



UFAM



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM

INSTITUTO DE SAÚDE E BIOTECNOLOGIA - ISB

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - POLO 64

VALCILENO PINHEIRO DA SILVA

MANUAL DE ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO 2º ANO DO
ENSINO MÉDIO

COARI

2025

VALCILENO PINHEIRO DA SILVA

**MANUAL DE ORIENTAÇÃO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO 2º ANO DO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas UFAM no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) Polo 64, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Orientador: Dr. Adriano Pereira Guilherme e Coorientadora: Prof. Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi

COARI

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586m Silva, Valcileo Pinheiro da
Manual de orientação para o ensino de astronomia no 2º ano do
ensino médio / Valcileo Pinheiro da Silva. - 2025.
262 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Adriano Pereira Guilherme.
Coorientador(a): Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas,
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Coarí, 2025.

1. Manual. 2. Didático. 3. Ensino de física. 4. Aprendizagem
significativa. I. Guilherme, Adriano Pereira. II. Yamaguchi, Klenicy
Kazumy de Lima. III. Universidade Federal do Amazonas.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título

VALCILENO PINHEIRO DA SILVA

**MANUAL DE ORIENTAÇÃO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO 2º ANO DO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas UFAM no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) Polo 64, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Pereira
Guilherme

Coorientadora: Prof. Dra. Klenicy Kazumy
de Lima Yamaguchi

Aprovada em: 19/11/2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi
Presidente da Banca – ISB/UFAM

Prof. Dr. Tiago Gonçalves Santos (Membro)
Membro Interno – UFAM

Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot (Membro)
Membro Externo

Dedico esta conquista, com profundo amor e gratidão, aos meus pais, Sebastião Mendes da Silva e Cleunice Pinheiro da Silva, exemplos de esforço, coragem e sabedoria que moldaram meu caminho.

À minha esposa, Joice Costa da Silva, e ao meu filho, Yuri Gabriel Silva da Silva, que são minha maior fonte de força, amor e inspiração.

Aos meus irmãos e irmãs Vanura, Vanilza, Vanuza, Valdivino, Vanderlucia, Valdinei, Walcione e suas famílias, por todo o apoio e carinho ao longo da jornada.

À minha sogra e sua família, pelo carinho, apoio e presença acolhedora em minha vida.

Cada um de vocês faz parte desta vitória que carrego com orgulho no coração.

AGRADECIMENTOS

Cosmologicamente e profundamente, elevo minha eterna gratidão a Deus, nosso Pai Celestial, Criador soberano de todo o Universo, pela dádiva incomparável da vida, pelas bênçãos derramadas em cada etapa da minha jornada e pela luz divina que guiou meus passos mesmo nos momentos mais desafiadores.

À minha família, em especial aos meus pais, Sebastião e Cleunice, minha eterna gratidão por serem o alicerce da minha vida. A dedicação, o apoio constante e os valores que me transmitiram foram fundamentais para cada passo da minha trajetória.

Agradeço, com todo o meu amor, à minha esposa Joice, por ser minha companheira incansável e meu porto seguro, e ao meu filho Yuri Gabriel, que tanto amo, por ser a luz da minha vida e a maior inspiração do meu caminhar.

Aos meus queridos irmãos e irmãs, que caminham sempre ao meu lado, oferecendo apoio, carinho e força ao longo dessa jornada. Sou imensamente grato por cada gesto de presença e incentivo que me fortalece dia após dia.

Ao meu orientador doutor Adriano Pereira Guilherme e a minha coorientadora, doutora Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi, expresso minha sincera gratidão pela dedicação incansável, pelo compromisso constante e pela valiosa contribuição ao longo desta caminhada acadêmica.

Aos professores, pela valiosa contribuição à minha formação, em especial àqueles que integram o corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Instituto de Saúde e Biotecnologia (ISB/UFAM), meus sinceros agradecimentos pelo conhecimento compartilhado, orientação dedicada e constante incentivo ao desenvolvimento acadêmico e profissional.

Dirijo meu sincero reconhecimento aos ilustres colegas de turma, cuja colaboração e apoio foram indispensáveis ao longo de toda esta trajetória acadêmica. Estendo também minha profunda gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta significativa conquista.

À Universidade Federal do Amazonas, manifesto minha sincera gratidão pela oportunidade concedida para realização dos estudos na pós-graduação stricto sensu.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), expresso meu reconhecimento e gratidão pela criação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), que tornou possível esta formação acadêmica.

À Escola Estadual CETI – Manuel Vicente Ferreira Lima pelo apoio da aplicação da sequência didática.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) – código de financiamento 33306.

“A Astronomia compele a alma a olhar para o alto e
nos transporta deste mundo para o outro”.

Platão.

