD 2018 e Analisados Nesta Pesquisa.....	86
QUADRO 5.2 – Projetos Pedagógicos Licenciatura em Física.....	97
QUADRO 5.3 – Artigos Científicos Analisados.....	98
QUADRO 6.1 – Propriedades do Telescópio Refletor Computadorizado <i>NexStar 130slt</i> e da Câmera <i>NexImage 5</i>	103
QUADRO 6.2 – Período de Solstícios e Equinócios de Saturno (1980 – 2061).....	112
QUADRO 6.3 – Resumo dos Seminários e Minicursos Realizados.....	121
QUADRO 6.4 – Tópicos Presentes nas Respostas dos Estudantes.....	124
QUADRO 6.5 – Resumo das Intervenções Pedagógicas Realizadas.....	143
QUADRO 6.6 – Resumo das Atividades Realizadas no Âmbito do PIBID.....	148
QUADRO 6.7 – Categorias da Análise de Conteúdo Utilizado no Questionário.....	157
QUADRO 6.8 – Análise de Conteúdo das Respostas dos Estudantes ao Questionário.....	158
QUADRO 6.9 – Categorias da Análise de Conteúdo Utilizado na Oficina de Astronomia.....	160
QUADRO 6.10 – Falas dos Estudantes no 1º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 01.....	161
QUADRO 6.11 – Falas dos Estudantes no 1º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 02.....	162

QUADRO 6.12 – Falas dos Estudantes no 2º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 01.....	162
QUADRO 6.13 – Falas dos Estudantes no 2º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 02.....	163
QUADRO 6.14 – Falas dos Estudantes no 2º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 03.....	163
QUADRO 6.15 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 01.....	164
QUADRO 6.16 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 02.....	164
QUADRO 6.17 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 03.....	165
QUADRO 6.18 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 04.....	166
QUADRO 6.19 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 05.....	166
QUADRO 6.20 – Falas dos Estudantes no 4º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 01.....	167
QUADRO 6.21 – Falas dos Estudantes no 4º Dia da Oficina de Astronomia – Parte 02.....	167
QUADRO 6.22 – Relatos dos Estudantes Sobre a Oficina de Astronomia – Parte 01.....	169
QUADRO 6.23 – Resumo das Atividades Realizadas no Âmbito do PIBID.....	174
QUADRO 6.24 – Produto Educacional Resultante das Ações Realizadas nesta Pesquisa.....	175

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CCD	Charge-Coupled Devices
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor
IFBA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
MAST	Museu de Astronomia e Ciências Afins
MPAstro	Mestrado Profissional em Astronomia
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
SDO	Solar Dynamics Observatory
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UnB	Universidade de Brasília
Uneb	Universidade Estadual da Bahia
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE QUADROS	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	16
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	20
CAPÍTULO 2. REVISÃO DA LITERATURA	27
2.1 Os Conteúdos De Astronomia Nos Documentos Oficiais.....	27
2.2 O Uso Da Experimentação E De Atividades Observacionais.....	36
2.3 Contextualização Metodológica da Análise De Conteúdo.....	38
2.3.1 Nuvem de Palavras como Ferramenta para Análise de Conteúdo.....	40
CAPÍTULO 3. AS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS DE GALILEU GALILEI.....	42
3.1 Uma Breve História Da Astronomia.....	42
3.2 Galileu Galilei – Breve Biografia.....	47
3.3 Origem Da Luneta Telescópica.....	49
3.4 O Sidereus Nuncius E As Primeiras Observações De Galileu Galilei.....	54
3.4.1 Irregularidades na Superfície da Lua.....	56
3.4.2 Satélites de Júpiter.....	58
3.4.3 Observações de Netuno no Campo de Visão de Júpiter.....	61
3.4.4 Descoberta de Novas Estrelas.....	64
3.5 Observações Pós <i>Sidereus Nuncius</i>	67
3.5.1 Saturno Tricorpóreo.....	68
3.5.2 Descoberta das Fases de Vênus.....	69
3.5.3 Observações das Manchas Solares.....	70
CAPÍTULO 4. METODOLOGIA	74
4.1 Abordagem De Análise: Qualitativa.....	74
4.2 Metodologia Pesquisa-Intervenção.....	75
4.3 Estruturação Da Pesquisa.....	76
4.4 O Público-Alvo	80

4.5 Desenvolvimento Do Produto Educacional	80
4.6 Produto Educacional (Roteiro De Atividades)	82
CAPÍTULO 5. ANÁLISE EM LIVROS, CURRÍCULOS, ARTIGOS CIENTÍFICOS ...	84
5.1 Levantamento De Conteúdos Sobre Temas Relacionados À Galileu Nos Livros Didáticos	84
5.2 Análise Em Projetos Pedagógicos De Licenciatura Em Física	93
5.3 Análise em Artigos Científicos	97
CAPÍTULO 6. AÇÕES REALIZADAS: OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS, SEMINÁRIOS, OFICINAS E PRODUTO EDUCACIONAL	100
6.1 Registros Astronômicos	100
6.1.1. Etapa de Treinamento e Ambientação.....	100
6.1.2 Resumo dos Registros Astronômicos Realizados.....	107
6.1.3 Registros Astronômicos da Lua.....	108
6.1.4 Registros Astronômicos de Júpiter e Seus Satélites.....	109
6.1.5 Registros Astronômicos das Estrelas e Nebulosas.....	111
6.1.6 Registros Astronômicos de Saturno e Titã.....	112
6.1.7 Registros Astronômicos de Vênus.....	114
6.1.8 Registros Astronômicos do Trânsito de Mercúrio (11/11/2019).....	115
6.2 Atividades de Divulgação e Intervenção (Seminários, Minicurso e Oficina)	120
6.2.1 Seminários e Minicurso.....	121
6.2.1.1 Seminário aos Estudantes da Licenciatura em Física (IFBA – campus Salvador).....	122
6.2.1.2 Seminário no Evento “A Jornada Virtual da Física” (IFBA – campus Salvador).....	125
6.2.1.3 Minicurso no Evento “Jornada Virtual UEFS 2020 – Trilhas para a Pluralidade”.....	126
6.2.1.4 Seminário na Disciplina de Metodologia e Prática de Ensino (IFBA – EAD).....	127
6.2.1.5 Seminário aos Professores da Escola Municipal Prof ^a Lídice Antunes Barros (Feira de Santana – BA).....	135
6.2.1.6 Seminário na Disciplina de Instrumentação Astronômica (UEFS –	

MPAstro).....	136
6.2.1.7 Seminário no Projeto “Ensino, Divulgação e Popularização da Astronomia” (IFBA – <i>campus</i> Vitória da Conquista).....	141
6.2.2 Intervenções Pedagógicas.....	143
6.2.2.1 Intervenção Pedagógica na Disciplina de Introdução à Física (IFBA – <i>campus</i> Salvador).....	144
6.2.2.2 Oficina de Astronomia para os Estudantes do PIBID – IFBA.....	147
6.3 Análise de Conteúdo da Oficina das Falas dos Estudantes de Licenciatura em Física	156
6.3.1 Análise de Conteúdo – Questionário de Verificação de Conhecimentos Prévios.....	157
6.3.2 Análise de Conteúdo – Oficina de Astronomia.....	160
6.4 Atividades de Divulgação	171
6.5 Extrato das Ações	173
6.6 Produto Educacional	175
CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	177
REFERÊNCIAS	180
APÊNDICE A	190

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Os estudos astronômicos acompanham o desenvolvimento da humanidade a milhares de anos, sendo uma das primeiras áreas de conhecimento a ser desenvolvida. Sua evolução ao longo dos séculos sempre instigou e fascinou grandes mentes, desde Aristóteles na Grécia Antiga até Einstein na Modernidade. Além disso, é uma ciência que a todo momento apresenta novos desafios, novas descobertas, e promove o incremento de novas tecnologia em diversas áreas correlatas.

Entre os estudantes é uma ciência que desperta a curiosidade, principalmente quando, vez por outra, é divulgado pela mídia o acontecimento de algum evento astronômico como por exemplo a ocorrência de um eclipse solar/lunar, a passagem de um cometa, o trânsito de um planeta pelo disco solar, ou quando é lançado alguma sonda espacial, ou mesmo quando temos a divulgação de algum estudo científico relevante relacionado a esta área. Mas tal curiosidade dificilmente é explorada em sala de aula, mesmo sendo a Astronomia uma ciência multidisciplinar, presente em diversas disciplinas como História, Física, Matemática, Biologia, Química, Geografia, entre outras. O que parece é que temas e tópicos relacionados a esta área do conhecimento são evitados por parte dos professores.

A Astronomia além desta característica multidisciplinar possui como ponto positivo a sua interdisciplinaridade, o que acarreta a possibilidade de abordar temas de forma não segmentada, como normalmente é apresentada nas disciplinas, o que poderia ser uma estratégia a ser utilizada nas escolas. Cabe destacar que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) já identificava essa tendência segmentada no Ensino, e sinalizava para uma nova abordagem,

“A tendência atual, em todos os níveis de ensino, é analisar a realidade segmentada, sem desenvolver a compreensão dos múltiplos conhecimentos que se interpenetram e conformam determinados fenômenos. Para essa visão segmentada contribui o enfoque meramente disciplinar que, na nova proposta de reforma curricular, pretendemos superar pela perspectiva interdisciplinar e pela contextualização dos conhecimentos.” (BRASIL; 2000, p. 21).

A perda desta oportunidade, de se utilizar tópicos relacionados a Astronomia como estratégia no Ensino, se deve a escassez de professores com conhecimento

nesta área. Como mostra Langhi, Oliveira e Vilaça (2018, p. 462 – 463), entre a maioria dos pesquisadores da área de ensino de Ciências e de Física é consenso que os professores apresentam limitações oriundas de sua formação inicial. Ainda segundo estes autores, no que tange a Astronomia a literatura aponta para a problemática de acesso aos conhecimentos relacionados a esta área durante este período de formação inicial, o que resulta em insegurança por parte do professorado, ao trabalhar temas relacionados a área durante suas aulas.

Para Langhi e Nardi (2012, p. 135), apesar de algumas instituições de ensino superior no Brasil se dedicarem ao ensino de alguns conteúdos específicos de Astronomia e Cosmologia, o fato é que tais conteúdos não estão sendo trabalhados de maneira significativa e quantitativa em cursos de formação inicial de professores. Esta é uma das razões que impedem que os jovens licenciados percebam, como apontam os PCNs (BRASIL, 2000, p. 27), a Física como uma construção histórica, uma atividade social humana, e que os modelos explicativos, como os modelos geocêntrico e heliocêntrico, não são únicos nem finais.

Dito isto, fica evidente que o problema do Ensino de Astronomia é algo significativo, e que leva a consequências na abordagem de diversos tópicos correlatos que estejam relacionados com alguma das disciplinas trabalhadas em sala de aula pelo professor do Ensino Médio ou, nos cursos de formação de professores de Física. Castro e Queiroz (2007) enfatiza que a formação inicial de professores deve ser capaz de mobilizar os licenciados de maneira criativa e competente ao se encontrar em seu ambiente profissional, visto que, quando os futuros professores do Ensino Médio são bem formados, o ensino, de modo geral melhora, o que é significativo, já que no ensino básico se cria um modelo de professor, bem como uma visão sobre a ciência. Um exemplo que ilustra como a falta de formação em Astronomia pode gerar problemas no Ensino de certos conteúdos, é quando se trabalha as descobertas astronômicas de Galileu Galilei.

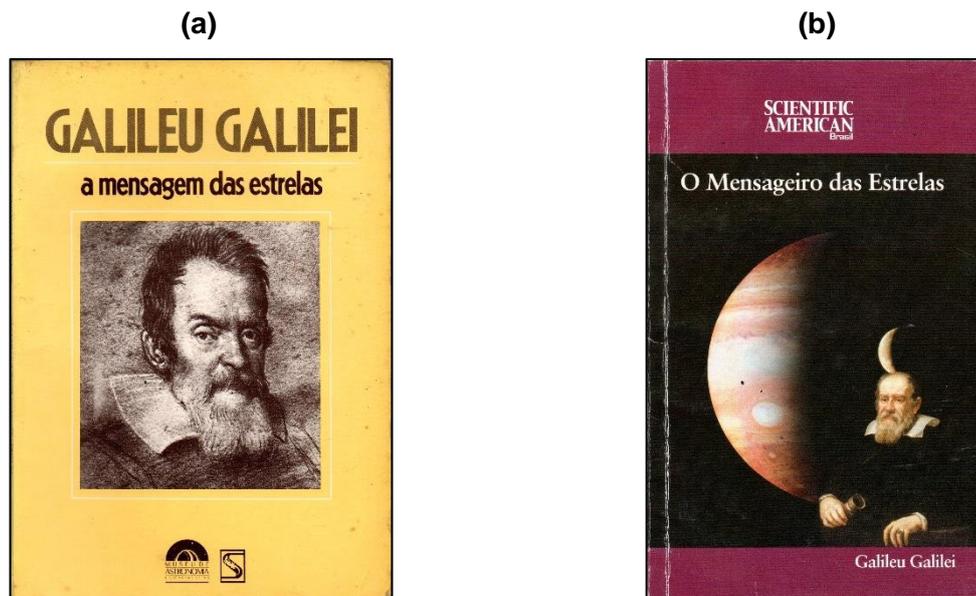
Galileu com sua luneta telescópica apontado para o céu observou os satélites de Júpiter, as imperfeições da superfície da Lua, enxergou novas estrelas, percebeu pela primeira vez que o planeta Vênus apresentava fases, entre outros. Tais descobertas foram extremamente importantes para o desenvolvimento científico, além de revolucionarem a forma como enxergamos o Universo. Entretanto, quando analisamos os conteúdos relacionados a estas descobertas presentes nos livros didáticos utilizados na disciplina de Física do Ensino Médio e nos programas dos

cursos de Licenciatura em Física, a impressão que temos é que estas observações feitas por Galileu Galilei são negligenciadas durante o ensino de conteúdos que se relacionam com este tema. Seja ignorando estas contribuições, seja desconsiderando o processo histórico envolvido e as discussões que se prolongaram a partir destas descobertas.

Esta é uma impressão que ocorreu pessoalmente ao próprio autor deste trabalho, quando durante a disciplina de Instrumentação em Astronomia (AST307), no curso de Pós-Graduação em Astronomia, foi proposta uma atividade na qual pesquisamos sobre as observações astronômicas que Galileu havia realizado. Ao iniciar a pesquisa para esta atividade, o que constatei desde logo foi que desconhecia quais tinham sido estas observações, a despeito da minha formação como licenciado em Física. Apesar de possuir o conhecimento de que Galileu havia desenvolvido seu próprio telescópio e observado a Lua, o Sol e Júpiter, ainda assim desconhecia de fato o seu trabalho como astrônomo, e o debate e embate que envolveram suas descobertas.

Publicações de livros no Brasil sobre as descobertas astronômicas de Galileu ainda se mostram tímidas, identificamos raras contribuições neste sentido como é o caso da tradução do *Sidereus Nuncius* realizada por Camenietzki (1987) no seu *A Mensagem das estrelas* do Mast - Museu de Astronomia e Ciências Afins, vide Fig. 1.1 (a), e sua reedição pela *Scientific American Brasil* em 2009 com o título de *O Mensageiro das Estrelas* (CAMENIETZKI, 2009), vide Fig. 1 (b).

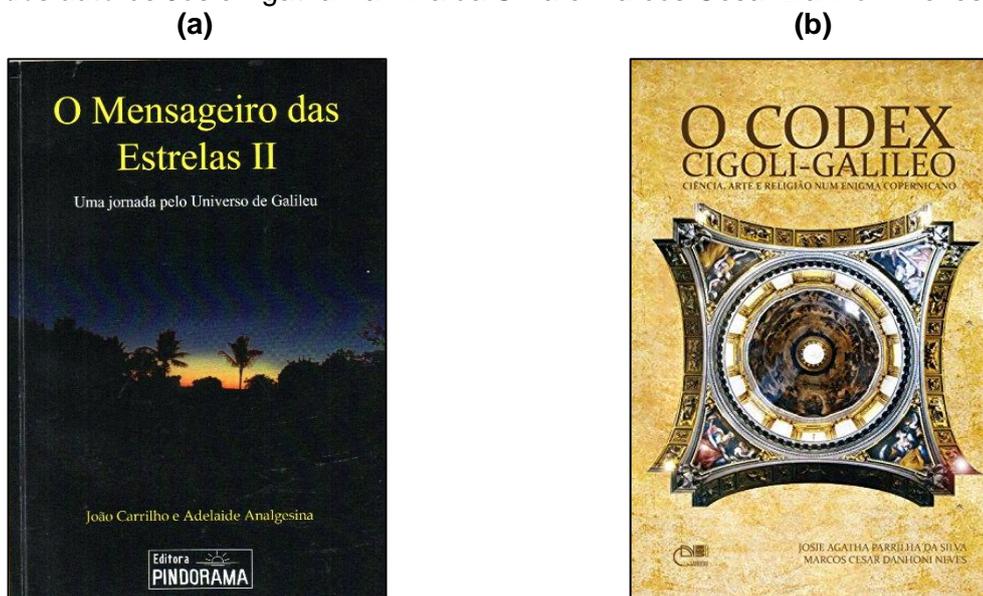
Figura 1.1 – (a) Tradução do *Sidereus Nuncius* de Camenietzki (1987) e **(b)** Reedição de 2009.



Fonte: Camenietzki (1987) e Camenietzki (2009).

Outros autores, como Carrilho e Carrilho (2020), no livro *O Mensageiro das Estrelas II – Uma jornada pelo Universo de Galileu*, da Editora Pindorama, e Silva e Neves (2015), na sua obra *O Codex Cigoli-Galileo: ciência, arte e religião num enigma copernicano*, da Editora Eduem de 2015, contribuíram na discussão do tema no âmbito nacional. A Fig. 1.2 apresenta a capa com as edições das obras citadas.

Figura 1.2 – (a) Livro *O Mensageiro das Estrelas II* (2020), dos Autores Carrilho e Carrilho e o **(b)** Livro *O Codex Cigoli-Galileo: Ciência, Arte e Religião num Enigma Copernicano* (2015), dos autores Josie Agatha Parrilha da Silva e Marcos Cesar Daniloni Neves.



Fonte: Carrilho e Analgesina (2020) e Silva e Neves (2015).

Olhando um pouco para os livros didáticos que os professores de Física utilizam em suas aulas no Ensino Médio, também observamos que é dada pouca importância para esta parte observacional do trabalho de Galileu. Portanto, se o professor não tiver sido apresentado a estas descobertas durante sua formação inicial como docente, esta lacuna no Ensino acabará por se propagar, e seus futuros estudantes dificilmente terão contato com este importante capítulo do desenvolvimento científico. Este problema está atrelado a uma outra questão fundamental, que é a ausência generalizada da História da Ciência no Ensino. Autores como Beltran, Rodrigues e Ortiz (2011) sinalizam que os materiais didáticos utilizados pelo professor raramente abordam a História da Ciência, e quando o fazem, muitas vezes utilizam de pequenas biografias, separadas do texto principal, o qual proporciona uma visão distorcida do seu desenvolvimento. Este tipo de abordagem descontextualizada, sem referência ao desenvolvimento histórico, com sua descrição meramente cronológica dos nomes dos pensadores e suas descobertas, contribui para uma visão simplista da Ciência (HIDALGO et. al., 2018).

No plano internacional alguns documentos nos indicam que esta ausência não se restringe ao Brasil. Na proposta curricular para estudantes do México (SEP, 2016), há apenas uma referência ao termo “Galileo”, o qual está relacionado aos tópicos de estudo sobre o movimento dos corpos. Enquanto na proposta curricular para estudantes do Chile (CONICYT, 2019), verifica-se que referência ao trabalho de Galileu restringisse a citação de suas observações da Lua, por meio de sua luneta telescópica, e a valorização da introdução deste instrumento científico para a defesa do modelo de Mundo de Nicolau Copérnico.

De modo a contribuir para uma melhor compreensão das contribuições astronômicas de Galileu no contexto de disputa histórico entre os dois sistemas de universo em disputa, este trabalho se propõe a apresentar uma leitura mais profunda do seu trabalho observacional, destacando a sua importância para a Ciência.

A proposta aqui desenvolvida pretende por ser uma ferramenta efetiva para a interconexão de tópicos de disciplinas tais como História, Geografia, Física, Matemática, e outras que estão relacionadas a estas observações e a Astronomia, e onde isto possa agregar valor educacional para os estudantes do Ensino Médio e Superior. Além disto, o produto educacional resultante desta pesquisa foi pensado numa perspectiva suportada na realização de atividades experimentais e observacionais. Ribeiro et al. (2016), em seu trabalho defende o uso de

experimentos nas aulas de Física, visto que sua aplicação proporciona maior rendimento e entusiasmo aos estudantes, o que ilustra a importância pedagógica da experimentação.

No caso das atividades observacionais, Langhi e Nardi (2012, p. 158) observam que tais ações refletem a própria natureza da astronomia, e lembram que os PCNs enfatizam a importância das observações no ensino de Ciências, assim como da necessidade de atividades práticas, visitas a observatórios, planetários, museus de astronomia, entre outros.

A proposta do trabalho se enquadra dentro de uma perspectiva de realização tanto de atividades experimentais quanto de atividades observacionais. Sendo tais atividades planejadas sob o fundamento da teoria sociointeracionista de Vygotsky, já que uma das intenções é, justamente, que o estudante possa participar como sujeito ativo, pensante e protagonista na execução das atividades experimentais, como por exemplo na construção de sua própria luneta telescópica para observação dos astros, e que também tais atividades possam permitir uma maior interação entre os e entre os estudantes durante sua consecução, tendo o professor o papel de mediador.

A partir disto espera-se que esta proposta possa aproximar os estudantes dos conteúdos de Astronomia, e sensibilizar professores e licenciandos por meio da realização de seminários, aulas práticas, atividades observacionais, sobre a importância para o Ensino que as observações astronômicas de Galileu Galilei possuem para o desenvolvimento da ciência, para a mudança de paradigmas sobre nosso entendimento do Universo, e, além disso, da importância da introdução do telescópio como ferramenta astronômica, sem a qual nenhuma destas descobertas teriam ocorrido, e possivelmente ainda estaríamos presos ao antigo paradigma do sistema Geocêntrico.

Deste modo, são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar levantamento histórico sobre as observações astronômicas de Galileu;
- Fazer levantamento da presença de conteúdos que abordem a importância e implicações das descobertas advindas das observações astronômicas de Galileu, nos currículos dos cursos de Licenciatura em Física;

- Desenvolvimento de atividades observacionais, com e sem telescópios, uso de softwares de simulação do céu;
- Elaborar roteiro para construção de luneta para utilização dos estudantes nas suas observações;
- Aplicar roteiro de atividades que tenham como público-alvo estudantes do curso de Licenciatura em Física do IFBA – *campus* Salvador, e que possa ser utilizado como guia na execução das atividades, de modo que estes tenham conhecimento das contribuições astronômicas de Galileu para o avanço da ciência.
- Desenvolvimento de produto educacional na forma de roteiro de atividades que terá como função a implementação das ações observacionais e experimentais relacionadas com as observações astronômicas de Galileu.

O trabalho está estruturado em 06 capítulos nos quais temos no Capítulo 1 (em particular o trabalho observacional de GALILEU) a Introdução apresentando um panorama a respeito dos problemas que a inserção da Astronomia apresenta no Ensino, e a proposta de uma atividade que possa ser utilizada como ferramenta pelo professor na tentativa de mitigar tal dificuldade. No Capítulo 2 é feita uma apresentação sobre o estado da arte e o problema relacionado a relevância das contribuições observacionais de Galileu, e sua importância dentro das propostas dos documentos oficiais da Educação Básica (PCN e BNCC), a presença de conteúdos sobre os aspectos observacionais de Galileu nos Livros Didáticos e nos currículos dos cursos de Licenciatura em Física. O Capítulo 3 apresenta uma revisão histórica a respeito do trabalho científico realizado por Galileu a partir do uso do telescópio. O Capítulo 4 apresenta a proposta metodológica de desenvolvimento do projeto e aplicação das ações. No Capítulo 5 é feita descrição e análise dos livros didáticos, currículos, artigos científicos e da pré-pesquisa estudados. Capítulo 6, apresenta as ações realizadas, tais como: registros astronômicos, seminários, minicurso, oficina, e o produto educacional resultante destas ações. Capítulo 7, considerações finais sobre o projeto.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é apresentado de maneira geral em que documentos oficiais passaram a constar os conteúdos de Astronomia a serem trabalhados nas escolas brasileiras. É também destacado a importância que esta área do conhecimento possui para a melhor compreensão dos estudantes do mundo que o cerca, bem como a importância que as observações astronômicas e os experimentos possuem para o melhor entendimento dos conteúdos abordados.

2.1 OS CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA NOS DOCUMENTOS OFICIAIS

Como apresentado na Introdução, a proposta aqui desenvolvida busca uma reaproximação com as descobertas observacionais que Galileu realizou por meio de sua luneta telescópica, enfatizando a importância das evidências para o estabelecimento da verdade científica. Esta abordagem se faz necessária em função do atual cenário de pós-verdade que vivenciamos, onde teorias alternativas ganham força.

Segundo o Oxford Dictionary (2016 apud Lima et al. 2019) o termo pós-verdade possui o sentido de “denotando circunstâncias em que fatos objetivos são menos influentes em moldar a opinião pública do que apelos emocionais e crenças pessoais”. Este tipo de cenário fica bastante evidente quando testemunhamos discussões sobre temas como o terraplanismo, por exemplo, onde um número considerável de pessoas discute e defende uma teoria já superada, a partir de argumentos e provas, as quais se incluem, inclusive, as descobertas astronômicas de Galileu. E como defende Lima et al. (2019), a Educação em Ciências tem colaborado, de certa forma, para a fragilização das ciências, e por consequência o fortalecimento da pós-verdade.

Dentro do contexto educacional a BNCC aponta que o professor deve ensinar seus estudantes a estruturarem seus discursos argumentativos de modo que estes possam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos, pautando-se, para isto, em evidências (BRASIL, 2018, p. 552).

Nos temas relacionados a Astronomia é necessário que o estudante tenha um mínimo de conhecimento necessário para poder julgar sobre qualquer tópico, o que é problemático para o estudante brasileiro já que, como aponta Brasil (2010, p. 48) o ensino de Astronomia ainda é precário em razão de ter sido negligenciado por vários anos nos currículos escolares, o que só veio a mudar nos últimos anos do século passado com a reforma educacional que passou a inserir estes conteúdos na grade curricular.

Os PCN buscando contribuir para a implementação das reformas educacionais estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), apresenta a indicação de sugestões de práticas educativas estabelecendo temas de ensino para cada disciplina. No Tema 6 “Universo, Terra e vida” que está situado na disciplina de Física nos PCN+ temos a disposição de unidades temáticas relacionadas com a Astronomia, o qual reproduzimos no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Conteúdos Presentes no PCN+ Relacionados à Astronomia.

Unidades temáticas	
1. Terra e sistema solar	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.). • Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
2. O Universo e sua origem	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. • Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
3. Compreensão humana do Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. • Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual. • Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

Fonte: Brasil (2002, p. 79).

Tais unidades temáticas apresentadas em síntese no Quadro 2.1, dispõe de temas astronômicos introdutórios, como as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol, e perpassa uma série tópicos tais como, a origem e evolução do Universo.

A partir de 2020 passou a vigorar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que confere um currículo único para as escolas do Brasil. Neste documento, apesar das críticas políticas e sobre o processo de instituição do documento que podem ser apresentadas, o que se observa é a maior visibilidade na inserção curricular da Astronomia no Ensino das Ciências, bem como uma maior possibilidade de que os estudantes construam seus conhecimentos respeitada a sua faixa etária (LEÃO e TEIXEIRA, 2020).

Durante o período do Ensino Fundamental, a BNCC, de modo a orientar a elaboração dos currículos de Ciências, divide as aprendizagens essenciais em três unidades temáticas: *Matéria e energia; Vida e evolução; e Terra e Universo*. Destas três, a unidade temática Terra e Universo é aquela à qual abrange os conteúdos referentes à Astronomia, como pode ser verificado em Brasil (2018, p. 328):

“Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes.”

Na BNCC identificamos as aprendizagens essenciais de cada unidade temática da disciplina de Ciências apresentada no formato de tabelas para cada ano do Ensino Fundamental. Da análise de tais tabelas o que se nota é uma série de conteúdos astronômicos presente na unidade temática *Terra e Universo*. De modo a melhor perceber as aprendizagens ligadas aos conteúdos de Astronomia presentes no documento, sintetizamos tais tópicos no Quadro 2.2, que se refere aos anos iniciais do Ensino Fundamental, e no Quadro 2.3 referentes aos anos finais. Cabe ressaltar que o 7º ano do Ensino Fundamental não está incluso devido à ausência de conteúdos astronômicos.

Quadro 2.2 – Conteúdos de Astronomia Presentes na BNCC para o Ensino Fundamental – Anos Iniciais.

BNCC – Unidade Temática: Terra e Universo		
Ano	Objetivos de Conhecimento	Habilidades
1º Ano	<ul style="list-style-type: none"> Escalas de tempo 	(EF01CI05) Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos.
		(EF01CI05) Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.
2º Ano	<ul style="list-style-type: none"> Movimento aparente do Sol no céu; O Sol como fonte de luz e calor. 	(EF02CI07) Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada.
		(EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).
3º Ano	<ul style="list-style-type: none"> Características da Terra; Observação do céu; Usos do solo. 	(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).
		(EF03CI08) Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.
		(EF03CI09) Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.
		(EF03CI10) Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.
4º Ano	<ul style="list-style-type: none"> Pontos cardeais; Calendários, fenômenos cíclicos e cultura. 	(EF04CI09) Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon).
		(EF04CI10) Comparar as indicações dos pontos cardeais resultantes da observação das sombras de uma vara (gnômon) com aquelas obtidas por meio de uma bússola.
		(EF04CI11) 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.
5º Ano	<ul style="list-style-type: none"> Constelações e mapas celestes; 	(EF05CI10) 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.

<ul style="list-style-type: none"> • Movimento de rotação da Terra; • Periodicidade das fases da Lua; • Instrumentos óticos. 	<p>(EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.</p>
	<p>(EF05CI12) Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses.</p>
	<p>(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.</p>

Fonte: Brasil (2018, p. 332 - 341).

Quadro 2.3 – Conteúdos de Astronomia Presentes na BNCC para o Ensino Fundamental – Anos Finais.

BNCC – Unidade Temática: Terra e Universo		
Ano	Objetivos de Conhecimento	Habilidades
6º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Forma, estrutura e movimentos da Terra 	(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.
		(EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.
		(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.
		(EF06CI14) 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.
8º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Sol, Terra e Lua; • Clima. 	(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.
		(EF08CI13) 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.
		(EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.
		(EF08CI15) Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas.
9º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; • Astronomia e cultura; • Vida humana fora da 	(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).
		(EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).

	<p>Terra;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ordem de grandeza astronômica; • Evolução estelar. 	<p>(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.</p>
		<p>(EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.</p>

Fonte: Brasil (2018, p. 344 - 351).

Para o Ensino Médio a BNCC define a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias articulada às disciplinas de Biologia, Física e Química. Nesta área é dada continuidade ao que deve ser trabalhado no Ensino Fundamental, além de se propor um aprofundamento nas unidades temáticas *Matéria e energia*; *Vida e evolução*; e *Terra e Universo*, com a distinção de que aqui, no Ensino Médio, as unidades temáticas *Vida e evolução*; e *Terra e Universo*, são articuladas como *Vida, Terra e Cosmos*, que se propõe a analisar processos relativos à evolução da Vida, do planeta, das estrelas e do Cosmos (BRASIL, 2018, p. 548 - 549).

Nessa área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias estão enumeradas as competências específicas que devem ser garantidas aos estudantes do Ensino Médio, tendo para cada uma delas habilidades a serem alcançadas. No Quadro 2.4 é descrito estas competências específicas.

Quadro 2.4 – Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.

BNCC - Ciências da Natureza e suas Tecnologias	
Competência específica 1	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
Competência específica 2	Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
Competência específica 3	Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: Brasil (2018, p. 553).

Ao analisar as habilidades referentes as competências específicas mencionadas no Quadro 2.4, verifica-se a presença de tópicos de Astronomia contidos nas

habilidades da competência específica 2. No Quadro 2.5 é apresentado tais habilidades como descritas na BNCC.

Quadro 2.5 – Conteúdos de Astronomia Presentes na BNCC para o Ensino Médio.

Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias		
Ano	Competência específica 2	Habilidades
Ensino Médio	Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
		(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Fonte: Brasil (2018, p. 557).

Da análise das habilidades de código EM13CNT204 e EM13CNT209, referentes à competência específica 2, apresentada no Quadro 2.5, percebe-se a sugestão de temas astronômicos pela BNCC também para os estudantes do Ensino Médio. No entanto, apesar da introdução de tópicos relacionados a Astronomia nas disciplinas apresentadas nestes documentos oficiais indicarem uma revalorização desta importante área do conhecimento e uma possibilidade de formar estudantes capazes de compreender e interpretar o mundo, não se deve perder de vista os aspectos problemáticos quanto a formação de professores abordados na introdução desta dissertação, tampouco os desafios que o próprio professor deve superar durante a inserção das atividades observacionais na sua escola.

No decorrer das etapas de observação astronômica, realizadas durante a construção desta dissertação, pôde-se notar o entusiasmo dos estudantes do Ensino Médio com a ferramenta utilizada, o telescópio, e a observação em si. Entretanto,

em simultâneo, foi possível notar os desafios que tal atividade exige para o professor, o qual, deve contar com um local ideal para a atividade, livre de obstáculos e com o mínimo possível de iluminação urbana, um horário especial para realização das observações, bem como dos equipamentos adequados. Por estes e outros motivos, este tipo de atividade, embora enriquecedora aos estudantes, não pode ser tida como trivial, não devendo o professor ser colocado como único ator neste cenário, tendo a escola e os seus demais atores sua parcela de responsabilidade na execução daquilo que os documentos oficiais recomendam. Por fim, para além destes aspectos abordados, destacaremos a importância que as atividades experimentais e observacionais possuem para o melhor entendimento dos conteúdos apresentados, e como elemento motivador no Ensino.

2.2 O USO DA EXPERIMENTAÇÃO E DE ATIVIDADES OBSERVACIONAIS

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias define que deve ser garantido o desenvolvimento de algumas competências específicas aos estudantes, sendo uma destas a investigação de situações-problema utilizando procedimentos e linguagens próprias das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 553).

Para o desenvolvimento desta competência a própria BNCC sugere que sejam desenvolvidas algumas habilidades aos estudantes, as quais incluem a experimentação com coleta e análise de dados (BRASIL, 2018, p. 559). Tal abordagem visa alterar o modelo de Ensino baseado apenas no método tradicional com o professor como sujeito ativo do ensino-aprendizagem e o aluno receptor do conhecimento, e utilizando a experimentação como um recurso educacional. A utilização de atividades experimentais nas disciplinas de Ciências pode atuar de modo a mudar o comportamento dos estudantes de meros ouvintes de aulas expositivas a participantes ativos, reflexivos, questionadores, que participam das discussões propostas pelo professor (SILVA, 2016, p. 25).

Santos (2020, p. 6) também defende a importância da atividade experimental como uma forma de se estabelecer um elo entre o mundo dos objetos e o mundo dos conceitos, leis e teorias, diferente da transmissão de conteúdos realizada de forma mecanizada na qual o estudante não relaciona as informações transmitidas ao seu conhecimento cotidiano.

No que se refere a Astronomia, diferentemente das outras ciências, os materiais astronômicos não podem ser adequadamente analisados em laboratório, visto que tais amostras não estão a nosso alcance, sendo a única forma de extrairmos e interpretarmos os dados a partir da radiação eletromagnética que chega à Terra (LANGHI e NARDI, 2012, p. 156). Dito isto, é evidente que o estudo dos astros está atrelado a observações astronômicas realizadas a olho nu, ou por meio de instrumentos.

No que se refere a ferramentas astronômicas, a mais famosa no estudo dos astros, e que se pode dizer que é sinônimo de Astronomia é o telescópio. Esta ferramenta poderosa, permite estudar os fenômenos do Universo sem a necessidade de um espaço físico, como um laboratório de Ciências por exemplo. Tal fato é um dos fatores que tornam possível a aproximação do estudante com esta área do conhecimento, já que com alguma orientação de um profissional habilitado e um pequeno telescópio em mãos é possível iniciar os estudos dos astros. Somado a isto, Langhi e Nardi (2012, p. 159) além de afirmarem a importância do uso do telescópio no contexto escolar, enfatizam a importância de sua construção artesanal por parte dos próprios estudantes, e para o Ensino e nos processos formativos para os futuros professores.

Por fim, por mais que a inserção de atividades experimentais e observacionais sejam aspectos positivos para o Ensino nas escolas e defendidas por uma série de autores, e nos próprios documentos oficiais de Educação, é preciso assumir uma postura crítica. Como aponta Araújo e Abib (2003, p. 176 e 177) embora o uso de atividades experimentais seja apontado como uma das formas de se minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar, é preciso perceber que há uma variedade significativa de possibilidades de uso das atividades experimentais, que podem ser concebidas como mera verificação de leis e teorias, até situações que possibilitem as condições para que os estudantes possam refletir e reverem ideias sobre fenômenos abordados.

Estas possibilidades devem ser conscientes por parte do professor quando da escolha de sua atividade experimental ou observacional, de modo que seu processo de Ensino seja o mais satisfatório possível.

2.3 CONTEXTUALIZAÇÃO METODOLÓGICA DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

Diante da necessidade de se realizar uma análise de falas, questionários e entrevistas, é necessário a utilização de uma ferramenta de análise que nos permitam inferir sobre a presença ou ausência de termos e conteúdos relativos aos temas constantes no presente trabalho. Diante disto, uma das ferramentas, que se adequa a estes casos, é a de Análise de Conteúdo, à qual será tema desta seção.

Dentro da pesquisa científica existem métodos para a descrição e explicação de fenômenos, são estes caracterizados por uma abordagem quantitativa ou qualitativa. Na perspectiva de uma pesquisa científica qualitativa há várias técnicas para análise de dados, entre as quais a técnica de Análise de Conteúdo, da qual destacamos a Análise de Conteúdo de Bardin, utilizada nesta pesquisa.

Como mostra Campos (2004) tentativas de identificar o significado de mensagens surgem a partir da exegese de textos bíblicos, enquanto análises de conteúdo prematuras são citadas por volta do século XVII na Suécia. Um dos primeiros a sintetizar a Análise de Conteúdo como técnica de estudo foi Bernard Berelson, na década de 1940, o qual apresentava uma definição fortemente baseada no modelo cartesiano de pesquisa (CAMPOS, 2004). Como corroborado por Godoy (1995) e Moraes (1999), nos primórdios, a técnica de Análise de Conteúdo recorria a um enfoque quantitativo, orientado pelo paradigma positivista, o qual valorizava a objetividade e a quantificação, e a análise de mensagens se dava meramente pelo cálculo de sua frequência. Contudo, a Análise de Conteúdo vem se transformando ao longo dos anos, na medida em que a exploração qualitativa de mensagens e informações são integradas na análise de dados (MORAES, 1999).

Como mostra Moraes (1999), o material analisado durante a análise de conteúdo provém tanto de comunicação verbal quanto não-verbal, como cartas, cartazes, jornais, livros, discos, gravações, entrevistas, diários pessoais, filmes, vídeos, fotografias, entre outros, os quais necessitam ser tratados para facilitar o trabalho de compreensão, interpretação e inferência a que objetiva a análise de conteúdo.

Neste sentido, dentre as técnicas de análise de dados destaca-se a presente na obra de Laurence Bardin, literatura de referência quanto a análise de conteúdo, que a entende como:

“Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.” (BARDIN, 1977, p. 42).

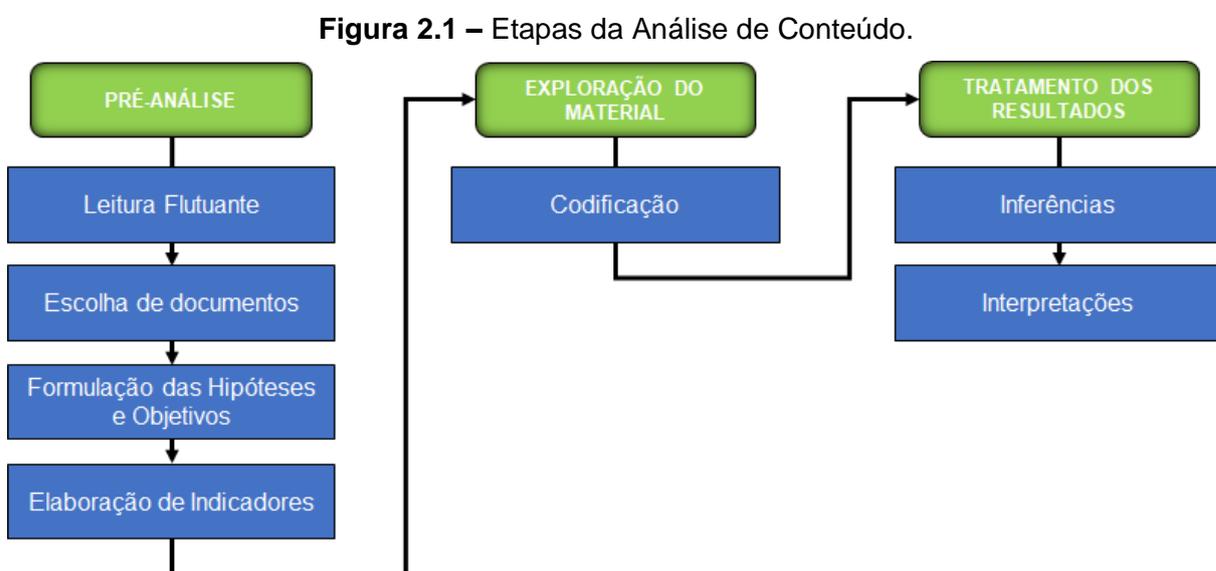
Segundo Bardin (1977, p. 95), a técnica de Análise de Conteúdo organiza-se em torno de três polos cronológicos: 1) *pré-análise*; 2) *exploração do material, categorização ou codificação*; 3) *tratamento dos resultados, inferências e interpretação*.

Como mostram Sousa e Santos (2020), a *pré-análise* é fase em que o pesquisador inicia a organização do material, e onde o pesquisador sistematiza as ideias preliminares em quatro etapas: a) leitura flutuante, b) escolha dos documentos, c) reformulações de objetivos e hipóteses e a formulação de indicadores.

A fase *exploração do material* consiste na categorização ou codificação, à qual consiste em um processo no qual os dados brutos são transformados e agregados em unidades, que permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo (BARDIN, 1977, p. 103 – 104).

E na sequência temos a fase do *tratamento dos resultados* a qual tem por objetivo constituir e captar os conteúdos contidos no material como um todo (SOUSA e SANTOS, 2020).

Na Fig. 2.1 a seguir é representado um esquema com as etapas da Análise de Conteúdo que resume o que foi descrito anteriormente no texto.



Fonte: Bardin (1977, p. 102).

O instrumento da Análise de Conteúdo, como salientado por Bardin (1977, p. 27 – 28), é uma ferramenta válida para análise de comunicações nas mais diversas áreas, seja para um sociólogo que pretende determinar a influência cultural das comunicações de massa na sociedade, seja para um psicoterapeuta que tem por objetivo compreender o que as palavras de seus clientes (balbucios, silêncios, lapsos etc.) revelam sobre suas angústias.

O que se verifica analisando a literatura da aplicação da Análise de Conteúdo é justamente a aplicação desta técnica nas mais diversas áreas. Na área da Saúde, por exemplo, verificasse a aplicação da Análise de Conteúdo nos trabalhos de Campos (2004) e Taquette (2016), na área de Administração tem-se os trabalhos de Mozzato e Grzybovski (2011) e Silva e Fossá (2013), na Psicologia os artigos de Castro, Abs e Sarriera (2011) e Gondim e Bendassolli (2014), na área da Educação há uma série de pesquisas que utilizam desta técnica de análise de dados, entre os quais destacamos os trabalhos de Judice (2019), Oliveira et. al. (2003), Pereira (2019) e Silva, Oliveira e Brito (2021). E no que tange ao Ensino de Astronomia verifica-se a utilização da técnica de Análise de Conteúdo nos trabalhos de Batista (2016), Iachel e Nardi (2010), Marrone Junior e Trevisan (2009) e Lima et. al. (2021). Como se pode ver pela quantidade de trabalhos acadêmicos e sua abrangência nas mais diversas áreas, fica claro que as técnicas de Análise de Conteúdo encontram boa adesão no meio científico no que se refere a análise de dados. Este fato demonstra o quão inserido e consolidado a Análise de Conteúdo encontra-se entre os pesquisadores, e, em particular, entre os pesquisadores das áreas de Educação e Ensino de Astronomia.