RESUMO

O manual de orientações para o ensino de astronomia no 2º ano do ensino médio trata-se de um material instrucional cujo objetivo é servir como material didático para professores da Educação Básica, como também busca servir de manual para uso amador astronômico, de modo que qualquer leitor, ao ter acesso, possa ler e compreender facilmente os conhecimentos trazidos e a realização de suas atividades. Sua proposta também está atrelada a oferecer um material de baixo custo e acessível a todas as pessoas independente de classes socioeconômicas. No processo de elaboração do manual foram realizadas as seguintes etapas: 1) identificação e listagem dos conceitos fundamentais de astronomia que são relevantes para o currículo da educação básica. 2) Elaboração do produto educacional. 3) Formação em Astronomia para docentes de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio por meio do manual de orientações. 4) Aplicação do manual de orientações foi realizado em uma escola da rede estadual, destacando as conexões entre a astronomia e a vida cotidiana dessa comunidade escolar, com realização de atividade como relógios solares. Espera-se que o manual possa ser utilizado com o um material pedagógico no contexto escolar devido ao seu caráter interdisciplinar e crítico, estando alinhado às novas propostas da BNCC e do Novo Ensino Médio em relação ao ensino das ciências da natureza.

Palavras Chaves: Manual Didático; Ensino de Física; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The manual of guidelines for teaching astronomy in the 2nd year of high school is an instructional material whose purpose is to serve as teaching material for elementary school teachers, as well as to serve as a manual for amateur astronomy use, so that any reader can easily read and understand the concepts and activities contained therein. Its proposal is also to offer a low-cost material that is accessible to all people, regardless of socioeconomic class. In the process of preparing the manual, the following steps were taken: 1) identification and listing of the fundamental concepts of astronomy that are relevant to the basic education curriculum. 2) Preparation of the educational product. 3) Training in Astronomy for elementary school science and high school physics teachers through the manual of guidelines. 4) Application of the manual of guidelines in a state school, highlighting the connections between astronomy and the daily life of this school community, with activities such as the construction of sundials. It is expected that the manual can be used as a pedagogical material in the school context due to its interdisciplinary and critical nature, being aligned with the new proposals of the BNCC and the New High School in relation to the teaching of natural sciences.

Key Words: Didactic Manual; Physics Teaching; Meaningful Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tales de Mileto.	35
Figura 2 - Pitágoras de Samos (~572 - 497 a.C.).	36
Figura 3 - Modelo do Universo proposto por Pitágoras.	36
Figura 4 - Eudóxio, discípulo de Pitágoras.	37
Figura 5 - Modelo de Universo proposto por Aristóteles.	38
Figura 6 - Eratóstenes de Cirênia (276 – 194 a.C.).	39
Figura 7 - Hiparco de Nicéia, período de 160 a 125 a.C.	40
Figura 8 - Cláudio Ptolomeu, (85 a 165 d.C.).	41
Figura 9 - Modelo de Universo proposto pro Ptolomeu.	42
Figura 10 - Nicolau Copérnico, um dos pais da astronomia moderna, nasceu em Tourum, na Polônia, em 19 de fevereiro de 1473.	84
Figura 11 - O grande astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601).	86
Figura 12 - Instrumentos usados por Tycho Brahe. À esquerda, o quadrante de azimute de 3 metros, no centro o sextante de cerca de 1,8 metro e a grande armilar equatorial à direita, com cerca de 4,8 metros de altura.	88
Figura 13 - Johannes Kepler (1571-1630).	90
Figura 14 - Modelo dos sólidos platônicos de Kepler para o sistema solar.	91
Figura 15 - Diferença entre círculo e elipse.	93
Figura 16 - Características de uma elipse.	93
Figura 17 - Excentricidade crescente de uma elipse.	94
Figura 18 - Construção de uma elipse.	95
Figura 19 - Primeira Lei de Kepler.	96
Figura 20 - Áreas formadas em intervalos de tempo Δt durante a translação do planeta.	98
Figura 21 - Distância da Terra no Afélio e no Periélio em relação ao Sol.	99
Figura 22 - Órbita da Terra meses do Periélio e Afélio.	99
Figura 23 - Sir Isaac Newton (1642–1727).	102
Figura 24 - Dados da questão 2 do questionário inicial.	144
Figura 25 - Dados da questão 3 do questionário inicial.	145
Figura 26 - Dados da questão 4 do questionário inicial.	146
Figura 27 - Dados da questão 5 do questionário inicial.	147
Figura 28 - Dados da questão 6 do questionário inicial.	148
Figura 29 - Dados da questão 7 do questionário inicial.	149
Figura 30 - Dados da questão 8 do questionário inicial.	151
Figura 31 - Dados da questão 9 do questionário inicial.	152
Figura 32 - Dados da questão 10 do questionário inicial.	154
Figura 33 - Dados da questão 11 do questionário inicial.	155
Figura 34 - Dados da questão 11 do questionário inicial.	156
Figura 35 - Dados da questão 13 do questionário inicial.	157
Figura 36 - Dados da questão 14 do questionário inicial.	158
Figura 37 - Dados da questão 15 do questionário inicial.	159
Figura 38 - Dados da questão 17 do questionário inicial.	161
Figura 39 - Dados da questão 18 do questionário inicial.	162
Figura 40 - Dados da questão 19 do questionário inicial.	163