2.3.1 Nuvem de Palavras como Ferramenta para Análise de Conteúdo

De maneira suplementar à análise de conteúdo, a técnica de *Nuvem de Palavras* é uma técnica que consiste na análise lexical de um conjunto de palavras de um dado texto, no qual emerge uma nuvem em um dado formato qualquer que apresenta as palavras em diferentes tamanhos, de acordo com a frequência de suas ocorrências no texto (VILELA, RIBEIRO e BATISTA, 2018). Neste sentido, a nuvem de palavras é usada frequentemente na análise de dados qualitativos e possui várias utilidades, servindo, inclusive, como ferramenta para o ensino e aprendizagem. Prais e Rosa (2017), por exemplo, utilizaram desta técnica para

CAPÍTULO 3 – AS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS DE GALILEU GALILEI

Tendo em vista o contexto do trabalho que traz como foco os aspectos observacionais executados por Galileu, este capítulo aborda alguns fatores astronômicos importantes envolvidos direta ou indiretamente com as descobertas realizadas por Galileu Galilei. Entre estes, é abordado inicialmente, o desenvolvimento dos modelos geocêntrico e heliocêntrico para explicação dos fenômenos celestes, assim como a disputa entre tais modelos ao longo dos milênios. Num segundo momento é apresentada as controvérsias sobre a origem do telescópio, e as descobertas que Galileu realizou a partir de suas observações com sua pequena luneta, bem como suas consequências para a disputa entre os dois modelos em questão.

3.1 UMA BREVE HISTÓRIA DA ASTRONOMIA

A observação dos astros celestes, dos fenômenos naturais que surgem nos céus, da diferença entre dia e noite, das estações que se repetem ano após ano, causaram no ser humano um profundo impacto que o inspiraram a produzir toda uma miríade de conhecimentos e mitos a respeito de tais fenômenos. Nos povos antigos, os estudos astronômicos eram realizados, principalmente, com um mero fim utilitário, na determinação dos períodos de cheias de um rio, ou na própria sazonalidade das estações do ano. Para isso, tais povos buscavam, através de observações dos astros, padrões que pudessem ser utilizados para marcação do tempo. Os povos do Egito antigo, por volta de 3.000 a.C., já haviam desenvolvido um calendário de 365 dias para marcação da duração do ano, sendo o primeiro povo a descobrir o período de dias correspondente para um ano (PARKER, 1974, p. 52 - 53).

Na Grécia antiga, no século VI, antes de Cristo, emerge uma cultura científica que difere do caráter eminentemente aplicativo praticado pelos povos antigos nos séculos anteriores, sendo marcado pela busca do saber pelo saber de seus filósofos, no qual as explicações sobrenaturais davam espaço ao pensamento de

investigação natural da natureza, e o desenvolvimento do pensamento lógico e crítico pouco a pouco vai se consolidando (PEDUZZI, 2008, p. 10).

A procura por explicações sobre a natureza, o universo e os fenômenos celestes serão objeto de perguntas e debates entre os filósofos gregos. A natureza da matéria derivaria de um elemento primordial, para Tales de Mileto (640 – 562 a.C.) a *água* seria o princípio de tudo, para Anaxíandro (611 - 545 a.C.) a matéria seria criada a partir do *apeiron*, já para Anaxímenes (585 – 528 a.C.) tal elemento primordial seria o *ar*, enquanto para Heráclito (576 – 480 a.C.) seria o *fogo* o elemento primordial, um símbolo do dinamismo do mundo e das mudanças que nele ocorrem, enquanto Empédocles (492 – 432 a.C.) proporia a *terra*, *água*, *ar* e *fogo* como os quatro constituintes básicos da matéria o qual Aristóteles, dois séculos mais tarde, faria uso no desenvolvimento do seu sistema filosófico natural (PEDUZZI, 2008, p. 11 - 13).

No que diz respeito ao movimento dos astros, Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.) o explicava como algo hierarquicamente organizado por um conjunto de esferas cristalinas sólidas e ocas que tem a Terra como centro, e a Lua, o Sol, e os outros cinco planetas visíveis revolucionando ao seu redor dentro de um sistema finito (ÉVORA 1987 apud GUÇÃO, CARNEIRO e BOSS, 2011). Tal sistema ficaria conhecido como modelo Geocêntrico, e seria o sistema que dominaria a explicação dos fenômenos celestes por vários séculos. Outros pensadores gregos propuseram diferentes sistemas cosmológicos para explicar o movimento dos astros, Filolau de Tarento (480 – 400 a.C.), por exemplo, é o primeiro a retirar a Terra do centro do universo, enquanto Aristarco de Samos (310 – 230 a.C.) propõe um sistema onde o Sol é o centro do sistema, tendo a Terra, a Lua e os outros planetas movimentos de revolução ao seu redor a partir de órbitas circulares (PEDUZZI, 2008, p. 15 - 19).

Como mostra Peduzzi (2008, p. 24), uma nova geração de dados observacionais, associada a uma astronomia essencialmente matemática, permitiu a elaboração de um novo sistema que começou a ser desenvolvido por Apolônio de Perga (230 a.C.), aperfeiçoado por Hiparco de Nicéia (130 a.C.), e estruturado por Cláudio Ptolomeu (~100 – 170 d.C.), o qual seria o sistema dominante até Copérnico (século XV).

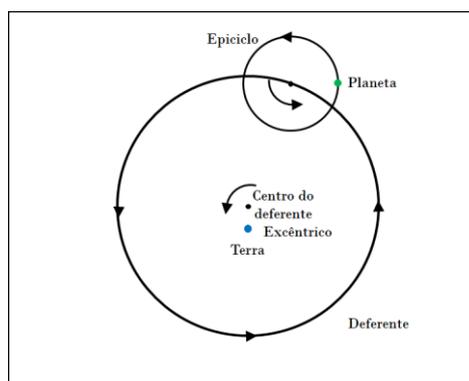
Camenietzki (2000, p. 33) mostra que no modelo de Hiparco os planetas brilhavam presos a esferas sólidas e transparentes, o mesmo ocorrendo para a Lua, o Sol e as estrelas, e a trajetória aparente de Marte seria o resultado de diversos

movimentos que a esfera faria ao redor de uma série de eixos imaginários. Contudo, seguindo este modelo, todos os astros deveriam ser vistos sempre com o mesmo tamanho e brilho ao longo dos anos, o que não acontece. Isso só seria corrigido por Cláudio Ptolomeu (~100 – 170 d.C.), matemático egípcio, que se empenhou em corrigir as imperfeições do modelo anterior, e sobretudo, explicar as variações no brilho e tamanho dos astros sem alterar a posição central da Terra, o que foi feito a partir da introdução de um sistema complexo de círculos (op. cit., 2000, p. 34 - 35).

O sistema de círculos utilizado por Ptolomeu se tratava do uso de alguns artifícios geométricos, entre os quais os *epiciclos*, o *deferente* e o *excêntrico*. O sistema de *epiciclos* e *deferentes* utilizado por Ptolomeu, além de explicar a variação no tamanho e brilho dos astros a partir da variação da distância à Terra, explicava, como mostra Peduzzi (2008, p. 24-26) o movimento retrógrado de um planeta, enquanto o *excêntrico*, descrevia as variações de velocidade do Sol, que orbitaria em torno de um ponto que não coincide com o centro da Terra.

Na Fig. 3.1 estão representados o *deferente* e o *epiciclo*, que são trajetórias circulares, de um dado planeta, e o *excêntrico*, que é um ponto ligeiramente fora do centro do deferente, e que é ocupado pela Terra.

Figura 3.1 – Sistema Epiciclo - Deferente.

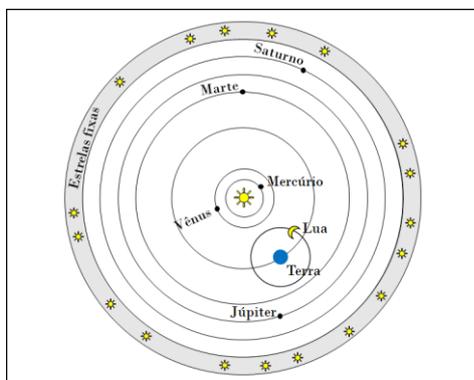


Fonte: Adaptado de Camenietzki (2000, p. 35).

Passados quase 2000 anos, o modelo de Universo Geocêntrico (Ptolomaico) permanece e não surgem novos argumentos que lancem dúvidas sobre esta teoria. Entretanto, uma série de eventos viriam a mudar esta situação, em 1543 o polonês Nicolau Copérnico (1473 – 1543) publica a obra *De revolutionibus orbium coelestium*, em português “As revoluções dos Orbes Celestes”, em que propõe uma nova ordem para as órbitas dos planetas, com a Terra cedendo a sua posição

central para o Sol. Copérnico, em seu modelo, vide Fig. 3.2 representa os planetas em órbitas circulares na seguinte ordem de distância ao Sol: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno. Os planetas mais próximos teriam velocidade orbital maior que os mais distantes, o que explicaria o movimento retrógrado de alguns planetas.

Figura 3.2 – Modelo Heliocêntrico de Órbitas Circulares Proposto por Nicolau Copérnico.



Fonte: Adaptado de Peduzzi (2008, p. 75).

Entretanto vale adicionar que, como mostram Lima Neto (2021, p. 125) e Silveira (2014), o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico, com os planetas seguindo trajetórias circulares, apresentava alguns problemas na representação do seu movimento, em especial Marte, e por este motivo Copérnico se valeria tanto do sistema *epiciclo - deferente* quanto do *excêntrico* em seu sistema. Com a diferença que essa engrenagem de círculos não mais tinha existência real, se tratava apenas de um recurso matemático para o cálculo da posição dos planetas (CAMENIETZKI, 2000, p. 48).

Apesar disso, com a publicação da obra de Copérnico o modelo de Universo Geocêntrico passa a ser questionado, trazendo um novo impulso para a Astronomia observacional. As primeiras observações astronômicas de grande valor após Copérnico foram feitas já no final do século XVI, pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546 – 1601), a partir do observatório em Uraniborg, situado na ilha de Ven, na Suécia, construído com o apoio do rei da Dinamarca Frederico II. Brahe, realiza uma série de observações sistemáticas e minuciosas na ilha entre 1579 e 1597, observações extremamente importantes e precisas que possibilitariam uma revolução no entendimento sobre a posição dos planetas no céu.

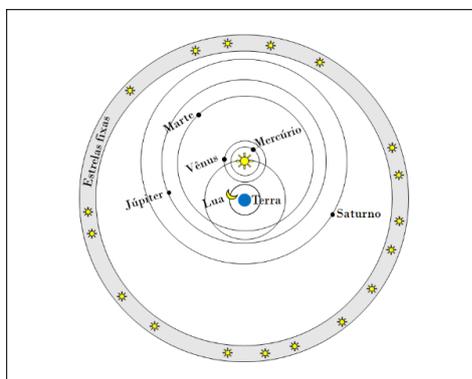
Entre suas contribuições, está o aprimoramento que este efetuou na técnica de medida de distância dos astros por paralaxe, que lhe permitiu constatar que o

planeta Marte ficava mais próximo da Terra que o Sol em certas épocas do ano, e em outras mais longe (CAMENIETZKI, 2000, p. 55).

A partir de seus cálculos e conclusões Tycho Brahe propôs um modelo próprio de Universo. Neste sistema a Terra é mantida estacionária, mas incorpora elementos do heliocentrismo de Copérnico, isto resulta em um modelo geocêntrico híbrido no qual a Lua revoluciona em torno da Terra, enquanto os outros cinco planetas visíveis revolucionam ao redor do Sol na mesma ordem de afastamento proposto por Copérnico, com o Sol, por sua vez, revolucionando ao redor da Terra (PEDUZZI, 2008, p. 88 – 89).

Na Fig. 3.3 é ilustrado o modelo híbrido desenvolvido e proposto por Tycho Brahe.

Figura 3.3 – Modelo Geocêntrico Híbrido de Tycho Brahe.



Fonte: Adaptado de Peduzzi (2008, p. 89).

Este novo modelo geocêntrico proposto por Brahe, rejeitava, portanto, o sistema desenvolvido por Ptolomeu, bem como, rejeitava a existência das esferas celestes carregando os astros, além de incluir o policentrismo no debate, visto que neste modelo não só a Terra ocupa o centro dos movimentos, mas o Sol também possui um papel de central para os planetas (CAMENIETZKI, 2000, p. 56).

Com a morte de Brahe as suas tabelas e dados astronômicos foram estudadas por Johannes Kepler, que havia sido seu discípulo. Kepler ao estudar em particular órbita de Marte notou que ela melhor se encaixava em uma trajetória elíptica e que o Sol deveria ocupar a posição de um dos focos dessa elipse (CAMENIETZKI, 2000, p. 64). Além disso, ao manipular os dados das posições dos planetas no céu deixadas por Brahe, ele concluiria que a linha que une o Sol ao planeta percorre áreas iguais em tempos iguais, e que entre o quadrado do tempo

que o planeta leva para dar revolução completa ao redor do Sol e o cubo da distância média há uma proporção fixa (op. cit., 2000, p. 64).

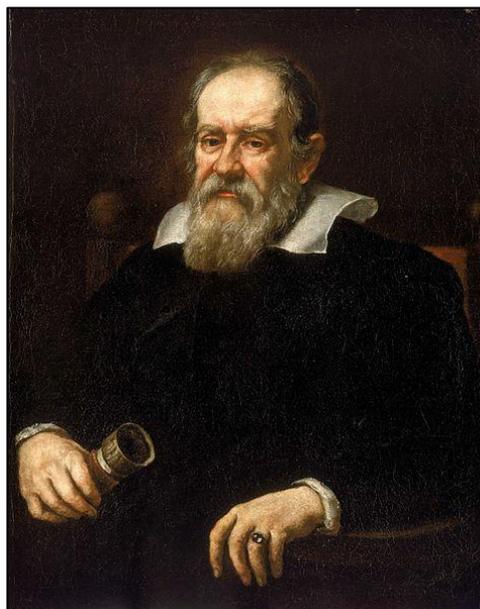
Hoje em dia, essas conclusões nós a conhecemos como as 3 Leis de Kepler para o movimento planetário: 1ª – lei das órbitas, 2ª – lei das áreas, 3ª – lei dos períodos. Estas leis apresentam o Sol em uma posição estática, com os planetas orbitando ao seu redor em órbitas elípticas, algo que ia de encontro ao pensamento aristotélico dominante que tinha como dogma o movimento circular uniforme para os astros.

Somado a estas três leis, em 1572 e 1604 duas novas estrelas surgiram nos céus por um breve período, estes dois fenômenos celestes vieram justamente quando o modelo de Universo que prevalecia estava sendo questionado, e por isso era mais um argumento que viria a ajudar a derrubar a ideia de que os céus são incorruptíveis, um dos argumentos aristotélicos que subsistiam no modelo Geocêntrico (CASANOVAS, 1997). No entanto, apesar do desenvolvimento das leis de Kepler, o modelo Geocêntrico ainda prevalecia, e o grande impacto somente viria a partir de 1609 com o uso do telescópio como ferramenta astronômica e as descobertas introduzidas a partir das observações deste novo aparato tecnológico.

3.2 GALILEU GALILEI – BREVE BIOGRAFIA

Galileu Galilei (Fig. 3.4), nasceu no dia 15 de fevereiro de 1564 na cidade de Pisa, Itália, filho de Vincenzo Galilei, um professor de música, e de Giulia Ammannati, Galileu começou sua educação na escola pública de Pisa, entre 1569 e 1574, ao final desse ano deslocou-se para Florença para se juntar a seu pai (BONECHI, 2008, p. 11). Em 1581 Galileu retorna a sua cidade natal para estudar medicina, no entanto, quatro anos mais tarde abandona seus estudos para dedicar-se exclusivamente à matemática, vindo a se tornar catedrático desta disciplina em 1589, na Universidade de Pisa (GALILEI, 1996, p. 6).

Figura 3.4 – Retrato de Galileu Galilei.

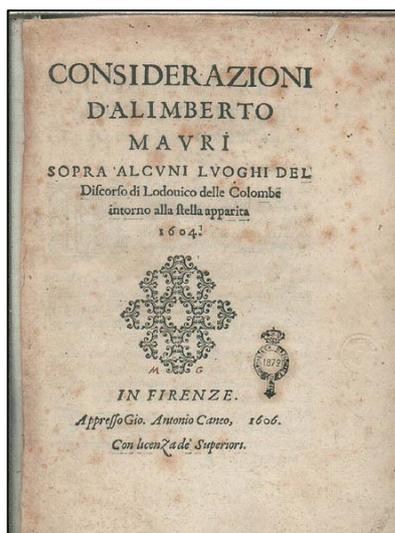


Fonte: Wikimedia Commons².

O cientista italiano realizou importantes estudos na área da Astronomia e da Física, como mostra Camenietzki (2014), por meio da sua luneta telescópica, observou dentre outros, os satélites de Júpiter, as fases de Vênus, as manchas solares, e no âmbito da cinemática descobriu a “lei” da queda dos corpos, além de ter realizado importantes estudos no lançamento de projéteis. Cabe ressaltar, no entanto, que mesmo antes de suas observações com sua luneta telescópica, Galileu já se dedicava ao estudo dos astros, tendo, inclusive, publicado em 1606, sob o pseudônimo de Alimberto Mauri, a obra intitulada *Considerazioni d’Alimberto Mauri sopra alcuni luoghi del Discorso di Lodovico delle Colombe intorno alla stella apparita 1604*, na qual apresentava suas considerações sobre o aparecimento da supernova de Kepler (LEITÃO, 2010, p. 60). Na Fig. 3.5 vemos a capa de um dos exemplares da referida obra.

² Disponível em: < https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Justus_Sustermans_-_Portrait_of_Galileo_Galilei,_1636.jpg >

Figura 3.5 – Obra de Galileu sobre a Supernova de Kepler Escrito sob o Pseudônimo de D'Alimberto Mauri.



Fonte: Museo Galileo (2016).

Além dessas contribuições, a sua obra engloba um novo modo de investigação dos fenômenos naturais, pautada em alguns princípios norteadores, que resultariam no desenvolvimento do método científico. Ao defender a observação dos fenômenos isenta de preconceitos de natureza religiosa ou filosófica, a utilização da experimentação como ferramenta de verificação da legitimidade de qualquer afirmação sobre fenômenos naturais, e a busca da regularidade matemática como exigência para o correto conhecimento da natureza, Galileu estruturou todo o conhecimento científico (GALILEI, 1996, p. 8).

Por estas contribuições, Galileu é frequentemente considerado “o pai da física moderna”, e sua obra é profundamente associada à revolução científica do século XVII, à qual resultou em uma mudança significativa no pensamento humano e, no surgimento da ciência moderna. Esta revolução é marcada principalmente pela quebra da divisão hierárquica entre a realidade terrestre e celeste, e a geometrização do espaço (BARBOSA, 2011).

3.3 ORIGEM DA LUNETAS TELESCÓPICA

É comum, quando se comenta sobre a origem do telescópio, creditar a Galileu à sua invenção, tal fato deva-se talvez as suas descobertas no campo da Astronomia realizadas a partir da utilização deste instrumento. Entretanto, apesar de Galileu sempre ter feito questão de que construía e aperfeiçoara ele próprio seus

telescópios, nunca reclamou ter sido o inventor deste instrumento (LEITÃO, 2010, p. 30).

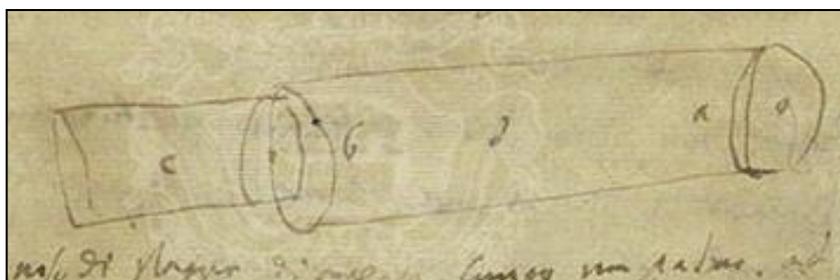
É difícil afirmar quem de fato foi o inventor do telescópio, costumasse dizer que este instrumento surgiu pela primeira vez nos Países Baixos no século XVII. Hans Lippershey (1570 – 1619) um vidreiro de Middelburg o teria inventado, submetendo em setembro de 1608 uma patente para o que seria o primeiro telescópio. No entanto, tal solicitação gerou reclamações por parte de Zacharias Jansen, também de Middelburg, e de Jacob Metius, de Alkmaar, também dos Países Baixos, que passaram a disputar a autoria por tal invento (LEITÃO, 2010, p. 36).

Somada a esta controvérsia existem uma série de outras. Ao que parece a utilização de um instrumento que combinava duas lentes de modo a observar objetos ao longe como se perto estivessem parece ter sido utilizado por Roger Bacon já no século XIII (BERRY, 1899, p. 149). Leitão (2010, p. 32) descreve que o “estudioso Domenico Argentieri sugeriu que Leonardo da Vinci (1452-1512) havia já montado um sistema de duas lentes para ver ao longe, por volta de 1508”. Além de relatos, como afirma Rudd (1992), de que na Europa no outono de 1608 telescópios eram vendidos em Frankfurt, Paris e Nápoles.

Afora estes fatos é digno de nota a descrição apresentada por Giovanni Battista Della Porta em carta de 28 de agosto de 1609 endereçada a Federico Cesi, na qual este apresenta o que seria o primeiro telescópio da história, um tubo de cerca de 26,5 cm de comprimento e 6,5 cm de diâmetro, e outro tubo menor de cerca de 9 cm de comprimento (VAN HELDEN, 2009). Ainda segundo este autor, o tubo menor, por ser ligeiramente menor que o outro, deslizaria em seu interior, e tal instrumento podia proporcionar um aumento de 3 a 4 vezes.

Na Fig. 3.6 é apresentado o recorte da carta de Della Porta à Federico Cesi, que ilustra a descrição do que seria o seu telescópio.

Figura 3.6 – Desenho de uma Luneta por Della Porta (1609).



Fonte: Museo Galileo (2008). Adaptado pelo autor.

Apesar de todas essas controvérsias sobre a origem do telescópio, o fato é que a notícia do surgimento deste novo instrumento científico se espalhou pela Europa. E, como descrito por Leitão (2010, p. 38), logo passou se a ser comercializado:

“Se se der crédito a alguns relatos, vendiam-se já telescópios no Outono de 1608, na feira de Frankfurt. Na Primavera de 1609 já se encontravam à venda, em Paris, lunetas rudimentares, com um poder de ampliação de três vezes, e o número de relatos acerca do novo artefacto óptico multiplicou-se.”

Isto demonstra que em pouco tempo a notícia sobre a invenção deste novo instrumento científico passou a ser conhecido em diversas cidades europeias. Paolo Sarpi, recebeu em novembro de 1608 um boletim de notícias que dava conta desta nova ferramenta, e compartilhou esta notícia com Galileu Galilei (VAN HELDEN, 2009). Entre os meses de julho e agosto de 1609, Galileu construiu a sua primeira luneta telescópica, a qual sabe-se muito pouco a seu respeito, mas que seria um instrumento com um aumento de três vezes, similar as lunetas holandesas (LEITÃO, 2010, p. 41).

Galileu passou a aperfeiçoar este seu novo instrumento na tentativa de melhorá-lo, e em meados de agosto de 1609 conseguiu construir uma luneta com ampliação de cerca de nove vezes, a qual passou a chamar de *perspicillum*, e em novembro já possuía lunetas telescópicas com aumento de vinte vezes, conseguindo ainda no início de 1610 ampliações de até trinta vezes (LEITÃO, 2010, p. 43 - 44). Apesar disto, não se conhece nenhum manuscrito deixado por Galileu no qual ele tenha deixado algum registro do desenvolvimento de alguma teoria física utilizada para a construção de seus instrumentos. No entanto, autores como Zik e Hon (2014) sustentam que o cientista italiano deveria possuir alguma nova teoria à qual mantinha em segredo, e que explicaria a construção de seus instrumentos. Somado a isto, apesar da popularização do termo “telescópio”, este não foi inventado por Galileu, mas sugerido por Federico Cesi, um dos amigos de Galileu, em 1611 (MUSEO GALILEO, 2015, p. 172), e serve para a descrição de instrumentos refletores e refratores. De modo a diferenciar os instrumentos utilizados por Galileu dos demais, e visto que suas descrições se encontram em desuso, optamos por descrever seus instrumentos como “luneta telescópica”.

Além desta questão é interessante apresentar que o termo “instrumento científico” aqui utilizado para se referir a luneta telescópica também não foi inventado por Galileu, tampouco utilizado pelo cientista italiano. Autores como van Helden e Hankins (1994) nos alertam para o uso deste termo ao se referir a instrumentos do século XVII, pois como explica Warner (1990) instrumentos utilizados para investigação da natureza tais como, a luneta telescópica e o microscópio, eram descritos como “instrumentos da filosofia natural”, e que o termo “instrumento científico”, que possui uma origem indeterminada pelo fato haver relatos em diferentes países da sua utilização, passou a ser usado com maior frequência a partir do século XIX, logo após o cientista William Whewell cunhar o termo “cientista” em 1834.

O *Museo Galileo*, anteriormente *Instituto e Museo di Storia della Scienza*, localizado na cidade de Florença, na Itália, dispõe dos dois únicos exemplares de lunetas telescópicas que restaram dentre aqueles que Galileu construiu ao longo de sua vida. A Fig. 3.7 representa uma dessas lunetas, a *luneta telescópica 1*, construída por volta de 1610 e que possui uma ampliação de 14 vezes.

Figura 3.7 – Luneta Telescópica Construída por Galileu Galilei (Aumento de 14 Vezes).



Fonte: Museo Galileo³. Adaptado pelo autor.

Segundo informações apresentadas pelo museu a objetiva consiste em uma lente biconvexa de 51 mm de diâmetro e distância focal de 1.330 mm, e sua ocular é uma lente plano-côncava de 26 mm de diâmetro e distância focal de -94 mm (o sinal negativo indica que a lente é divergente), e a ampliação desta luneta telescópica é de 14 vezes, e seu campo de visão é de 15' (MUSEO GALILEO, 2015, p. 171 - 172).

³ Disponível em: < <https://catalogue.museogalileo.it/object/GalileosTelescope.html>>.

Na Fig. 3.8 é apresentado a segunda luneta telescópica restante dentre aquelas construídas por Galileu, a *luneta telescópica 2*, construída entre os anos de 1609 e 1610 e que possui um aumento de 21 vezes.

Figura 3.8 – Luneta Telescópica Construída por Galileu Galilei (Aumento de 21 Vezes).



Fonte: Museo Galileo⁴. Adaptado pelo autor.

A objetiva deste instrumento consiste em uma lente plano-convexa, e possui um diâmetro de 37 mm e distância focal de 980 mm, a ocular original foi perdida e substituída no século XIX por uma lente bicôncava de 22 mm de diâmetro e distância focal de -47,5 mm (o sinal negativo indica que a lente é divergente), e a ampliação deste instrumento é de 21 vezes, enquanto seu campo de visão é de 15' (MUSEO GALILEO, 2015, p. 172).

No Quadro 3.1 é apresentado um resumo das propriedades das duas lunetas telescópicas.

Quadro 3.1 – Características Físicas das Lunetas Telescópicas de Galileu Galilei.

Característica	Luneta Telescópica 1	Luneta Telescópica 2
Distância Focal da Objetiva	1330 mm	980 mm
Distância Focal da Ocular	94 mm	47,5 mm
Diâmetro da Objetiva	51 mm	37 mm
Diâmetro da Ocular	26 mm	22 mm
Aumento Angular	14 vezes	21 vezes
Campo de Visão	15'	15'

Fonte: Museo Galileo.

⁴ Disponível em: < https://catalogue.museogalileo.it/object/GalileosTelescope_n01.html>.

Apesar de já existirem lunetas por quase toda a Europa, as lunetas telescópicas de Galileu se diferenciavam em relação as outras, principalmente por permitir a observação dos astros. A inovação e uso deste instrumento no estudo dos objetos celestes possibilitou à humanidade descortinar uma série de segredos que desde o início da história estiveram escondidas. O uso deste instrumento, bem como suas descobertas, impactou uma série de pensadores, dentre os quais René Descartes, que sobre o efeito deste novo instrumento científico e suas descobertas afirma: “Levando nosso senso de visão muito além do reino da imaginação de nossos antepassados, esses instrumentos maravilhosos, os telescópios, abrem o caminho para uma compreensão mais profunda e perfeita da natureza”⁵.

A revolução iniciada com Galileu, a partir do uso deste novo instrumento científico no âmbito da Astronomia, mudaria por completo a forma de enxergarmos o Universo.

3.4 O *SIDEREUS NUNCIUS* E AS PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES DE GALILEU GALILEI

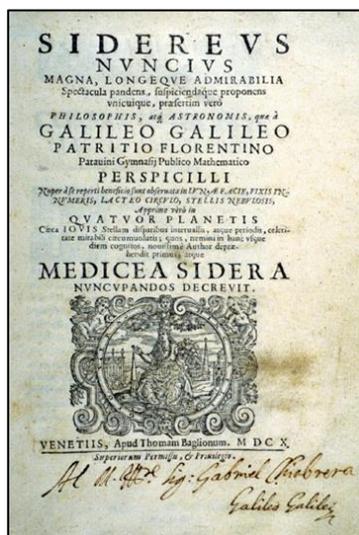
Tendo a habilidade de construir ele próprio sua luneta telescópica, bem como de aperfeiçoá-las e melhorá-las com o objetivo específico de observar os astros celestes, Galileu Galilei, utilizando de seu mais novo instrumento científico, foi capaz de fazer uma série de descobertas astronômicas em um espaço de tempo muito curto, utilizando apenas esta nova ferramenta científica. Tais descobertas ajudariam a mudar uma série de paradigmas estruturados e mantidos por séculos a respeito dos astros e do Universo. O *Sidereus Nuncius* anunciava, então, novidades no firmamento tido como imutável, e introduzia uma nova ferramenta científica a qual revolucionaria o estudo do Universo, a luneta telescópica.

Como mostra Leitão (2010, p. 20), a partir do final de novembro de 1609, Galileu inicia sistematicamente suas observações celestes por meio de sua luneta telescópica, descobrindo uma série de novidades tais quais as irregularidades na superfície da Lua, satélites revolucionando o planeta Júpiter, uma série de novas

⁵ Tradução livre: “By taking our sense of sight far beyond the realm of our forebears' imagination, these wonderful instruments, the telescopes, open the way to a deeper and more perfect understanding of nature.”

estrelas visíveis apenas por meio da luneta telescópica, e a descoberta que a Via Láctea é constituída de uma miríade de estrelas muito próximas. Tais descobertas foram rapidamente divulgadas a partir da publicação do seu pequeno livro, o *Sidereus Nuncius*, em março de 1610, vide Fig. 3.9.

Figura 3.9 – Capa do Livro *Sidereus Nuncius*.



Fonte: Galilei (2001).

Neste livro Galileu apresenta todas estas novidades, assim como dá a conhecer ao mundo uma nova e importantíssima ferramenta científica, a luneta telescópica.

Como mostra Leitão (2010, p. 23):

“O *Sidereus Nuncius* transformou Galileu; na feliz expressão de Noel Swerdlow, ‘as descobertas de Galileu mudaram o mundo, mas primeiramente mudaram Galileu’. [...] o livro assinala uma drástica alteração nos principais interesses científicos de Galileu, até aí preocupado principalmente com assuntos de mecânica, para a astronomia”

Camenietzki (2009, p. 17), afirma que a existência de crateras na Lua, a observação de novas estrelas, e a descoberta dos satélites de Júpiter não nos parece contradizer o modelo geocêntrico, entretanto, para a filosofia escolástica era inaceitável que o céu, expressão da perfeição, carregasse objetos imperfeitos, como no caso da Lua com suas crateras, ou que o Universo possuísse um centro além da Terra, como era o caso dos satélites revolucionando ao redor de Júpiter.

A partir destas descobertas e da publicação deste seu pequeno livro, Galileu fica famoso, Casanovas (1997) comenta que o impacto do *Sidereus Nuncius* sobre

astrônomos, filósofos e sobre as pessoas comuns foi comparável ao primeiro pouso na superfície da Lua.

3.4.1 Irregularidades na Superfície da Lua

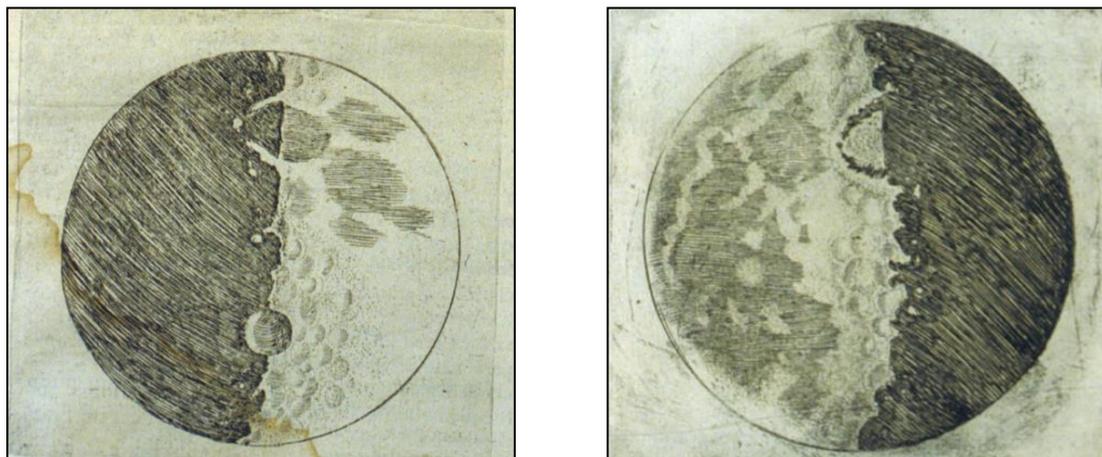
A Lua, nosso satélite natural, é o objeto do céu noturno que possui um brilho e tamanho inigualável e, por isso mesmo, desperta grande fascínio quando observado. Dentre todos os astros do céu noturno, ele é o único que está presente durante todos os meses do ano. Ainda assim, o entendimento sobre a natureza física deste astro não sofreu grandes avanços ao longo da história, até que Galileu Galilei, ao introduzir um novo instrumento científico nas observações astronômicas, pôde verificar características de sua superfície até então imperceptíveis ao olho humano.

Galileu observou a Lua por meio da sua luneta telescópica em suas diversas fases, e registrou em desenho uma série de gravuras do nosso satélite, onde ele representa a superfície lunar com irregularidades semelhantes a topografia do relevo do planeta Terra.

As gravuras da Lua desenhadas no *Sidereus Nuncius* com suas zonas claras e escuras variando com a passagem do tempo, ilustram a interpretação que Galileu realizou a partir de suas observações com sua luneta telescópica, de que nosso satélite natural possui zonas de planície, montanhas e vales, sendo tal natureza irregular evidente ao se examinar a linha do terminador, faixa que separa as regiões clara e escura da Lua (LEITÃO, 2010, p. 64).

Na Fig. 3.10 é apresentada um recorte de algumas das gravuras da Lua desenhadas por Galileu e presentes no seu livro *Sidereus Nuncius*.

Figura 3.10 – Esboço da Lua Desenhado por Galilei no *Sidereus Nuncius*.



Fonte: Galilei (2001). Adaptado pelo autor.

É notável destacar que, como observado no Quadro 3.1, as lunetas telescópicas utilizadas por Galileu dispunham de um campo visual reduzido. Como mostra Leitão (2010, p. 67), os seus instrumentos possuíam um campo visual de cerca de 12 a 15 minutos de arco, o que lhe permitia observar apenas cerca de um quarto da Lua cheia. Tal fato demonstra o brilhantismo de Galileu no registro das imagens do nosso satélite natural.

No *Sidereus Nuncius* Galileu descreve suas conclusões sobre as observações da Lua da seguinte forma:

“(...) após cuidadosas e repetidas inspeções, deduzimos a opinião, que temos por firme, de que a superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é, de fato, lisa, uniforme e de esfericidade exatíssima como tem ensinado uma numerosa corte de filósofos, mas que, ao contrário, é desigual, rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diferente da própria face da Terra, que apresenta, aqui e ali, as cristas das montanhas e os abismos dos vales.” (GALILEI, 2009, p. 36).

Esta conclusão, tomada a partir de suas observações da Lua, é de grande importância visto que a visão do universo da época era dominado pelo paradigma aristotélico, que preconizava um universo dividido entre o mundo dos céus e o mundo da Terra, os quais possuíam constituições físicas diferentes, sendo os corpos celestes compostos exclusivamente de uma quinta substância, o éter, um elemento puro e inalterável, enquanto a Terra era composta dos quatro elementos (ar, terra, água e fogo), e por isto estava sujeita a mudanças, sendo, portanto, corruptível (PEDUZZI, 2008, p. 23).

3.4.2 Satélites de Júpiter

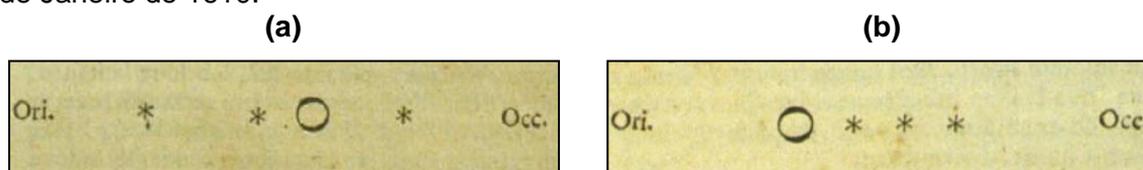
A olho nu, Júpiter, assim como os outros planetas visíveis, nos parece sem imperfeições e imutável ao longo do tempo, dentro dos preceitos de imutabilidade de Aristóteles para objetos do mundo celeste. No entanto, com Galileu dando início a suas observações astronômicas com auxílio de sua luneta telescópica esse entendimento sofreria uma mudança nunca imaginada.

Após os registros iniciais da superfície da Lua realizados por Galileu, este passou a observação de outros astros, dentre os quais o planeta Júpiter. Ao apontar a sua luneta telescópica na direção do planeta, Galileu realizou a maior de suas descobertas, a descoberta que Júpiter possuía satélites que revolucionavam ao seu redor.

Galileu iniciou suas observações de Júpiter no mês de janeiro de 1610, mais precisamente no dia 07 de janeiro, notando inicialmente três pequenos corpos luminosos próximos ao planeta, dispostos ao longo de uma linha reta, os quais só eram visíveis quando observados por meio da sua luneta telescópica (LEITÃO, 2010, p. 78). No dia seguinte, 08 de janeiro, notou que a disposição destes três pequenos corpos luminosos era diferente do observado no dia anterior (op. cit., 2010, p. 79).

Na Fig. 3.11 nota-se a representação deixada por Galileu Galilei no *Sidereus Nuncius* para as observações de Júpiter e seus satélites nos dias 07 e 08 de janeiro de 1610.

Figura 3.11 – Representação de Júpiter e seus Satélites **(a)** 07 de Janeiro de 1610 **(b)** 08 de Janeiro de 1610.



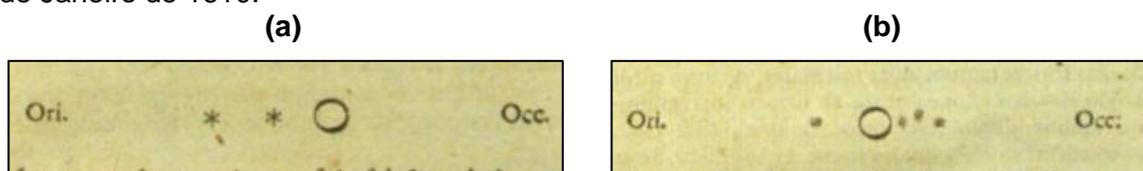
Fonte: Galilei (2001). Adaptado pelo autor.

Continuando suas observações diárias Galileu relata no *Sidereus Nuncius*: “esperei a noite seguinte ansiosamente; entretanto, sofri grande decepção ao encontrar o céu coberto de nuvens por toda parte” (GALILEI, 2009, p. 58). No dia 09 de janeiro o tempo nublara, impossibilitando novas observações, as quais seriam retomadas no dia 10 de janeiro, quando apenas dois dos pequenos corpos

luminosos se apresentavam em uma configuração diferente das observadas anteriormente (LEITÃO, 2010, p. 79). Entretanto, continuando suas observações e o acompanhamento destes estranhos astros, no dia 13 de janeiro, para surpresa de Galileu, surge um quarto corpo luminoso no seu campo de visão (op. cit., 2010, p.79).

A Fig. 3.12 apresenta os registros deixados por Galileu Galilei referentes as observações do dia 10 de janeiro de 1610, e do dia 13 de janeiro de 1610 quando ele identifica o quarto corpo luminoso.

Figura 3.12 – Representação de Júpiter e seus Satélites **(a)** 10 de Janeiro de 1610 **(b)** 13 de Janeiro de 1610.



Fonte: Galilei (2001). Adaptado pelo autor.

No *Sidereus Nuncius*, como descreve Leitão (2010, p. 80) “são relatadas as observações dos satélites de Júpiter feitas entre 7 de janeiro e 2 de março de 1610, num total de 65 observações”. Durante este período Galileu notou que o planeta Júpiter era sempre acompanhado por estes quatro corpos luminosos que apareciam em posições diferentes a cada dia, mas que nunca deixavam de acompanhar o planeta. Ele daria a estes corpos o nome de estrelas de Médici, em homenagem a influente dinastia política italiana.

Galileu estava pela primeira vez na história observando os satélites Io, Europa, Ganímedes e Calisto revolucionando o planeta Júpiter. Esta descoberta foi bastante significativa porque, assim como as observações da superfície da Lua, demonstrava novamente que o mundo celeste não era imutável e, além disso, apresentava um Universo policêntrico, no qual outros astros possuem corpos que revolucionam ao seu redor.

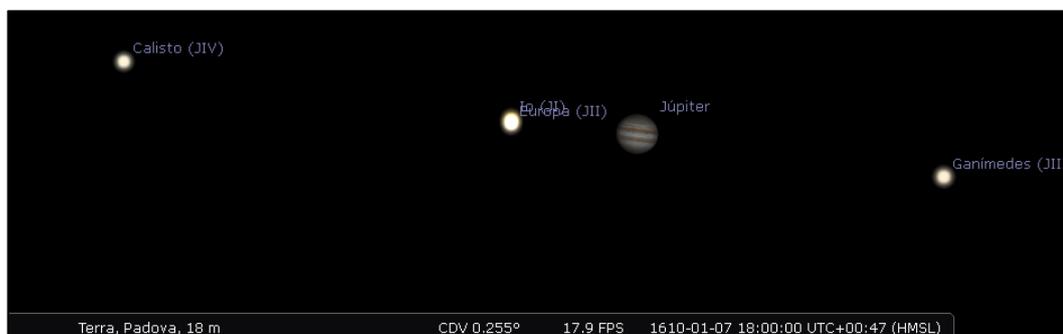
Todavia, é interessante notar que utilizando o *Stellarium*⁶, software de para visualização do céu, para simular as observações de Júpiter realizadas por Galileu em 1610 na cidade de Pádua, na Itália, o que se nota é a presença dos quatro

⁶ Esta pesquisa fez uso do planetário *Stellarium*. Ele é disponibilizado gratuitamente para download no endereço eletrônico: <<https://stellarium.org/pt/>>.

satélites nos primeiros dias em que Galileu executa suas observações, apesar deste só ter observado e registrado três dos satélites.

Simulando, a partir do software *Stellarium*, a posição dos satélites galileanos no dia 07 de janeiro de 1610, para um observador na cidade de Pádua, percebe-se que os quatro satélites estão presentes no campo de visão no horário das 18h00, apesar de dois deles aparecem “sobrepostos”, como se verifica na Fig. 3.13.

Figura 3.13 – Recorte da Simulação da Posição dos Satélites de Júpiter na Data de 07 de Janeiro de 1610, às 18h00 na Cidade de Pádua, Itália.



Fonte: Stellarium (Versão 0.20.3). Adaptado pelo autor.

Ao alterar o horário no software para às 21h00 nota-se que os dois satélites que antes apareciam “sobrepostos” agora podem ser observados separados um do outro. E, como se verifica na Fig. 3.14, os quatro satélites galileanos estão novamente presentes no campo de visão.

Figura 3.14 – Recorte da Simulação da Posição dos Satélites de Júpiter na Data de 07 de Janeiro de 1610, às 21h00 na Cidade de Pádua, Itália.



Fonte: Stellarium (Versão 0.20.3). Adaptado pelo autor.

Utilizando os mesmos parâmetros anteriores na simulação, desta vez para os dias 08 e 10 de janeiro de 1610, ambos às 18h, observa-se, novamente, a presença dos quatro satélites galileanos no campo de visão, vide Fig. 3.15.

Figura 3.15 – Recorte da Simulação da Posição dos Satélites de Júpiter na Data de **(a)** 08 e **(b)** 10 de Janeiro de 1610, Ambos às 18h00 na Cidade de Pádua, Itália.



Fonte: Stellarium (Versão 0.20.3). Adaptado pelo autor.

Este fato, que pode ser debatido posteriormente, demonstra que apesar das lunetas telescópicas de Galileu serem capazes de detectar a presença dos satélites de Júpiter, ainda assim tais instrumentos possuíam certas limitações. Leitão (2010, p. 79) credita ao fato de as lunetas telescópicas possuírem um pequeno campo de visão, a posição sobreposta entre os satélites, ou sua proximidade à Júpiter, a razão de Galileu não ter sido capaz de observá-los antes do dia 13 de janeiro de 1610.

É digno de nota que as descobertas dos satélites de Júpiter além de trazer consequências para os modelos de explicação de Universo, foi utilizado por Galileu na sua tentativa infrutífera de resolver o problema da determinação da longitude que era o cerne dos problemas de navegação em alto mar da época (SOBEL, 2007, p. 25).

Além disso, a descobertas destes satélites permitiu o desenvolvimento dos estudos sobre a velocidade da luz, à qual Galileu havia tentado determinar a partir da emissão de sinal de lanternas localizadas no topo de colinas. No entanto, foi o astrônomo dinamarquês Ole Römer (1644 – 1710), que em 1675, a partir das observações e análises dos satélites de Júpiter realizado no observatório de Paris, verificou um certo atraso nos eclipses entre os momentos que Júpiter se afastava e se aproximava da Terra, o que o levou a concluir que a luz possuía velocidade finita, tendo, inclusive, calculado seu valor em torno de 220.000 km/s (BASSALO, 1987). Tal conclusão ia de encontro à crença aristotélica, que predominava na época, de que a luz tinha velocidade infinita

3.4.3 Observações de Netuno no Campo de Visão de Júpiter

Uma das observações de Galilei a serem destacadas durante a sua fase de apontamento dos satélites de Júpiter, foram os primeiros registros já realizados do

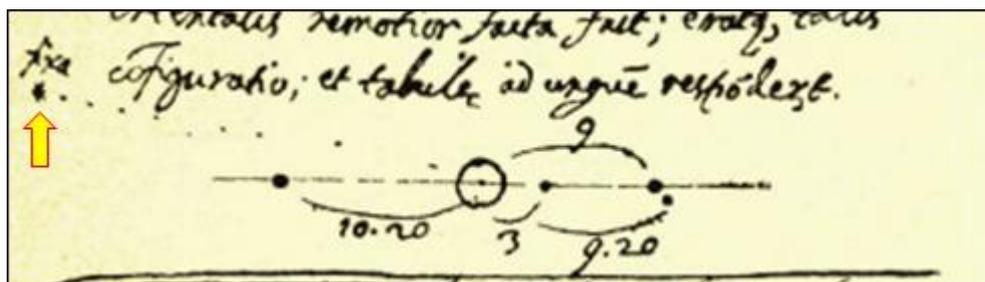
planeta Netuno, tomadas a partir de observações no campo de visão de Júpiter, tendo Galileu o identificado como uma estrela fixa em seu caderno de apontamentos. Netuno, o oitavo planeta do Sistema Solar, somente seria identificado como tal 234 anos depois destas observações de Galileu, em 1846 por Johann Gottfried Galle.

A descoberta de observações de Netuno nos registros astronômicos de Galileu Galilei foi reportada por Drake e Kowal (1980) na revista *Scientific American*, e Kowal e Drake (1980) na revista *Nature*. Esta revelação foi realizada após a publicação, em 1979 por Steven C. Albers, da lista de ocultações de um planeta por outro observadas da Terra entre os anos de 1557 e 2230, que indica uma ocultação de Netuno por Júpiter em janeiro de 1613, durante o período em que Galileu realizava observações de Júpiter (DRAKE e KOWAL, 1980).

Os espaços de tempo que antecedem e sucedem a ocultação do planeta Netuno por Júpiter, portanto, no campo de visão de Júpiter, podendo ser observado por Galileu. Como mostram Standish e Nobili (1996), no final de 1612, nos dias 27 e 28 de dezembro, quando Netuno surgiu no campo de visão de Júpiter, Galileu registrou sua posição como uma estrela comum, esta era a primeira observação realizada do planeta Netuno, realizada 170 anos antes da descoberta de Urano, e 234 anos antes da descoberta do próprio Netuno.

Na Fig. 3.16 é apresentado um recorte das anotações e registros de Galileu para o dia 28 de dezembro de 1612, pode-se observar mais um de seus diagramas representativos do planeta Júpiter e seus satélites, além de uma linha pontilhada que tem início no círculo que representa Júpiter, e termina em uma marcação puntiforme designada como “fixa”, à qual representa uma estrela.

Figura 3.16 – Diagrama de Júpiter e seus Satélites Desenhado por Galileu Galilei, na qual é Representado Netuno como uma Estrela Fixa (28/12/1612).

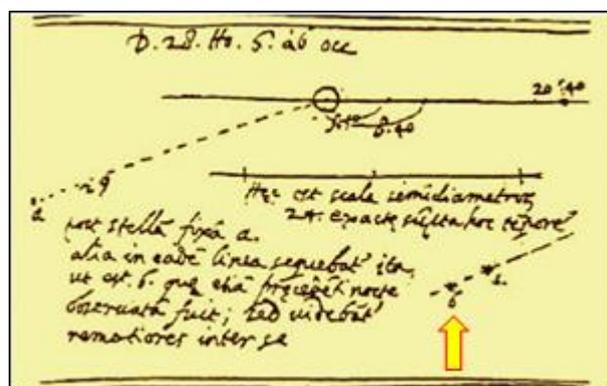


Fonte: Jamieson (2009). Adaptado pelo autor.

Por questões de mal tempo, e por razões que são motivo de debate, a última observação de Netuno realizada por Galileu ocorreu no dia 28 de janeiro de 1613 quando o planeta estava próximo de uma estrela, designada atualmente como SAO 119234 (DRAKE e KOWAL, 1980).

Na Fig. 3.17 vemos um recorte do registro realizado por Galileu para a observação de Júpiter, realizada no dia 28 de janeiro de 1613, nele observamos os satélites galileanos, e a representação da posição da estrela SAO 119234 ao fim da linha pontilhada, na extremidade esquerda do manuscrito, e que é denominada como “a”. Na mesma Figura 3.6 vemos na extremidade direita do manuscrito uma prolongação da linha pontilhada anterior, é possível notar a mesma estrela “a” e um pouco abaixo, uma nova marcação que é denominada de “b”, indicado pela seta. Esta marcação representa uma segunda estrela que na realidade se tratava do planeta Netuno.

Figura 3.17 – Último Registro do Planeta Netuno por Galileu (28/01/1613).

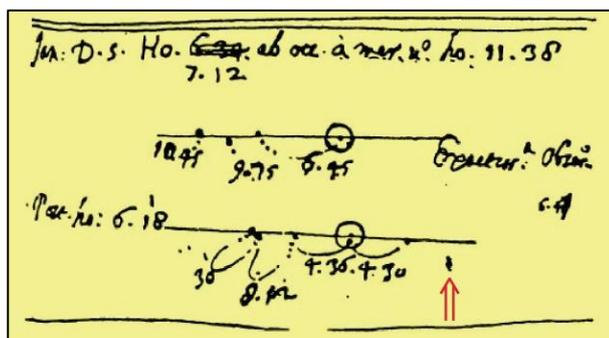


Fonte: Jamieson (2009). Adaptado pelo autor.

Além destes dois registros outros autores especulam a respeito da possibilidade de um outro registro de Netuno feito por Galileu. Este possível registro

está presente no manuscrito do dia 6 de janeiro de 1613 e se trata de um ponto sem designação, feito diretamente pela pena de Galileu (STANDISH e NOBILI, 1996). Na Fig. 3.18 verifica-se dois diagramas representando Júpiter e seus satélites, na parte de baixo do lado direito do manuscrito há um ponto sem marcação, indicado pela seta vermelha da imagem, o qual se trata da possível observação de Netuno realizada por Galileu.

Figura 3.18 – Possível Terceira Observação de Netuno por Galileu (06/01/1613).



Fonte: Jamieson (2009). Adaptado pelo autor.

Estes achados presentes nos trabalhos de Drake e Kowal (1980) e Standish e Nobili (1996) impressionam por revelar a capacidade dos instrumentos científicos utilizados por Galileu durante seus estudos astronômicos, além de nos fazer refletir para o fato da possibilidade da descoberta prematura do planeta Netuno. Pode-se conjecturar se Galileu o teria identificado como um objeto errante caso tivesse sido capaz de efetuar mais registros da “estrela”, visto que, se houvesse a oportunidade para tal, poderia notar seu movimento relativo em relação a estrela SAO 119234, presente no seu campo de visão.

3.4.4 Descoberta de Novas estrelas

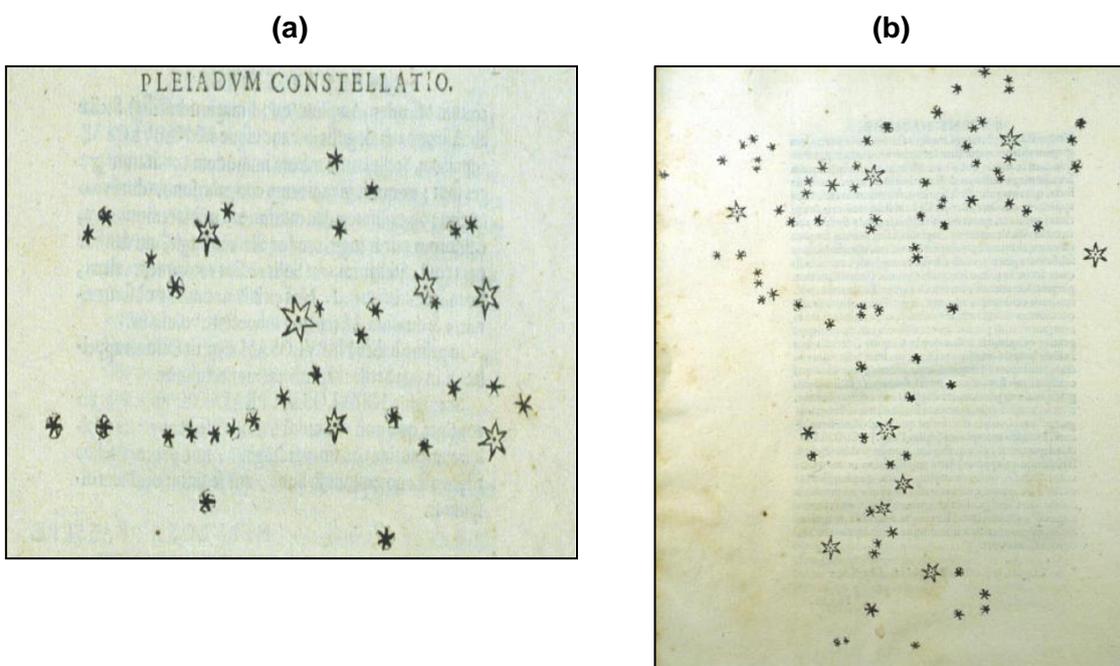
Além de observar a Lua e Júpiter, Galileu varre algumas regiões do céu noturno, e descobre a partir de observações em regiões das constelações de Órion e de Touro a existência de novas estrelas.

Na constelação de Órion, na região do cinturão de Órion e da espada, e na constelação de Touro, na região das Plêiades, Galileu foi capaz de verificar, a partir de observações com seu telescópio, a existência de dezenas de novas estrelas, invisíveis a olho nu (LEITÃO, 2010, p. 71).

Na região das Plêiades Galileu assinalou a existência de 30 estrelas invisíveis a olho nu, enquanto na constelação de Órion o cientista identificaria a existência de 80 novas estrelas (PEDUZZI, 2008, p. 95).

A Fig. 3.19 apresenta um recorte do *Sidereus Nuncius* onde Galileu apresenta um esboço representando as novas estrelas na constelação de Órion e, na região das Plêiades na constelação de Touro.

Figura 3.19 – Temos em **(a)** as Plêiades e em **(b)** a Constelação de Órion.



Fonte: Galilei (2001). Adaptado pelo autor.

Além disso, ao observar duas zonas celestes que se julgavam à época ser nebulosas (nebulosa de Órion – M42 e a nebulosa de Presépio – M44), ele percebeu que na verdade se tratava de regiões constituídas por numerosas estrelas, muito próximas entre si. Segundo Galileu, a Nebulosa de Presépio era constituída de mais de 40 estrelas, com isso ele concluía que as nebulosas do céu seriam um conglomerado de estrelas admiravelmente espalhadas (PEDUZZI, 2008, p. 96).

Na Fig. 3.20 vemos mais um recorte do *Sidereus Nuncius*, aqui estão representados os esboços tomados por Galileu para a Nebulosa de Órion (à esquerda), e a Nebulosa de Presépio (à direita).

Figura 3.20 – Nebulosa de Órion (esquerda) e Nebulosa de Presépio (Direita).



Fonte: Galilei (2001). Adaptado pelo autor.

Estas descobertas mostravam que, ao contrário dos planetas, que tinham aspecto arredondado quando observados pela luneta telescópica, as estrelas, quando vistas pelo mesmo instrumento, permaneciam como simples pontos luminosos, o que indicava que estavam muito mais distantes do que os planetas, algo que também era corroborado pela ausência mensurável de paralaxe estelar (PEDUZZI, 2008, p. 94 – 95). A paralaxe das estrelas se trata da variação na posição destas em relação ao plano de fundo estelar, ao longo do tempo, em consequência do movimento de revolução da Terra ao redor do Sol. Sua verificação indicaria que nosso planeta se move, como preconizado no modelo Heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico (LEITÃO, 2010, p. 75). No entanto, a paralaxe anual das estrelas não era detectada pelos astrônomos da época, entre os quais destacasse Tycho Brahe, o qual dispunha dos instrumentos mais precisos até então construídos, mas que não detectou nenhuma paralaxe nas 777 estrelas por ele catalogadas (SIEBERT, 2005). Como mostra Casanovas (1985), a ausência de paralaxe era justificada por Copérnico como uma consequência da enorme distância que nos separa das estrelas, uma prova da imensidão do Universo, este argumento, entretanto, não convencia seus pares, mesmo aqueles defensores do heliocentrismo, como Johannes Kepler.

Kepler, que mantinha correspondência com Galileu, instou-o, em 1597, antes do surgimento da luneta telescópica, e após este lhe ter confidenciado ser um adepto das ideias de Copérnico, a fazer medições de modo a verificar a paralaxe estelar (LEITÃO, 2010, p. 76). Tal fato indica o conhecimento por parte de Galileu da importância de resolver este problema. Contudo, não é possível determinar se

Galileu realizou tais medidas. Apesar disto, com o surgimento da luneta telescópica, e a publicação do seu livro *Sidereus Nuncius* em 1610, Galileu foi novamente incitado a verificar a paralaxe anual das estrelas utilizando seu novo instrumento, desta vez em carta escrita por Lodovico Ramponi (SIEBERT, 2005). Galileu estava ciente da importância da verificação da paralaxe anual das estrelas, de tal modo que na sua obra *Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo* (1632) ele a discute longamente, tratando-a como um teste crucial para o heliocentrismo, no entanto, mesmo explicando métodos para sua observação, ele omite as suas próprias tentativas, a qual se dedicou junto com seu discípulo Benedetto Castelli (LEITÃO, 2010, p. 76 – 77).

A razão para Galileu não divulgar suas tentativas de medição da paralaxe anual das estrelas não são conhecidas, mas é evidente que ele além de outros astrônomos, tais como, Benedetto Castelli e Robert Hooke, realizaram tentativas no sentido de medir a paralaxe, o que, em razão de se tratar de ângulos muito pequenos só foi verificado em 1838, por Friederich Wilhem Bessel, com a determinação de um ângulo de paralaxe de 0,313 segundos de arco da estrela *61-Cygni*, na constelação de Cisne (LEITÃO, 2010, p. 75). Desta forma, além da luneta telescópica ter possibilitado a descoberta de uma série de novas estrelas, permitindo resolver a questão fundamental sobre o movimento da Terra em relação às estrelas, o que, por conseguinte, possibilitou a determinação de uma primeira escala de tamanho para o Universo.

3.5 OBSERVAÇÕES PÓS *SIDEREUS NUNCIUS*

Apesar da publicação do *Sidereus Nuncius*, Galileu prossegue varrendo os céus à procura de mais novidades celestes. Em julho de 1610 Galileu descobre, ao observar por meio da sua luneta telescópica, que o planeta Saturno é ladeado por dois corpos que não se movem, e no final do mesmo ano ao observar Vênus verifica que este apresenta um sistema de fases ao longo do tempo, assim como a Lua, o que implicava que tal planeta deveria orbitar ao redor do Sol (VAN HELDEN, 2009). Além de realizar estas impressionantes descobertas, Galileu faria um estudo sobre as manchas solares a partir de um método de projeção utilizando a sua luneta telescópica

A seguir são descritos tais achados e estudos realizados pelo cientista italiano, os quais foram tão importantes quanto as descobertas descritas no seu livro *Sidereus Nuncius*.

3.5.1 Saturno Tricorpóreo

Logo em seguida à publicação do *Sidereus Nuncius* em março de 1610 Galileu continua seus estudos do céu, e logo descobre que o planeta Saturno, assim como Júpiter apresentasse ladeado por corpos que o acompanham durante seu trajeto pelo céu. Na Fig. 3.21 temos um recorte da carta de Galileu a Belisario Vinta, de 30 de julho de 1610, onde ele apresenta um esboço suas primeiras observações do planeta Saturno a partir de sua luneta telescópica.

Figura 3.21 – Saturno Tricorpóreo.



Fonte: Museo Galileo⁷ (2008). Adaptado pelo autor.

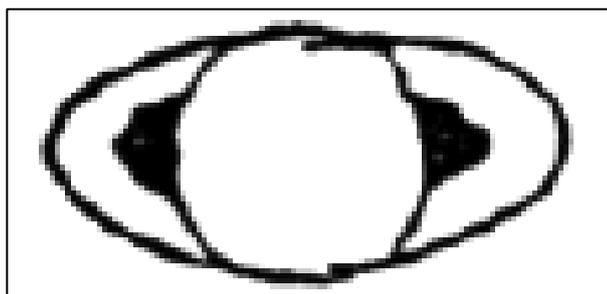
A representação de Saturno na Fig. 3.19 sugere que as propriedades físicas que seu instrumento possuía não permitiam uma resolução suficiente para distinguir os anéis de Saturno, fato é que ele interpretou os anéis como dois corpos desconectados que o ladeavam, configuração à qual ficou conhecida como “Saturno tricorpóreo”. Além disso, em carta a Giuliano de’ Medici, de 13 de novembro de 1610, Galileu alerta para o fato de Saturno ser observado como um objeto único de formato oblongo, como uma azeitona, e não como três corpos distintos, como representado na Figura 3.7, se a luneta telescópica utilizada for de baixa qualidade (FAVARO, 1965, X, p. 379).

Saturno, no entanto, guardava novas surpresas e, no final de 1612, ao observá-lo após alguns meses sem observações, ele nota que os dois corpos que

⁷ Disponível em: < <https://brunelleschi.imss.fi.it/itinerari/immagine/img34491.html>>.

ladeavam o planeta haviam sumido, tendo retornado apenas em 1613, e mudado a sua forma em 1616 de dois corpos ladeando Saturno para “duas alças” saindo do planeta, vide Fig. 3.22 (VAN HELDEN, 1974).

Figura 3.22 – Saturno “com alças”.



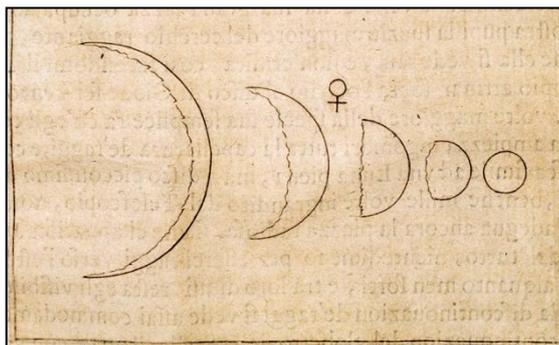
Fonte: Favaro (1965, XII, p. 217). Adaptado pelo autor.

Estas mudanças na forma de Saturno intrigavam os cientistas da época que tentavam explicar o mistério que o envolvia. Este enigma só seria esclarecido décadas depois quando Christiaan Huygens (1629 - 1695) mostrou nas suas obras *De Saturni luna observatio nova* (1656) e *Systema Saturnium, sive de causis mirandorum Saturni Phanenomenon, et comite ejus planeta novo* (1659) que Saturno possuía um anel ao seu redor, e Jean Dominique Cassini (1625 - 1712) nota que este anel se tratava, na verdade, um anel duplo (LEITÃO, 2010, p. 95).

3.5.2 Descoberta das Fases de Vênus

No caso de Vênus, a surpresa foi notar, a partir de observações com a luneta telescópica, que o planeta exibia ao longo dos dias um ciclo de fases similar ao apresentado pela Lua. Na Fig. 3.23 vemos uma representação de Vênus com seu sistema de fases desenhado por Galileu.

Figura 3.23 – Fases de Vênus.



Fonte: Museo Galileo⁸ (2010). Adaptado pelo autor.

Esta descoberta, tão surpreendente quanto as demais, trazia consequências importantes para os modelos de explicação do Universo em disputa. O sistema de fases de Vênus demonstrava que o planeta revolucionava em torno do Sol, o que ia de encontro ao modelo de Ptolomeu, restando apenas o modelo de Copérnico e o modelo híbrido de Tycho Brahe (LEITÃO, 2010, p. 97).

3.5.3 Observações das Manchas Solares

As manchas solares é um fenômeno percebido milênios antes do surgimento da luneta telescópica, com observações e registros realizados a olho nu no extremo oriente desde o ano 165 a.C. (LEITÃO, 2010, p. 99). Na Europa, há registros realizados por russos em 1365 e 1371 d.C., e na Boêmia em 1139 d.C, no entanto, o mais antigo registro data de 807 d.C, publicado na crônica alemã *Annales Loiselanos* (LORENSI e PACINI, 2016).

Antes do surgimento da luneta telescópica muitos cientistas faziam observações do Sol a partir do uso de câmeras escuras, o qual se popularizou na Europa entre os séculos XVI e XVII a partir das observações e estudos realizados por Reinerus Gemma Frisius (1508 - 1555) (LORENSI e PACINI, 2016). Entre os estudos do Sol realizados por meio do método de projeção da câmera escura, destaca-se a tentativa de Johannes Kepler de observação do trânsito de Mercúrio sobre o Sol ocorrido em 1607, o qual acreditou ter observado a sombra do planeta sobre o disco solar, entretanto, o que o cientista alemão observara se tratava de uma pequena mancha solar (CASANOVAS, 1997).

⁸ Disponível em: < <https://catalogo.museogalileo.it/approfondimento/FasiVenere.html>>.

Estes registros servem para demonstrar que tal fenômeno era observado antes da introdução da luneta telescópica, embora apenas a partir da utilização desta nova ferramenta que os estudos científicos e sistemáticos sobre este fenômeno passam a ser realizados.

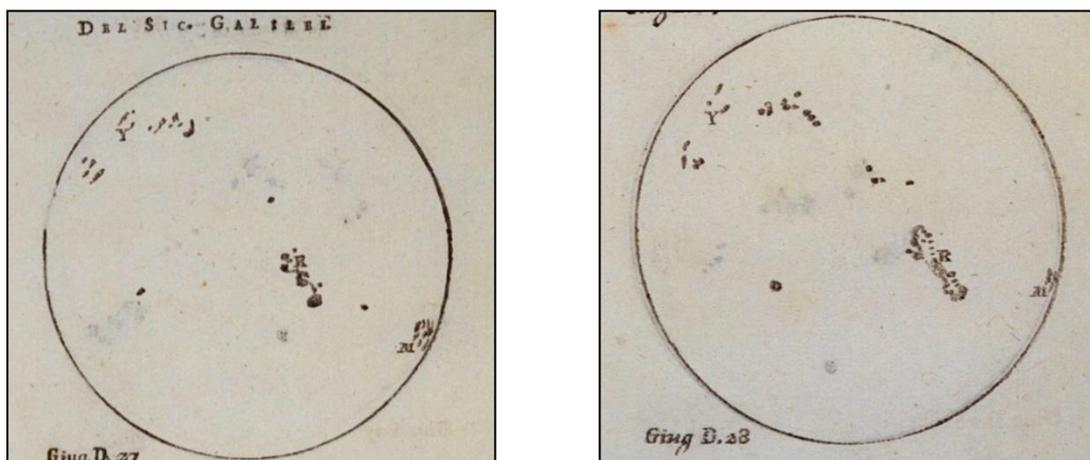
Apesar de controvérsias sobre quando e quem teria primeiro observado as manchas solares com o auxílio da luneta telescópica, pode-se afirmar que Galileu Galilei e Thomas Harriot (1560 – 1621) foram os primeiros a fazê-lo no final de 1610, enquanto o primeiro trabalho publicado a respeito deste fenômeno deu-se no ano de 1611 com o livro intitulado *De Maculis in Sole Observatis*, escrito por Johannes Fabricius (VAN HELDEN, 1995).

Galileu só realizaria estudos sistemáticos sobre as manchas solares a partir de 1612, enquanto Christoph Scheiner (1573 – 1650), um jesuíta professor de matemática, seu antagonista nos estudos sobre o Sol, já estava fazendo estudos sistemáticos desde outubro de 1611, publicando em janeiro de 1612 sua obra intitulada *Tres Epistolae de Maculis Solaribus Scriptae ad Marcum Welserum* (LEITÃO, 2010, p. 101).

Em 1613, Galileu publica um livro intitulado: *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*, na qual defende a ideia de que tais manchas se tratava de nuvens que existiam na superfície do Sol, similares às nuvens encontradas na Terra, o que explicava a observação do seu movimento irregular (GIUDICE, 2014, p. 60 – 61). Scheiner, no entanto, defendia que este fenômeno era devido ao trânsito de satélites, ainda não observados, em torno do Sol (LEITÃO, 2010, p. 101).

Na Fig. 3.24 é apresentado alguns dos desenhos que Galileu fez do Sol e de suas manchas.

Figura 3.24 – Manchas Solares.



Fonte: Museo Galileo⁹ (2010). Adaptado pelo autor.

Este fenômeno desafiava o paradigma da incorruptibilidade do domínio celeste, e os dois cientistas envolveram-se em polêmicas sobre sua explicação.

Apesar disso, cabe aqui esclarecer que as observações solares eram feitas por uma técnica de projeção da luz do Sol em um anteparo. Há, inclusive, relatos em textos, livros e outros, que indicam que Galileu teria ficado cego a partir de observações diretas do Sol feitas por meio da sua luneta telescópica, isto se trata, na verdade, de uma lenda urbana, visto que o cientista italiano ficou cego aos 72 anos de idade em função de uma combinação de catarata e glaucoma (YOUNG, 2020).

A técnica de projeção do Sol utilizada por Galileu foi desenvolvida por Benedetto Castelli (1578 – 1643), nela é projetada a imagem do sol através da luneta telescópica em um anteparo, a partir dela é possível estudar em detalhes a superfície do Sol (VAN HELDEN, 1995). No site do *Museo Galileo*¹⁰ é apresentado a técnica utilizada por Galileu durante seus estudos, e na Fig. 3.23 observa-se este método de projeção sendo utilizado por Christoph Scheiner, antagonista de Galileu.

⁹ Disponível em: < <https://catalogo.museogalileo.it/approfondimento/MacchieSolari.html> >.

¹⁰ Disponível em: < <https://catalogo.museogalileo.it/multimedia/Elioscopio.html> >.

Figura 3.25 – Observação das Manchas Solares Realizado por Christoph Scheiner pelo Método de Projeção.



Fonte: Wikimedia Commons¹¹.

A ilustração da Fig. 3.25 está presente na obra *Rosa Ursina* de Christoph Scheiner, e representa o cientista jesuíta e seu assistente utilizando esta técnica de projeção nos estudos das manchas solares, por volta de 1625.

Por fim, fica claro que a totalidade de descobertas e registros astronômicos realizados por Galileu, além de numerosos, são de importância tremenda para o entendimento do Universo. Antes da introdução da luneta telescópica como ferramenta científica no estudo dos astros, a concepção de mundo da humanidade era limitada, no entanto, o uso deste novo instrumento descortinou segredos que abalaram paradigmas arraigados durante milênios, transformando a forma como a humanidade enxerga o Universo e a si mesma.

¹¹ Disponível em: < https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sheiner_Viewing_Sunspots_1625.jpg >;

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a escolha metodológica e técnicas de pesquisa utilizadas neste trabalho, além de apresentar a descrição do processo metodológico da pesquisa. Realiza-se uma descrição das ações e atividades a serem executadas para a consecução do objetivo do projeto e, a produção do produto educacional.

4.1 ABORDAGEM DE ANÁLISE: QUALITATIVA

Para o desenvolvimento desta pesquisa utilizaremos os métodos que possam chegar neste fim desejado e nortear as ações que serão tomadas ao longo do desenvolvimento das atividades do projeto. A metodologia a ser aplicada durante a pesquisa é uma escolha realizada que visa atender aos objetivos propostos e, é de extrema importância na pesquisa. Pois, como afirma Martins (2004, p. 291) “metodologia é entendida aqui como o conhecimento crítico dos caminhos do processo científico”.

Na decisão de escolha da metodologia que seria utilizada por este trabalho, foi levada em consideração se esta pesquisa se enquadrava dentro de uma perspectiva de abordagem quantitativa, ou de abordagem qualitativa. Cada uma destas abordagens possui características específicas e servem para determinados fins. A abordagem quantitativa se caracteriza da seguinte forma:

(...) as pesquisas quantitativas apresentam características como variáveis objetivas onde diferentes pesquisadores poderão obter os mesmos resultados em observações distintas; medições numéricas que são consideradas mais ricas do que descrições verbais e manipulação de dados estatísticos de forma dedutiva para generalização dos resultados da pesquisa. (NASCIMENTO e CAVALCANTE, 2018, p. 252)

Ao passo que na pesquisa de abordagem qualitativa temos a seguinte definição:

A pesquisa qualitativa é chamada também *naturalista* porque não envolve manipulação de variáveis, nem tratamento experimental (é o estudo do fenômeno em seu acontecer natural); *fenomenológica* porque enfatiza os aspectos subjetivos do comportamento humano, o mundo do sujeito, suas experiências cotidianas, suas interações sociais e os significados que dá a

essas experiências e interações; *interacionista simbólica* porque toma como pressuposto que a experiência humana é mediada pela interpretação, a qual não se dá de forma autônoma. (MOREIRA e ROSA, 2016, p. 8 apud ANDRÉ, 1998, p. 17 - 18)

Analisando estas duas perspectivas de abordagem percebemos que esta pesquisa não trabalha com variáveis objetivas, medições numéricas e manipulação de dados estatísticos para generalização dos resultados da pesquisa, mas que, enfatiza aspectos subjetivos do comportamento humano e, suas experiências cotidianas, o que, portanto, a caracteriza pela perspectiva de abordagem qualitativa de pesquisa.

4.2 METODOLOGIA PESQUISA-INTERVENÇÃO

No âmbito da pesquisa científica existem uma série de procedimentos e técnicas que o pesquisador dispõe no desenvolvimento do seu trabalho, entre estes encontra-se a *pesquisa-intervenção*, que se trata de uma metodologia de pesquisa utilizada na intervenção de uma determinada realidade social. A *pesquisa-intervenção* parte da identificação de um problema e define ações para a resolução deste, sendo esta metodologia utilizada durante esta pesquisa.

O modelo clássico de pesquisa, influenciado por uma orientação positivista que recomenda o uso de procedimentos com o objetivo de obter um máximo de objetividade na pesquisa, sofreu várias críticas, e modelos alternativos de pesquisa foram propostos, tais como a *pesquisa-ação* (GIL, 2008, p. 29 – 30). Segundo Rocha (2003), a *pesquisa-ação* surge na década de 1930 nos Estados Unidos com o psicólogo Kurt Lewin, que inaugura uma nova possibilidade de articulação entre teoria e prática, sujeito e objeto, que desestabilizava o mito da objetividade na produção do conhecimento. Todavia, em razão da *pesquisa-ação* não ser capaz de superar a visão dicotômica entre teoria e prática de investigação, surge na França, na década de 1960, a *pesquisa-intervenção* que representa uma crítica à política positivista de pesquisa, e que é norteadada por aspectos de modificação de parâmetros de investigação relativos à neutralidade e a objetividade do pesquisador, acentuando a produção concomitante do sujeito e do objeto (GALVÃO e GALVÃO, 2017; ROCHA, 2003).

Na esfera nacional a *pesquisa-intervenção* é utilizada como metodologia de pesquisa em diferentes áreas do conhecimento. Entre os artigos científicos que utilizaram da *pesquisa-intervenção* destaca-se, na área da saúde, os trabalhos de Macareta, Soares e Oliveira (2019), Mendes, Pezzato e Sacardo (2016), na área de psicologia Paulon (2005) e Szymanski e Cury (2004), e na área da Educação Miranda et. al. (2016), Felix e Viotto Filho (2019). Cabe ainda fazer menção a pesquisa de Melques, Schlünzen e Araya (2015) que apresentam uma pesquisa de Mestrado na área de Ensino de Física a qual utilizou da *pesquisa-intervenção*, e a dissertação de Mestrado de Silva (2019), na área de Ensino de Astronomia, que escolheu esta metodologia na sua pesquisa.

A *pesquisa-intervenção* por possuir certos aspectos de similaridade à *pesquisa-ação*, por vezes é confundida com esta (MONCEAU, 2005), entretanto, como mostra Damiani et. al. (2013), apesar dos seus pontos de convergências existem importantes aspectos que as diferenciam. No contexto educacional a *pesquisa-intervenção* se dá a partir de uma intervenção pedagógica em um cenário educacional. Damiani et. al. (2013) as classifica como “pesquisas do tipo intervenção pedagógica”, que envolve o planejamento e implementação de uma interferência, com o objetivo de contribuir para a solução de problemas práticos detectados, e a avaliação dos efeitos da intervenção pedagógica. Deste modo, o pesquisador, que se encontra inserido na realidade social da pesquisa 1º) planeja suas ações com base na problemática identificada no seu ambiente de pesquisa; 2º) realiza a implementação de ações de intervenção pedagógica visando uma mudança positiva da realidade dos participantes da pesquisa e 3º) avalia os efeitos que suas interferências produziram nos sujeitos envolvidos.

4.3 ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA

A proposta deste trabalho consiste em avaliar como estão sendo trabalhadas as observações astronômicas de Galileu Galilei no Ensino e, em verificando lacunas sobre este tópico, propor e desenvolver ações que possam sensibilizar os atores aqui envolvidos, em especial os licenciandos nos cursos de Licenciatura em Física, sobre a importância destas observações para o desenvolvimento da Ciência.

O problema aqui estudado, da verificação da abordagem no Ensino das descobertas astronômicas que Galileu realizou com seu telescópio a partir de 1609,

possui como contexto a importância que tal trabalho teve para a humanidade. Tal feito foi motivo para a ONU, por iniciativa da Unesco e da IAU (International Astronomical Union), proclamar o ano de 2009 como o Ano Internacional da Astronomia (IYA2009 – International Year of Astronomy 2009), em comemoração aos 400 anos em que Galileu apontou pela primeira vez seu telescópio para o céu e fez descobertas impressionantes (CESARSKY e HUCHT, 2006).

Dado este contexto, podemos afirmar que a questão norteadora apresentada nesta pesquisa poderia ser resumida desta forma: “*Qual a importância das observações astronômicas de Galileu para o nosso entendimento do Universo?*”. E a partir daí nós identificamos o problema a ser abordado nesta pesquisa e que pode ser resumido no seguinte questionamento: “*As contribuições e descobertas astronômicas de Galileu são abordadas no Ensino?*” Já o produto educacional gerado neste trabalho foi à elaboração de um roteiro de atividades que contém etapas de observação astronômica a olho nu, e a partir de instrumentos astronômicos como, o quadrante, o gnômon, o relógio de sol e, a luneta astronômica.

Com este problema posto deu-se início a uma pesquisa histórica a respeito do trabalho de Galileu no campo da Astronomia, pesquisando em documentos, artigos científicos e livros aquilo que compôs as suas descobertas e estudos astronômicos, identificando que objetos celestes ele observou por meio de seus telescópios.

Em seguida, foram analisados livros didáticos e projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Física com o propósito de identificar as lacunas presentes nos livros didáticos utilizados pelos professores de Física no Ensino Médio, assim como sinalizar a possível falta de abordagem do tópico aqui pesquisado durante formação dos licenciandos nos cursos de Licenciatura em Física.

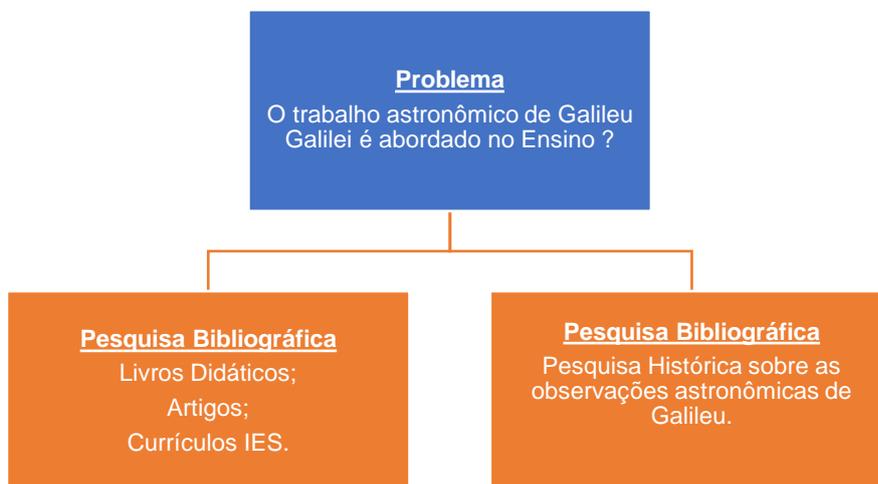
E por fim, foi realizado uma série de observações e registros dos corpos celestes através do telescópio que o IFBA – campus Salvador dispõe. Em um primeiro momento foi realizado o treinamento e ambientação de modo a se apreender todo o processo de utilização e calibração do telescópio, bem como o de registro de imagens, através de levantamento dos alvos a serem observados, do melhor lugar e horário para observação, das técnicas necessárias para o acompanhamento destes astros, do manuseio dos softwares utilizados para registro e tratamento de dados. Além disto, foi feito a ambientação do céu noturno através do reconhecimento das estrelas, constelações e, planetas, determinando sua

localização e o tempo em que estes permanecem visíveis no céu, de maneira a determinar o melhor local, dentro do IFBA – *campus* Salvador, em que foram realizadas as atividades para a observação com o telescópio. Isto consiste no treinamento prévio do pesquisador para a atividade observacional, assim como, para a atividade de registro dos astros observados, por meio de vídeo e imagens, que serão realizados.

Após o treinamento para a atividade observacional e, para a atividade de registro dos astros por meio de vídeo e imagens, foi efetuado uma série de observações/registros de estrelas, planetas e, Lua, sendo isto realizado de modo periódico de modo a observar a sua dinâmica celeste. Os astros que foram acompanhados são aqueles os quais Galileu deixou algum tipo de registro observacional; como por exemplo, Júpiter, Vênus, Saturno, Sol e a Lua; de modo que possamos fazer comparações entre as imagens que capturamos através do nosso telescópio, e as imagens que Galileu deixou registrado. É importante enfatizar que por razão destas atividades estarem sendo realizados dentro do IFBA – *campus* Salvador, local onde existe a presença natural de estudantes e, portanto, de um público naturalmente interessado por este tipo de atividade, é que durante o processo de obtenção dos dados foi dado espaço aos estudantes para acompanhar o trabalho e realizar alguma observação.

Na Fig. 4.1 é apresentado de forma resumida as etapas que foram descritas anteriormente.

FIGURA 4.1 – Estruturação da Pesquisa.



Fonte: Produzido pelo autor.

Com as etapas apresentadas na Fig. 4.1 encaminhadas, e com os dados observacionais já tratados em mãos, será dado ênfase ao desenvolvimento de atividades que possam ser aplicados aos estudantes do IFBA – campus Salvador, notadamente os estudantes da Licenciatura em Física. Estas atividades serão planejadas em cima da pesquisa bibliográfica, das observações desenvolvidas, e consistirão em atividades de divulgação, bem como de aplicação do produto educacional, que consistirá em um roteiro/manual com atividades que abordem a temática das descobertas observacionais de Galileu Galilei e, que possam ser utilizados por professores nos cursos de licenciatura em Física na formação de seus alunos, de maneira a capacitá-los neste tema.

As atividades presentes no produto educacional consistirão em momentos em que serão realizadas as observações, e momentos em que serão aplicados conteúdos e atividades em sala. Iniciando, primeiramente, com a aplicação do roteiro em sala de aula, o qual abordará os conteúdos pertinentes, bem como a atividade de construção de uma pequena luneta. Em seguida, com a finalização da etapa em sala, teremos as observações astronômicas feita em ambiente previamente escolhido para tal.

Cabe aqui mencionar que antes do cenário de pandemia de COVID-19 as atividades de observação foram pensadas em três etapas, na primeira etapa seriam realizadas atividades de reconhecimento do céu a olho nu, com a apresentação dos principais astros celestes do céu daquele momento, identificando estes por brilho, cor e posição; na segunda etapa, a observação seria realizada por uma pequena luneta a qual seria construída pelos próprios estudantes dentro do roteiro de atividades, e que serviria para simular como eram realizadas as observações astronômicas por Galileu; e por fim, na terceira etapa, as observações seriam realizadas por meio do telescópio computadorizado da marca *Celestron*, que foi utilizado para o registro das imagens dos astros.

De modo a adaptar as atividades observacionais ao modelo de aulas remotas foi pensado a utilização de softwares de simulação do céu, como o *Stellarium*, para a realização das observações dos astros. A primeira etapa de reconhecimento do céu a olho nu, será feita a partir da utilização deste software, explorando algumas das ferramentas que este possui, como por exemplo as posições dos pontos cardeais e da eclíptica para orientação, e o uso de asterismo para identificação das constelações. Na segunda etapa é proposto, a partir da identificação de alguns

astros e do treinamento inicial no *Stellarium*, a construção de um quadrante por parte dos estudantes para medição da variação diária de um determinado astro, e a análise da posição do planeta Marte para o ano de 2020 em relação ao plano de fundo estelar. A análise da posição de Marte é acompanhada do registro da sua posição em relação ao plano de fundo estelar ao longo de determinado período de 2020. E na terceira etapa temos a construção da luneta por parte dos estudantes.

4.4 O PÚBLICO-ALVO

O público-alvo do produto educacional (roteiro de atividades) aqui desenvolvido consta de estudantes do curso de Licenciatura em Física do IFBA – campus Salvador, bem como professores de prática de ensino de licenciaturas.

Os licenciandos do IFBA se mostraram entusiasmados durante as atividades desenvolvidas nesta pesquisa, como os minicursos e as observações do céu como o telescópio. A escolha deste público se dá em razão da possibilidade de cada licenciando se tornar um propagador desta proposta de atividade quando já professores nas escolas de Ensino Médio ou Superior.

4.5 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional resultante deste trabalho passou por um desenvolvimento contínuo. Inicialmente foi planejado construirmos um roteiro de atividades em que fosse possível realizar a revisitação das observações astronômicas de Galileu. Esta atividade seria constituída da construção de uma luneta telescópica que seria utilizada pelos estudantes para o entendimento dos conceitos ópticos envolvidos e, para a observação dos mesmos astros observados por Galileu. Entretanto, durante os seminários de qualificação, foram sugeridos aperfeiçoamentos neste plano de atividades, o qual passou a se constituir, além da construção da luneta telescópica, de momentos de atividades observacionais que permitissem ao estudante perceber o desenvolvimento histórico que a Astronomia sofreu a partir da introdução do telescópio como ferramenta observacional.

O roteiro de atividades, passou então a ser idealizado com três momentos distintos de atividades observacionais, além da construção da luneta telescópica pelos estudantes. O primeiro momento de observação do céu seria realizado a olho

nu, sem o auxílio de instrumentos, com o objetivo tanto de ambientar o estudante aos conceitos introdutórios necessários à observação celeste, quanto para ilustrar o modo de estudos dos astros que predominou até a introdução do telescópio. O segundo momento de observação seria realizado utilizando a luneta telescópica, construída pelos estudantes a partir de materiais de baixo custo. Com esta ferramenta em mãos eles fariam a revisitação das observações de Galileu com o objetivo de se familiarizarem com o instrumento e perceberem as dificuldades que envolvem o uso da luneta. E, por fim, o terceiro momento foi pensado com as observações sendo feitas por meio do telescópio refletor computadorizado utilizado na fase de ambientação e registro de imagens, em que os estudantes fariam os registros dos astros por meio das câmeras de seus celulares, o objetivo nesta etapa seria fazê-los perceber o processo de desenvolvimento do conhecimento sobre o Universo atrelado ao desenvolvimento tecnológico.

Este roteiro de atividades com observações divididas em três momentos distintos, chegou a ser apresentada no formato de aula presencial aos estudantes da Licenciatura em Física e da Licenciatura em Matemática do *campus* Salvador, na disciplina de Introdução à Física, na data de 03/03/2020, num cenário pré-pandêmico. As atividades foram ministradas em separado para os estudantes dos dois cursos, com duas aulas para cada turma. Neste encontro a parte de construção da luneta não foi aplicado, nos detemos apenas às atividades observacionais, iniciando com as observações à olho nu, na qual utilizamos de uma ponteira laser para indicação dos astros. Em seguida passamos para a observação por meio do telescópio refrator, contudo, no dia em questão só dispúnhamos de um exemplar, o que limitou o uso por parte dos estudantes. E por fim utilizamos o telescópio refletor computadorizado utilizado durante as atividades de registro de imagens.

Com as mudanças na dinâmica de ensino advindas com as atividades remotas, consequência do isolamento social, foi repensado o nosso roteiro de atividades e, portanto, o próprio produto educacional.

A partir deste novo cenário as atividades foram repensadas. A atividade de observação a olho nu foi idealizada sendo realizada em conjunto com um software de simulação, no nosso caso o programa escolhido foi o *Stellarium*. Aqui o reconhecimento do céu é realizado com o auxílio do simulador, que dispõe de uma série de ferramentas que permitem a introdução dos conceitos básicos de observação astronômica ao estudante.

A atividade de construção da luneta telescópica foi mantida, mas optamos por retirar a observação com o telescópio computadorizado, e inserimos novas atividades experimentais e observacionais, que foram a construção do quadrante, do gnômon e do relógio de Sol. Sendo todas estas ferramentas construídas a partir de materiais de baixo custo, assim como a luneta telescópica.

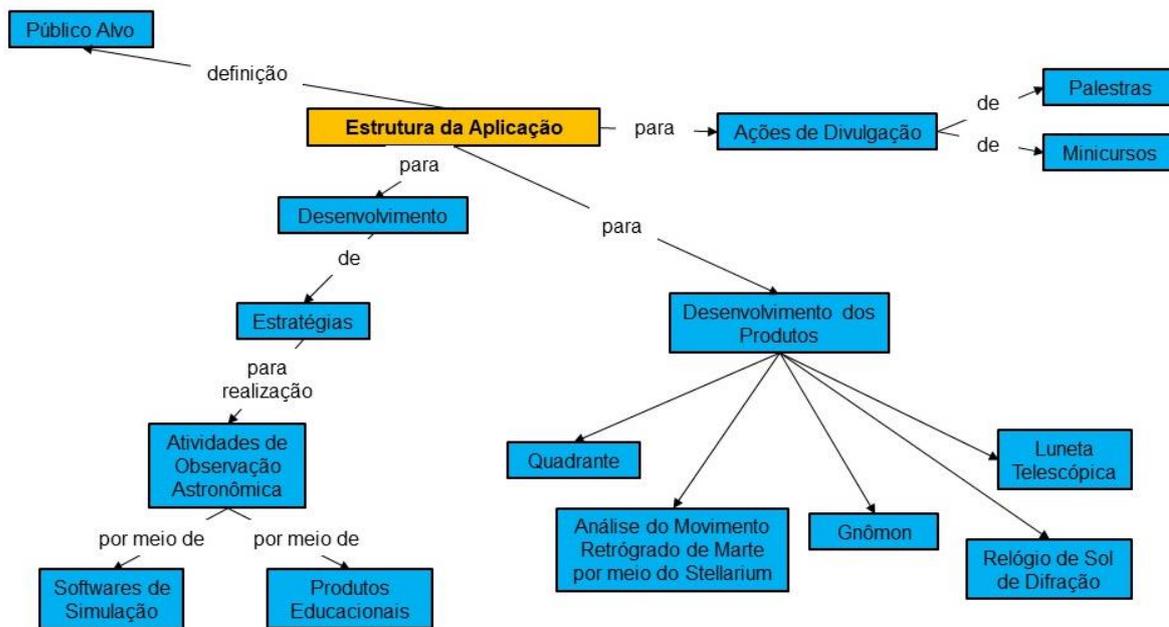
4.6 PRODUTO EDUCACIONAL (ROTEIRO DE ATIVIDADES)

As atividades propostas sintetizam, na forma de produto educacional, o conjunto de ações realizadas durante toda a pesquisa. Tendo como público-alvo do produto educacional os estudantes da Licenciatura em Física do IFBA - *campus* Salvador, este roteiro de atividades objetiva, a partir de uma perspectiva experimental e observacional, apresentar os conceitos básicos necessários à observação astronômica, ilustrar de forma breve a evolução dos meios de observação dos astros até a chegada da luneta telescópica, fazendo isto em etapas, as quais se iniciam com atividades observacionais de identificação de objetos à olho nu e com a utilização do Stellarium, e progride com a inserção de instrumentos astronômicos pré-telescópicos, construídos pelos próprios estudantes.

A última atividade constante deste produto educacional na forma de roteiro, consiste na construção da luneta telescópica, à qual objetiva explorar os conceitos ópticos básicos deste instrumento e, a partir do uso desta ferramenta, contextualizar as descobertas astronômicas de Galileu Galilei no âmbito do desenvolvimento do campo da Astronomia, apresentando as consequências históricas que tais descobertas tiveram durante a disputa entre os modelos de explicação do Universo.

No esquema do Fig. 4.2 é ilustrado como está dividido a estrutura de aplicação do projeto.

FIGURA 4.2 – Esquematização da Estrutura de Aplicação do Projeto.



Fonte: Produzido pelo autor.

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE EM LIVROS, CURRÍCULOS, ARTIGOS CIENTÍFICOS

Devido a importância da Astronomia para o entendimento dos fenômenos naturais é sugerido que os conteúdos relacionados com esta disciplina sejam trabalhados desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Nos documentos oficiais de Educação existem sugestões neste sentido, os PCNs, documento produzido para nortear o trabalho docente, apresentava temas relacionadas a Astronomia na sua grade curricular, e a BNCC, documento normativo recentemente produzido, sugere que os temas de Astronomia sejam trabalhados dentro da unidade temática “Terra e Universo”, a qual perpassa o Ensino Fundamental desde seus anos iniciais, e seguem sendo sugeridos no Ensino Médio a partir do desenvolvimento de competências específicas para os estudantes.

5.1 LEVANTAMENTO DE CONTEÚDOS SOBRE TEMAS RELACIONADOS A GALILEU NOS LIVROS DIDÁTICOS

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) abrange uma série de ações voltadas para a distribuição de obras didáticas em escolas públicas de educação do País. Esta política governamental é uma importante contribuição à educação, principalmente para os estudantes mais carentes que enfrentam obstáculos de acesso ao conhecimento. Tatará e Lisovski (2011) em seu estudo afirmam que: “O livro didático no Brasil, em geral, é considerado por muitos professores e estudiosos como uma fonte de informação, que auxilia tanto o professor durante as aulas, quanto os alunos em seus estudos”.

No entanto, apesar da importância que o livro didático possui, é possível encontrar problemas nos conteúdos apresentados. Nos tópicos relacionados a Astronomia, em especial, presente nestes materiais, diversos autores (AMARAL e OLIVEIRA, 2011; Batista, Fusinato e Oliveira, 2018; Langhi e Nardi, 2007, Moraes, Moreira e Sales, 2012) apontam a presença de erros relacionados ao conteúdo apresentado.

Autores como Macedo, Dutra e Fernandes (2010) já notaram, por exemplo, ao analisar os livros didáticos utilizados por professores do Ensino Fundamental no

município de Amargosa, que os conteúdos de Astronomia além de serem pouco abordados, apresentam uma série de erros conceituais. Tal fato somado as falhas na formação inicial dos professores quanto ao estudo dos conteúdos astronômicos (LANGHI, OLIVEIRA e VILAÇA, 2018, p. 462), geram problemas na aprendizagem sobre os tópicos estudados em sala de aula, pois, se tais conteúdos são trazidos de forma equivocada ou incorreta, o professor mal capacitado não será capaz de realizar as devidas correções e ajustes ao conteúdo contido no livro, e tais erros acabam por se propagar.

No que diz respeito a análise sobre o livro didático deste trabalho, avaliaremos os livros de Física do Ensino Médio com o objetivo de verificar como é abordado o trabalho observacional de Galileu Galilei, verificando possíveis erros, e ausência de tópicos. Esta pesquisa se faz necessária pois, na maior parte das vezes, o livro didático é a única ferramenta que o professor possui na sua prática docente, e caso haja alguma deficiência neste instrumento de apoio, o professor sofrerá para suprir tal lacuna, e por consequência o estudante poderá ter uma formação deficitária.

A análise sobre como é abordado a questão das observações de Galileu nos livros didáticos de Física já foi motivo de estudo por parte de Monteiro e Nardi (2015), quando este analisou como os autores de treze livros didáticos de Física da educação básica tratam as contribuições de Galileu para a Astronomia. Esta pesquisa constata que a maioria dos livros didáticos citam as contribuições de Galileu à Astronomia, mas as apresentam desarticuladas entre si e do contexto mais amplo. Todavia, durante a análise realizada sobre as contribuições de Galilei para a Astronomia, os autores da pesquisa não discriminam dentro desta categoria os objetos observados por Galileu.

Desta forma, a análise realizada sobre os livros didáticos terá o objetivo de pormenorizar quais observações e descobertas astronômicas os autores mencionam em suas obras. O Quadro 5.1, a seguir, indica os livros analisados nesta etapa da pesquisa.

Quadro 5.1 – Títulos dos Livros de Física Presentes no PNLD 2018 e Analisados Nesta Pesquisa.

Sigla	Autores	Título	Volume	Editora	Edição
Livro 1	MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H. C.; SANT'ANNA, B.	Conexões com a Física	1	Moderna	3ª – (2016)
Livro 2	TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M.	Física – Ciência e Tecnologia	1	Moderna	4ª – (2016)
Livro 3	BARRETO, B.; XAVIER, C.	Física – Aula por aula	1	FTD	3ª – (2016)
Livro 4	GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA J. R.; CARRON W.	Física	1	Ática	2ª – (2016)
Livro 5	BONJORNO, J. R.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; BONJORNO, V; BONJORNO, M. A.; CASEMIRO, R.; BONJORNO R. F. S. A.	Física: Mecânica	1	FTD	3ª – (2016)
Livro 6	GASPAR, A.	Compreendendo a Física	1	Ática	3ª – (2016)
Livro 7	DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.	Física	1	Saraiva	3ª – (2016)
Livro 8	YAMAMOTO, K.; FUKE, L. F.	Física para o Ensino Médio	1	Saraiva	4ª – (2016)
Livro 9	RIBEIRO DA LUZ, A. M.; ÁLVARES, B. A., GUIMARÃES, C. C.	Física: Contexto & Aplicações	1	Scipione	2ª – (2016)
Livro 10	FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; OLIVEIRA, V. S.	Ser Protagonista - Física	1	SM	3ª – (2016)
Livro 11	GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C.	Física: Interação e Tecnologia	1	Leya	2ª – (2016)
Livro 12	PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R.	Física em Contextos	1	Editora do Brasil	1ª – (2016)

Fonte: Produzido pelo autor.

O **Livro 1** em seu volume 1, apresenta nas páginas: 148 – 149 do Capítulo 12 - Leis de Kepler, dois parágrafos em que aborda o trabalho de aprimoramento da luneta telescópica por Galileu, além de suas observações com este instrumento, citando de forma breve as observações de Vênus, Lua e Júpiter. No seu Capítulo 3 – Lançamento vertical no vácuo, pág. 54, é apresentado rapidamente a contribuição de Galileu para o estudo da queda dos corpos.

O **Livro 2** no seu capítulo 8 – Gravitação Universal, pág. 228, apresenta as contribuições de Galileu como um subtópico com dois parágrafos, no qual é apresentado apenas as descobertas dos satélites de Júpiter. É interessante notar que, no boxe sobre a biografia de Galileu contida no Capítulo – movimento, pág. 49, o autor cita as descobertas dos quatro satélites de Júpiter, além do livro Sidereus Nuncius escrito por Galileu, o qual contém outras descobertas astronômicas que não são citadas pelos autores. Neste mesmo boxe é citado de forma breve as contribuições que Galileu nos deixou com seus estudos sobre a queda dos corpos.

O **Livro 3** em seu capítulo 11 – As leis da Gravitação, na página 161, é citado de forma breve que as descobertas astronômicas de Galileu estão descritas no livro Mensageiro das estrelas. E cita como exemplos as observações das imperfeições da Lua, e os satélites de Júpiter. Na pág. 63, do capítulo 5 – Queda livre e lançamento horizontal, é apresentado de forma breve a contribuição de Galileu para o estudo da queda dos corpos.

O **Livro 4** em seu capítulo 9 – O Sistema Solar e a Terra, não foram encontradas nenhuma citação ao trabalho astronômico de Galileu e suas descobertas. No capítulo 3 – movimentos em uma dimensão, é apresentado que Galileu foi o primeiro a realizar experimentos para determinar a aceleração da gravidade.

O **Livro 5** em seu capítulo 12 – Gravitação universal, apesar de ser discutido os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, não encontramos nenhuma referência a Galileu, nem tampouco a seu trabalho observacional. No seu capítulo 5 – Movimento vertical, os autores apresentam os estudos realizados por Galileu para o movimento de queda dos corpos.

O **Livro 6** em seu capítulo 15 – Gravitação, não foram encontradas nenhuma citação ao trabalho astronômico de Galileu e suas descobertas. No capítulo 5 – Movimentos sob a ação da gravidade é apresentado o estudo sobre a queda dos corpos, entretanto, não é citado as contribuições de Galileu sobre este assunto.

O **Livro 7** em seu capítulo 8 – Gravitação, cita de forma breve as descobertas dos satélites de Júpiter, dos anéis de Saturno, das manchas solares, e os detalhes da Lua. Apesar da sua curta afirmação, o autor comete o erro de apresentar as manchas solares como uma descoberta de Galileu, quando na verdade não é. No capítulo 9 – Movimentos em campo gravitacional uniforme (balística), é abordado o estudo sobre a queda dos corpos realizado por Galileu.

O **Livro 8** em seu capítulo 17 – Gravitação apresenta um pequeno boxe intitulado “Contribuições de Galileu Galilei à construção do modelo de mundo”. Ali é apresentado brevemente as descobertas sobre a superfície da Lua, dos satélites de Júpiter e das manchas solares que Galileu realizou por meio das observações com sua luneta telescópica. No capítulo 4 – Lançamento Horizontal, é apresentado um boxe intitulado “Queda livre”, no qual é apresentado as descobertas que Galileu realizou nos seus estudos sobre o movimento de queda dos corpos.

O **Livro 9** no seu capítulo 6 – Gravitação Universal, não encontramos nenhuma referência a Galileu, nem tampouco a suas descobertas astronômicas. Analisando o índice remissivo do livro, encontramos o termo Galileu presente em diversas partes da obra, no entanto, em nenhuma dessas ocorrências se observa a menção a seu trabalho astronômico. No capítulo 2 – Movimento Retilíneo, é abordado as contribuições de Galileu para o estudo da queda dos corpos.

O **Livro 10** no seu capítulo 9 – Gravitação, aborda, em um subtópico, o trabalho observacional de Galileu, citando as irregularidades da Lua, as fases de Vênus, as Manchas solares, os satélites de Júpiter, e a descoberta que a Via láctea era constituída de um sem-número de estrelas. Além disso, os autores citam a obra do Sidereus Nuncius (Mensageiro das estrelas), e apresentam um esboço da Lua

feita por Galileu nesta obra. No capítulo 3 – Movimento uniforme, é abordado as contribuições de Galileu para o estudo do movimento dos corpos.

O **Livro 11** no seu capítulo 4 – Gravitação, há um pequeno parágrafo onde os autores apontam algumas das descobertas que Galileu realizou ao apontar seu telescópio para o céu, como, por exemplo, as irregularidades na superfície da Lua, as fases de Vênus, as luas de Júpiter, e as Manchas solares. Aqui identificamos um pequeno erro quando os autores identificam as Manchas solares como uma das descobertas de Galileu. Quanto ao estudo de Galileu sobre o movimento dos corpos, é pincelado na apresentação do livro, intitulado “Uma ciência em transformação”, suas contribuições para o estudo da queda dos corpos

O **Livro 12** apresenta, em sua Unidade 4, uma proposta interessante no que se refere ao estudo da Astronomia, a qual se divide em dois capítulos: 9 – História da Cosmologia e 10 – Gravitação Universal. No capítulo 9 é feito um desenvolvimento histórico a respeito das ideias e teorias cosmológicas utilizadas para explicar o movimento dos astros ao longo dos séculos, iniciando-se a partir dos pensadores como Aristóteles, e indo até Galileu e Kepler. É interessante destacar como a evolução dos modelos de explicação do Universo é apresentada neste capítulo, no qual os autores abordam este tópico em seus pontos principais de forma bastante didática e ilustrativa, possibilitando uma boa compreensão sobre a evolução destas teorias. Além disso, neste mesmo capítulo, apresenta-se o trabalho astronômico de Galileu, ilustrado dentro do aspecto de disputa entre os modelos geocêntrico e heliocêntrico, como argumentos utilizados na defesa do sistema de mundo proposto por Nicolau Copérnico. O surgimento da luneta, seu aperfeiçoamento e uso como instrumento astronômico por Galileu são apresentados, bem como as descobertas astronômicas resultantes da sua utilização. No entanto, o que chama a atenção é o fato de os autores além de apresentarem as observações astronômicas de forma bastante didática, com riqueza de ilustrações, citam todas as principais observações realizadas por Galileu, como se pode verificar na Tab. 5.1, algo que não se verifica em nenhum dos outros livros analisados. Isto é algo bastante significativo, visto que, baseado em nossa própria experiência docente, é raro encontrarmos autores de livros didáticos que abordem esta parte do trabalho de Galileu de forma tão completa.

No seu capítulo 10, os autores apresentam as Leis de Kepler, e a Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, além de outros tópicos relacionados ao estudo da gravidade, e a evolução estelar.

A Tab. 5.1 apresenta um resumo dos tópicos analisados nos livros do PNLD 2018, e sua presença em cada um dos livros da coleção.

Tabela 5.1 – Resumo dos Tópicos Analisados nos Livros do PNLD 2018.

	<i>Movimento dos corpos (Queda livre)</i>	<i>Livro – Sidereus Nuncius</i>	<i>Manchas Solares</i>	<i>Fases de Vênus</i>	<i>Lua</i>	<i>Satélites de Júpiter</i>	<i>Saturno</i>	<i>Novas Estrelas</i>	<i>Via-Láctea</i>
Livro 1	X	-	-	X	X	X	-	-	-
Livro 2	X	X	-	-	-	X	-	-	-
Livro 3	X	X	-	-	X	X	-	-	-
Livro 4	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Livro 5	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Livro 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Livro 7	X	-	X	-	X	X	X	-	-
Livro 8	X	-	X	-	X	X	-	-	-
Livro 9	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Livro 10	X	X	X	X	X	X	-	-	X
Livro 11	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Livro 12	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Total	10	4	5	4	7	7	2	1	2

Fonte: Produzido pelo autor.

Da ocorrência dos tópicos analisados e resumidos na Tab. 5.1, fica claro como a maioria dos autores possuem uma predileção de abordagem ao trabalho realizado por Galileu quanto ao estudo do movimento dos corpos, na área da Mecânica. A parte dos estudos astronômicos, realizados a partir da construção e uso da sua luneta telescópica é pouco abordado, e mesmo quando são citadas as suas descobertas astronômicas elas são apresentadas de forma bastante resumida e precária. As únicas exceções quanto a abordagem deste tema foi encontrada nos livros 5 e 10 desta coleção do PNLD 2018, nestes livros observamos um maior entendimento dos autores quanto a importância destas descobertas para o contexto da evolução do entendimento científico sobre o universo.

Outra forma de notar essa predileção dos autores pelos tópicos relacionados ao estudo dos corpos, bem como à ausência das observações astronômicas de Galileu se dá a partir da nuvem de palavras. Inserindo os recortes dos textos dos livros didáticos que tratam sobre o trabalho científico de Galileu Galilei no software *wordclouds*, e realizando alguns ajustes nos textos, como a retirada de alguns verbetes da nuvem que não trazem nenhuma informação adicional, como preposições e artigos, além da uniformização das palavras do discurso, substituindo alguns termos como, por exemplo, “telescópio” por “luneta”, e “luas de Júpiter” por “satélites de Júpiter” obtém-se como resultado a nuvem de palavras representada a seguir na Fig. 5.1.

contato com o trabalho observacional de Galileu. Pois, mesmo que haja lacunas nos livros utilizados em sua escola, o professor por ter a capacitação necessária será capaz de suprir qualquer lacuna que exista em relação a esta temática.

No que tange a análise nos projetos pedagógicos, esta pesquisa identificou inicialmente alguns indícios do que poderia estar presente nos currículos dos cursos de licenciatura. Como foi o exemplo da proposta pedagógica curricular do Colégio Estadual Manoel Antônio Gomes, localizado no estado do Paraná, para os estudantes da disciplina de Física do Ensino Médio. Nesta proposta o que percebemos, em sua introdução, é que o peso científico das descobertas realizadas por Galileu, com sua luneta telescópica, é devidamente reconhecido. No entanto, ao analisarmos os conteúdos estruturantes para a disciplina identificamos a presença do nome de Galileu no tópico sobre Queda livre, mas no tópico sobre as Leis da Gravitação estão presentes os nomes de cientistas como Ptolomeu, Copérnico e Kepler, enquanto o nome de Galileu está ausente. E além disto, não se identifica nenhuma referência, dentro dos conteúdos estruturantes do PPC (Proposta Pedagógica do Curso), as observações astronômicas de Galileu, vide Fig. 5.2.

Figura 5.2 – PPC Colégio Estadual Manoel Antonio Gomes.



Colégio Estadual Manoel Antonio Gomes
Ensino Fundamental, Médio e Normal.
Fone (42) 3276-1274 - Rua Polônia, nº. 905 - Reserva - PR
E-mail – rvmanoelgomes@seed.pr.gov.br

COLÉGIO ESTADUAL MANOEL ANTONIO GOMES - EFMN
PROPOSTA PEDAGÓGICA CURRICULAR
FÍSICA – ENSINO MÉDIO

Nesse novo contexto histórico, Galileu Galilei (1562-1643) inaugurou a Física que conhecemos hoje. De suas observações pelo telescópio desfez o sacrário dos lugares naturais, da dicotomia entre terra e céu, entre mundo sublunar e supra lunar contribuiu para a afirmação do sistema copernicano. O universo deixou de ser finito e o céu deixou de ser perfeito. O espaço passou a ser mensurável, descrito em

- Queda livre: Aristóteles e Galileu, aceleração da gravidade, lançamento vertical para cima e para baixo.

- As Leis da Gravitação: Ptolomeu, Copérnico, Leis de Kepler e Leis da Gravitação Universal.
- Campo Gravitacional.
- Equilíbrio de um ponto material.

Fonte: Paraná (2012).

Neste sentido foram analisados em alguns cursos de Licenciatura em Física se é abordado durante a formação dos licenciandos temas específicos relacionados ao trabalho de Galileu, observando se nas disciplinas é especificado a abordagem deste conteúdo.

No curso de Licenciatura em Física oferecidos pela **USP** no período diurno e noturno, identificamos na sua grade curricular uma série de disciplinas optativas relacionadas à Astronomia e Cosmologia. No entanto, destas, apenas a disciplina: **Conceitos de Astronomia para Licenciatura**, apresentou tópico relacionado com o trabalho astronômico de Galileu, presente no item 6 de seu programa como: A nova visão cósmica: As observações de Galileu e a Mecânica Newtoniana. Implicações da Gravitação Universal – forças diferenciais” (grifo nosso).

A disciplina **Evolução dos Conceitos da Física** da grade curricular do mesmo curso apresenta entre os conteúdos de seu programa a seguinte descrição: “A Física da Antiguidade. A descrição do sistema planetário: Ptolomeu e Copérnico. A Renascença. Galileu, Newton e a Revolução Científica” (grifo nosso). Aqui não é possível perceber de forma clara se

quando for discutido o papel de Galileu na Revolução Científica se o seu trabalho observacional será contemplado.

Na **UFRJ** identificamos a disciplina **História da Física** presente na sua grade curricular, no entanto, em sua ementa não identificamos nenhuma menção as observações astronômicas de Galileu.

Na **UFMG** identificamos as disciplinas **Evolução das Ideias da Física**, que em sua ementa trabalha a Renascença e a Revolução Científica, e **Astronomia Geral** como disciplinas que poderiam oferecer, como conteúdo a ser trabalhado na disciplina, a parte observacional de Galileu, mas em nenhuma destas faz menção direta a Galileu em sua ementa.

Na **UnB** a disciplina **História da Física Clássica** trás de forma clara, em seu programa, a abordagem das descobertas astronômicas, e do livro *Sidereus Nuncius*.

No **IFBA – campus Salvador** a menção à Galileu é dada apenas na ementa da disciplina de **Física Moderna**. Na **UFBA** a ementa da disciplina **Conceitos de Física A** é colocado como tópico de estudo a obra científica de Galileu, no entanto, não fica claro se a parte observacional de sua obra é abordada. Na **UNEB** a disciplina **História da Física** é apresentada Galileu como tópico de estudo no conteúdo programático.

No PPC do curso de Licenciatura em Física da **UEFS** não há menção à Galileu Galilei, apesar de que o conteúdo relacionado às temáticas envolvendo Modelos Planetários, descobertas astronômicas, e História da Astronomia são discutidos ao longo de quatro disciplinas de Astronomia ofertadas, sendo a disciplina **Introdução à Astronomia**, obrigatória para o curso de Licenciatura em Física. O mesmo se aplica para a disciplina **Filosofia da Física**.

Na Quadro 5.2 é descrito a disciplina que trata sobre o desenvolvimento científico produzido por Galileu, e se esta aborda a parte de suas descobertas astronômicas.

Quadro 5.2 – Projetos Pedagógicos de Licenciatura em Física.

Instituição	Menção aos Aspectos Astronômicos da obra de Galileu	Menção à Galileu
IFBA (Salvador)	NÃO	SIM
UEFS	NÃO	NÃO
UFBA	NÃO	SIM
UFMG	NÃO	NÃO
UFRJ	NÃO	SIM
UnB	SIM	SIM
UNEB	NÃO	SIM
USP	SIM	SIM

Fonte: Produzido pelo autor.

Da análise do Quadro 5.2 percebemos que existe ocorrência da abordagem ao trabalho de Galileu, entretanto, a menção a sua pesquisa astronômica surge em número bem menor. Algo semelhante ao observado na análise dos livros didáticos. Isto demonstra uma certa tendência à abordagem do seu trabalho na área da Mecânica, e uma lacuna a seus estudos astronômicos, bem como a ausência de autores que abordam este tema, tais como o brasileiro Carlos Ziller Camenietzki.

5.3 ANÁLISE EM ARTIGOS CIENTÍFICOS

Nos tópicos 5.1 e 5.2 foram analisados a menção às descobertas astronômicas de Galileu Galilei presentes nos livros didáticos do Ensino Médio e, nos projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Física em algumas instituições de ensino, respectivamente. Neste tópico 5.3 nos deteremos na análise da presença destas descobertas em publicações em artigos científicos. No Quadro 5.3 a seguir é apresentado os artigos que foram analisados para execução desta etapa da pesquisa.

Quadro 5.3 – Artigos Científicos Analisados.

Artigo	Título	Autores
1	Uma Análise de Galileu Presente nos Livros Didáticos do Ensino Médio: O Conceito de Movimento	GUÇÃO, M. F. B.; CARNEIRO M. C.; BOSS, S. L. B.
2	O Estudo Do Movimento Retilíneo Uniforme dos Corpos Através da Leitura de Trechos da 2ª Jornada do Livro Diálogo Sobre os dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano, De Galileu Galilei	LIMA, L. G.
3	Análise da História da Ciência Apresentada em um Livro Didático de Física do Ensino Médio Sobre o Episódio da Experiência de Pisa de Galileu Galilei	MEDEIROS, A. A.; SILVA, D. M.; PASSOS, M. M.; SILVA, M. R.
4	Galileu e a Ciência Moderna	MARICONDA, P. R.
5	Revisitando a Noção de “Método Científico”	MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A.; SILVA, M. T. X.
6	Indução ou Dedução: O Método Científico de Galileu e de Einstein	TOLMASQUIM, A. T.
7	Brincando de Ser Cientista: Uma Forma Lúdica de Vivenciar o Método Científico	RODRIGUES, M. A.
8	O Caso Galileu: Um Estudo Sobre Ciência e Fé como Compreensão do Método Científico e seus Reflexos na Atualidade	SANTOS, M. C.
9	Os Métodos Científicos da Origem às Aplicações Gerais.	SILVA, J.
10	Ano Internacional da Astronomia no Amazonas: Popularização da Astronomia em Uma atividade Extensionista como Uma Iniciação à Ciência	FORGERINI, F. L.; RIZZUTI, B. F.
11	O ANO INTERNACIONAL DA ASTRONOMIA: ou “O ano em que a ciência se tornou Ciência”.	LEVADA, C. L.; MACETI, H.; LAUTENSCHLEGUER, I. J.
12	Do Ano Internacional da Astronomia ao Planetário da Unipampa: Retrospectiva e Perspectivas	MARRANGHELLO, G. F.; IRALA, C. P.; KIMURA, R. K.
13	O Ano Internacional da Astronomia no Município de Bagé: O Projeto Astronomia para Todos	MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, D. B.; TORBES, L. N. L.
14	Utilizando o Galileoscópio em Observações Astronômicas	OLIVEIRA, V. A.; SILVA, M. A.

Fonte: Produzido pelo autor.

A ordem dos artigos apresentada no Quadro 5.3 corresponde a sequência de análise seguida na discussão que se segue.

Assim como visto nos livros didáticos e nos projetos pedagógicos nota-se uma carência de artigos científicos abordando a temática do trabalho observacional de Galileu Galilei. Analisando alguns autores como Guçã, Carneiro e Boss (2011), Lima (2012), e Medeiros et. al. (2011) o que se percebe é um enfoque na parte Mecânica do trabalho de Galileu. Apesar de autores como Mariconda (2006), Massoni, Moreira e Silva (2018), e Tolmasquim (2014), ao enfatizarem o desenvolvimento do método científico em seus trabalhos citarem algumas das descobertas astronômicas de Galileu realizadas por meio da sua luneta telescópica, e reconhecerem a sua importância, outros autores como Rodrigues (2013), Santos (2018) e Silva (2014) não fazem a mesma referência.

Também é significativo o fato de autores como Forgerini e Rizzuti (2013), Levada, Maceti e Lautenschleguer (2009), Marranghello, Irala, Kimura (2018), Marranghello, Pavani e Torbes (2011) e Oliveira e Silva (2015), ao apresentarem trabalhos que possuem relação direta com o ano internacional da Astronomia de 2009, realizado em comemoração aos 400 anos das primeiras descobertas astronômicas realizadas por meio de uma luneta telescópica, enfatizarem de modo tímido, ou mesmo deixaram de fazer referência às observações de Galileu. No trabalho de Oliveira e Silva (2015), por exemplo, é utilizado o Galileoscópio, luneta distribuída nacionalmente por pesquisadores brasileiros no âmbito das comemorações do Ano Internacional da Astronomia, como parte do seu projeto de divulgação de Astronomia. No entanto, na descrição sobre a obra de Galileu, os autores se limitam a descrição de aspectos relacionados ao aperfeiçoamento da luneta,

“O início da Astronomia Moderna, i.e. Científica, normalmente é indicado como o ano de 1609, sendo o ano em que Galileu Galilei inovou nas técnicas e nos instrumentos de observação astronômicas. Sua maior contribuição foi a utilização de uma luneta para a observação astronômica.” (OLIVEIRA e SILVA, 2015).

Dito disto, enxergamos um cenário similar ao observado quando analisamos os livros didáticos e, os projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura em Física. O que, de certo, indica um padrão ainda tímido de discussão sobre os trabalhos observacionais de Galileu e suas consequências, no cenário nacional.

CAPÍTULO 6 – AÇÕES REALIZADAS: OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS, SEMINÁRIOS, OFICINAS E PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo é dedicado à apresentação das ações realizadas nesta pesquisa, as quais se compõem de observações e registros astronômicos realizados a partir do uso de um telescópio refletor computadorizado, ações de divulgação científica no formato de aulas e palestras, bem como as aulas e oficinas realizadas no curso da Licenciatura em Física. E por fim, é apresentado o produto educacional no formato de roteiro de atividades, o qual sintetiza as atividades planejadas ao longo de toda esta pesquisa.

6.1 REGISTROS ASTRONÔMICOS

Uma das ações que foram executadas neste projeto consistiu em registros, realizados por meio de vídeos e imagens, dos astros observados e estudados por Galileu como Júpiter, Vênus, Saturno, entre outros. Esta fase teve como objetivo a ambientação para a atividade observacional a ser planejada e desenvolvida junto aos estudantes, bem como tornar o pesquisador mais capaz de desenvolver e propor atividades voltados a esta temática aos estudantes envolvidos.

6.1.1 Etapa de Treinamento e Ambientação

Antes da situação de pandemia de COVID-19 era pensado em reproduzir estas observações junto aos estudantes da Licenciatura em Física, habilitando-os e treinando-os para a atividade observacional e o uso do telescópio. No entanto, em razão da atual situação sanitária esta etapa não pode ser desenvolvida.

O instrumento utilizado nesta etapa do projeto foi o telescópio computadorizado *NexStar 130slt*, da marca *Celestron*. Trata-se de um telescópio refletor newtoniano com espelho primário de 130 mm, distância focal de 650 mm, montagem alto-azimutal computadorizada e, sistema de alinhamento *SkyAlign*

Technology, o qual permite ao usuário, após nivelar o instrumento e travar/centralizar dois ou três de objetos celestes na sua ocular, localizar e buscar, de forma automática, qualquer outro objeto no céu, bastando utilizar o *controle de mão* para selecionar o alvo desejado na ficha de catálogo do telescópio.

Na Fig. 6.1 é apresentada a imagem do telescópio utilizado neste projeto durante a fase de registros de imagens.

Figura 6.1 – Telescópio Refletor Computadorizado *NexStar 130slt*.



Fonte: Celestron¹² (2021).

Além do telescópio refletor, outras ferramentas foram empregadas, tais como uma câmera digital a qual foi utilizada no registro de imagens dos astros observados durante o processo de prospecção dos objetos astronômicos. Este aparelho, uma Câmera Celestron *NexImage 5*, apresentada na Fig. 6.2, é acoplado no adaptador da ocular do telescópio refletor.

¹² Disponível em: < <https://www.celestron.com/products/nexstar-130slt-computerized-telescope>>.

Figura 6.2 – Câmera NexImage 5 Utilizada no Registro das Imagens.



Fonte: Celestron¹³ (2021).

Este dispositivo é capaz de capturar imagens coloridas dos planetas, e não necessita do uso de filtros. Além disso, segundo o site da *Celestron*¹⁴, fabricante do instrumento, a câmera *NexImage 5*, modelo #93711, possui um chip com um sensor de imagem do tipo do CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) que possui uma resolução de 5 Megapixels, e tamanho de 5,7 mm x 4,3 mm, com uma diagonal de 7 mm, o que equivale a uma lente ocular de 7 mm. Se comparado com o olho humano, a pupila, que é o orifício de diâmetro regulável que está situada no centro da íris, a qual é responsável pelo controle entrada de luz do meio externo às estruturas sensoriais da retina, possui, no caso de um adulto, um diâmetro que varia de 0,5 mm, para ambientes com grande luminosidade, até 8 mm em ambientes escuros (SALLES, 2010, p. 09). No entanto, apesar do sensor CMOS da câmera *NexImage 5*, possuir uma área de captação de luz similar ao olho humano, outras características são relevantes na obtenção da imagem, entre as quais sua capacidade de converter fótons em sinais elétricos, a qual se define como eficiência quântica (COLES et. al., 2017). Esta capacidade difere entre os dispositivos utilizados nas câmeras, sensores de imagem do tipo CCD (Charge-Coupled Devices) possuem alta eficiência quântica, chegando a valores superiores a 80%, o que é 8 vezes mais eficiente que o olho humano (O'CONNOR, SHEARER e O'BRIEN, 2019). No caso do sensor de imagem CMOS, utilizado neste trabalho

¹³ Disponível em: <<https://www.celestron.com/products/neximage-5-solar-system-imager-5mp>>.

¹⁴ Disponível em: <<https://www.celestron.com/blogs/knowledgebase/how-much-magnification-and-true-field-of-view-does-the-neximage-camera-have-when-placed-in-my-eyepiece-holder>>.

(MT9P031)¹⁵, a sua eficiência quântica para as cores Azul a no máximo 42%, Verde a 47%, e Vermelho a 37%.

Com estas informações é possível determinar o aumento que a câmera *NexImage 5* proporciona quando acoplada ao telescópio, bastando para isto dividir a distância focal do telescópio refletor (em mm) pela distância focal da câmera, no caso 7 mm.

No Quadro 6.1 é apresentado de forma resumida as características do telescópio refletor e da câmera *NexImage 5*, além de algumas das propriedades do conjunto, como o aumento angular e sua magnitude limite.

Quadro 6.1 – Propriedades do Telescópio Refletor Computadorizado *NexStar 130slt* e da Câmera *NexImage 5*.

Característica	Dimensão
Distância Focal do Espelho Principal	650 mm
Distância Focal do sensor <i>CMOS</i>	7 mm (informado pelo fabricante)
Diâmetro do Espelho Principal	130 mm
Dimensões do sensor <i>CMOS</i>	5,7 mm x 4,3 mm
Aumento Angular	92 vezes
Magnitude Limite	12,6

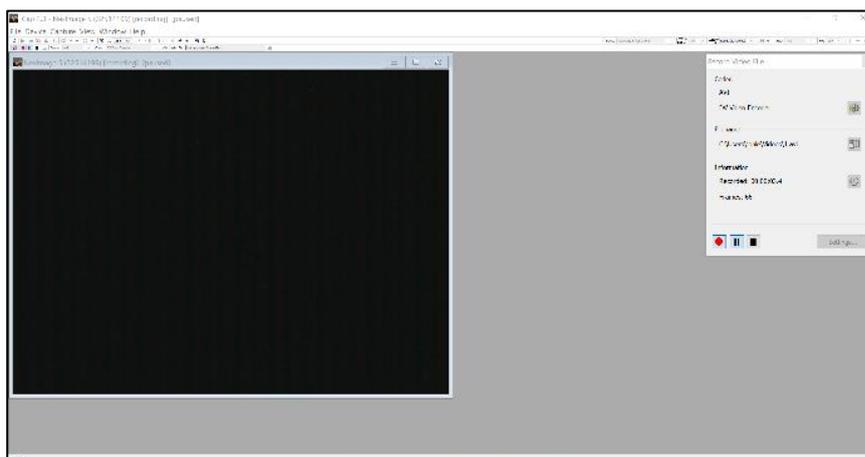
Fonte: Produzido pelo autor.

Apesar das propriedades apresentadas no Quadro 6.1 possuírem valores fixos, como é o caso do aumento angular e da magnitude limite, elas são, na realidade, variáveis.

Além disso, cabe ressaltar que para o uso e manipulação da câmera *NexImage 5* se faz necessário o uso de um computador. No nosso caso, foi utilizado um notebook conectado a câmera *NexImage 5*, que possuía instalado o software *iCap 2.3*, indispensável para a gravação de imagens e vídeos por meio do dispositivo. Na Fig. 6.3 está ilustrado a interface do software *iCap 2.3*.

¹⁵ Disponível em: <<https://datasheet.octopart.com/MT9V135C12STCD-ES-Aptina-datasheet-11774503.pdf>>.

Figura 6.3 – Interface do Software *iCap 2.3*.



Fonte: <https://stargazerslounge.com/topic/286073-neximage-5-display/>.

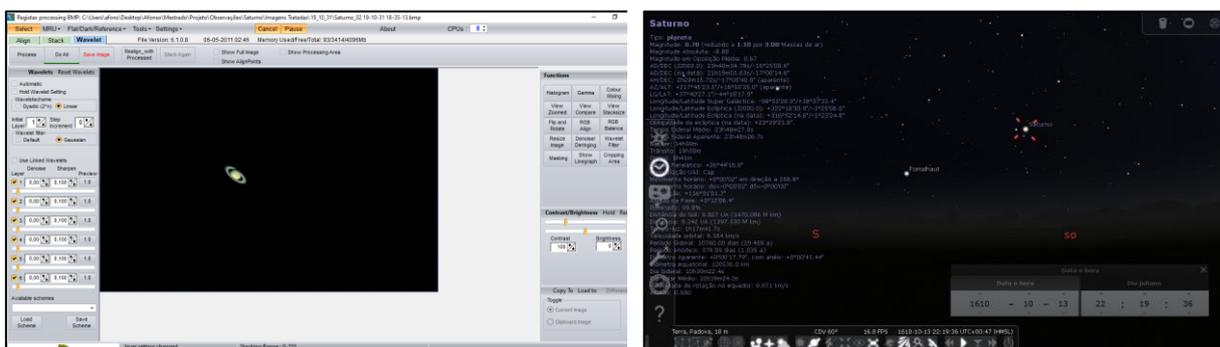
A Fig. 6.3 corresponde a interface do software *iCap 2.3*, utilizado durante a gravação dos vídeos e imagens do que estava sendo observado pela câmera *NexImage 5*.

Outros softwares utilizados nesta etapa foram o *RegiStax 6.1*, empregue para o processamento e tratamento dos arquivos salvos pelo *iCap 2.3*, e o *Stellarium*, programa de simulação do céu nos moldes de um planetário, utilizado nesta etapa como ferramenta guia na busca e identificação dos objetos celestes. É possível observar as interfaces destes dois softwares na Fig. 6.4.

Figura 6.4 – Interface dos Softwares (a) *RegiStax 6.1* e (b) *Stellarium*.

(a)

(b)



Fonte: Produzido pelo autor.

Na Fig. 6.4 (a) observa-se um dos arquivos gerados a partir do processamento de imagens do software *RegiStax*, enquanto na Fig. 6.4 (b) verifica-se uma simulação do céu produzida pelo *Stellarium*.

Utilizando-se do conjunto destes dispositivos iniciou-se a etapa de registro de imagens. Na Fig. 6.5 é possível observar uma das montagens do telescópio para

registro de imagens, aqui tem-se registrado o acompanhamento e registro do trânsito do planeta Mercúrio sobre o disco solar que ocorreu no dia 11/11/2019.

Figura 6.5 – Montagem do Telescópio para Acompanhamento do Trânsito de Mercúrio.



Fonte: Produzido pelo autor.

Todas as imagens foram tomadas no IFBA – *campus* Salvador, instituição proprietária do telescópio, e local de trabalho do mestrando. Foi escolhido o melhor ponto, dentro da instituição, onde pudesse ser realizado este trabalho de prospecção, o mais longe possível de obstáculos visuais como prédios e casas, bem como livre de pontos luminosos vindo de salas, casas e, postes de iluminação.

Durante o período inicial de ambientação e treinamento com o telescópio e, com as outras ferramentas envolvidas nesta etapa, foram realizados alguns testes de captura de imagem utilizando a câmera de um Smartphone *Motorola - Moto G4*, a qual foi colocada diretamente na ocular do telescópio. Na Fig. 6.6(a) e (b) temos as tentativas de captura de imagens de Saturno e Júpiter feitas nos dias 19/09/2019 pela câmera do celular.

Figura 6.6 – Captura Realizada pela Câmera de Celular (a) Júpiter (b) Saturno.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na Fig. 6.6(a) não somos capazes de enxergar a superfície de Júpiter, mas podemos perceber que ele está acompanhado de seus 4 satélites. Utilizando o software *Stellarium* identificamos os satélites, de cima para baixo, como: Europa, Io, Calisto (menos visível, por estar próximo do planeta) e, Ganímedes. Já na Figura 6.2(b) observamos que Saturno aparece em um formato oblongo, no qual não conseguimos distinguir o planeta de seus anéis, além de não sermos capazes de observar sua superfície.

Após estes testes iniciais passamos a realizar a coleta dos vídeos e imagens dos objetos astronômicos utilizando a câmera *NexImage 5* acoplada ao telescópio. Esta etapa teve início entre os meses de outubro e novembro de 2019, exatos 410 anos após as primeiras observações astronômicas realizadas por Galileu Galilei como sua pequena luneta em Pádua, na Itália.

Na execução de tal etapa a câmera *NexImage 5* é acoplada ao telescópio junto ao encaixe destinado as oculares, em seguida, com a câmera conectada ao notebook inicializamos o software *iCap 2.3*, inserindo o tempo de captura para os vídeos que serão gravados, além das configurações de ganho e exposição de acordo com o astro que estamos observando de modo a obter a melhor imagem possível. Além destas configurações é possível inserir previamente no *iCap 2.3* comandos para gravar as datas e horários em que são realizados a captura dos vídeos, algo que facilita na organização dos arquivos.

Após a gravação dos arquivos de vídeo no notebook pelo *iCap 2.3*, eles são tratados pelo software *RegiStax 6.1*, o qual é responsável pelo processamento dos arquivos de vídeos gravados, compilando-os no formato de imagens.

6.1.2 Resumo dos Registros Astronômicos Realizados

A seguir apresentamos a Tab. 6.1 em que consta a data e horário dos astros observados, e os valores de ascensão reta e declinação da data que foram retirados do software *Stellarium*. Todas as datas as observações listadas foram realizadas no IFBA – campus Salvador.

Tabela 6.1 – Informações Sobre os Objetos Astronômicos Observados.

<i>Data</i>	<i>DJ (Data Juliana)</i>	<i>Objeto</i>	<i>Horário</i>	<i>Ascensão Reta (α) Da data</i>	<i>Declinação (δ) Da data</i>
31/10/2019	2.458.788	Júpiter	18:47:04	17h31min01,56s	-23°04'29,8"
		Saturno	18:34:48	19h06min53,72s	-22°24'46,0"
04/11/2019	2.458.792	Júpiter	18:16:42	17h34min23,15s	-23°07'09,8"
		Lua	19:23:47	21h23min19,39s	-18°32'48,2"
		Vênus	17:54:18	16h06min37,24s	-21°21'32,9"
05/11/2019	2.458.793	Júpiter	18:18:01	17h35min14,71s	-23°07'47,9"
		Saturno	19:09:39	19h08min25,49s	-22°22'44,2"
06/11/2019	2.458.794	Júpiter	17:58:54	17h36min05,85s	-23°08'24,5"
		Saturno	18:32:56	19h08min44,25s	-22°22'18,6"
07/11/2019	2.458.795	Júpiter	17:53:20	17h36min57,79s	-23°09'00,6"
		Saturno	18:53:12	19h09min04,07s	-22°21'51,2"
11/11/2019	2.458.799	Sol	09:39:16	15h05min27,08s	-17°25'05,0"
12/11/2019	2.458.800	Júpiter	18:06:05	17h41min23,54s	-23°11'46,7"
		Saturno	18:32:17	19h10min46,11s	-22°19'26,1"
13/11/2019	2.458.801	Júpiter	18:02:27	17h42min17,34s	-23°12'16,6"
		Saturno	18:21:04	19h11min07,31s	-22°18'55,2"
		Vênus	17:50:32	16h54min09,58s	-23°25'39,3"
14/11/2019	2.458.802	Saturno	18:57:03	19h11min29,49s	-22°18'22,5"
20/11/2019	2.458.808	Saturno	19:09:13	19h13min45,42s	-22°14'56,7"
17/01/2020	2.458.866	M42	20:00:00	5h36min15,49s	-5°22'47,6"
		Vênus	18:29:00	22h29min32,15s	-11°03'45,9"

Fonte: Produzido pelo autor.

Os registros observacionais iniciaram no final de outubro de 2019, exatos 410 anos após as primeiras observações de Galileu Galilei com sua luneta telescópica, e decorreram até o mês de janeiro de 2020. Como se pode observar na Tab. 6.1 houve alguns períodos de intercorrência neste período, decorrentes de mal tempo e de outros fatores e, além disso, em razão da falta de um notebook durante os meses de fevereiro e março de 2020, e com a chegada da pandemia de COVID-19 não foi possível realizar novas observações. Apesar disso, durante o período em que foi factível realizar os registros astronômicos, procurou-se fazer o maior número possível de coleta de vídeos e imagens dos objetos pesquisados.

6.1.3 Registros Astronômicos da Lua

A Fig. 6.7 apresenta uma imagem da Lua, capturada utilizando a câmera acoplada ao telescópio e após o processo de tratamento de dados, como descrito anteriormente. Aqui, apesar de não termos um enquadramento completo da sua parte iluminada, podemos perceber que sua superfície possui regiões com crateras e vales, senda esta, inclusive, uma das primeiras descobertas que Galileu realizou utilizando sua luneta telescópica e que contrariava a ideia de que a Lua seria um corpo com superfície totalmente lisa.

Figura 6.7 – Lua.



Fonte: Produzido pelo autor.

Durante esta etapa da pesquisa, além da Lua, foram realizadas as capturas de imagens de outros astros, como Júpiter, Saturno, Vênus, entre outros. Pelo fato desses astros permanecerem no céu por uma janela de tempo menor que a Lua, à qual é visível durante todo o ano, demos prioridade ao registro destes astros deixando a Lua para um momento posterior. Entretanto, como consequência do isolamento social provocado da pandemia de COVID-19, não pudemos continuar com esta etapa de captura de imagens e, por isso, não foi possível realizar novos registros observacionais da Lua, o que nos deixou com apenas esta imagem do nosso satélite natural.

6.1.4 Registros Astronômicos de Júpiter e Seus Satélites

Outro objeto astronômico analisado foi Júpiter, na imagem da Fig. 6.8 observa-se o planeta localizado na parte superior esquerda, e identifica-se a presença das 4 luas galileanas *Io*, *Europa*, *Ganímedes* e *Calisto*. A configuração dos satélites disposta na imagem representa a ordem de distância deles em relação a Júpiter.

Figura 6.8 – Júpiter e seus 4 Satélites Galileanos.

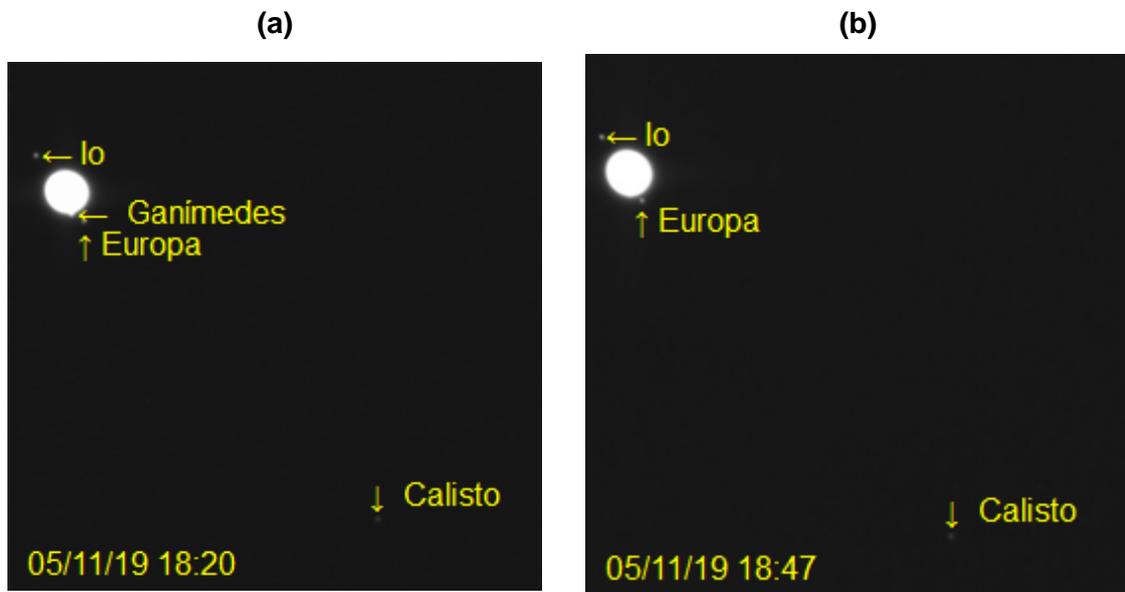


Fonte: Produzido pelo autor.

Na Fig. 6.9(a) e (b) podemos perceber uma mudança na configuração das posições dos satélites em relação a configuração do dia anterior ilustrado na Fig. 6.8. Afora isso, analisando as Fig. 6.9 (a) e (b) percebemos o movimento de ocultação

de *Ganímedes*, e a aproximação de *Europa* de Júpiter, demonstrando a rapidez com que as configurações dos satélites mudam com o passar do tempo.

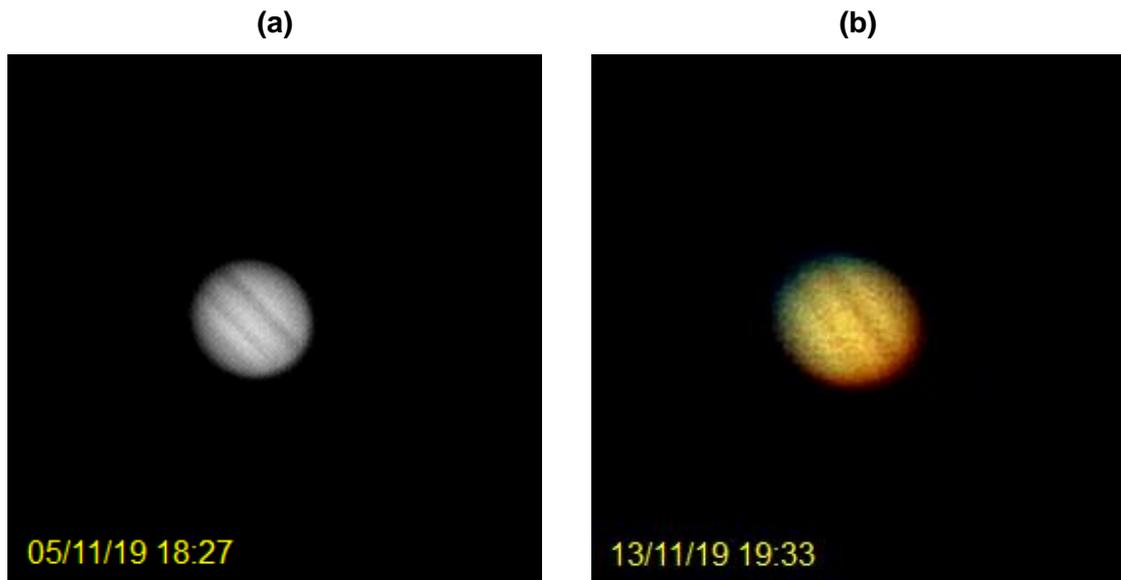
Figura 6.9 – Satélites de Júpiter (a) 18h 20min (b) 18h 47min.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na Fig. 6.10 (a) e (b) somos capazes de enxergar a superfície do planeta Júpiter, o que não era possível nas imagens anteriores, todavia, seus satélites deixam de ser visíveis, e não os enxergamos. Isso acontece devido a mudança nas configurações de captura inseridas no *iCap 2.3*, o que implica que para observar os satélites de Júpiter deixamos de enxergar sua superfície, e vice e versa.

Figura 6.10 – Júpiter (a) 05/11/2019 (b) 13/11/2019.



Fonte: Produzido pelo autor.

A diferença de cores entre as imagens da Fig. 10 (a) e da Fig. 10 (b) se deve a diferentes configurações inseridas no *RegiStax 6.1* durante o tratamento dos vídeos e sua compilação no formato de imagem, o que resultou em uma imagem em preto e branco e outra colorida.

6.1.5 Registros Astronômicos das Estrelas e Nebulosas

No *Sidereus Nuncius* estão presentes algumas observações realizadas por Galileu em algumas regiões do céu. Neste livro ele relata ter observado novas estrelas na constelação de Órion e na região das Plêiades na constelação de Touro, além de ter observado algumas nebulosas como a Nebulosa de Órion (M42) e a Nebulosa de Presépio (M44).

No entanto, durante a etapa de observação destas regiões do céu, foi notada certa dificuldade durante as tentativas de registro destes astros. Para a Nebulosa de Órion (M42) foi realizado um esforço de registro desta região do céu, no entanto, sem grande êxito.

Durante o mês de fevereiro e março, por falta de um aparelho notebook, novas tentativas de registro da Nebulosa de Órion, assim como de outras regiões do céu, acabaram frustradas. E, com a chegada do isolamento social resultado da pandemia de COVID-19, novos registros acabaram por se tornar inviáveis, por esta razão este foi um dos poucos registros de estrelas e nebulosas.

6.1.6 Registros Astronômicos de Saturno e Titã

Na Figura 6.11 (a) e (b) observamos as imagens capturadas para o planeta Saturno. Percebemos a mesma diferença de cores entre as imagens observado anteriormente em Júpiter.

Figura 6.11 – Saturno (a) 05/11/2019 (b) 31/10/2019.



Fonte: Produzido pelo autor.

Nas Figuras 6.11 (a) e (b) é possível identificar claramente a presença dos anéis de Saturno, nem sempre é possível enxergá-los, seus anéis principais possuem espessura de cerca de 50 metros, e sua visibilidade depende de sua orientação em relação ao nosso planeta, os quais não são visíveis da Terra quando Saturno está próximo do seu equinócio (LIMA NETO, 2021, p. 152).

No Quadro 6.2 apresenta os períodos de solstício e equinócio de Saturno referentes ao Hemisfério Norte do planeta.

Quadro 6.2 – Período de Solstícios e Equinócios de Saturno (1980 – 2061).

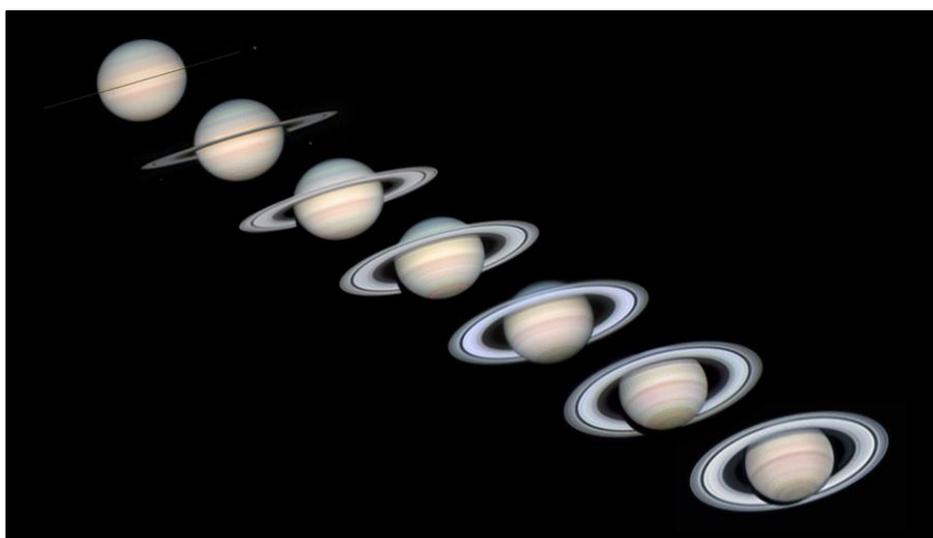
Equinócio Primavera	Solstício Verão	Equinócio Outono	Solstício Inverno
03/03/1980	10/12/1987	19/11/1995	26/10/2002
11/08/2009	25/05/2017	06/05/2025	11/04/2032
22/01/2039	01/11/2046	10/10/2054	14/09/2061

Fonte: Lima Neto (2021, p.153).

O Quadro 6.2 nos indica, portanto, que nós tivemos, durante o período de observações de Saturno, uma janela favorável à observação de seus anéis no ano de 2019.

Na Fig. 6.12 observa-se uma sequência de imagens do planeta Saturno tomada entre 2004 e 2009, na qual se vê claramente a variação da orientação dos seus anéis para um observador situado na Terra. A primeira observação do planeta, em 2004, é aquela disposta na parte inferior direita da Fig. 6.9, e a sequência progride até a última imagem, em 2009, na parte superior esquerda da Fig. 6.12.

Figura 6.12 – Variação da Posição dos Anéis de Saturno Visto da Terra entre os Anos de 2004 e 2009.

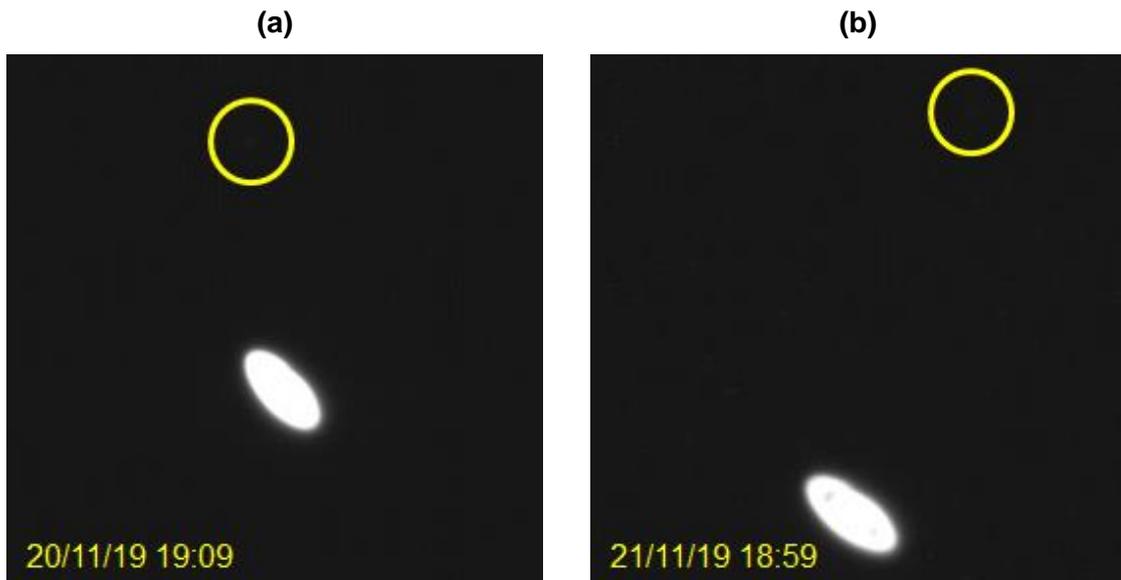


Fonte: Friedman (2009).

A sequência observada na Fig. 6.12 corrobora o que é indicado no Quadro 6.2 para o período dos solstícios e equinócios de Saturno. Somado a isto, em um dado momento durante a fase de registros percebe-se que era possível observar um dos satélites do planeta Saturno, Titã. Quando observamos o planeta por meio da ocular do telescópio notamos inicialmente a presença tênue de um ponto luminoso próximo. Utilizando o *Stellarium* como guia percebemos que este ponto tênue se tratava de Titã.

Alterando as configurações do *iCap 2.3* na tentativa de tomar o registro de Titã, aumentamos a quantidade de luz recebida pelo sensor da câmera, com isso deixamos de observar com clareza a forma de Saturno, e a sua superfície. A Fig. 6.13 (a) e (b) apresenta o resultado obtido.

Figura 6.13 – Saturno e Titã (a) 20/11/2019 (b) 21/11/2019.



Fonte: Produzido pelo autor.

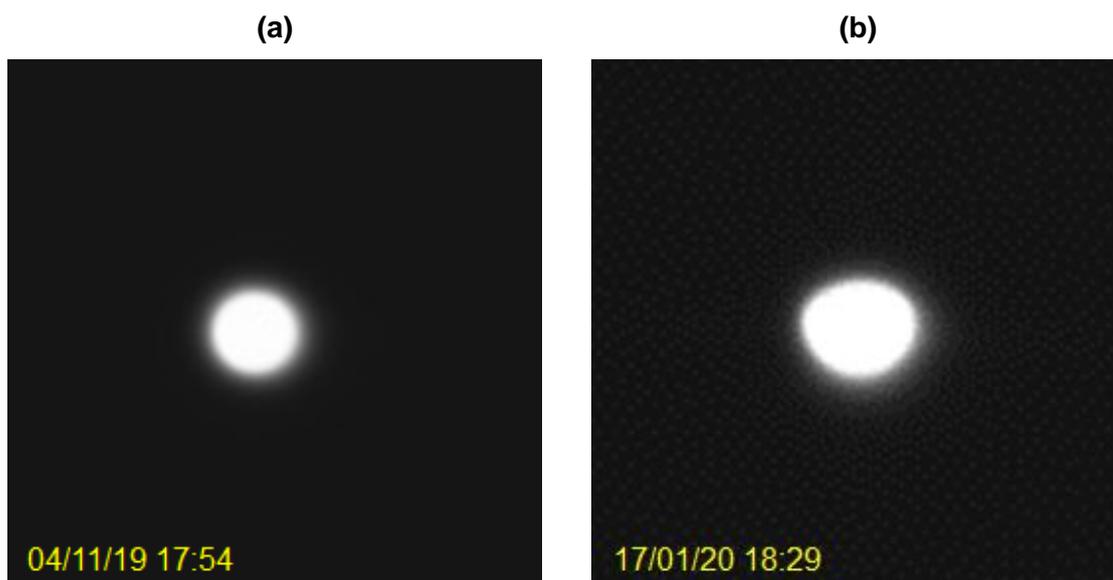
Na Fig. 6.13 (a) e (b) vemos um disco luminoso na parte central da imagem, o qual consiste no planeta Saturno, e no centro do círculo amarelo há um ponto luminoso bastante tênue que consiste no maior satélite natural de todo o Sistema Solar, Titã. Apesar de Titã, como mostra van Helden (2004), ter sido observado pela primeira vez apenas em 25 de março de 1655, por Christiaan Huygens, 13 anos após o falecimento de Galileu e, portanto, não estar contido entre os objetos astronômicos estudados pelo cientista italiano. Ainda assim é digno de nota apresentarmos este registro realizado durante a etapa de observações de Saturno.

A partir do mês de dezembro de 2019 a altura do planeta Saturno estava próximo a linha do horizonte, o que dificultou a tomada de novos registros, e ao final do mesmo mês este já se encontrava abaixo da linha do horizonte após o pôr do sol.

6.1.7 Registros Astronômicos de Vênus

Na Fig. 6.14 (a) e (b) observa-se duas imagens capturadas para o planeta Vênus, entre elas existe uma diferença temporal de alguns meses, em razão disso podemos perceber o seu sistema de fases.

Figura 6.14 – Vênus (a) 04/11/2019 (b) 17/01/2020.



Fonte: Produzido pelo autor.

6.1.8 Registros Astronômicos do Trânsito de Mercúrio (11/11/2019)

Seguindo as atividades de registro de imagens realizada por meio da câmera *NexImage 5* acoplada ao telescópio, temos o registro do trânsito planetário de Mercúrio, ocorrido na data de 11 de novembro de 2019. Tal trânsito consistiu, na perspectiva de um observador localizado no planeta Terra, na passagem de Mercúrio na frente do disco do Sol. Este evento astronômico raro, que se repetirá apenas em 13 de novembro de 2032 (TIME AND DATE, 2021), foi visível durante todo o período em que aconteceu na cidade de Salvador – BA, o que permitiu que fizéssemos seu acompanhamento e registro.

Para tornar possível o registro do trânsito por meio do *telescópio nexStar 130slt* foi utilizado um sistema de filtros acoplado à sua abertura. Não foram realizados registros de imagens do filtro, nem tampouco da sua acoplagem ao telescópio, todavia, o fabricante disponibiliza em seu site imagens que representam de forma similar a configuração utilizada no registro do trânsito de Mercúrio. A Fig. 6.15 apresenta em destaque o filtro para observação do Sol e sua acoplagem ao telescópio *nexStar 130slt*.

Figura 6.15 – Filtro Solar Utilizado para Observação do Trânsito de Mercúrio.



Fonte: Celestron¹⁶ (2021).

Com o telescópio equipado com o filtro para observação, conforme indicado na Fig. 6.15, foi feita a escolha do melhor local para realizar o registro do trânsito, além do treinamento para o registro de imagens utilizando o filtro acoplado ao telescópio.

Na Fig. 6.16 vemos a montagem do telescópio e das ferramentas necessárias à observação no dia da observação do trânsito de Mercúrio.

Figura 6.16 – Estudantes do IFBA Acompanhando o Registro do Trânsito de Mercúrio sobre o Sol.



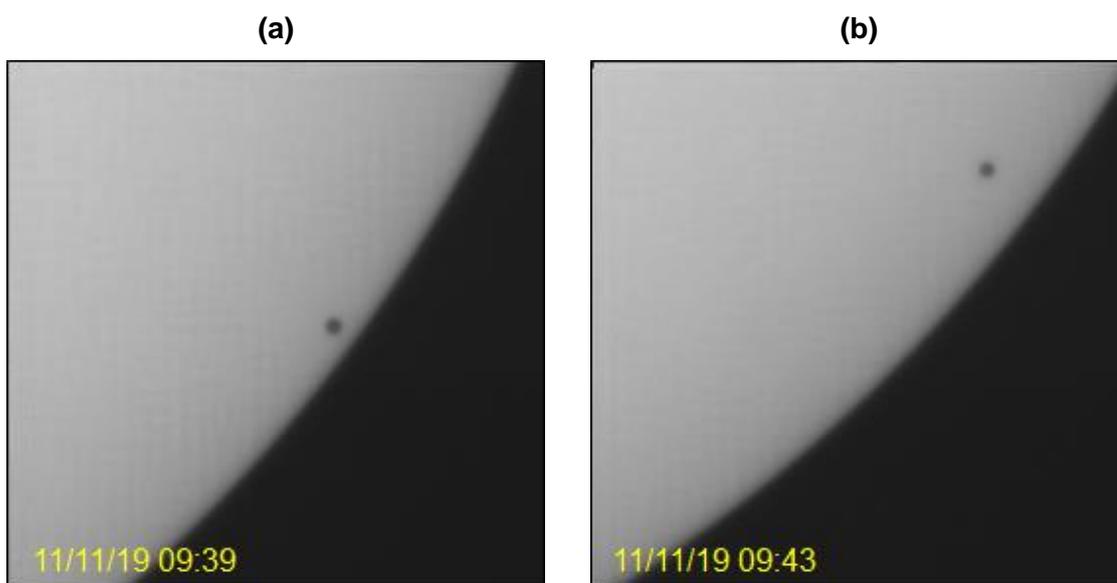
Fonte: Produzido pelo autor.

¹⁶ Disponível em: < <https://www.celestron.com/products/eclipsmart-solar-filter-for-127mm-130mm-newtonian>>.

Na Fig. 6.16 é possível ver duas estudantes do Ensino Médio do IFBA-campus Salvador acompanhando o registro das imagens, além do próprio pesquisador no centro da imagem manipulando os instrumentos durante o registro das imagens.

O trânsito de Mercúrio iniciou pela manhã, por volta das 9h 39min, e teve seu término no período da tarde, por volta das 15h 01min, o que totalizou um total de quase 6h para a efeméride. Na Fig. 6.17 (a) e (b) observa-se os instantes iniciais em que o planeta Mercúrio, que nas imagens aparece como um pequeno ponto preto, começa a adentrar na frente do disco solar, região branca da imagem.

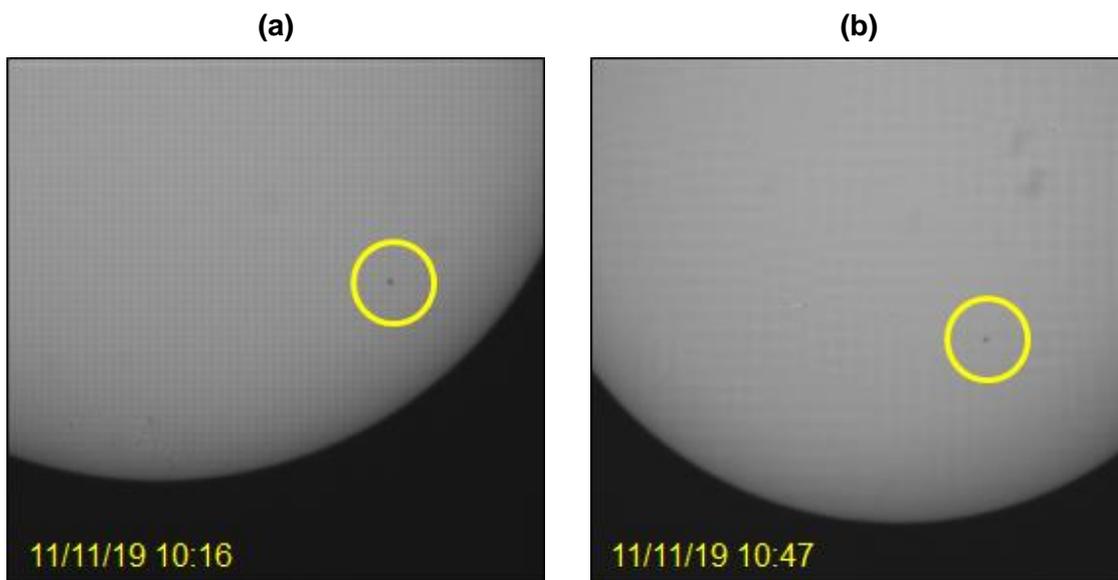
Figura 6.17 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 09h 39min (b) 09h 43min.



Fonte: Produzido pelo autor.

Observando-se a Fig 6.17 (a) e (b) percebe-se o movimento da sombra do planeta Mercúrio sobre a superfície solar. A seguir, na Fig. 6.18 (a) e (b), observar-se o disco solar um pouco maior, enquanto a sombra de Mercúrio, localizado no centro do círculo amarelo, nos parece menor. Isto decorre em função da mudança das configurações de captura de vídeo inseridas no software *iCap 2.3*.

Figura 6.18 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 10h 16min (b) 10h 47min.

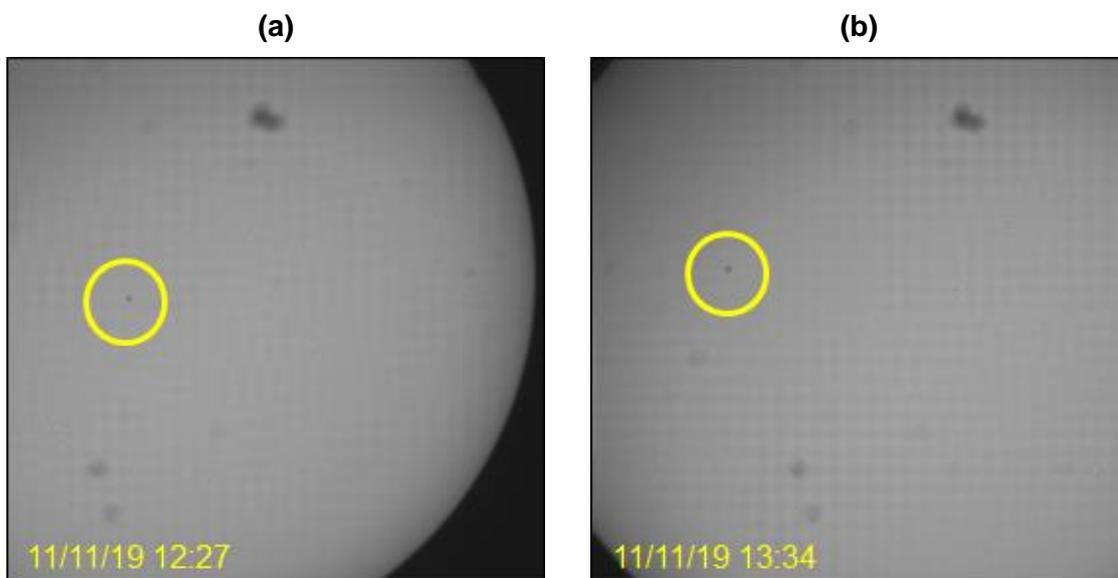


Fonte: Produzido pelo autor.

Aqui, na Fig. 6.18 (a) e (b) é possível o diferenciar melhor o disco solar que nos aparece maior se comparada com a Fig. 6.17 (a) e (b), além de se observar o deslocamento da sombra de Mercúrio ao longo da superfície solar.

A seguir, na Fig. 6.19 (a) e (b) identifica-se o disco solar e a sombra do planeta seguindo o seu deslocamento durante a continuação do trânsito.

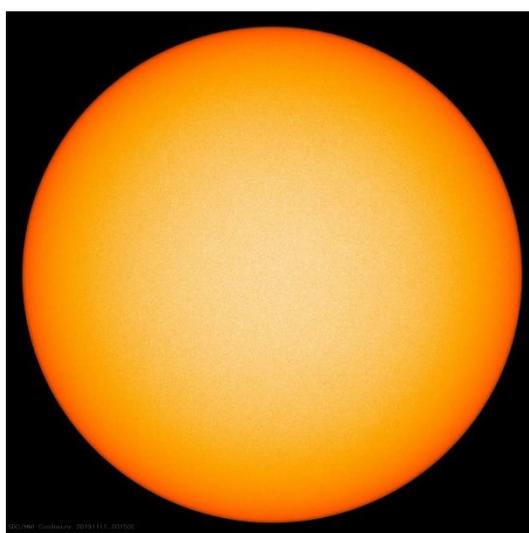
Figura 6.19 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 12h 27min (b) 13h 34min.



Fonte: Produzido pelo autor.

Aqui, na Fig. 6.19 (a) e (b), verifica-se, além do ponto preto no disco solar correspondente a sombra do planeta mercúrio, alguns outros pontos escuros na região do disco, o que justificaria a suposição de se tratar de manchas solares. Entretanto, como verifica-se no registro realizado pela *NASA (National Aeronautics and Space Administration)* a partir da sua sonda *SDO (Solar Dynamics Observatory)*, vide Fig. 6.20, não é visível nenhuma mancha na superfície do Sol no dia deste evento.

Figura 6.20 – Imagem do Sol Tomada pela Sonda *SDO (Solar Dynamics Observatory)* da *NASA* no dia do 11/11/2019.



Fonte: NASA¹⁷ (2019). Adaptado pelo autor.

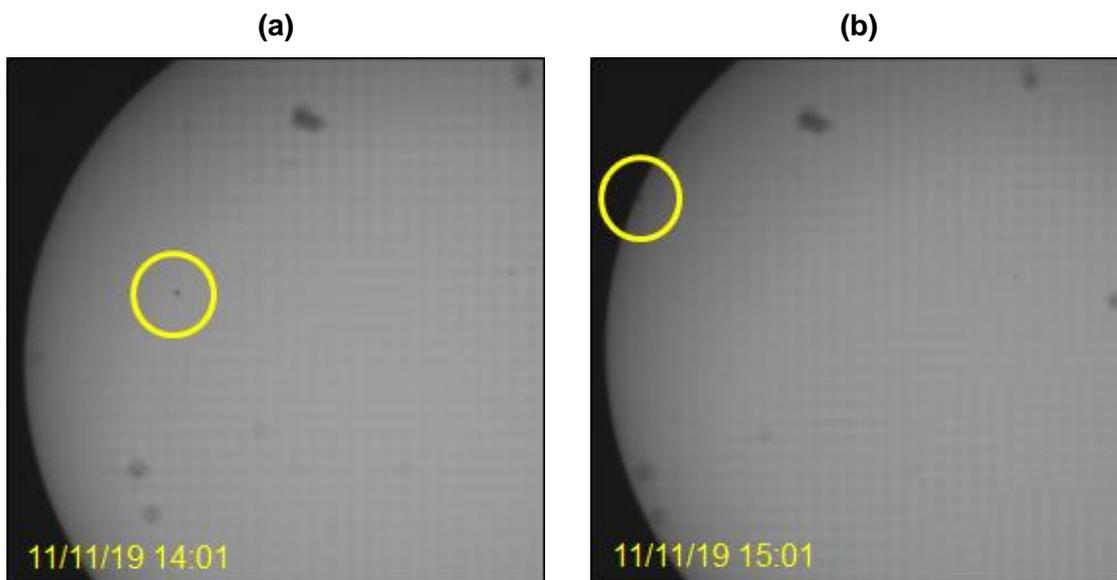
O que nos leva a concluir que tais manchas se tratam, na realidade, de sujeira e poeira presente no espelho principal do telescópio, fato que foi verificado posteriormente quando analisado sua superfície.

Por fim, na Fig. 6.21 observa-se o final do trânsito de Mercúrio sobre a superfície solar, finalizado às 15h01min.

¹⁷ Disponível em:

<https://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/browse/2019/11/11/20191111_001500_1024_HMIIC.jpg>.

Figura 6.21 – Trânsito de Mercúrio 11/11/2019 (a) 14h 01min (b) 15h 01min.



Fonte: Produzido pelo autor.

Apesar da observação do trânsito do planeta Mercúrio não ter sido uma das observações astronômicas realizadas por Galileu, foi uma excelente oportunidade de registrar este raro fenômeno.

As ações de registro dos objetos astronômicos apresentados nesta seção foram de grande importância para o melhor entendimento do processo de observação do céu. A partir desta ação de revisitação das observações astronômicas de Galileu Galilei, percebeu-se quais os problemas e conhecimentos necessários para a correta observação dos astros. Além disso, tanto com a experiência adquirida, quanto a partir dos registros observacionais, foi possível desenvolver atividades de divulgação científica e intervenção pedagógica cruciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

6.2 ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO E INTERVENÇÃO (SEMINÁRIOS, MINICURSO E OFICINA)

Outra ação realizada nesta pesquisa consistiu na intervenção no cenário local a partir de atividades de divulgação e intervenção pedagógica como aulas, seminários, minicurso, oficinas e atividades de observação astronômica junto ao telescópio. Estas atividades de divulgação e/ou intervenção pedagógica foram realizadas junto ao público do IFBA, da UEFS e da Escola Municipal Prof^a Lídice Antunes Barros, localizada na cidade de Feira de Santana. Esta fase foi executada

dentro da perspectiva da pesquisa-intervenção que se trata da metodologia utilizada para a intervenção de determinada realidade social com vistas a resolução ou mitigação de um determinado problema, que, no caso desta pesquisa, refere-se à ausência de abordagem do trabalho observacional de Galileu no Ensino.

6.2.1 Seminários e Minicurso

Os Seminários e Minicurso foram ministrados com o objetivo de sensibilizar professores e estudantes a respeito da importância das observações astronômicas de Galileu Galilei para o Ensino. No Quadro 6.3 apresenta-se uma síntese dessas ações, com a descrição cronológica de cada atividade e a indicação da data de sua realização, além da descrição da instituição onde ocorreu a ação, a modalidade da apresentação e o público atingido.

Quadro 6.3 – Resumo dos Seminários e Minicursos Realizados.

Data	Atividade	Instituição	Modalidade	Público Atingido
02/12/2019	Seminário no curso de Licenciatura em Física	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Presencial	21
18/06/2020	Seminário no evento “A Jornada Virtual da Física”	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Remota	396
28/07/2020	Minicurso no evento “Jornada Virtual UEFS 2020 – Trilhas para a Pluralidade”	UEFS	Remota	46
03/10/2020	Seminário na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino	IFBA (EAD)	Remota	25
25/02/2021	Seminário na Formação de Professores Municipais	Escola Municipal Prof ^a Lídice Antunes Barros	Remota	15
02/10/2021	Seminário na Disciplina de Instrumentação Astronômica (UEFS – MPAstro)	UEFS (MPAstro)	Remota	14
21/10/2021	Seminário no projeto “Ensino, Divulgação e Popularização da Astronomia”	IFBA – <i>campus</i> Vitória da Conquista	Remota	34

Fonte: Produzido pelo autor.

Do Quadro 6.3 percebe-se que estas ações iniciaram na modalidade presencial, mas com a chegada da pandemia de COVID-19 precisaram ser adaptadas rapidamente para a forma remota. Tal fato, no entanto, não impediu que novas apresentações fossem realizadas, como se verifica pelo número de ações efetivadas no Quadro. 6.3.

Estas atividades tiveram uma significativa participação de licenciandos e professores dedicados a atividade docente, de diferentes instituições de ensino, como o IFBA, a UEFS, e a Escola Municipal Prof^a Lídice Antunes Barros, o que demonstra como a temática desenvolvida é de interesse da comunidade acadêmica.

Apresenta-se a seguir o detalhamento de cada uma destas ações desenvolvidas.

6.2.1.1 Seminário aos Estudantes da Licenciatura em Física (IFBA – campus Salvador)

No dia 02/12/2019, a convite do professor Dr. Jancarlos Lapa, e do professor Dr. Dielson Hohenfeld, foi realizada, no IFBA – *campus* Salvador, uma palestra para os estudantes da Licenciatura em Física com o objetivo de apresentar o trabalho a ser desenvolvido neste projeto. Na ocasião apresentou-se as motivações e justificativas deste projeto, bem como um pouco do trabalho de revisitação das observações astronômicas de Galileu que vinha sendo desenvolvido com o auxílio da câmera *NexImage 5* acoplada ao telescópio refletor da instituição. Nesta palestra, o trabalho observacional foi apresentado dentro de um contexto de discussão a respeito da disputa entre os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico, contextualizando como as observações de Galileu, realizadas com sua luneta telescópica, se inseriam nesta discussão. Anterior à apresentação aproveitou-se para aplicar um questionário de verificação de conhecimentos prévios, vide Apêndice A, com o intuito de verificar os conhecimentos dos estudantes a respeito do trabalho astronômico de Galileu. O questionário consistiu em verificação simples com duas questões de resposta aberta, solicitando o seguinte:

“Discorra de forma resumida quais as contribuições de Galileu Galilei, para o avanço da Ciência, que você tem conhecimento? Quais as fontes de informação que você aprendeu sobre essas contribuições?”.

Este questionário visou verificar se as observações de Galileu foram apresentadas para os estudantes, e qual a eventual ênfase à qual eles foram expostos durante as diferentes fases de aprendizagem e abordagem ao longo de seus estudos, seja no Ensino Médio ou na Graduação. Da análise das respostas foi construída o Quadro 6.4 que apresenta de forma resumida os aspectos astronômicos do trabalho de Galileu que os estudantes relataram no formulário.

Os dados presentes no Quadro 6.4 mostram que os estudantes, nas suas respostas, deram maior ênfase aos aspectos relacionados ao desenvolvimento da luneta telescópica e da defesa do modelo Heliocêntrico, enquanto as observações e descobertas realizadas por meio daquele instrumento científico teve pouca ocorrência entre as respostas apresentadas. Com relação as fontes de origem da informação relacionadas ao trabalho de Galileu, o Quadro 6.4 nos mostra que apenas 11 dos estudantes indicaram suas fontes, as quais se restringiram, a Escola, Aulas no IFBA, Iniciação Científica – IFBA, Artigos científicos, Livros, Documentários e Internet.

Quadro 6.4 – Tópicos Presentes nas Respostas dos Estudantes.

	<i>Período</i>	<i>Fonte da Informação</i>	<i>Fases de Vênus</i>	<i>Lua</i>	<i>Satélites de Júpiter</i>	<i>Heliocentrismo</i>	<i>Luneta telescópica</i>
Estudante 1	-	-	-	-	-	-	-
Estudante 2	-	Escola	-	-	-	-	-
Estudante 3	6º	Aulas do IFBA	-	-	-	X	X
Estudante 4	5º	-	X	X	X	-	X
Estudante 5	-	-	-	-	-	-	X
Estudante 6	-	Aulas do IFBA	-	-	-	X	X
Estudante 7	7º	Iniciação Científica – IFBA	-	-	X	X	X
Estudante 8	7º	-	-	-	-	X	-
Estudante 9	-	-	-	-	-	-	-
Estudante 10	6º	Aulas do IFBA	-	-	-	X	X
Estudante 11	5º	Documentário e livros	-	-	-	X	X
Estudante 12	4º	Aulas do IFBA	-	X	-	-	X
Estudante 13	7º	-	-	-	-	X	X
Estudante 14	5º	-	-	-	-	-	X
Estudante 15	7º	-	-	-	-	-	X
Estudante 16	7º	-	-	-	-	X	X
Estudante 17	4º	-	-	-	X	X	X
Estudante 18	7º	Artigos científicos e livros	-	-	-	-	X
Estudante 19	-	Artigos científicos e livros	-	-	-	-	-
Estudante 20	5º	Artigos científicos	-	-	-	-	-
Estudante 21	5º	Internet e livros	-	-	-	-	X
Total			1	2	3	9	15

Fonte: Produzido pelo autor.

6.2.1.2 Seminário no Evento “A Jornada Virtual da Física” (IFBA – *campus* Salvador)

O segundo seminário apresentado foi a primeira ação deste projeto realizada na modalidade remota, e aconteceu no dia 18/06/2020. O seminário tratou-se de uma apresentação no evento *A Jornada Virtual da Física*, no IFBA – *campus* Salvador, o qual foi promovido pelos professores do Departamento de Física (DEFIS) do *campus* Salvador, no intuito de apresentar os trabalhos desenvolvidos por professores, estudantes e técnicos da instituição. Este seminário versou sobre o trabalho desenvolvido no âmbito desta pesquisa, e teve o seguinte título: “Revisitando as Observações Astronômicas de Galileu Galilei”. Na Fig. 6.22 tem-se o painel de divulgação do seminário.

Figura 6.22 – Painel de Divulgação do Seminário no Evento “A Jornada Virtual da Física” (18/06/2020).



Neste seminário apresentou-se as questões abordadas nesta pesquisa, e as ações e atividades desenvolvidas até então com a indicação das perspectivas futuras do projeto. Sua transmissão foi realizada pelo YouTube, e a partir da interação pelas mensagens do *chat* durante a apresentação foi possível perceber a aceitação positiva do público envolvido com o projeto. Destas mensagens destaca-se os comentários que seguem.

Indivíduo 1:

“atividades práticas tem um resultado positivo no processo de aprendizagem”.

Indivíduo 2:

“parabéns, Afonso, pela retomada do estudo de Galileu. Depois do Ano Internacional da Astronomia, em 2009, as iniciativas foram diminuindo cada vez mais.”

“A luneta ainda é vista como um equipamento inacessível e difícil de se utilizar. Inclua a oficina sobre a confecção da luneta para aproximar as pessoas da sua importância científica e tecnológica.”

Além destes comentários, ressalta-se a um dos questionamentos realizados ao fim da apresentação, durante o momento de abertura para perguntas.

Indivíduo 3:

“pergunta: quais as diferenças que você poderia citar que o seu produto deveria sofrer para ser aplicado no ensino médio? já que foi pensado para a licenciatura.”

Esta pergunta, as falas anteriores dos Indivíduos 1 e 2, assim como o restante das interações contidas nas mensagens do *chat*, demonstram o entusiasmo pelo tema e ações desenvolvidas.

Esta apresentação foi feita ao vivo pelo canal do YouTube do Departamento de Física, e contou com a participação de professores e estudantes do IFBA, bem como de membros externos. As apresentações da jornada estão disponíveis no canal do YouTube *Departamento de Física IFBA SSA*, e o vídeo do seminário pode ser acessado no link na nota de rodapé¹⁸, o qual contém além deste a apresentação de outros professores e estudantes. Este vídeo conta atualmente com 396 visualizações no YouTube.

6.2.1.3 Minicurso no Evento “Jornada Virtual UEFS 2020 – Trilhas para a Pluralidade”

Este minicurso ocorreu no mês seguinte ao seminário da *Jornada Virtual da Física*, no dia 28/07/2020, e foi apresentado na modalidade remota no evento

¹⁸ A apresentação está disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=_YgvqOnNCWM >.

Jornada Virtual UEFS 2020 – Trilhas para a Pluralidade, promovido pela Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS com o objetivo de trocar conhecimentos, experiências e aprendizados, e o seu painel de divulgação é apresentado na Fig. 6.23.

Figura 6.23 – Painel de Divulgação do Minicurso no evento “*Jornada Virtual UEFS – Trilhas para a Pluralidade*” (28/07/2020).



A apresentação realizada neste minicurso foi transmitida por meio da sala de reuniões do *Google Meet*, e teve o seguinte título: “Revisitando as Observações Astronômicas de Galileu Galilei”. Os tópicos abordados consistiram basicamente dos mesmos tópicos apresentados no seminário do dia 18/06/2020.

O público atingido neste evento foi de 46 pessoas, destes 33 estudantes e 13 professores com os seguintes níveis de escolaridade: 2 graduados, 3 especialistas, 5 mestres, e 1 doutora.

6.2.1.4 Seminário na Disciplina de Metodologia e Prática de Ensino (IFBA – EAD)

Este seminário ocorreu no dia 03/10/2020 para estudantes do curso de Licenciatura em Física, da modalidade EAD do IFBA, na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino, sob a supervisão do Prof. Dr. Dielson Hohenfeld, professor titular da disciplina.

Esta ação foi realizada no formato remoto, em função do isolamento social decorrido da pandemia de COVID-19, e não pôde contar com a metodologia de observações e interações similares a realizada presencialmente no dia 03/03/2020 para os estudantes da Licenciatura em Física do *campus* Salvador, conforme será apresentado na subseção relativo às intervenções pedagógicas.

Desta forma, a aula se deu de forma expositiva, com a apresentação dos aspectos gerais desta pesquisa, como a ilustração do problema, da justificativa da proposta, dos objetivos e da metodologia. Em seguida, realizou-se uma breve revisão histórica do desenvolvimento astronômico antes do surgimento da luneta telescópica. Apresentou-se os principais modelos de explicação do Universo e seus defensores, bem como os instrumentos astronômicos utilizados para o estudo do movimento dos corpos celestes, e sua limitação intrínseca à capacidade visual do observador. Além disso, explanou-se a respeito das contribuições de Galileu Galilei para o desenvolvimento da Ciência, elencando aspectos de suas contribuições ao estudo do movimento dos corpos, e desenvolvimento do método científico, enfatizando, no entanto, as suas contribuições no âmbito da Astronomia, e elencando suas observações astronômicas.

Expôs-se as ações desenvolvidas neste trabalho como a pesquisa em livros didáticos, artigos científicos e projetos pedagógicos de Instituições de Ensino Superior (IES), que versavam sobre as contribuições astronômicas de Galileu, o trabalho de revisitação de suas observações dos astros que este observou, bem como a ilustração das atividades de intervenção desenvolvidas.

Ademais, aproveitou-se a oportunidade de contato com estes licenciandos, os quais não haviam tido contato com esta pesquisa, e aplicou-se, previamente a esta intervenção pedagógica, um formulário com o objetivo de verificar seus conhecimentos a respeito do trabalho astronômico de Galileu. Na Fig. 6.24 apresenta-se o formulário construído a partir da ferramenta *Google Forms*.

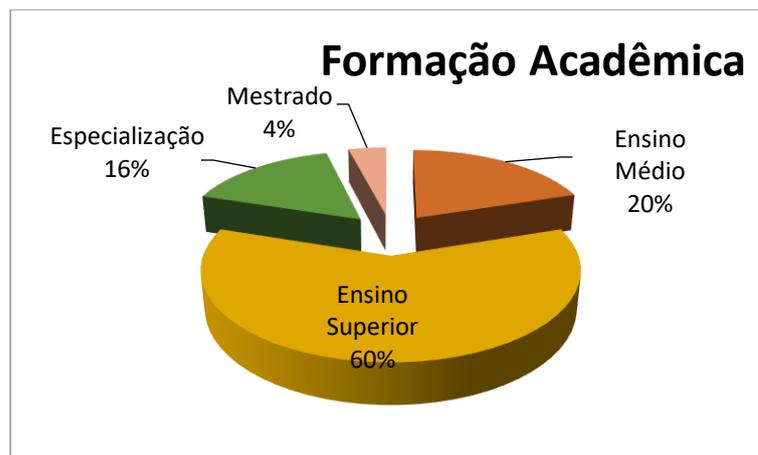
Figura 6.24 – Interface do Formulário Online Apresentado aos Estudantes da Licenciatura em Física (EAD).



Fonte: Produzido pelo autor.

Com as respostas dos estudantes ao formulário obteve-se um universo de 25 respostas, no qual foi possível identificar sua formação acadêmica, vide Fig. 6.25, assim como sua profissão, vide Fig. 6.26.

Figura 6.25 – Formação Acadêmica dos Licenciandos.

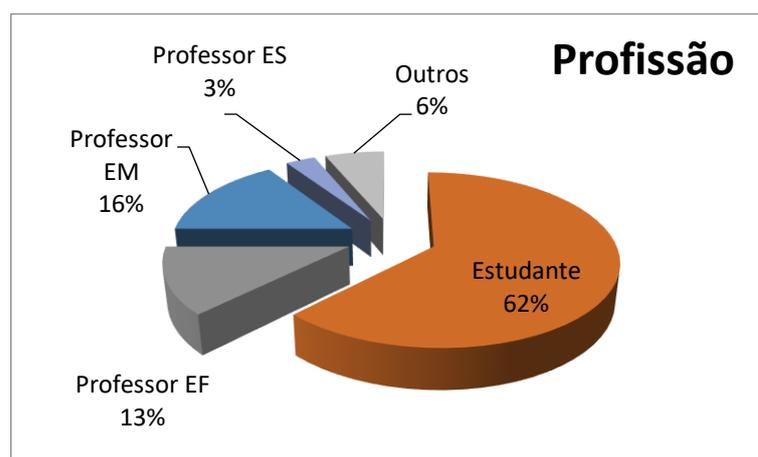


Fonte: Produzido pelo autor.

Como se observa do gráfico da Fig. 6.25, a maioria dos estudantes possuía formação acadêmica igual ou superior a que estavam cursando, com apenas 20% dos licenciandos possuindo somente a formação do Ensino Médio.

Do gráfico da Fig. 6.26 observa-se a atuação profissional dos estudantes da Licenciatura em Física (EAD).

Figura 6.26 – Profissão dos Licenciandos.



Fonte: Produzido pelo autor.

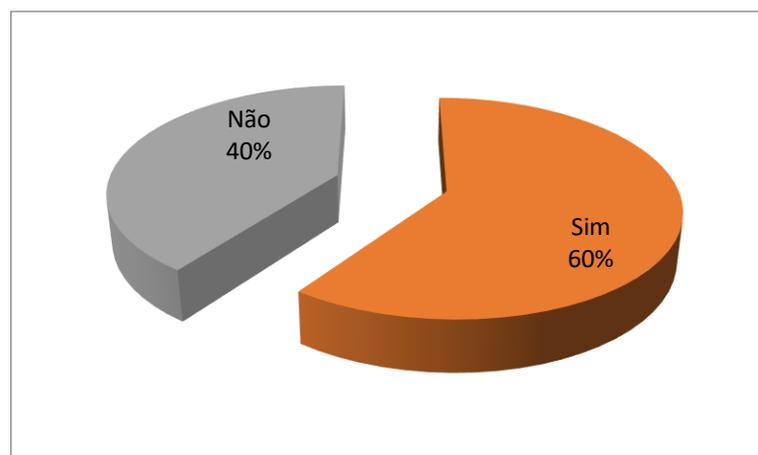
No gráfico apresentado na Fig. 6.26 observa-se que 32% dos licenciandos atuam como docentes, seja como professores do Ensino Fundamental (EF), Ensino Médio (EM) ou Ensino Superior (ES).

Em seguida, os licenciandos responderam as questões referentes a Galileu. A primeira questão apresentada foi:

Questão 1^a – Durante sua formação escolar (Ensino Fundamental e Médio) você teve contato com o trabalho que Galileu realizou em vida?

Na Fig. 6.27 apresenta-se o gráfico que ilustra as respostas dos licenciandos a esta questão.

Figura 6.27 – Gráfico Representativo das Respostas da 1^a Questão.



Fonte: Produzido pelo autor.

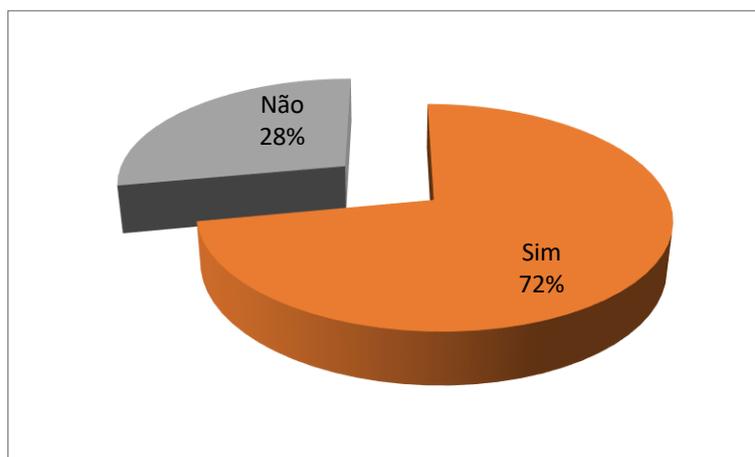
A partir do gráfico da Fig. 6.27 percebe-se que a maioria dos licenciandos tiveram contato com algum aspecto do trabalho de Galileu durante sua formação básica.

A segunda questão apresentada aos licenciandos foi:

Questão 2^a – Durante sua formação acadêmica (Ensino Superior - Graduação) você teve contato com o trabalho que Galileu realizou em vida?

Na Fig. 6.28 observa-se o gráfico resultante das respostas a esta questão.

Figura 6.28 – Gráfico Representativo das Respostas da 2^a Questão.



Fonte: Produzido pelo autor.

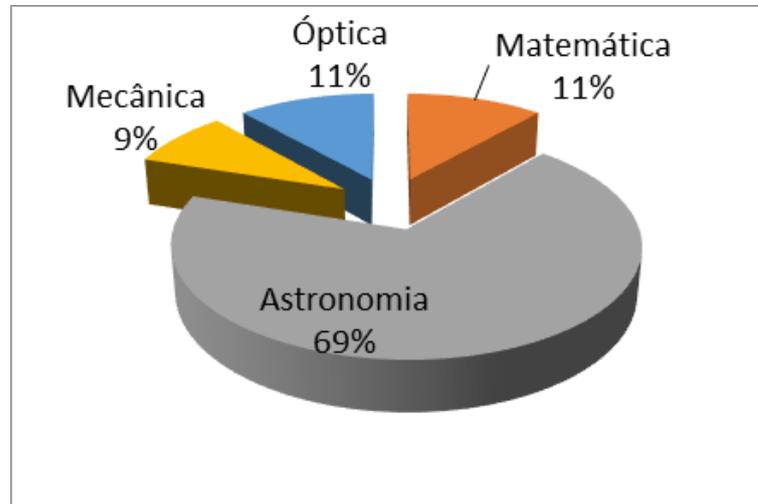
Na Fig. 6.28 verifica-se um aumento no contato com o trabalho de Galileu se comparado ao gráfico da Fig. 6.27. No entanto, este acréscimo é dúbio, visto que, aparentemente, neste momento do curso os licenciandos ainda não haviam estudado sobre aspectos relacionados à História da Ciência, podendo, portanto, se referir a uma outra graduação, visto que 60% deles já possuem o Ensino Superior, vide Fig. 6.25.

Seguindo com as questões do formulário, tem-se as questões 3^a e 4^a do formulário, na qual a questão 3^a é transcrita a seguir:

Questão 3^a – Em sua opinião, em que área do conhecimento Galileu mais se destacou?

O gráfico da Fig. 6.29 apresenta as respostas da 3ª questão.

Figura 6.29 – Gráfico Representativo das Respostas da 3ª Questão.



Fonte: Produzido pelo autor.

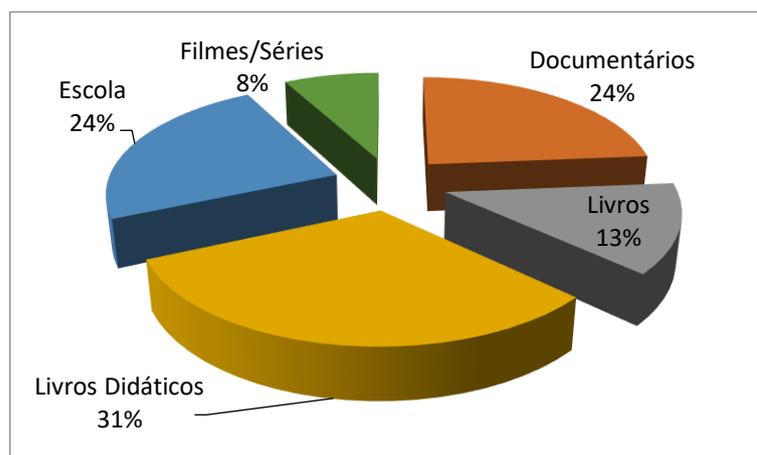
Aqui é possível verificar que 69% dos estudantes destacam o trabalho de Galileu no campo da Astronomia.

A seguir é apresentado a questão 4ª do formulário:

Questão 4ª – Por qual meio você tomou conhecimento do trabalho de Galileu no campo da Astronomia?

Das repostas a estas questões foram produzidos os gráficos ilustrados na Fig. 6.30.

Figura 6.30 – Gráfico Representativo das Respostas da 4ª Questão.



Fonte: Produzido pelo autor.

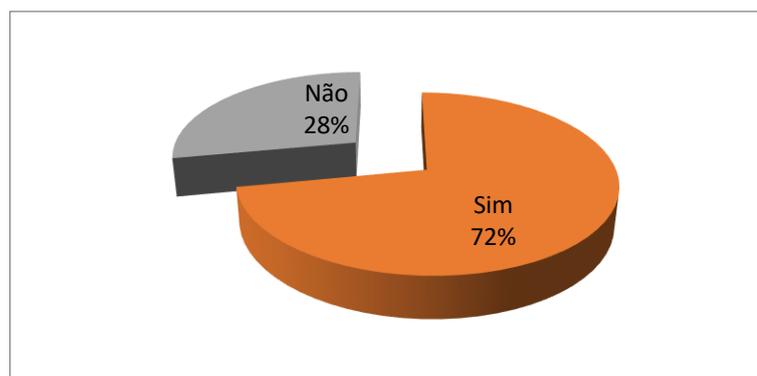
Na Fig 6.30 verifica-se que 55% das formas de acesso ao trabalho astronômico de Galileu estão diretamente relacionadas a instituições de Ensino, no caso livros didáticos, 31%, e escola, 24%.

Seguindo com as questões do formulário a seguir é apresentada a 5ª questão:

Questão 5ª – Você conhece alguma contribuição de Galileu Galilei para a Astronomia?

Na Fig. 6.31 é apresentado o gráfico resultante das respostas dos licenciandos para a 5ª questão do formulário.

Figura 6.31 – Gráfico Representativo das Respostas da 5ª Questão.



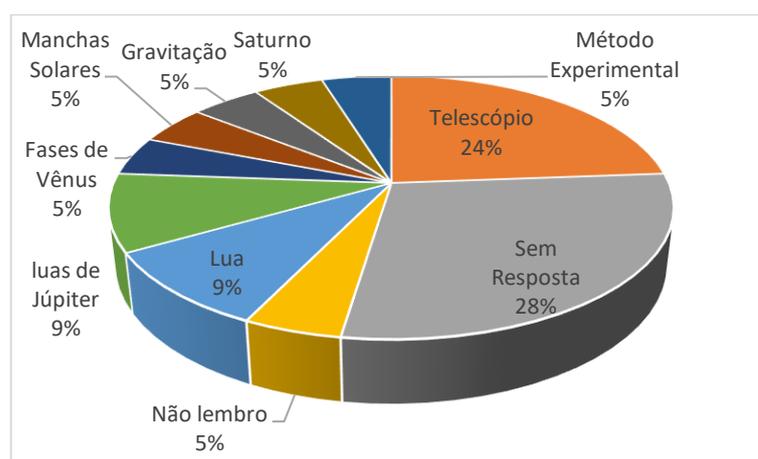
Fonte: Produzido pelo autor.

Do gráfico da Fig. 6.31 percebe-se que a maioria dos estudantes responderam conhecer alguma contribuição de Galileu à Astronomia.

Questão 6ª – Caso conheça alguma contribuição de Galileu para o campo da Astronomia, cite de forma rápida e resumida algumas de suas observações e/ou contribuições.

Na Fig. 6.32 é apresentado as respostas à questão 6ª do formulário.

Figura 6.32 – Gráfico Representativo das Respostas da 6ª Questão.



Fonte: Produzido pelo autor.

Os 28% dos licenciandos que não responderam a última questão, conforme o gráfico da Fig. 6.32, refletem aquilo que já foi apresentado no gráfico da Fig. 6.31. Além disso, observa-se que 24% das respostas se detiveram a aspectos relacionados a luneta telescópica. Respostas sobre observações astronômicas da Lua, e dos satélites de Júpiter aparecem em seguida, com percentuais menores de 9% cada. De certa forma, o gráfico da Fig. 6.32 representa aquilo que já foi percebido nos livros didáticos do PNLD de 2018, e nas respostas dos estudantes da Licenciatura em Física ao formulário apresentado durante o seminário do dia 02/12/2019, que foi a ênfase a aspectos relacionados a luneta telescópica, enquanto as observações e descobertas astronômicas aparecem em segundo plano, sendo citadas de forma mais recorrente a Lua e os satélites de Júpiter, conforme pode ser verificado a partir da nuvem de palavras apresentada na Fig. 6.33.

6.2.1.6 Seminário na Disciplina de Instrumentação Astronômica (UEFS – MPAstro)

O seminário aos mestrandos do programa de Pós-Graduação em Astronomia da UEFS ocorreu no dia 02/10/2021, na disciplina de Instrumentação Astronômica, sob a supervisão do professor Dr. Marildo Geraldête professor titular da disciplina. Esta ação se deu na forma de aula expositiva, apresentando-se aspectos gerais desta pesquisa, como o problema pesquisado, a justificativa da proposta, os objetivos e a proposta trazida. Em seguida, desenvolveu-se a apresentação a partir do contexto histórico da Revolução Científica no qual Galileu Galilei estava inserido, e disputa entre os modelos de explicação do Universo. Realizou-se uma abordagem histórica referente as observações e descobertas astronômicas feitas por Galileu, e sobre o processo de revisitação desta parte do trabalho do cientista italiano realizado nesta pesquisa, a partir de registros de objetos astronômicos por meio do telescópio computadorizado. Expôs-se, também, as ações de divulgação desenvolvidas neste trabalho, bem como a pesquisa realizada em livros didáticos, artigos científicos e projetos pedagógicos de Instituições de Ensino Superior (IES), sobre a presença do trabalho observacional de Galileu.

Ademais, assim como no seminário ao licenciandos do curso de Licenciatura em Física (EAD), aproveitou-se a oportunidade de contato com os mestrandos para aplicar um formulário com vistas a verificar sua formação e atuação profissional, bem como seus conhecimentos sobre o trabalho observacional de Galileu.

Na Fig. 6.34 apresenta-se o formulário construído a partir da ferramenta *Google Forms* e aplicado aos mestrandos do MPAstro.

Figura 6.34 – Interface do Formulário Online Apresentado aos Mestrandos do MPAstro.



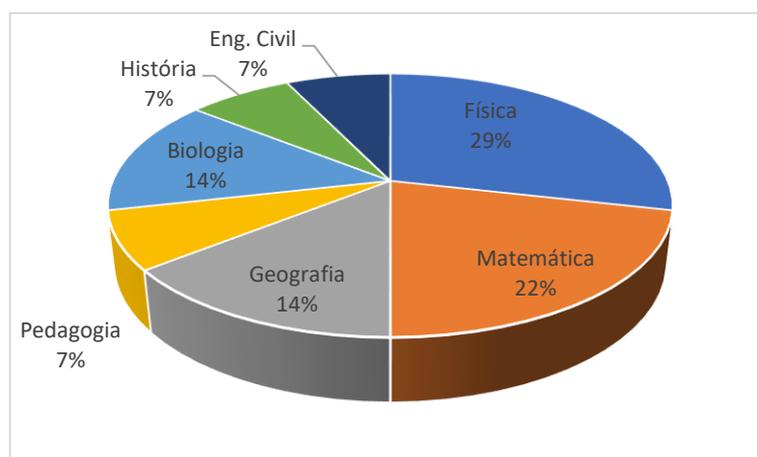
Fonte: Produzido pelo autor.

Obteve-se um universo de 14 respostas com a aplicação deste formulário. A seguir são apresentados os gráficos com as repostas das questões aplicadas.

Na primeira parte do formulário buscou-se extrair informações sobre os mestrandos, como sua atuação profissional, nível de escolaridade e área de formação.

A Fig. 6.35 apresenta as respostas quanto ao curso de graduação de origem dos mestrandos entrevistados.

Figura 6.35 – Área de Graduação de Origem dos Mestrandos.

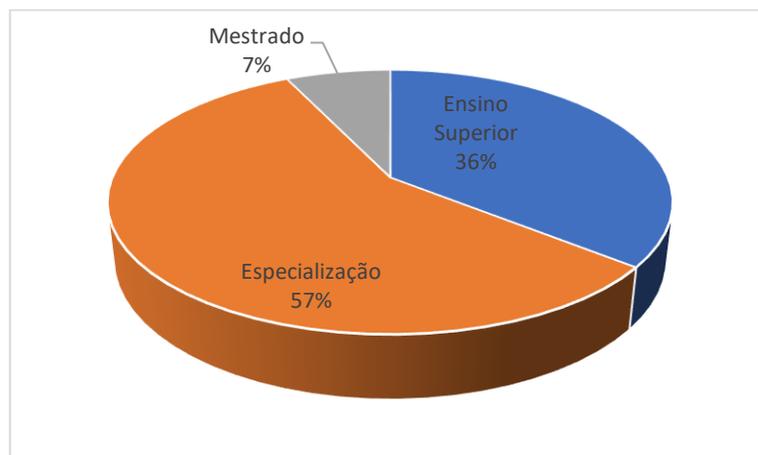


Fonte: Produzido pelo autor.

Como observa-se no gráfico, 51% dos mestrandos são formados na área de Matemática e Física.

Na Fig. 6.36 observa-se a formação acadêmica dos mestrandos.

Figura 6.36 – Formação Acadêmica dos Mestrandos.

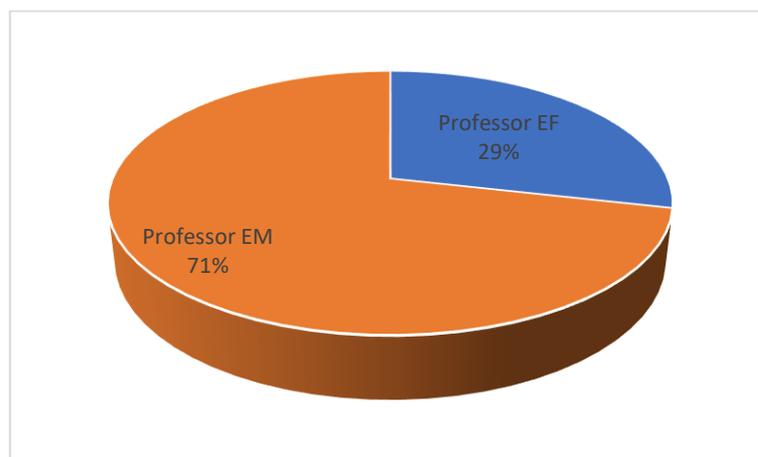


Fonte: Produzido pelo autor.

A partir da Fig. 6.36 observa-se que a maioria possui formação complementar.

Enquanto isso, na Fig. 6.37 é possível observar a atuação do profissional dos mestrandos.

Figura 6.37 – Gráfico Representativo da Atuação Profissional dos Mestrandos.



Fonte: Produzido pelo autor.

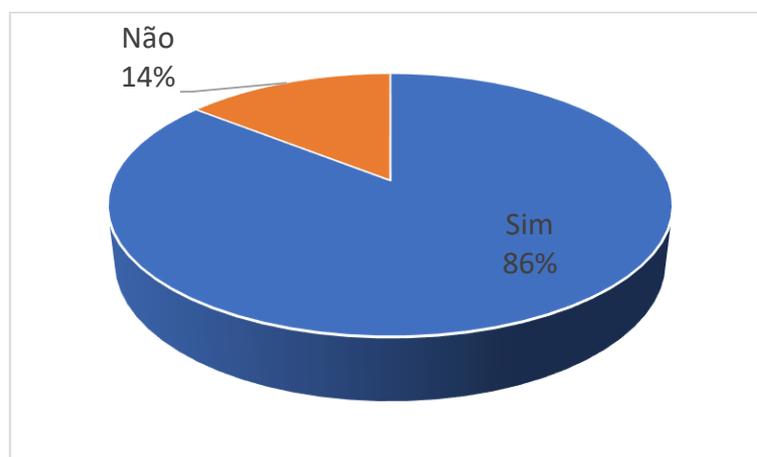
A partir do gráfico da Fig. 6.37 verifica-se que os mestrandos atuam na educação básica, com 71% deles atuando como professores do Ensino Médio e Fundamental, ou exclusivamente no Ensino Médio, enquanto 29% atuam exclusivamente como professores do Ensino Fundamental.

As questões subsequentes trataram de aspectos relacionados ao tema desta pesquisa. A seguir é apresentado a questão 4ª do formulário:

Questão 4^a – Durante sua formação escolar e acadêmica você teve contato com o trabalho científico desenvolvido por Galileu Galilei?

A Fig. 6.38 apresenta o gráfico resultado das respostas da questão 4^a.

Figura 6.38 – Gráfico Representativo das Respostas à Questão 4^a do Formulário.



Fonte: Produzido pelo autor.

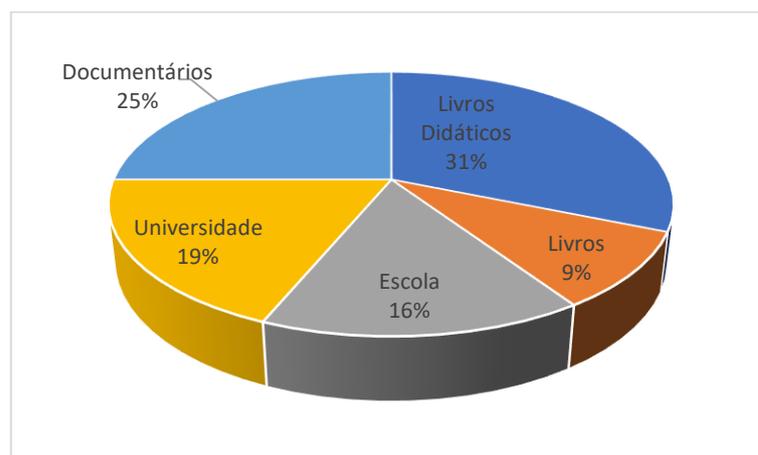
Como observa-se do gráfico da Fig. 6.38 a maioria dos mestrandos demonstra ter tido contato com o trabalho científico de Galileu Galilei, tendo apenas 2 respostas negativas quanto a esta questão.

As questões 5^a e 6^a possibilitavam a escolha de mais de uma opção de resposta entre as disponíveis. A seguir é apresentada a questão 5^a:

Questão 5^a - Qual, ou quais das opções a seguir lhe possibilitou conhecer sobre Galileu e sua obra?

As opções para esta pergunta eram: livros, livros didáticos, Escola (Ensino Fundamental e Médio), Faculdade/Universidade, Documentários/Filmes. A Fig. 6.39 apresenta o gráfico resultado das respostas da questão 5^a.

Figura 6.39 – Gráfico Representativo das Respostas à Questão 5ª do Formulário.



Fonte: Produzido pelo autor.

No gráfico da Fig. 6.39 observa-se que o principal meio de contato dos mestrados com o trabalho de Galileu se deu a partir dos livros didáticos, assim como relatado pelos estudantes da Licenciatura em Física (EAD), vide Fig. 6.30. Além disso, percebe-se que a Escola e a Universidade aparecem logo depois de Documentários/Filmes, também de forma semelhante ao observado na Fig. 6.30. Cabe adicionar que os dois mestrados que apresentaram respostas negativas para a questão 4ª, referente ao contato com o trabalho científico de Galileu durante sua formação escolar e acadêmica, indicaram que tiveram contato com o trabalho do cientista italiano por meio de Documentários/Filmes.

A próxima pergunta foi a questão 6ª transcrita a seguir:

Questão 6ª - Em sua opinião, em que área do conhecimento Galileu se destacou?

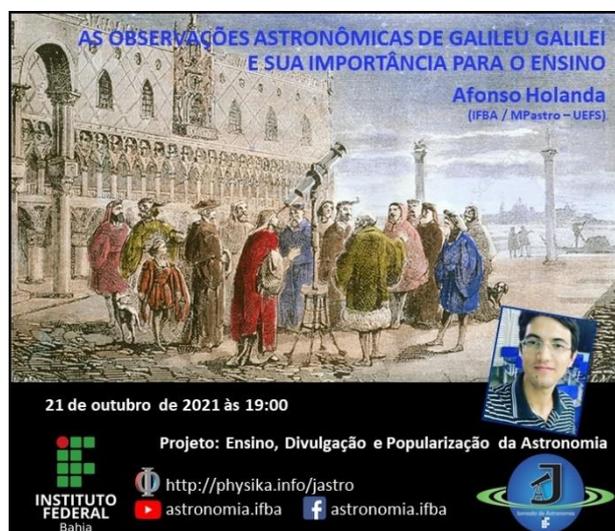
As opções para esta pergunta eram: Astronomia, Matemática, Mecânica, Termologia e Óptica. No entanto, todos os mestrados indicaram Astronomia como uma das áreas em que Galileu se destacou, entretanto, as respostas a questão 7ª nos mostraram um padrão já percebido anteriormente.

A seguir é transcrito a questão 7ª do formulário:

Questão 7ª - Descreva de forma rápida e sucinta quais contribuições se destacam no trabalho de Galileu Galilei.

intervenção, bem como discussão sobre o trabalho científico de Galileu e sua importância no atual momento de pós-verdade que se vivencia.

Figura 6.41 – Painel de Divulgação do Seminário no Projeto “Ensino, Divulgação e Popularização da Astronomia” (21/10/2021).



O seminário contou com a participação de professores do IFBA – campus Vitória da Conquista, da UFBA, e mestrandos da UEFS, e está disponível no canal do YouTube *Astronomia IFBA*, com o link de acesso ao vídeo disponibilizado na nota de rodapé¹⁹.

Como observa-se no Quadro 6.3, iniciou-se as apresentações dos seminários na modalidade presencial, entretanto, com a chegada da pandemia de COVID-19 e a condição de isolamento social, este formato se tornou inviável. Todavia, as apresentações foram adaptadas e continuaram na modalidade remota, sem que esta etapa da pesquisa fosse prejudicada.

As sete apresentações, consistindo em seminários e minicurso, cumpriram com o objetivo de atingir o público de professores e licenciandos em Física a respeito das observações astronômicas de Galileu e sua importância para o Ensino. Além disso, destaca-se os *surveys* apresentados aos licenciandos em Física do IFBA – *campus* Salvador, aos licenciandos em Física do IFBA (EAD), e aos mestrandos do MPAstro que possibilitaram coletar informações sobre o discurso dos

¹⁹ A apresentação está disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=LryJJr2g5Dk> >.

estudantes a respeito das observações astronômicas de Galileu, os quais nos demonstram um mesmo padrão de respostas.

6.2.2 Intervenções Pedagógicas

As intervenções pedagógicas elencadas nesta subseção foram ministradas a licenciandos na disciplina de Introdução à Física do curso de Licenciatura em Física do IFBA, sob o acompanhamento dos professores titulares da disciplina, e na Oficina de Astronomia para o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), acompanhada dos professores supervisores. O objetivo de tais intervenções foi atuar de maneira a conscientizar os licenciandos sobre a importância das observações astronômicas de Galileu Galilei, e no caso do PIBID, além disso, de capacitá-los à realização de atividades de observação astronômica. No Quadro 6.5 apresenta-se um resumo dessas intervenções pedagógicas, com sua descrição cronológica e indicação da data de sua realização.

Quadro 6.5 – Resumo dos Intervenções Pedagógicas Realizadas.

Data	Atividade	Instituição	Modalidade	Público Atingido
03/03/2020	Intervenção na disciplina de Introdução à Física no curso de Licenciatura em Física e Matemática	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Presencial	40
JAN - FEV/ 2021	Oficina de Astronomia para os Estudantes do PIBID	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Remota	18

Fonte: Produzido pelo autor.

Como se pode observar no Quadro 6.5, assim como ocorreu nos seminários e minicurso, as atividades de intervenção pedagógica iniciaram na modalidade presencial, mas em razão do isolamento social passaram a ser realizadas de forma remota. Nas subseções que seguem são descritas de forma pormenorizada cada uma das intervenções realizadas.

6.2.2.1 Intervenção Pedagógica na Disciplina de Introdução à Física (IFBA – *campus* Salvador)

A primeira atividade de intervenção pedagógica consistiu em duas aulas ministradas na disciplina de Introdução à Física, no dia 03/03/2020, sob a supervisão do Prof. Dr. Dielson Hohenfeld para turmas de Licenciatura em Física do IFBA – *campus* Salvador, nos dois primeiros horários, e de Licenciatura em Matemática do IFBA – *campus* Salvador, nos dois últimos.

Esta intervenção ocorreu na modalidade presencial, e foi ministrada na área externa do Bloco F das dependências do IFBA – *campus* Salvador, nos locais em que foram desenvolvidas as ações de registros astronômicos, conforme apresentado na seção 6.1. As aulas foram ministradas no formato de exposição dialogada, com apresentação dos conteúdos e participação ativa dos estudantes, aliado a atividades observacionais com e sem a utilização de telescópios, e teve como objetivo produzir o entendimento sobre a importância da introdução da luneta telescópica para o entendimento do Universo.

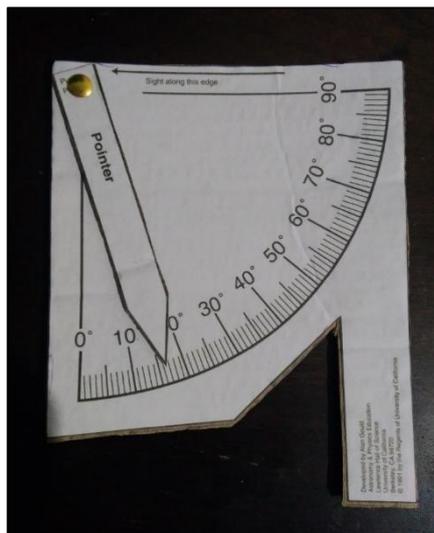
Deste modo, as aulas foram divididas em três partes, e tiveram observações astronômicas sendo realizadas de formas distintas em cada uma delas. A seguir é apresentado a descrição das atividades realizadas.

1ª Parte – Observação a olho nu.

Na 1ª parte aula apresentou-se de forma rápida o desenvolvimento da Astronomia realizado a partir de instrumentos astronômicos pré-telescópicos, tais como o sextante, o gnômon e o quadrante. Discutiu-se a limitação intrínseca destes instrumentos, os quais são restritos pela capacidade fisiológica do olho humano, e o desenvolvimento do conhecimento sobre os astros baseados nos sentidos, tais como a categorização de estrelas pelo seu brilho.

Na Fig.6.42 vê-se o quadrante utilizado para exemplificar os instrumentos utilizados antes do surgimento da luneta telescópica.

Figura 6.42 – Quadrante de Papel.



Fonte: Produzido pelo autor.

Ainda nesta 1ª parte realizou-se observações a olho nu, a partir da identificação de objetos celestes visíveis naquela noite, como a Lua, o planeta Vênus, e constelações com a de Órion, e de Touro, além de suas estrelas. Contou-se com um céu de poucas nuvens, o que possibilitou a realização das observações, que foram realizadas com a ajuda de um apontador laser para a indicação dos pontos de referência, tais como zênite e nadir, e identificação dos objetos a serem observados, tais como Vênus e Betelgeuse.

2ª Parte - Observações por meio do uso de uma luneta telescópica.

Nesta parte da intervenção discutiu-se sobre o surgimento da luneta telescópica, e as observações astronômicas de Galileu Galilei. Os estudantes utilizaram de um pequeno telescópio refrator, sem auxílio de tripé, para fazerem suas observações. Aqui o intuito foi fazer com que os estudantes percebessem, a partir das dificuldades de ajuste de mira e de foco deste instrumento, os problemas que Galileu teve ao efetuar suas observações, além de contextualizar as descobertas astronômicas realizadas por Galileu com um instrumento similar utilizado por ele. Convidou-se os estudantes a observarem os mesmos astros observados na 1ª parte da aula, no entanto, como este foi o primeiro contato com este tipo de instrumento, e por dispor-se de apenas um instrumento no qual foi necessário fazer o rodízio durante seu uso, os estudantes tiveram bastante

dificuldade na observação dos astros, não obtendo sucesso em suas observações astronômicas.

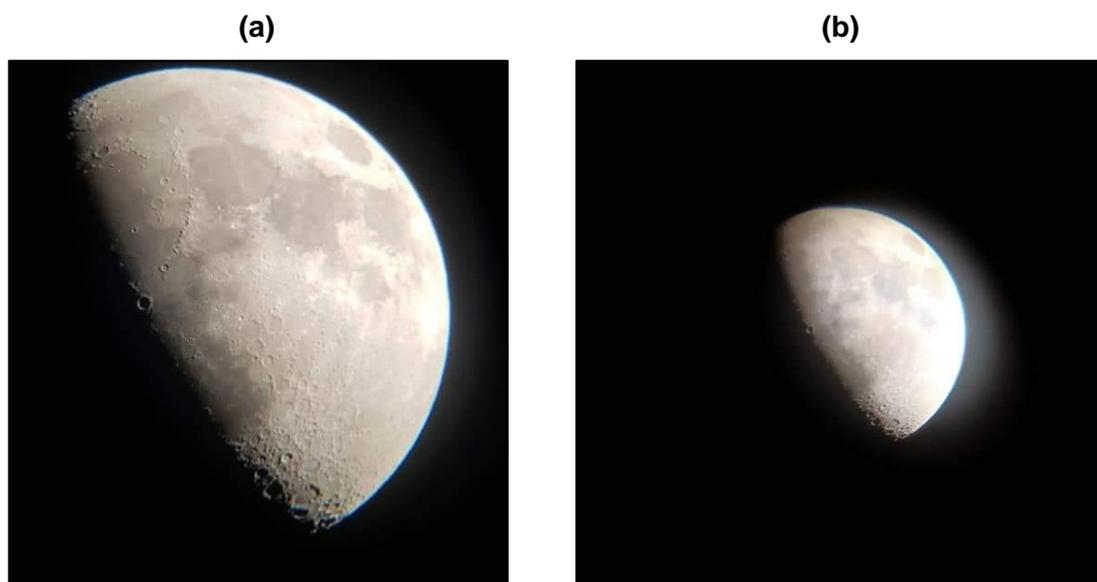
3ª Parte - Observações a partir do telescópio refletor computadorizado *NexStar 130slt*.

Por fim, foi utilizado o telescópio refletor *computadorizado NexStar 130slt*, com o objetivo de apresentar o desenvolvimento tecnológico sofrido desde o surgimento e emprego da luneta telescópica nos estudos astronômicos.

Como o telescópio computadorizado os estudantes puderam realizar as observações dos astros facilmente, visto que o instrumento havia sido alinhado previamente e já estava programado para realizar o acompanhamento dos objetos escolhidos, bastando que os estudantes olhassem por meio da ocular.

Pode-se observar a superfície da Lua nas duas turmas de licenciatura, enquanto o planeta Vênus só possível de ser observado pelos estudantes da Licenciatura em Física, nos dois primeiros horários, enquanto este estava acima da linha do horizonte e não podia ser ocultado pelos prédios da redondeza. Na Fig. 6.43 é apresentado o registro da superfície da Lua realizado por um dos estudantes da Licenciatura em Física com a câmera do celular colocada próximo à ocular do telescópio.

Figura 6.43 – Registro da Superfície da Lua Realizado por um Estudante da Licenciatura em Física do IFBA – *campus* Salvador.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na imagem da Fig. 6.43, tomada por um dos estudantes de licenciatura, vê-se a superfície da Lua com tamanhos distintos, em razão do registro ter sido feito a partir de oculares com aumento angular distintos.

Esta atividade de intervenção pedagógica, realizada já durante o 2º semestre da pesquisa, serviu como delineamento para a ideia do produto educacional a ser desenvolvido, e indicou a necessidade da introdução de outros aspectos necessários à execução de atividades observacionais, tais como noções de localização espacial do observador, e de pontos de referências, para a observação dos astros.

6.2.2.2 Oficina de Astronomia para os Estudantes do PIBID - IFBA

A oficina de Astronomia fez parte de um conjunto de 4 oficinas ofertadas aos estudantes do programa PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), os quais também são licenciandos do curso de Licenciatura em Física do IFBA – *campus* Salvador. Todas as oficinas foram ministradas na modalidade de ensino remoto por diferentes professores, e tiveram como tema Astronomia, Física Quântica, Termodinâmica e Arduino. O objetivo era apresentar propostas de atividades a partir das oficinas ministradas, as quais seriam escolhidas pelos licenciandos, juntamente com os professores supervisores do PIBID, para aplicação durante suas intervenções nas escolas de Ensino Médio da cidade de Salvador.

A primeira oficina a ser ministrada aos estudantes foi a de Astronomia, a qual buscou contribuir no entendimento dos estudantes a respeito da atividade de observação astronômica desenvolvido pela humanidade ao longo dos séculos. As atividades propostas objetivaram contextualizar e inserir aspectos gerais a respeito da observação do céu, e assim produzir uma melhora no cenário local com relação ao entendimento desta atividade, bem como das mudanças que decorreram das observações telescópicas realizadas por Galileu Galilei.

A oficina de Astronomia contou com 4 dias de atividades, as quais são descritas de forma resumida no Quadro 6.6.

Quadro 6.6 – Resumo das Atividades Realizadas no Âmbito do PIBID.

Data	Atividade	Instituição	Modalidade
21/01/2021	Localização de objetos celestes a partir do uso do <i>Stellarium</i> , e Análise do Movimento Retrógrado de Marte.	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Remota
28/01/2021	Construção de um Quadrante de baixo custo.	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Remota
04/02/2021	Construção do Gnômon, e do Relógio de Sol de Difração.	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Remota
11/02/2021	Construção de uma luneta telescópica de baixo custo.	IFBA - <i>campus</i> Salvador	Remota

Fonte: Produzido pelo autor.

A seguir é apresentada de forma pormenorizada cada uma das atividades desenvolvidas junto aos estudantes, assim como é feita uma análise desta ação no âmbito do desenvolvimento desta pesquisa.

1º Dia - Localização de Objetos Celestes a partir do uso do *Stellarium*, e Análise do Movimento Retrógrado de Marte.

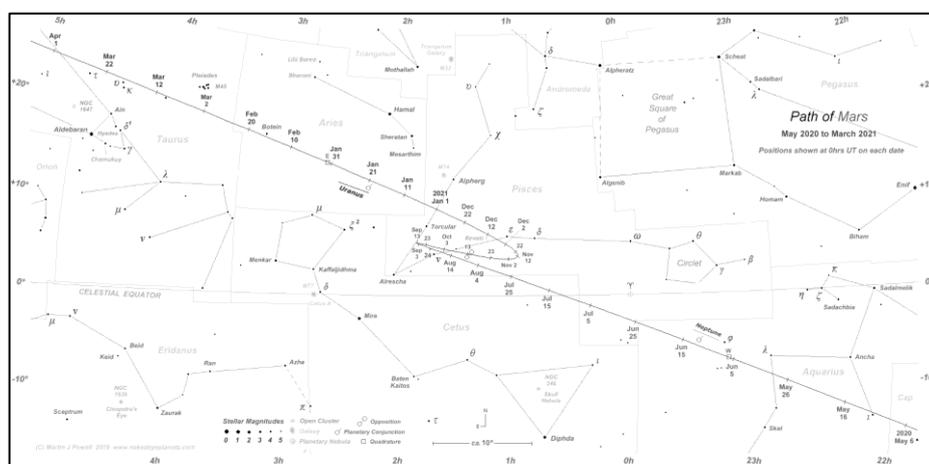
A partir dos conhecimentos adquiridos nas ações anteriores percebeu-se a necessidade da introdução de aspectos relacionados a localização espacial, tais como esfera celeste, localização dos pontos cardeais, indicação de referenciais celestes como zênite, nadir, eclíptica etc. Neste sentido, iniciou-se as atividades da oficina a partir da introdução de aspectos relacionados a localização espacial do observador e de objetos celestes, utilizando para isto do software de simulação *Stellarium*, adequado para a realização de atividades observacionais de forma remota. A escolha deste software para a atividade se deu em razão de suas ferramentas e de sua facilidade de operacionalidade.

Como o *Stellarium* é uma ferramenta que possibilita simular o céu de uma determinada localidade em qualquer dia e horário, bem como permite inserir uma série de marcações na sua tela, buscou-se apresentar alguns dos elementos essenciais para localização de um objeto celeste, como linha do horizonte, zênite e

Desta nuvem destacam-se os caracteres “Marte”, “luz”, “poluição”, “céu”, “vênus”, que indicam a discussão ocorrida sobre observações a olho nu, e os problemas decorrentes da poluição luminosa das cidades.

Ao final da apresentação foi proposta atividade de reconhecimento do céu utilizando o *Stellarium*, a qual tinha como objetivo familiarizar os estudantes com esta ferramenta. Nesta mesma atividade propôs-se que os estudantes acompanhassem e registrassem o movimento do planeta Marte durante certo período do ano de 2020, tendo como referencial o plano de fundo das constelações. O objetivo desta atividade era que os estudantes percebessem o movimento retrógrado de Marte para o ano de 2020, vide Fig. 6.45, e partir disto fosse introduzido um outro aspecto a ser discutido sobre o movimento dos planetas.

Figura 6.45 – Movimento Retrógrado de Marte para um Observador Localizado no Hemisfério Norte.



Fonte: Fonte: Powell (2019)²¹.

Na Fig. 6.46 observe-se uma das respostas dos licenciandos quanto ao registro do movimento retrógrado do planeta Marte.

²¹ Disponível em: < <https://www.nakedeyplanets.com/mars.htm>

Figura 6.46 – Movimento Retrógrado de Marte Registrado por um dos Licenciandos do PIBID.



Fonte: Produzido pelo autor.

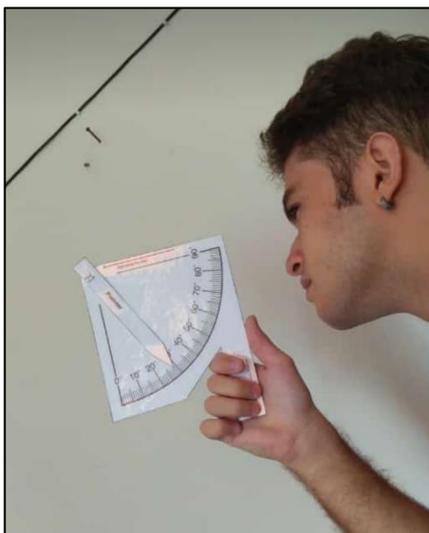
Percebe-se alguns pontos amarelos no lado direito da tela, este é o registro, feito pelo estudante, da simulação do movimento de Marte em relação ao plano de fundo estelar ao longo de certo período durante o ano de 2020. Como se pode perceber este registro foi realizado pelo estudante na própria tela de simulação do *Stellarium*.

2º Dia - Construção de um Quadrante de Baixo Custo.

O segundo dia de atividades na Oficina de Astronomia para os estudantes do PIBID ocorreu na data de 28/01/2021. A apresentação versou sobre o movimento aparente dos astros, sendo discutido os argumentos apresentados pelos modelos Geocêntrico e Heliocêntrico de mundo para explicação do movimento dos planetas. Esta discussão se deu na esteira da atividade de análise do movimento do planeta Marte em relação ao plano de fundo das estrelas, a partir do uso do *Stellarium*. Além disso, apresentou-se de forma rápida alguns dos elementos relacionados ao sistema de coordenadas celestes, necessários a localização dos astros em sistema referencial.

Na Fig. 6. 47 observa-se a nuvem de palavras referentes as falas dos estudantes no segundo dia de oficina.

Figura 6.48 – Quadrante Construído por um dos Licenciandos do PIBID.



Fonte: Produzido pelo autor.

O objetivo desta atividade era que os estudantes não só percebessem o movimento dos astros, como pudessem quantificar esta variação ao longo do tempo, a partir da medição da altura do astro com o uso do quadrante. No entanto, nesta parte da oficina os estudantes apresentaram dificuldades na aquisição dos materiais, e realizaram as medidas utilizando o software *Stellarium*.

3º Dia - Construção do Gnômon, e do Relógio de Sol de Difração.

O terceiro dia de oficina ocorreu no dia 04/02/2021, e teve início a partir da discussão sobre as atividades anteriores de medição dos astros por meio do uso do quadrante. Discutiu-se as medidas apresentadas pelos estudantes em suas respostas, e fez-se um paralelo com a atividade de análise do movimento retrógrado do planeta Marte, discutindo as diferenças entre os movimentos das estrelas e dos planetas.

Em seguida, apresentou-se aos estudantes alguns aspectos relativos ao movimento do Sol na esfera celeste, e sua variação ao longo do ano. Expôs-se sobre ferramentas utilizadas no estudo do movimento do Sol, como o Gnômon e o Relógio de Sol, e seu uso para determinação dos pontos cardeais, referencial útil para localização espacial do observador.

A Oficina de Astronomia, como dito anteriormente, foi uma dentre as quatro oficinas ofertadas aos licenciandos do PIBID, e seu intuito era apresentar atividades que pudessem ser levadas aos estudantes em suas intervenções no Ensino Médio. As atividades propostas tiveram como principal característica o seu baixo custo, no entanto, ainda assim os estudantes demonstraram dificuldades na sua aquisição, possivelmente em razão das consequências da pandemia de COVID-19, que à época encontrava-se com altas taxas de transmissão. Apesar disso, as apresentações desenvolveram-se normalmente, com boa participação dos licenciandos, que interagiram trazendo questões e comentários que enriqueceram o debate sobre os temas apresentados.

6.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO DAS FALAS DOS ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM FÍSICA

A Análise de Conteúdo permite obter indicadores a partir do discurso analisado. No caso desta pesquisa, o discurso em questão, trata da fala dos próprios estudantes, mais especificamente das falas dos licenciandos do curso de Licenciatura em Física do IFBA – *campus* Salvador, realizadas em dois momentos: o primeiro no início da pesquisa, em 2019, com estudantes cursantes acima do 4º semestre (conforme indicado no Quadro 6.4), através da análise dos registros de suas respostas de um questionário de verificação de conhecimentos prévios; e o segundo momento a transcrição das falas dos estudantes participantes da Oficina de Astronomia no PIBID, realizada em 2021.

Dentro da perspectiva de averiguação das falas dos estudantes a partir da análise de conteúdo, divide-se as mensagens em categorias. Como afirma Bardin (1977, p. 36 - 37), o método das categorias leva em consideração a totalidade do texto e permite a classificação dos elementos de significação da mensagem. Neste sentido, de posse dos textos com os discursos dos licenciandos, a partir de uma primeira análise utilizando a leitura flutuante, onde são destacados os principais tópicos do texto, foi possível identificar os primeiros indicadores relevantes no que se refere às falas dos estudantes. Estas falas foram demarcadas ao longo dos textos transcritos, no qual se separou aqueles relevantes das demais, e a partir desta primeira seleção foi feita uma segunda leitura no sentido de identificar as

informações que tais falas abarcavam, e assim, elaborar um sistema de codificação que o representasse.

6.3.1 - Análise de Conteúdo – Questionário de Verificação de Conhecimentos Prévios

Para fins de análise desta seção a leitura das respostas do questionário remete a criação de categorias de análise de conteúdo fundamentadas na Relevância, Profundidade, Completude, Correção, Associação com a Astronomia, conforme o Quadro 6.7.

Quadro 6.7 – Categorias da Análise de Conteúdo Utilizado no Questionário.

Categoria	Descrição
Relevância	Nessa categoria é verificado as respostas que se sobressaem produzindo algum tipo de impacto.
Profundidade	Nessa categoria é abarcada as respostas que possuem abrangência e alcance de seu conteúdo.
Completude	Esta categoria abarca as respostas que apresentam falas completas e não fragmentadas em seu conteúdo.
Correção	Respostas que apresentam conceitos e afirmações corretas.
Associação com a Astronomia	Nessa categoria são compreendidas as respostas que de alguma forma fazem associação com Astronomia.

Fonte: Produzido pelo autor.

Partindo agora para a análise de conteúdo referente às respostas ao questionário constantes no Apêndice A, utilizando como base o Quadro 6.7 construiu-se a categorização das repostas conforme indicado no Quadro 6.8.

Quadro 6.8 – Análise de Conteúdo das Respostas dos Estudantes ao Questionário.

	<i>Relevância</i>	<i>Profundidade</i>	<i>Completeness</i>	<i>Correção</i>	<i>Associação com a Astronomia</i>
Estudante 1	-	-	-	-	-
Estudante 2	-	-	-	-	-
Estudante 3	-	-	-	X	X
Estudante 4	-	-	-	-	X
Estudante 5	-	-	-	X	X
Estudante 6	-	-	-	-	X
Estudante 7	X	X	X	X	X
Estudante 8	-	-	-	-	X
Estudante 9	-	-	-	-	-
Estudante 10	-	-	-	X	X
Estudante 11	-	-	-	-	X
Estudante 12	-	-	-	-	X
Estudante 13	X	-	X	X	X
Estudante 14	-	-	-	-	X
Estudante 15	-	-	-	-	-
Estudante 16	-	-	-	-	X
Estudante 17	-	-	-	X	X
Estudante 18	-	-	-	X	X
Estudante 19	-	-	-	X	X
Estudante 20	-	-	-	-	-
Estudante 21	-	-	-	-	-
%	9,5%	4,8%	9,5%	38,1%	71,4%

Fonte: Produzido pelo autor.

Como se observar no Quadro 6.8, 71,4% das respostas apresentaram relação com Astronomia, no entanto, apenas 38,1% foram afirmações corretas. Boa parte dos erros nas afirmações dos estudantes estava relacionado com o desenvolvimento da luneta telescópica, creditando a Galileu Galilei a sua criação, o que é uma visão errônea, como já comentado em seção anterior.

Nas categorias Completeness e Relevância teve apenas 9,5%, o que indica que, apesar de relacionar o trabalho de Galileu à Astronomia e à defesa do modelo heliocêntrico, entretanto não há argumentos para a sustentação de suas respostas.

Enquanto na categoria Profundidade apenas uma das respostas foi contemplada. Esta resposta, apesar de não conter todas as descobertas astronômicas de Galileu, apresentou uma série de elementos sobre as principais contribuições deste nas mais diversas áreas, de forma sucinta e clara.

Aproveitando as respostas textuais contidas nos questionários produziu-se uma nuvem de palavras a partir do discurso de todos os estudantes da licenciatura, com o objetivo de verificar rapidamente, por meio da representação visual da frequência dos verbetes do texto analisado, aquilo que mais foi enfatizado em suas respostas. O resultado disto é verificado na Fig. 6.51 que representa visualmente as palavras que mais estiveram presentes nas respostas dos estudantes.

Figura 6.51 – Nuvem de Palavras Resultante da Respostas dos Licenciandos ao Seminário do dia 02/12/2019.



Fonte: Produzido pelo autor.

Visualmente, da nuvem de palavras da Fig. 6.22, verifica-se que o verbete “luneta” é o que mais se destaca entre aqueles relacionados à Astronomia, o que corrobora que foi indicado anteriormente no Quadro 6.4, quando analisados os aspectos astronômicos do trabalho de Galileu. Além disso, observa-se que outros verbetes como, por exemplo, “Júpiter”, “heliocêntrica”, de teoria heliocêntrica, e “geocêntrica”, de teoria geocêntrica, aparecem em segundo plano.

Apesar destes indicativos, não se pode concluir que os estudantes desconhecem tais observações, visto que a própria pergunta presente no formulário é ampla, o que dá margem para respostas sobre contribuições de Galileu em outras áreas do conhecimento. Entretanto, como observado na nuvem de palavras, e na análise de conteúdo realizado sobre as respostas dos estudantes, de

modo geral, as descobertas astronômicas de Galileu não estão presentes nos discursos dos estudantes.

6.3.2 - Análise de Conteúdo – Oficina de Astronomia

O mesmo tipo de análise de conteúdo foi realizado a partir da transcrição das falas dos estudantes de Licenciatura em Física do PIBID, durante as atividades desenvolvidas na oficina de Astronomia. Ao contrário das respostas ao questionário de verificação de conhecimentos prévios, o material de análise aqui disponível é muito mais rico, o que possibilitou uma análise mais ampla.

Para fins de categorização das falas dos estudantes na Oficina de Astronomia, foram criadas outras cinco espécies de categoria para análise do conteúdo, as quais se adequam ao material analisado em questão. Estas categorias também são diferenciadas a partir de um sistema de código de cores, como se pode observar no Quadro 6.9, no qual também é apresentada descrição de cada categoria.

Quadro 6.9 – Categorias da Análise de Conteúdo Utilizado na Oficina de Astronomia.

Categoria	Descrição
Aceitação das atividades	Nessa categoria os estudantes avaliam o produto educacional resultante do conjunto das atividades desenvolvidas.
História e Filosofia da Ciência	Aqui é verificado a compreensão histórica dos estudantes no que se refere aos conteúdos abordados.
Observacional e/ou Instrumental	Nessa categoria é verificada a interação dos estudantes com as atividades, se conseguiram realizar ou se tiveram problemas na sua execução.
Interação criativa	Apresenta a interação dos estudantes por meio de perguntas ou afirmações que surgiram a partir do debate sobre os temas apresentados, e que trouxeram novos aspectos ao debate.
Desenvolvimento da discussão	Nessa categoria apresenta-se a interação dos estudantes durante o desenvolvimento das discussões.

Fonte: Produzido pelo autor.

De modo complementar, com o objetivo de facilitar a discussão sobre os fragmentos destacados, adotou-se um sistema de código no qual identifica a atividade realizada, o estudante, e a categoria de análise. Como exemplo, têm-se a atividade desenvolvida no 1º dia da Oficina de Astronomia (OA1) na qual a fala do estudante,

denominado como Estudante 18 (E18), se enquadra na categoria 4 da nossa unidade de análise (4). O código criado para identificar tal fala é a soma dos demais códigos, ou seja, 1º dia da Oficina de Astronomia (OA1) + Estudante 18 (E18) + (4) = [OA1_E18_4].

Oficina de Astronomia – 1º Dia [OA1]

No primeiro dia de oficina no PIBID temos uma série de falas que se encaixam com as categorias de análise. De modo exemplificativo, o Quadro 6.10 ilustra tais falas e suas respectivas categorias, segundo os códigos utilizados.

Quadro 6.10 – Falas dos Estudantes no 1º Dia da Oficina de Astronomia (Parte 01).

Estudante	Categoria
Estudante 18	[OA1_E18_4] “Qual a diferença do astrônomo e astrofísico?”
Estudante 15	[OA1_E15_4] “É verdade que os eclipses solares ou lunares ocorrem com certa frequência? Tipo. Em lugares não habitados?”
Estudante 11	[OA1_E11_2] “Sobre o Halley mesmo, podemos falar sobre a história dele, as dificuldades que ele teve de trabalhar nisso, na época, por conta do tempo difícil as observações. Ele que fez o primeiro mapa do céu, mas todo mundo só lembra do cometa”
	[OA1_E11_5] “De Salvador eu nunca consegui ver nada. Mas uma vez eu fui pra Subaúma, e só vocês vendo... É muito lindo o céu lá, e eu consegui ver algumas coisas.”
	[OA1_E11_5] “Porque a luz daqui de baixo atrapalha a luz de lá de cima.”
Estudante 15	[OA1_E15_3] “Alguns gases na atmosfera podem atrapalhar a observação, a iluminação pública também.”

Fonte: Produzido pelo autor.

Nos recortes acima identifica-se três dos quatro elementos constituintes da unidade de análise. Nos dois primeiros fragmentos [OA1_E18_4] e [OA1_E14_4] percebe-se que as questões estão relacionadas às dúvidas dos próprios estudantes relacionadas à Astronomia, sem, no entanto, significação direta com o conteúdo abordado na Oficina. No fragmento [OA1_E11_2] nota-se uma afirmação sobre aspectos da História da Ciência, que indicam o conhecimento do estudante a respeito de temas da Astronomia, enquanto os fragmentos [OA1_E11_3] e [OA1_E15_3] mostram o início da discussão sobre que objetos astronômicos são

visíveis no céu noturno de Salvador, e a relação entre poluição luminosa e visibilidade dos astros.

Outras questões relevantes apresentadas pelos licenciandos, decorrentes das discussões sobre poluição luminosa e observação celestes, são apresentados nos fragmentos presentes no Quadro 6.11.

Quadro 6.11 – Falas dos Estudantes no 1º Dia da Oficina de Astronomia (Parte 02).

Estudante	Categoria
Estudante 09	[OA1_E9_4] “Teve redução da poluição significativa durante o início da pandemia aqui em Salvador?”
Estudante 08	[OA1_E8_4] “Em 1994, um terremoto de magnitude 6,7 causou um imenso apagão em Los Angeles, nos Estados Unidos. Com isso muitos moradores ligaram assustados para a emergência informando sobre uma “enorme nuvem prateada” no céu. Eles afirmavam que ela poderia ser a causadora do apagão ou, até mesmo, fazer parte de uma invasão alienígena. A nuvem nada mais era do que a Via Láctea, que eles estavam vendo pela primeira vez.”

Fonte: Produzido pelo autor.

Já neste primeiro dia de atividade notou-se o interesse dos estudantes com a oficina de Astronomia, no qual estes, durante os momentos de interação, trouxeram questões interessantes relacionada aos tópicos discutidos. As falas [OA1_E9_4] e [OA1_E8_4] exemplificam este interesse.

Oficina de Astronomia – 2º Dia [OA2]

No segundo dia de oficina, a partir do estudo dos movimentos dos objetos celestes discutiu-se a respeito dos modelos Geocêntrico e Heliocêntrico. No Quadro 6.12 observa-se uma das falas dos estudantes que suscitaram a continuação da discussão.

Quadro 6.12 – Falas dos Estudantes no 2º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 01.

Estudante	Categoria
Estudante 4	[OA2_E4_5] “É fácil falar isso nos dias de hoje, né?! E antigamente quando se acreditava que a Terra estava parada, e que o céu que se movia em torno da Terra. Como é que se explica isso? Como é que você faz as pessoas acreditarem nisso no passado?”

Fonte: Produzido pelo autor.

Após a discussão inicial, decorrente da fala [OA2_E4_5], desenvolveu-se uma argumentação sobre o movimento dos astros. Com isto os estudantes apresentaram argumentos relacionados ao movimento dos corpos, no qual estes discutiram questões sobre este conceito a partir da lógica do deslocamento de um corpo em um certo referencial. O Quadro 6.13 apresenta as principais falas apresentadas.

Quadro 6.13 – Falas dos Estudantes no 2º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 02.

Estudante	Categoria
Estudante 11	[OA2_E11_5] “Eu acho que a melhor analogia é a que o Supervisor falou, né?! Do ônibus! Tudo você mete o ônibus. Quando você está no ônibus, você está em movimento?! Aí você explica ao aluno com essa analogia do ônibus sempre. Que é a melhor analogia, todo mundo pega ônibus.”
Estudante 04	[OA2_E4_5] “Eu estou com [Estudante 11]. Realmente, eu só consigo explicar isso se for tomando como base o movimento dos outros corpos celestes, que aí eles dão indícios de que de fato está tudo se movendo. Mas se fosse pra pegar uma prova física aqui da Terra pra mostrar pra alguém, eu não saberia dizer.

Fonte: Produzido pelo autor.

Na fala [OA2_E4_5] verifica-se que o estudante desenvolve seu raciocínio a partir da lógica do deslocamento em relação a um dado referencial, no entanto, o mesmo percebe que tal raciocínio não é suficiente para desenvolver um argumento que demonstra o movimento do planeta Terra.

Seguindo com a aplicação da oficina, no que se refere ao uso a realização de observações a olho nu, alguns estudantes relataram dificuldades na sua consecução, como se verifica no Quadro 6.14.

Quadro 6.14 – Falas dos Estudantes no 2º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 03.

Estudante	Categoria
Estudante 11	[OA2_E11_3] “Terei, e o pior é que aqui de casa, não dá pra ver, porque tem prédio bem na frente. Não dá pra ver o céu daqui. E se eu for sair de noite aqui no bairro, tá difícil, tá deserto, então eu acho que não vou conseguir não.”

Fonte: Produzido pelo autor.

O fragmento [OA2_E11_3] demonstra as dificuldades comuns de observação em uma capital como Salvador, no qual, além da própria poluição luminosa, os numerosos prédios são barreiras físicas a observação do céu.

Oficina de Astronomia – 3º Dia [OA3]

No terceiro dia da oficina discutiu-se à respeito das atividades propostas, onde os licenciandos apresentaram suas dificuldades e êxitos. As falas [OA3_E13_3] e [OA3_E8_3] apresentadas no Quadro 6.15 ilustram os aspectos relacionados a esta questão.

Quadro 6.15 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 01.

Estudante	Categoria
Estudante 13	[OA3_E13_3] “Boa tarde. Deu pra fazer tranquilo, não foi... não deu pra bater cabeça não, foi bem de boa mesmo.”
Estudante 08	[OA3_E8_3] “Fiz a passagem de Marte só do dia 29 ao 03.”

Fonte: Produzido pelo autor.

Nos fragmentos [OA3_E10_3] e [OA3_E11_3], presentes no Quadro 6.16, os estudantes relatam dificuldades de observação a olho nu, e na construção do quadrante, instrumento a partir do qual as atividades propostas são desenvolvidas.

Quadro 6.16 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 02.

Estudante	Categoria
Estudante 10	[OA3_E10_3] “(...) Só que eu não consegui fazer o quadrante não, porque, foi aquela situação que eu expliquei pra você, que eu estava sem impressora. Mas utilizando o Stellarium aqui, aí eu fui vendo com o passar dos dias essa variação tanto de Marte quanto de Sirius. Teria até uma trajetória oposta ali e tudo mais.”
Estudante 11	[OA3_E11_3] “Quem não consegue fazer essas observações no céu, é possível fazer isso no Stellarium?”

Fonte: Produzido pelo autor.

Em [OA3_E11_3], em razão das dificuldades de observação, o estudante sinaliza uma possibilidade de contorno do problema a partir do uso do *Stellarium* como ferramenta complementar da atividade.

No que se refere as discussões sobre o movimento dos astros destacasse o relato trazido pelo Estudante 11, que ao questionar a sua avó, professora de Português, a respeito do movimento da Terra e dos astros, apresentou um relato enriquecedor para a discussão junto aos demais estudantes, o qual pode se verificar no Quadro 6.17.

Quadro 6.17 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 03.

Estudante	Categoria
Estudante 11	[OA3_E11_3] “Foi que eu perguntei a ela, que minha vó ela gosta que eu fique falando sobre Ciência com ela, e tudo. Aí a gente tem esses papos direto. Aí eu gravei um áudio dela. "Vô como é que você explicaria se uma criança te perguntasse, 'Por que é que a gente está em movimento, e não é o Sol que está em movimento? Se eu vejo que é o Sol que está se movendo lá no céu' ". Aí ela explicou, bem direitinho né gente. Uma fofa.”
	[OA3_E11_3] “Eu vou reproduzir aqui a resposta dela.
	Reprodução do áudio: E11: ‘Então a criança chegou pra você e perguntou, Vó, vó não, Tia, me diga, eu estou aqui na Terra e eu percebo que as coisas ficam girando em nossa volta, eu não sinto que a Terra é que está se movendo não, mas aí você pode me explicar?
Avó do Estudante 11	Avó de E11: ‘Porque nós temos a gravidade. A gravidade é que equilibra, se fosse assim as casas, os edifícios, não ficavam fixos. Você vê que não se move, então, a meu ver, eu acho que é a gravidade que sustenta o eixo da Terra, e que não deixa a gente se mover, fica todo mundo no mesmo lugar, mas é a Terra que gira ao redor do Sol.
Estudante 11	E11: E como é que eu posso ver isso, daqui da Terra eu consigo perceber de alguma forma?
Avó do Estudante 11	Avó de E11: Aí só os Astrônomos que têm os meios de verificar isso, que eles têm aqueles aparelhos...
Estudante 11	E11: Telescópio?!
Avó do Estudante 11	Avó de E11: Telescópio, e os mais avançados, e eles tem a sabedoria, e seus estudos pra verificarem isso. Então, é isso que eu acho.’ ”

Fonte: Produzido pelo autor.

Este fragmento demonstra o nível de engajamento que as discussões resultantes da oficina proporcionaram aos licenciandos. Além disto, novos questionamentos surgiram durante a continuação das discussões, como se observa na fala [OA3_E15_4], ilustrado no Quadro 6.18.

Quadro 6.18 – Falas dos Estudantes no 3º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 04.

Estudante	Categoria
Estudante 15	[OA3_E15_4] “Mas o verão ocorre quando estamos mais próximo do Sol, sempre achei isso”

Fonte: Produzido pelo autor.

E por fim, as falas [OA3_E15_1] e [OA3_E12_1] apresentados no Quadro 6.19 indicam a aceitação dos estudantes às atividades desenvolvidas.

Quadro 6.19 – Falas dos Estudantes no 4º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 05.

Estudante	Categoria
Estudante 15	[OA3_E15_1] “Estou gostando muito”
Estudante 12	[OA3_E12_1] “Obrigado, ótima aula”

Fonte: Produzido pelo autor.

Apesar de não ser questionado aos estudantes sobre a aceitação das atividades desenvolvidas durante a oficina de Astronomia, os fragmentos [OA3_E15_1] e [OA3_E12_1] exemplificam falas espontâneas dos estudantes sobre sua apreciação das atividades. Cabe acrescentar que durante reunião do PIBID para avaliar todas as oficinas desenvolvidas os estudantes fazem relatos mais categóricos sobre as atividades realizadas na oficina de Astronomia.

Oficina de Astronomia – 4º Dia [OA4]

Durante a última oficina discutiu-se aspectos relacionados ao surgimento do telescópio, e às observações astronômicas de Galileu Galilei. No Quadro 6.20 segue alguns dos fragmentos com as falas dos licenciandos sobre a discussão da origem da luneta telescópica.

Quadro 6.20 – Falas dos Estudantes no 4º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 01.

Estudante	Categoria
Estudante 11	[OA4_E11_5] “Não foi Galileu?”
Estudante 04	[OA4_E4_5] “Olhe, eu chuto aqui que Galileu ele tenha aperfeiçoado, tem sido criado por outra pessoa, algum outro modelo mais primitivo.”
Estudante 16	[OA4_E16_5] “Ele foi o primeiro a apontar para o céu se eu não me engano.”
Estudante 06	[OA4_E6_3] “Era usado com outro propósito antes de Galileu se não me engano”

Fonte: Produzido pelo autor.

Durante a discussão inicial sobre a origem da luneta telescópica alguns estudantes indicaram Galileu como o criador deste instrumento, mas, logo em seguida, outros questionaram tal afirmação, como se verifica em [OA_E6_3] e [OA_E4_5]. Este cenário é semelhante ao observado na análise das respostas ao questionário de verificação de conhecimentos prévios aplicado em 2019. Entretanto, esta dúvida, vide [OA4_E11_5], foi logo sanada com o seguimento da atividade.

Em seguida os estudantes contribuíram com perguntas e afirmações sobre a discussão a respeito da luneta telescópica, como se destaca no Quadro 6.21.

Quadro 6.21 – Falas dos Estudantes no 4º Dia da Oficina de Astronomia - Parte 02.

Estudante	Categoria
Estudante 15	[OA4_E15_4] “Uma pergunta, qual o melhor instrumento para se fazer observações astronômicas? Binóculos ou lunetas?”
Estudante 04	[OA4_E4_4] “No meu caso não seria uma pergunta, seria mais um fala mesmo, para contribuir. Se Galileu quando começou a observar o céu noturno com o telescópio já se espantou com a quantidade de, vou chamar de corpos que ele estava conseguindo, aí olhando aqui a foto do seu slide, imagina a constelação de Órion que ele... aqui a foto de 2003 que foi tirada, e já tem muito mais do que ele estava vendo, acho que o queixo dele cairia.”
Estudante 09	[OA4_E9_4] “Professor?! Uma dúvida. O corpo da luneta também influencia na ampliação ou alguma coisa? Influencia em algo? O tamanho do corpo.”
	[OA4_E9_5] “Percebo muito nos meus gatos, quando focam em algum objeto, a pupila dilata.”

Fonte: Produzido pelo autor.

Contribuições como a apresentada em [OA4_E4_4] mostram, novamente, o interesse e engajamento dos licenciandos com o tema abordado, enquanto falas como a apresentada em [OA4_E9_5] demonstram o relacionamento do tema

trabalhado com sua realidade cotidiana, ação, inclusive, incentivada pelos documentos oficiais de educação, como a BNCC.

Oficina de Astronomia – Relatos [OAR]

No dia 22/04/2021 realizou-se uma reunião de avaliação das atividades desenvolvidas durante as 4 oficinas ao PIBID. Esta reunião foi gravada em vídeo e disponibilizada. A partir dela foi feita a transcrição das falas dos licenciandos, utilizando o mesmo método anterior, e a partir delas avaliou-se a aceitação dos estudantes no que diz respeito às atividades desenvolvidas na Oficina de Astronomia. No Quadro 6.22 destacam-se algumas das falas dos estudantes durante sua avaliação da oficina de Astronomia dentre as demais.

Quadro 6.22 – Relatos dos Estudantes sobre a Oficina de Astronomia - Parte 01.

Estudante	Categoria
Estudante 03	[OAR_E3_1] “Eu achei que a Astronomia podia aprofundar um pouco mais em algumas coisas, porque ficou muito focado somente no aplicativo em si.”
Estudante 04	[OAR_E4_1] “(...) Astronomia muita coisa que foi falado da parte da Astronomia ali, da utilização do aplicativo, que até eu esqueci o nome agora, do Stellarium... É, eu gostei, tenho o aplicativo, de vez em quando faço algumas consultas, mas assim ainda não pensei nada prático para utilizar.”
Estudante 06	[OAR_E6_1] “Mas eu gostei bastante da oficina do professor Afonso, e eu imagino que as outras pessoas também gostaram bastante, porque a gente teve muita interação. Ele sempre estava propondo alguma coisa, mesmo que só pelo Stellarium, mas ele sempre é... estava propondo alguma atividade. Então isso meio que faz a gente mergulhar assim no conteúdo, e era um conteúdo muito legal.”
Estudante 09	[OAR_E9_1] “Opa, Boa tarde! Boa tarde, pessoal. É, em relação as oficinas eu gostei bastante. Principalmente a do Afonso, na verdade eu gostei de todos. Eu estou usando praticamente todas as oficinas que foram ofertadas aqui. Por exemplo, a do Afonso de Astronomia, assim que acabou eu fui atrás de um cursinho, vou até mandar (???) pra vocês o link, é um curso rápido, e que no final é gratuito e você ainda consegue certificado”
Estudante 16	[OAR_E16_1] “(...) a de Astronomia, eu já tinha tido no PIBID passado. Mas de qualquer forma, de toda forma, foi algo que foi bastante enriquecedor porque o professor apresentando em EAD mostrou várias outras formas da gente entender como é que a gente até mesmo pode aplicar isto em sala de aula, e foi bastante interessante por isso, né?! Trouxe a ideia do Stellarium, que eu conhecia, mas não sabia usar muito bem, e aí eu me arrisquei, comecei a usar, comecei a mexer e tal.”
Estudante 07	[OAR_E7_1] “A oficina que mais me impactou foi a de Astronomia, eu tenho uma queda muito grande por tudo que envolve Astronomia, e meu foco agora é Astrofísica, seja para lecionar, ou para ser pesquisador.”

Fonte: Produzido pelo autor.

Como se pode observar nos fragmentos acima, as falas dos licenciandos denotam uma boa aceitação em relação às atividades desenvolvidas na Oficina de Astronomia, o que, inclusive, se mostrou como incentivador para a realização de outras ações, como se observa em [OAR_E9_1], onde o licenciando demonstrou interesse em seguir com os estudos de Astronomia por meio de um cursinho online, e como se observa em [OAR_E7_1], onde estudante motivado com as ações da Oficina de Astronomia demonstra seu desejo de seguir seus estudos na área de Astrofísica. Tais falas destacam a importância desta ação para promoção do desenvolvimento científico, e denotam como a mudança de cenário local resultam

6.4 ATIVIDADES DE DIVULGAÇÃO

Como mostra Costa Júnior et. al. (2018), a Astronomia possui grande potencial de divulgação científica, suas atividades observacionais em ambientes não formais de ensino, como planetários, clubes e associações locais de astronomia amadora, observatórios, institutos e museus de astronomia e ciências afins, contribuem para a formação do cidadão, popularizando e socializando este tipo de conhecimento para grupos amplos que estão afastados do ambiente acadêmico tradicional. Além do aspecto motivacional destes espaços, Langhi e Nardi (2009) ressaltam que os recursos disponíveis nestes locais enriquecem o conteúdo escolar, proporcionando a educação e a cultura científica. Somado a isto, Queiroz et. al. (2003) defende a necessidade de professores aptos a explorar formas de complementariedade entre educação formal e não formal, de modo a garantir a formação do cidadão crítico e consciente.

Neste sentido, é relevante adicionar que durante a realização das atividades de registro a comunidade interna do IFBA – *campus* Salvador, e, por vezes, alguns membros da comunidade externa, sempre que possível, tiveram a oportunidade de fazer observações diretamente no telescópio e conhecer um pouco sobre a pesquisa que estava sendo desenvolvida. Esta atividade seguiu no espírito de divulgação da Ciência, com resposta a questionamentos e discussões sobre temas relacionados a Astronomia.

Nesta atividade o público foi constituído de uma gama diversa de participantes, como se pode observar nas Fig. 6.53 e Fig. 6.54, desde estudantes regulares dos cursos da instituição, seja do Ensino Médio, EJA, ou Ensino Superior, por funcionários (professores, técnicos e terceirizados), até membros da comunidade externa.

Figura 6.53 – Observações Astronômicas Realizadas pelo Público Interno do IFBA (Área Externa ao Bloco F).



Fonte: Produzido pelo autor.

Figura 6.54 – Observações Astronômicas Realizadas pelo Público Interno do IFBA (Corredor de Acesso ao Bloco F).



Fonte: Produzido pelo autor.

No período em que foram realizados os registros observacionais, de outubro de 2019 a janeiro de 2020, pudemos fazer o acompanhamento das principais efemérides relacionadas às observações astronômicas de Galileu. E apesar do clima instável, e da poluição luminosa da cidade de Salvador, foi possível não realizar os registros em imagens dos objetos astronômicos, como também permitir à comunidade do IFBA o contato com o telescópio, e a divulgação científica a partir da observação astronômica, gerando curiosidade, entusiasmo e interesse, principalmente aos estudantes da Licenciatura em Física do campus, principais beneficiados desta atividade.

6.5 EXTRATO DAS AÇÕES

Com o objetivo de mostrar a abrangência das ações do projeto esta seção visa apresentar um extrato das atividades realizadas, indicando o número de ações efetivadas, o público e instituições atingidas.

Primeiramente tem-se os registros observacionais realizados e o público que teve contato com o telescópio e pôde olhar para os astros por meio deste instrumento. Apesar de não ter sido feito o acompanhamento da quantidade de pessoas atingidas nesta atividade de divulgação, pode-se inferir, com base no período médio de duração das atividades observacionais, as quais variavam entre 2h e 3h, e o fluxo de pessoas nos horários de observação, um público diário de não menos que 20 indivíduos, e, sabendo-se, com base na Tab. 6.1, que se obteve um total de 11 dias com atividades observacionais exitosas, inferisse um público atingido de 220 pessoas.

Somado a isso, têm-se as atividades de intervenção pedagógica, seminários e minicurso, que atingiram um público considerável, em instituições diversas. Com base nas informações contidas nos Quadros 6.3 e 6.5 chegasse a um total de público atingido nos seminários e minicurso de 551 pessoas, de 5 instituições, e nas atividades de intervenção pedagógica um público atingido de 58 pessoas.

No Quadro 6.23 apresenta-se a síntese do público e instituições atingidas nas diferentes atividades realizadas.

Quadro 6.23 – Resumo das Atividades Realizadas no Âmbito do PIBID.

Atividade	Público Atingido		Instituições Atingidas
	Presencial	Remoto	
Observação Astronômica	220	—	IFBA – <i>campus</i> Salvador
Seminários e Minicurso	—	15	Escola Municipal Profª Lídice Antunes Barros
	21	396	IFBA – <i>campus</i> Salvador
	—	34	IFBA – <i>campus</i> Vitória da Conquista
	—	25	IFBA (EAD)
		46	UEFS
	—	14	UEFS (MPAstro)
Intervenções Pedagógicas	40	18	IFBA – <i>campus</i> Salvador
Total	281	548	5
	829		

Fonte: Produzido pelo autor.

Como se pode observar no Quadro 6.23 o público total atingido durante as atividades desenvolvidas foi de 829 pessoas. Apesar deste número ser uma estimativa, em razão das inferências realizadas em algumas atividades, e de algumas pessoas terem participado de mais de uma das ações desenvolvidas, ele nos indica que as atividades atingiram um número razoável de pessoas, dentro do público-alvo pretendido, no caso professores e licenciandos. Além disso, o número de instituições públicas atingidas demonstra a abrangência de aplicação das ações. Por fim, é digno de ser destacado o fato de que as atividades de divulgação e intervenção transcorreram apesar da condição sanitária decorrente da pandemia de COVID-19, a qual se deu início durante a realização das primeiras ações desta pesquisa. Como se pode observar nos números apresentados no Quadro 6.23, o público atingido durante as atividades remotas supera o das ações presenciais, o que demonstra que mesmo com as condições adversas já elencadas a pesquisa pôde ser desenvolvida de modo satisfatório.

6.6 PRODUTO EDUCACIONAL

Como resultado de todas as ações desenvolvidas nesta pesquisa têm-se a produção do nosso produto educacional, o qual é o resultado do amadurecimento decorrente dos conhecimentos e experiências adquiridas com as ações, atividades e intervenções pedagógicas desenvolvidas durante todo o período desta pesquisa.

Motivado pela percepção da baixa divulgação do trabalho astronômico de Galileu, e em seguida pela verificação disto nos livros didáticos, projetos pedagógicos nos cursos de Licenciatura em Física, artigos científicos da área e, no discurso dos futuros professores é que desenvolvemos este produto educacional na forma de um roteiro de atividades experimentais e observacionais, baseados nos documentos oficiais, como a BNCC, e pesquisas na área da educação em Astronomia que indicam a importância das observações do céu e de atividades práticas para o aprendizado dos jovens sobre o universo.

Este roteiro contém 5 atividades observacionais e/ou experimentais, simples e de baixo custo, que podem ser reproduzidas em sala de aula pelo professor. As atividades são desenvolvidas de forma progressiva, com a introdução de aspectos necessários a localização espacial do observador e dos objetos celestes, para logo em seguida dar-se início às atividades de reconhecimento do céu.

O Quadro 6.24 apresenta o resumo das atividades contidas no produto educacional, com a indicação das habilidades da BNCC que cada uma delas abarcam.

Quadro 6.24 – Produto Educacional Resultante das Ações Realizadas nesta Pesquisa.

Atividade	Habilidade BNCC
Movimento Diurno do Sol	(EF02CI07), (EF04CI09), (EF04CI10) e (EF06CI14)
Reconhecimento do Céu	(EF05CI10)
Análise da Trajetória de Marte	(EF05CI10)
Utilizando o Quadrante	(EF05CI11)
Luneta Telescópica	(EF05CI13)

Fonte: Produzido pelo autor.

O capítulo 1 apresenta a atividade de estudo do **Movimento Diurno do Sol**, na qual é proposto a construção de um gnômon e de um relógio de Sol; no Capítulo 2, a

atividade de **Reconhecimento do Céu** é colocada a partir da identificação de objetos celestes a partir do uso do software de simulação *Stellarium* e, também, a olho nu; o Capítulo 3 trata da **Análise da Trajetória de Marte**, a partir do uso do mesmo software de simulação do céu; no Capítulo 4, **Utilizando o Quadrante** propõe-se a construção de um quadrante de baixo custo para a medição da altura dos astros em diferentes períodos de tempo; por fim, no Capítulo 5 propõe-se a construção de uma **Luneta Telescópica** de baixo custo, na qual o estudante será capaz de revisitar as observações astronômicas de Galileu Galilei.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato de constatar uma lacuna na formação de professores no âmbito do trabalho astronômico desenvolvido por Galileu Galilei, e a partir disto desenvolver propostas e ações que visem a mudança de cenário, mesmo que localmente, é algo desafiador, principalmente quando o próprio pesquisador envolvido também percebe esta lacuna em sua formação acadêmica. Apesar disto, e apesar de ter de pesquisar a respeito do trabalho de um cientista tão marcante quanto Galileu, aceitei o desafio em função do próprio fascínio que me foi descobrir esta parte tão importante do trabalho deste incrível cientista.

Apesar da possibilidade desta lacuna, era necessário investigar sobre a abrangência do trabalho observacional de Galileu, e sua importância, para a partir daí buscar as lacunas existentes no Ensino. Neste sentido, o primeiro aspecto aqui investigado foi resumido pela seguinte questão norteadora: “*Qual a importância das observações astronômicas de Galileu para o nosso entendimento do Universo?*” Na busca de responder a esta questão foi feita levantamento histórico a respeito do trabalho de Galileu no campo da Astronomia, no qual se percebeu, desde logo, a sua importância para o avanço da compreensão sobre o Universo.

Após se debruçar sobre as descobertas astronômicas de Galileu desenvolveu-se atividades observacionais a partir do uso de um telescópio refletor computadorizado *NexStar 130slt* e de uma câmera *NexImage5*, para registro das imagens do objeto. Esta etapa da pesquisa serviu como ambientação para a realização de atividades deste tipo, no qual foi possível perceber quais as dificuldades presentes e os conhecimentos necessários para a sua consecução. Além disso, o uso do telescópio nos permitiu realizar um trabalho de revisitação das observações astronômicas de Galileu, bem como realizar atividade de divulgação científica junto ao público interno do IFBA – *campus* Salvador por meio deste instrumento.

Paralelo a esta atividade passou-se, então, a buscar como este tópico é abordado nos meios de propagação do conhecimento, e se de fato há uma lacuna em relação a este tema. O problema aqui abordado pode ser resumido na seguinte questão: “*As contribuições e descobertas astronômicas de Galileu são abordadas no*

Ensino?”. Para responder a esta pergunta debruçou-se sobre os PPCs (Projeto Pedagógico do Curso) dos cursos de Licenciatura em Física do Brasil, artigos científicos, livros didáticos, e *surveys* realizados em seminários e minicurso durante esta pesquisa. Esta busca demonstrou aquilo que inicialmente era apenas uma percepção, mas que após as diferentes análises realizadas mostraram que de fato é conclusivo que há uma lacuna no Ensino no que se refere ao trabalho observacional de Galileu.

Em razão desta constatação, dentro de uma perspectiva de uma pesquisa-intervenção, deu-se início a um conjunto de ações para licenciandos e professores de diferentes instituições de ensino, de forma a promover um engajamento deste público na temática relacionada com as contribuições astronômicas realizadas por Galileu. De uma forma geral foram envolvidos na proposta um público de 829 pessoas, de diferentes cursos, tais como EAD, PIBID, graduação e mestrado, conforme pode ser evidenciado na Quadro 6.23, e teve como ápice a Oficina de Astronomia realizada a estudantes de Licenciatura em Física do PIBID – IFBA, a qual contou com um conjunto de atividades direcionadas para a realização de atividades experimentais e observacionais, que foram planejadas a partir do conhecimento adquirido das ações realizadas ao longo desta pesquisa.

Dentro da perspectiva de uma Análise de Conteúdo realizada no projeto, constatou-se inicialmente, a partir dos conhecimentos iniciais do grupo avaliado por intermédio de um questionário de conhecimentos prévios, uma visão superficial a respeito das contribuições de Galileu relacionadas à Astronomia, como argumentado como premissa deste trabalho. Isto motivou a realização de uma oficina de astronomia com foco voltado para as discussões em torno da contribuição desta, para a consolidação do modelo heliocêntrico, sustentado a partir de argumentos fundamentados em observações astronômicas pelo uso da luneta telescópica de Galileu. Algumas destas observações são objetos de discussão apresentadas por Galileu em seu livro *Diálogo Sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano*, contribuições estas discutidas nesta dissertação, mas não relacionadas ao conteúdo apresentado por Galileu neste livro, o qual deverá ser objeto de discussões futuras.

Dentre as atividades realizadas, buscou-se prover as ações do projeto que envolvessem atividades práticas, conforme recomendado pela BNCC, às quais constaram de observações, simulações, e construção de instrumentos astronômicos.

Uma das ações destinadas a promover a proposta do projeto, de enfatizar no Ensino Superior a importância das contribuições astronômicas dentro de uma perspectiva de construção de Modelo de Mundo, se materializou na forma de uma oficina volta para os bolsistas do PIBID – IFBA. A partir desta oficina, o que se concluiu, com a Análise de Conteúdo realizada nas falas dos estudantes, foi o aperfeiçoamento do seu discurso, motivadas pelas atividades e discussões apresentadas nesta ação. Isto foi percebido à partir do surgimento de temas transversais, relacionados à Astronomia, abordados pelos próprios licenciandos, envolvendo temáticas relacionadas à Física, Meio Ambiente, Instrumentação e ao Ensino de Física. Isto evidencia que propostas desta natureza, envolvendo atividades observacionais, experimentais e simulações, proporcionam um cenário de discussão sobre tópicos multidisciplinares.

Por fim, resultante das ações realizadas ao longo de todo o projeto, culminou com o desenvolvimento de um produto educacional, na forma de um roteiro, com um conjunto de atividades práticas e observacionais, nos moldes preconizados na BNCC, e que atendem a uma série de habilidades estabelecidas em seu documento, conforme descrito no Quadro 6.24. Este produto educacional, intitulado **Roteiro Experimental para Atividades Observacionais**, consiste em um conjunto de atividades práticas, que visam introduzir os elementos necessários à atividade de orientação e observação do céu, culminando, com a construção de um luneta telescópica de baixo custo, instrumento com o qual é realizada a discussão sobre as observações astronômicas de Galileu Galilei, que são inseridas em uma perspectiva observacional e experimental, de modo a potencializar o entendimento sobre a Unidade Temática: Terra e Universo, como sugere a BNCC e os autores da área de Educação em Astronomia.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, P.; OLIVEIRA, C. E. Q. V. **Astronomia nos livros didáticos de Ciências: Uma análise do PNL D 2008**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, nº: 12, p. 31 – 55, 2011.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF, vol. 25, nº: 2, p. 176 - 194, 2003.
- BARBOSA, V. L. C. **O uso do Gnômon como recurso didático no ensino e aprendizado do teorema de Pitágoras no ensino fundamental**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 2020.
- BARBOSA, M. R. **Alexandre Koyré e a Revolução Científica do século XVII: formulação de um novo conceito para a ciência experimental**. XXVI Simpósio Nacional de História, Anais do Simpósio Nacional de História, 2011, São Paulo. Anais Eletrônicos, São Paulo: USP, 2011. Disponível em:
http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300848607_ARQUIVO_ComunicacaoANPUH.pdf
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BASSALO, J. M. F. **A crônica da óptica clássica**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 4, nº 3, p. 140 – 150, 1987.
- BASTOS, M. H. R.; OLIVEIRA, U. R.; SOUZA, T. C. R.; SANTOS, R. F.; LAGO, M. M. **Análise de Discurso e Análise de Conteúdo: Um levantamento de suas aplicações nas ciências aplicadas membros da Administração**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, Vol. 5, nº: 11, p. 26301 – 26322, 2019.
- BATISTA, M. C. **Um estudo sobre o ensino de Astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais**. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, 2016.
- BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; OLIVEIRA, A. A. **Astronomia nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental I**. Ensino & Pesquisa, União da Vitória, vol. 16, nº: 3, p. 46 – 64, 2018.
- BELTRAN, M. H. R.; RODRIGUES, S. P.; ORTIZ, C. E. **História da Ciência em sala de aula – propostas para o ensino das teorias da evolução**. História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces, vol. 4, p. 49 – 61, 2011.
- BERNARDES, A. O. **Observação do céu aliada à utilização do software Stellarium no ensino de astronomia em turmas de educação de jovens e adultos (EJA)**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, nº: 10, p. 07 – 22, 2010.
- BERRY, A. **A short History of Astronomy**. New York, Charles Scribner's Sons, 1899. Disponível em: <http://www.gutenberg.org/files/59212/59212-h/59212-h.htm#para_67>.
- BEZERRA, H. M. V.; PEREIRA, A. C. C. **Utilizando o quadrante no estudo de alguns conceitos matemáticos na formação inicial do professor de matemática**. I Encontro de Grupos de Pesquisas em Educação Matemática (E-GRUPEM), Fortaleza, p. 19 - 23, 2014.
- BONECHI, S. **How they make me suffer... A short biography of Galileo Galilei**. Instituto e Museo di Storia Della Scienza: Florence, 2008.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Astronomia. **Plano Nacional de Astronomia (PNA)**. Brasília, DF: MCTI, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN (Ensino Médio) – Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRITANNICA ESCOLA. **Relógio de Sol**. 2021. Disponível em: <<https://escola.britannica.com.br/artigo/rel%C3%B3gio-de-sol/482602>>.

CAMENIETZKI, C. Z. **Galileu Galilei - A mensagem das estrelas**. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins/Salamandra, 1987.

CAMENIETZKI, C. Z. **A cruz e a luneta – Ciência e religião na Europa moderna**. Rio de Janeiro: Access, 2000.

CAMENIETZKI, C. Z. Perfil de um gênio. **O mensageiro das estrelas**. São Paulo: Scientific American Brasil/Duetto, 2009.

CAMENIETZKI, C. Z. **Galileu em sua órbita - Aos 450 anos de nascimento, o cientista toscano merece ser compreendido no contexto da época e sem idealizações**. 2014. Disponível em: <<https://xdocs.com.br/doc/camenietzki-carlos-ziller-galileu-em-sua-orbita-revista-de-historia-fbn-loxxd4dmd5ox>>.

CAMPOS, C. J. G. **MÉTODO DE ANÁLISE DE CONTEÚDO: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde**. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, vol. 57, nº 5, p. 611 – 614, 2004.

CANALLE, J. B. G. **A luneta com lente de óculos**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 11, nº: 3, p. 212 - 220, 1994.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. **Pesquisa Qualitativa: Análise de Discurso vs Análise de Conteúdo**. Texto & Contexto Enfermagem, Florianópolis, vol. 15, nº: 4, p. 679 – 684, 2006.

CARRILHO, J. J. S.; CARRILHO, A. A. R. **O Mensageiro das Estrelas II: Uma jornada pelo universo de Galileu**. Birigui: Editora Pindorama, 2020.

CARVALHO, T. F. G; PACCA, J. L. A. **Observando o céu: a constituição de um objeto de ensino**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, Águas de Lindóia-SP, 2015.

CASANOVAS, J. **The problem of the annual parallax in Galileo's time**. The Galileo affair: A meeting of faith and Science, Citta del Vaticano, p. 67 – 74, 1985.

CASANOVAS, J. **Early observations of sunspots: Scheiner and Galileo**. 1st Advances in Solar Physics Euroconference. ASP Conference Series, vol. 118, p. 3 – 20, 1997.

CASTRO, G. F.; QUEIROZ, G. R. P. C. **A formação inicial de professores de Física a partir da prática de projetos**. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VI ENPEC, Florianópolis-SC, 2007.

CASTRO, T. G.; ABS, D.; SARRIERA, J. C. **Análise de Conteúdo em Pesquisas de Psicologia**. Psicologia: Ciência e Profissão, vol. 31, nº 4, p. 814 – 825, 2011.

CERQUEIRA JÚNIOR, W.; ALMEIDA, R. dos S.; CONCEIÇÃO, R. S.; DUTRA, G. **Confiança demonstrada por estudantes de pedagogia sobre o ensino de astronomia para as séries**

iniciais do ensino fundamental. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, nº 20, p. 115 – 129, 2015.

CESARSKY, C.; HUCHT, K. A. **The IAU announces the IYA.** Munich, 2006.
Disponível em: <<https://www.astronomy2009.org/news/pressreleases/detail/iya0601/>>.

COLES, R.; CHIANG, J; CINABRO, D.; HAUPT, J; NEAL, H.; NOMEROTSKI, A.; TAKACS, P. **An automated system to measure the quantum efficiency of CCDs for Astronomy.** Journal of Instrumentation, vol. 12, nº 4, 2017.

CONICYT. **Explorando el cielo del norte del Chile – Guía para indagación astronómica escolar.** Chile, Coquimbo: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, 2019.

COSTA JÚNIOR, E. D.; FERNANDES, B. S.; LIMA, G. S.; SIQUEIRA, A. J.; PAIVA, J. N. M.; SANTOS, M. G.; TAVARES, J. P.; SOUZA, T. V.; GOMES, T. M. F. **Divulgação e Ensino de Astronomia e Física por meio de abordagens informais.** Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF, vol. 40, nº 4, 2018.

COSTA, G. K. D.; LEITE, C. **A observação do céu nos livros didáticos de ciências no Brasil.** X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias, Sevilla, 2017.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. **Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica.** Cadernos de Educação, Pelotas, nº 45, p. 57 – 67, 2013.

DRAKE, S.; KOWAL, C. T. **Galileo's sighting of Neptune.** Scientific American, vol. 243, nº 6, p. 74 – 81, 1980.

FAVARO, A. **Le opere di Galileo Galilei.** In: A. (ed.) Edizione Nazionale delle Opere di Galileo. Firenze: S. A. G. Barbére Editore, Vol. X, 1965.

FAVARO, A. **Le opere di Galileo Galilei.** In: A. (ed.) Edizione Nazionale delle Opere di Galileo. Firenze: S. A. G. Barbére Editore, Vol. XII, 1965.

FELIX, T. S. P.; VIOTTO FILHO, I. A. T. **Processo de Pesquisa Intervenção formativa por meio do ensino das artes e o desenvolvimento das emoções e sentimentos na escola.** Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica, vol. 3, nº 2, p. 1 – 20, 2019.

FORGERINI, F. L.; RIZZUTI, B. F. **Ano internacional da Astronomia no Amazonas: Popularização da Astronomia em uma atividade extensionista como uma iniciação à Ciência.** Revista Ciência em Extensão, São Paulo, vol. 9, nº: 2, p. 120 – 127, 2013.

FRIEDMAN, A. **Astronomy picture of the day.** Disponível em:
<<https://apod.nasa.gov/apod/ap090904.html>>.

GALILEI, G. **O Ensaiador.** Coleção Os pensadores. Tradução: Helda Barraco. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

GALILEI, G. **O Mensageiro das Estrelas.** Tradução: Carlos Ziller Camenietzki. São Paulo: Scientific American Brasil/Duetto Editorial, 2009.

GALILEI, G.; **Sidereus Nuncius (Venice, 1610).** University of Oklahoma Libraries. Norman: History of Sience Collections, 2001.

GALVÃO, E. F. C.; GALVÃO, J. B. **Pesquisa intervenção e análise institucional: Alguns apontamentos no âmbito da pesquisa qualitativa.** Revista Ciências da Sociedade, vol. 1, p. 54 – 67.

GIUDICE, F. **Galileo's cosmological view from the Sidereus Nuncius to letters on sunspots.** Galilaena – Studies in Renaissance and Early Modern Science, Anno XI, 2014.

- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Ed., São Paulo: Editora Atlas, 2008.
- GODOY, A. S. **Pesquisa Qualitativa – Tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, vol. 35, nº 3, p. 20 – 29, 1995.
- GONDIM, S. M. G.; BENDASSOLLI, P. F. **Uma crítica da utilização da análise de conteúdo qualitativa em psicologia**. Psicologia em Estudo, Maringá, vol. 19, nº 2, p. 191 – 199, 2014.
- GUÇÃO, M. F. B.; CARNEIRO M. C.; BOSS, S. L. B. **Uma análise de Galileu presente nos livros didáticos do Ensino Médio: O conceito de movimento**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC, Campinas-SP, 2011.
- HIDALGO, J. M.; ALVES, J. M.; SOUZA, F. A.; QUEIROZ, D. M. **A História da Ciência (Distorcida ou Ausente) em livros didáticos: O conteúdo sobre o “Experimento de Torricelli” como estudo de caso**. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, vol. 11, nº 1, p. 101 – 124, 2018.
- IACHEL, G.; BACHA, M. G.; PAULA, M. P.; SCALVI, R. M. F. **A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 31, nº: 4, p. 4502 - 4508, 2009.
- IACHEL, G.; NARDI, R. **Algumas tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de Física nas últimas décadas**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 12, nº 2, p. 225 – 238, 2010.
- IFBA. **Projeto Pedagógico do curso superior de Licenciatura em Física**. Salvador – BA, 2015.
- JAMIESON, D. **Galileo’s miraculous year 1609 and the revolutionary telescope**. Australian Physics, vol. 46, nº 3, p. 72 – 76, 2009.
- JUDICE, M. R. **A análise de conteúdo na prática pedagógica do ensino médio**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2019.
- KOWAL, C. T.; DRAKE, S. **Galileo’s observations of Neptune**. Nature, vol. 287, p. 311 – 313, 1980.
- LANGHI, R.; OLIVEIRA, F. A.; VILAÇA, J. **Formação reflexiva de professores em Astronomia: Indicadores que contribuem no processo**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 35, nº: 2, p. 461 – 477, 2018.
- LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia, repensando a formação de professores**. 1ª Ed., São Paulo: Escrituras Editora, 2012.
- LANGHI, R.; NARDI, R. **Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 24, nº: 1, p. 87 – 111, 2007.
- LANGHI, R.; NARDI, R. **Ensino de Astronomia no Brasil: Educação formal, informal, não formal e divulgação científica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 31, nº: 4, p. 1 - 11, 2009.
- LEÃO, R. S. C.; TEIXEIRA, M. R. F. **A educação em Astronomia na era digital e a BNCC: convergências e articulações**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, nº: 30, p. 115 – 131, 2020.
- LEITÃO, H. **Estudo introdutório. O mensageiro das estrelas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 4ª Ed., 2010.
- LÉPINE, J. **A Via Láctea, nossa ilha no universo**. 1ª Ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LEVADA, C. L.; MACETI, H.; LAUTENSCHLEGUER, I. J. **O ANO INTERNACIONAL DA ASTRONOMIA: ou “O ano em que a ciência se tornou Ciência”**. Caderno de Física da UEFS, Feira de Santana, vol. 7, nº: 1 - 2, p. 7 – 13, 2009.

LIMA, G. K.; GHIRARDELLO, D.; MACHADO, D. S.; OLIVEIRA, R. F.; LANGHI, R. **Investigações sobre educação em astronomia: estado do conhecimento da RELEA, SNEA, RBEF e CBEF**. #Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, vol. 10, nº 1, 2021.

LIMA, L. G. **O estudo do movimento retilíneo uniforme dos corpos através da leitura de trechos da 2ª Jornada do livro Diálogo Sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano, de Galileu Galilei**. Física na Escola, vol. 13, nº: 1, p. 24 - 29, 2012.

LIMA NETO, G. B. L. **Astronomia de posição**. 2021. Notas de Aula. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <<http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/AstroPosicao/Curso2021.pdf>>.

LORENSI, C.; PACINI, A. A. **Observações das manchas solares – Uma história antiga**. Revista Univap, vol. 22, nº 39, p. 105 – 115, 2016.

MACARETA, I.; SOARES, J. G. N.; OLIVEIRA, A. M. **A Pesquisa-Intervenção como Pesquisa-Apoio: O Caso do POP RUA**. Saúde e Sociedade, vol. 28, nº 4, p. 38 – 48, 2019.

MACEDO, E. S.; DUTRA, G.; FERNADES, S. **O Ensino de Astronomia em Amargosa: uma reflexão sobre os livros didáticos utilizados no Município**.

MARICONDA, P. R. **Galileu e a ciência moderna**. Caderno de Ciências Humanas, vol. 9, nº: 16, p. 267 – 292, 2006.

MARRANGHELLO, G. F.; IRALA, C. P.; KIMURA, R. K. **Do ano internacional da Astronomia ao planetário da Unipampa: Retrospectiva e perspectivas**. V SNEA – V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Londrina, PR, 2018.

MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, D. B.; TORBES, L. N. L. **O ano internacional da Astronomia no município de Bagé: o projeto Astronomia para Todos**. CCNEXT – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria, vol. 2, nº 1, 2011.

MARRONE JÚNIOR, J.; TREVISAN R. H. **Um perfil da pesquisa em Ensino de Astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de Ensino de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 26, nº 3, p. 547 – 574, 2009.

MARTINS, H. H T. S. **Metodologia qualitativa de pesquisa**. Educação e Pesquisa, vol. 30, nº: 02, p. 289 – 300, 2004.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A.; SILVA, M. T. X. **Revisitando a noção de “Método Científico”**. Revista Thema, Pelotas, vol. 15, nº: 3, p. 905 – 926, 2018.

MATOS, A. A. **A construção e a utilização de instrumentos astronômicos antigos: um recurso pedagógico para o ensino e aprendizagem de geometria e trigonometria**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 2020.

MEDEIROS, A. A.; SILVA, D. M.; PASSOS, M. M.; SILVA, M. R. **Análise da história da ciência apresentada em um livro didático de física do ensino médio sobre o episódio da experiência de pisa de Galileu Galilei**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC, Campinas-SP, 2011.

MELHO, J. P. S.; OLIVEIRA, S. W. P; GOMES, A. D. T.; COELHO, F. **Divulgando astronomia no ensino fundamental por meio de um planetário móvel**. ACTIO: Docência em Ciências, vol. 5, nº: 3, p. 01 - 21, 2020.

- MELQUES, P. M.; SCHLÜNZEN JUNIOR, K.; ARAYA, A. M. O. **Processo de inclusão escolar no Ensino de Física: As contribuições do uso de objetos educacionais**. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente, vol. 26, nº1, p. 274 – 295, 2015.
- MENDES, R.; PEZZATO, L. M.; SACARDO, D. P. **Pesquisa-Intervenção em promoção da saúde: Desafios metodológicos de pesquisar “com”**. Ciência & Saúde Coletiva, vol. 21, nº 6, p. 1737 – 1745, 2016.
- MIRANDA, L. L.; OLIVEIRA, E. N. P.; SHIOGA, J. E. M.; RODRIGUES, D. C. **Pesquisando com jovens na escola: Desafios da Pesquisa-Intervenção em dois contextos escolares**. Psicologia Escolar e Educacional, São Paulo, vol. 20, nº 2, p. 245 – 254, 2016.
- MONCEAU, G. **Transformar as práticas para conhecê-las: Pesquisa-Ação e profissionalização docente**. Educação e Pesquisa, São Paulo, vol. 31, nº 3, p. 467 – 482, 2005.
- MONTEIRO, M. A.; NARDI, R. **As contribuições de Galileu à astronomia nas abordagens de livros didáticos de física: uma análise na perspectiva da natureza da ciência**. REIEC, vol. 10, nº: 01, p. 58 - 72, 2015.
- MONTEZZO, F. C. A.; CALLEGARI JUNIOR., N. **Observação do céu noturno por alunos da rede de ensino básico no câmpus de Rio Claro**. 8º Congresso de extensão universitária da UNESP, 2015.
- MORAES, L. D.; SILVEIRA, I. F. **Educação não formal em astronomia: análise de artigos acadêmicos nacionais e internacionais**. Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, vol. 8, nº: 3, p. 189 - 209, 2020.
- MORAES, R. **Análise de Conteúdo**. Revista Educação, vol. 22, nº 37, p. 7 – 32, 1999.
- MORAIS, P. V.; MOREIRA, M. D.; SALES, N. L. L.; **Análise de erros conceituais e desatualizações de livros de Ciências e Geografia após a análise do PNLD**. II SNEA - Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, São Paulo, SP, 2012.
- MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. **Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos**. Porto Alegre, 2016.
- MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. **Análise de Conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: Potencial e desafios**. Revista de Administração Contemporânea, Curitiba, vol. 15, nº 4, p. 731 – 747, 2011.
- MUSEO GALILEO. **Catalogue of the Museo Galileo’s instruments on Display**. Florença, Museo Galileo, 2015. Disponível em: <<https://catalogue.museogalileo.it>>.
- MUSEO GALILEO. 2016. Disponível em: <<https://opac.museogalileo.it/imss/resource?uri=367681&found=1&l=en>>.
- NASCIMENTO, L. F.; CAVALCANTE, M. M. D. **Abordagem quantitativa na pesquisa em educação: investigações no cotidiano escolar**. Revista Tempos e Espaços em Educação, São Cristóvão, vol. 11, nº: 25, p. 251 – 262, 2018.
- NERES, L. B. **O Stellarium como estratégia para o Ensino de Astronomia**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Santa Cruz UESC, Ilhéus, 2017.
- O’CONNOR, E. G. P.; SHEARER, A.; O’BRIEN, K. **Energy-Sensitive detectors for Astronomy: Past, Present and Future**. Elsevier - New Astronomy Reviews, vol. 87, 2019.
- OLIVEIRA, A. M.; KEMEICK, C.; MONTEIRO, A. C. T.; BENINCÁ, T. S.; MATTOS, C. D. S.; SCHMIDT, G. L. **Sequências didáticas para o ensino de astronomia utilizando o Stellarium**. Cadernos de Astronomia, vol. 1, nº: 1, p. 123 - 137, 2020.

OLIVEIRA, E.; ENS, R. T.; ANDRADE, D. B. S. F.; MUSSIS, C. R. **Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, vol. 4, nº 9, p.11 - 27, 2003.

OLIVEIRA, V. A.; SILVA, M. A. **Utilizando o Galileoscópio em observações astronômicas**. Ciência e Natura, Santa Maria, vol. 37, nº: 1, 2015.

OXFORD DICTIONARY, 2016 apud Lima, N. W.; VAZATA, P. A. V.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H.; GUERRA, A. **Educação em Ciências nos tempos de pós-verdade: Reflexões metafísicas a partir dos estudos das ciências de Bruno Latour**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 19, p. 155 – 189, 2019.

PARANÁ. **Colégio Estadual Manoel Antonio Gomes - EFMN Proposta Pedagógica Curricular Física – Ensino Médio**. Secretaria de Educação. Reserva, PR, 2012.

Disponível em:

<www.rvmanoelgomes.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/26/2190/642/arquivos/File/PPC_FISICA.pdf>

PARKER, R. A. **Ancient egyptian astronomy**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, vol. 276, 1974, p. 51 – 65, 1974.

PAULON, S. M. **A Análise de implicação com ferramenta na Pesquisa-Intervenção**. Psicologia & Sociedade, vol. 17, nº 3, p. 18 – 25, 2005.

PEDUZZI, L. O. Q. **Força e movimento: de Thales a Galileu**. Florianópolis – SC, 2008.

PEREIRA, A. C. C.; BATISTA, A. N. S.; SILVA, I. C. **A matemática incorporada na construção do quadrante descrito na obra Libros del Saber de Astronomía**. REVEMAT, Florianópolis, vol. 12, nº: 1, p. 173 - 191, 2017.

PEREIRA, J. C.; TEIXEIRA, M. R. F. **A produção científica de grupos de pesquisas da área de ensino de ciências à luz da alfabetização científica**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, vol. 13, nº. 1, p. 16 - 35, 2020.

PEREIRA, P. N. **Análise de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em livros didáticos de Física do Ensino Médio da rede pública estadual de São Luís – MA**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

PLANETARIUM ACTIVITIES. **Latitude and Longitude**, 2011. Disponível em:

<<http://www.planetarium-activities.org/activities/categories/navigation/latitude-and-longitude>>. Acesso em: 12 abr. 2021>.

PRAIS, J. L. S.; ROSA, V. F. **Nuvem de palavras e mapa conceitual: estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica**. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente, vol. 28, nº: 1, p. 201 – 219, 2017.

QUEIROZ, G. R. P. C.; VASCONCELOS, M. M.; DAMAS, A. M. E.; KRAPAS, S. **Saberes da mediação na relação Museu-Escola: Professores mediadores reflexivos em museus de Ciências**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - IV ENPEC, Bauru-SP, 2003.

RIBEIRO, E. T.; GOMES, I. F.; POLETTO, B. O.; PEREIRA, V. L.; SANTOS, R. D. dos. **O Ensino da Física no nono ano por meio de atividades experimentais: Importância e proposta metodológica**. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, vol. 7, nº: 1, p. 165 – 177, 2016.

ROCHA, M. L. **Pesquisa-Intervenção e a produção de novas análises**. Psicologia, Ciência e Profissão, vol. 23, nº 4, p. 64 - 73, 2003.

- RODRIGUES, M. A. **Brincando de ser cientista: Uma forma lúdica de vivenciar o Método Científico**. LAJPE - Latin-American Journal of Physics Education, Mexico City, vol. 7, nº: 1, p. 79 – 82, 2013.
- RUDD, M. E. **The long and the short of it: Telescopes of the seventeenth century**. The Antique Telescope Society – Annual Convention at the Naval Observatory, Washington, D.C., p. 12 – 16, 1992.
- SALLES, L. P. **Sensor óptico de frentes de onda com quadricélula de dupla eficiência quântica em tecnologia CMOS padrão**. 2010. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2010.
- SAMPAIO, T. A. S. M.; RODRIGUES, E. S. **Método Didático para o Ensino de Astronomia: utilização do software Stellarium em conjunto com aulas expositivas no ensino médio**. Revista Eletrônica da Fainor, Vitória da Conquista, vol. 8, nº: 2, p. 87-97, 2015.
- SANTOS, M. C. **O caso Galileu: um estudo sobre ciência e fé como compreensão do método científico e seus reflexos na atualidade**. Revista Instante, Campina Grande, vol. 1, nº: 2, p. 38 – 56, 2018.
- SANTOS, R. V. **A importância da experimentação no Ensino de Física: Um estudo de caso no Ensino de cinemática**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, 2020.
- SEP. **Propuesta curricular para la educación obligatoria**. México, Ciudad del Mexico: Secretaría de Educación Pública, 2016.
- SIEBERT, H. **The early search for stellar parallax: Galileo, Castelli, and Ramponi**. Journal for the History of Astronomy, vol, 36, nº: 124, p. 251 – 271, 2005
- SILVA, A. H. FOSSÁ, M. I. T. **Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados Qualitativos**. IV Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade, Brasília, 2013.
- SILVA, B. A.; OLIVEIRA, G. S.; BRITO, A. P. G. **Análise de conteúdo: uma perspectiva metodológica qualitativa no âmbito da pesquisa em educação**. Cadernos da Fucamp, vol. 20, nº 44, p. 52 – 66, 2021.
- SILVA, E. C. G. F.; BESERRA, D. W. S. C.; ANDRADE, M. J. P.; ARAÚJO, A. E. P. **Construindo instrumentos de baixo custo para observações astronômicas noturnas**. Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE (JEPEX), 2009.
- SILVA, G. R. **O uso do planetário como recurso educacional no Ensino de Ciências**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 2019.
- SILVA, J. **Os Métodos Científicos da origem às aplicações gerais**. Revista de Administração & Ciências Contábeis, Belo Horizonte, vol. 8, nº: 1, 2014.
- SILVA, J. A. P.; NEVES, M. C. D. **O Codex Cigoli-Galileo: Ciência, Arte e Religião num enigma Copernicano**. Maringá: Eduem, 2015.
- SILVA, V. G. **A importância da experimentação no Ensino de Química e Ciências**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - UNESP, Bauru, 2016.
- SILVEIRA, F. L. da. **Copérnico NÃO eboliu e usou epiciclos!!!**. CREF – Centro de Referência para o Ensino de Física, 2014. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=copernico-nao-aboliu-e-usou-epiciclos>>.

SOBEL, D. **Longitude: The true story of a lone genius who solved the greatest scientific problem of his time.** Bloomsbury: Walker & Company, 2007.

SOUSA, J. R.; SANTOS, S. C. M. **Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer.** Pesquisa e Debate em Educação, Juiz de Fora: UFJF, vol. 10, nº 2, p. 1396 – 1416, 2020.

STANDISH, E. M.; NOBILI, A. M. **Galileo's observations of Neptune.** Baltic Astronomy, vol. 6, p. 97 – 104, 1996.

SZYMANSKI, H.; CURY, E. **A Pesquisa Intervenção em Psicologia da Educação e Clínica: Pesquisa e Prática Psicológica.** Estudos de Psicologia, vol. 9, nº 2, p. 355 – 364, 2004.

TAQUETTE, S. R. **Análise de dados de pesquisa qualitativa em Saúde.** Congresso Ibero-Americano de Investigação Qualitativa, vol. 2, 2016.

TATARA, E.; LISOVSKI, L. A. **Livro didático de Ciências: o início de seu processo de avaliação no Brasil.** VI Encontro de Produção Científica e Tecnológica - VI EPCT. Anais... Campo Mourão / PR: FECILCAM/NUPEM, 2011.

Time and date. **2032 Mercury transit animation.** Disponível em: <<https://www.timeanddate.com/eclipse/transit/2032-november-13>. Acesso em: 08 abr. 2021>.

TOLMASQUIM, A. T. **Indução ou Dedução: O Método Científico de Galileu e de Einstein.** ComCiência, Campinas, nº 156, 2014.

UEFS. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.** Feira de Santana – BA, 2019.

UFBA. **Reestruturação Curricular dos Cursos de Graduação em Física - Projeto Pedagógico.** Salvador – BA, 2015.

UNB. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física.** Brasília – DF, 2018.

UNEB. **Projeto Pedagógico – Licenciatura em Física.** Salvador – BA, 2015.

van HELDEN, A. **Saturn and his anses.** Journal for the History of Astronomy, vol. 5, nº 2, p. 105 – 121, 1974.

van HELDEN, A. **Sunspots.** 1995. Disponível em: <http://galileo.rice.edu/sci/observations/sunspots.html>.

van HELDEN, A. **Huygens, Titan, and Satun's ring.** Proceedings of the International Conference "Titan: From Discovery to Encounter", ESTEC, Noordwijk, the Netherlands. Noordwijk, the Netherlands: ESA Publications Division, p. 11 - 29, 2004.

van HELDEN, A. **The beginnings, from Lipperhey to Huygens and Cassini.** Experimental Astronomy, vol. 25, p. 3 - 16, 2009.

Van HELDEN, A; HANKINS, T. L. **Introduction: Instruments in the History of Science.** Osiris: The University of Chicago Press, The History of Science Society, vol. 9, p. 1 – 6, 1994.

VILELA, R. B.; RIBEIRO, A.; BATISTA, N. A. **Os desafios do mestrado profissional em ensino na saúde: uso da nuvem de palavras no apoio à pesquisa qualitativa.** Millenium – Journal of Education, Technologies and Health, vol, 2, nº: 11, p. 29 – 36, 2020.

WARNER, D. J. **What is a scientific instrument, When Did it become one, and Why?.** The British Journal for the History of Science, vol. 23, nº 01, p. 83 – 93, 1990.

YOUNG, A. T. **Galileo, solar observing, and eye safety.** 2020. Disponível em: <https://aty.sdsu.edu/vision/Galileo.html>.

ZIK, Y.; HON, G. **Galileo knowledge of optics and the functioning of the telescope revised**. 2014.
Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1307.4963v3>.

APÊNDICE A

Questionário de verificação de conhecimentos prévios apresentado aos estudantes da Licenciatura em Física na data de 02/12/2019



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

Mestrando: Afonso Holanda de Freitas Freire

Nome: _____

Curso: _____ Período: _____

Sobre Galileu Galilei

Discorra de forma resumida quais as contribuições de Galileu Galilei para o avanço da ciência que você tem conhecimento? Quais as fontes de informação que você aprendeu sobre essas contribuições?

Respostas ao questionário de verificação de conhecimentos prévios apresentado aos estudantes da Licenciatura em Física na data de 02/12/2019

estudante 1

matemático, físico e extremamente observador, curioso na busca de respostas para suas questões.

sempre defendeu suas ideias com coragem e determinação apesar das consequências sofridas devido ao embate entre suas observações e o que a igreja à época defendia.

estudante 2

galileu galilei traz contribuições importantes para o avanço da ciência que levou caminhos para possíveis descobertas para entender algumas explicações sobre o universo.

algumas lembranças da escola.

estudante 3

galileu contribuiu de forma efetiva em vários momentos. talvez o mais importante deles tenha sido na confirmação da teoria heliocêntrica. mas não foi só isso, galileu aperfeiçoou a luneta e foi um exímio experimentador. fez trabalhos que contribuíram também para a relatividade.

minha principal fonte foram as aulas de introdução à física ministradas pelo professor.

estudante 4

galileu revolucionou a ciência quando apontou para a necessidade da união da matemática junto com a experimentação para poder explicar a natureza. Por isso, galileu é conhecido por ser um divisor de águas e considerado pai da ciência moderna. outras importantes contribuições de galileu foi a invenção da luneta e melhorar no seu mecanismo. galileu também foi o primeiro a observar a lua e suas imperfeições, ele visualizou as fases de vênus, e as luas de júpiter.

estudante 5

descobertas nas áreas de astronomia com a observação de corpos celestes. aperfeiçoamento da luneta, o que ajudou nas guerras, a melhoria de lentes o que melhorou a qualidade de vida das pessoas.

estudante 6

uma das contribuições que me recordo de galileu galilei para o avanço da ciência é a invenção da luneta, por onde foi possível fazer observações importantes à cerca do universo. também a respeito da descoberta sobre a teoria heliocêntrica, sistema no qual ainda nos baseamos hoje.

ambas as informações foram obtidas principalmente na matéria de introdução à física.

estudante 7

algumas das contribuições de galileu galilei, obtive como fonte uma revisão de literatura para um trabalho de iniciação científica. nela temos os diálogos de galileu galilei, algumas obras propriamente de divulgação científica como de walberg, gleiser e historiadores da ciência como martins.

sobre as contribuições, recordo:

descoberta das luas de júpiter; apropriação do método científico; contribuições na astronomia instrumental como a utilização de lentes holandesas e o desenvolvimento da luneta; noção de referencial, alcançando o ideal de inércia; compreensão em modelo de mundo em defesa da teoria heliocêntrica.

estudante 8

galileu galilei foi um físico matemático que deixou grandes contribuições para a física. ele foi o primeiro a observar ou constatar (pelo menos no que temos conhecimento) que a terra não era o centro do universo, como se pensava toda a comunidade da época, e sim o sol que seria o centro. ou seja, a teoria heliocêntrica. na época ele foi “tirado” como “louco”.

estudante 9

sem dúvidas galileu foi um gênio que revolucionou a ciência desde sua época até os dias atuais, sem ele a física não seria a mesma.

estudante 10 galileu galilei contribuiu enormemente para o avanço da ciência, um exemplo notório foi o aprofundamento da teoria heliocêntrica – a terra não é o centro do universo, e sim o sol. sucessor de copérnico, galilei travou um embate longo com a igreja católica – esta defensora da teoria geocêntrica. podemos citar a mensuração da gravidade por plano inclinado, e o aprimoramento de instrumento de precisão – pois prezava muito pela exatidão, exemplo: luneta.

fontes: aulas ifba, livros de pedduzzi

estudante 11

principais contribuições de galileu veio da astronomia, apesar de ter feito contribuições em várias áreas da física, um dos principais foi o livro de debate onde tem um defensor da teoria heliocêntrica e outro da teoria geocêntrica. a outra veio por parte da luneta, o plano inclinado veio muito a calhar a desenvolvimento da constante gravitacional, o pêndulo.

a maior parte dessas informações veio através do livro de descartes e os outros através de documentários.

estudante 12

aprendi sobre galileu em sala de aula sobre a ministração do professor.

o professor citava as diversas contribuições que galileu trouxe para a ciência.

- a estruturação do cálculo matemático no seu trabalho;
- estudo das crateras da lua;
- inventou e aperfeiçoou a luneta;
- estudo dos planetas;
- estudo do movimento.

estudante 13

galileu galilei trouxe grandes contribuições para a física, principalmente no ramo da astronomia. graças as suas observações foram possíveis o conhecimento um pouco mais aprofundado sobre a terra e os demais planetas. Trouxe uma nova visão de mundo, a partir disso veio a discussão sobre a nova teoria heliocêntrica, ele acreditava (a partir de suas observações) que seria o sol que estaria no centro do universo e não a terra (como se pensavam). além disso, ele aprimorou a luneta (que hoje conhecemos).

estudante 14 –

galileu galilei contribuiu com os avanços da ciência na área dos estudos dos corpos celestes, ele foi o primeiro a criar a luneta, ele também fez estudos com relação a queda dos corpos. obtive esse conhecimento através de livros, internet e aulas no curso.

estudante 15

galileu contribuiu com as transformadas de galileu, que foi utilizada futuramente por einstein para criação da relatividade restrita.

falou que os corpos caem com a mesma velocidade. fez estudos sobre o plano cartesiano. fez observações importantes sobre o movimento dos corpos celestes, com a sua luneta desenvolvida aperfeiçoada por ele.

estudante 16

as primeiras inquietações sobre a aceleração da gravidade. a descrição da conservação da energia, o primeiro plano inclinado, tudo de forma rústica. além disso, o pêndulo simples (início dos estudos). a desconstrução da teoria geocêntrica, porém obrigado a aceitar. com somente a geometria conseguiu demonstrar geometricamente o movimento de alguns astros. a primeira luneta, e o avanço do estudo das lentes e associação de espelhos.

estudante 17

eu sempre fico me perguntando como naquele tempo tantos anos atrás, um homem foi capaz de melhorar uma luneta e assim enxergar júpiter e descobrir que a terra é quem gira em torno do sol e não o contrário como se fazia pensar. esse pensamento veio através dessas estrelas que rodeava em júpiter e através desse olhar de galileu ele detalhou várias coisas do sistema solar contribuindo para a ciência.

eu aprendi esses conhecimentos na disciplina de introdução à física, onde tive o conhecimento de toda a filosofia da ciência de aristóteles a einstein.

estudante 18

dentre todas as observações feitas por galileu, as realizadas com a luneta e o desenvolvimento do plano inclinado foram os quais mais contribuíram para o desenvolvimento da ciência atual. os avanços alcançados pela astronomia trouxeram ao homem moderno uma nova perspectiva de desenvolvimento da ciência e dentre outros fatores.

diversos autores de artigos científicos dos quais são usados na academia, p. cola, etc. e também ao ler o livro do próprio galileu (sic).

estudante 19

os estudos de galileu contribuíram de forma significativa na astronomia, a movimentação dos corpos celestes.

através de livros, artigos e professores aprendi as contribuições de galileu.

estudante 20

galileu contribuiu muito mais além que a forma que observamos os astros, ele redefiniu o modo de produzir ciência, respeitando os dados, trazendo o empirismo e “deixando” o criacionismo.

todas as informações vieram das aulas na faculdade artigos lidos.

estudante 21

telescópio refrator = luneta, balança hidrostática, compasso geométrico e relógio de pêndulo.

internet e livros.