Figura 41 - Dados da questão 20 do questionário inicial.....	164
Figura 42 - Dados da questão 21 do questionário inicial.....	165
Figura 43 - Dados da questão 22 do questionário inicial.....	166
Figura 44 - Dados Da Questão 24 Do Questionário Inicial.....	167
Figura 45 - Dados da questão 25 do questionário inicial.....	168
Figura 46 - Escola Estadual CETI - Professor Manuel Vicente Ferreira Lima.	177
Figura 47 - Alunos participando da aplicação da sequência didática.....	178
Figura 48 - Aplicação da Sequência Didática.	179
Figura 49 - Solstícios e Equinócios.....	181
Figura 50 - Dia Solar e Dia Sideral.	183
Figura 51 - Alunos realizando atividade.....	184
Figura 52 - Alunos construindo Relógio de Sol.	186
Figura 53 - Discentes no Laboratório de Física depois das atividades.	187
Figura 54 - Relógio de Sol construído pelos discentes.	188
Figura 55- Aluno testando o Relógio de Sol.	190
Figura 56 - Discentes depois de vários teste realizado com sucesso com o Relógio de Sol.	191
Figura 57 - Fases da Lua.	196
Figura 58 - Observação do céu noturno com auxílio de aplicativos digitais.	199
Figura 59 - Visualização da constelação Cruzeiro do Sul (Crux).	200
Figura 60 - Visualização da constelação de Órion (Ori).	201
Figura 61 - Representação gráfica da Lei da Gravitação Universal de Newton.	203
Figura 62 - Representação didática do Sistema Solar e da curvatura do espaço-tempo.....	204
Figura 63 - Interação gravitacional entre a Terra e a Lua segundo a Lei da Gravitação Universal.	206
Figura 64 - Dados da questão 1 do questionário final.	212
Figura 65 - Dados da questão 2 do questionário final.	213
Figura 66 - Dados da questão 3 do questionário final.	214
Figura 67 - Dados da questão 4 do questionário final.	215
Figura 68 - Dados da questão 5 do questionário final.	216
Figura 69 - Dados da questão 6 do questionário final.	218
Figura 70 - Dados da questão 7 do questionário final.	219
Figura 71 - Dados da questão 8 do questionário final.	220
Figura 72 - Dados da questão 9 do questionário final.	221
Figura 73 - Dados da questão 10 do questionário final.	223
Figura 74 - Dados da questão 11 do questionário final.	224
Figura 75 - Dados da questão 12 do questionário final.	225
Figura 76 - Dados da questão 13 do questionário final.	227
Figura 77 - Dados da questão 14 do questionário final.	228
Figura 78 - Dados da questão 15 do questionário final.	230

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - A excentricidade dos planetas.	97
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos científicos sobre as metodologias didáticas para o ensino de astronomia.....	52
Quadro 2– Competências gerais destinadas à Educação Básica.....	61
Quadro 3– Competências específicas para a área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental.	63
Quadro 4 – Unidade temática “Terra e Universo.	65
Quadro 5 – Unidade temática “Terra e Universo”	67
Quadro 6 – Competências previstas para a área da Ciência da Natureza.	71
Quadro 7 – Habilidades para a área de Ciências da Natureza referentes à competência específica 2.....	72
Quadro 8 - Tabela de raios médios e períodos de órbita para os planetas do Sistema Solar.	101
Quadro 9 - Comparação entre as contribuições de Kepler e Newton para a Astronomia.	120
Quadro 10 - Roteiro de Aplicação do Manual de Orientações.	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
AS	Aprendizagem Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação e Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DF	Distrito Federal
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
FAPEAM	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas
GPS	Global Positioning System
ISB	Instituto de Saúde e Biotecnologia
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
MOBFOG	Mostra Brasileira de Foguetes
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NEM	Novo Ensino Médio
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica
OIA	Olimpíada Internacional de Astronomia
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM+	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PE	Produto Educacional

SAB	Sociedade Astronômica Brasileira
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SI	Sistema Internacional de Unidade
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UA	Unidade Astronômica
UEPA	Universidade do Estado do Pará
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UFAM	Universidade Federal do Amazonas

Sumário

1. INTRODUÇÃO	20
1.1 Motivação para a Pesquisa	22
1.2 A Importância do Ensino de Astronomia.....	23
1.3 Problemática - Dificuldades dos Professores e Alunos.....	26
1.4 Apresentação da Proposta	30
1.5 Pergunta Norteadora	30
1.6 Objetivo Geral:	30
1.7 Objetivos Específicos:	30
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
2.1 História da Astronomia da Antiguidade aos dias Atuais.....	32
2.2 A Astronomia no Âmbito Brasileiro	46
2.3 Astronomia no Ensino - Publicações sobre as metodologias didáticas para o ensino de astronomia.....	48
2.3.1 Publicações sobre as metodologias didáticas para o ensino de astronomia	51
2.4 BNCC e a Astronomia	59
2.5 Como adequar o conteúdo de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos na educação básica.	75
2.6 O Ensino de Astronomia e Astronáutica	76
2.6.1 Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA)	77
2.6.2 Jornada como professor representante na oba	81
3. TÓPICOS DE FÍSICA APLICADOS AO ENSINO DE ASTRONOMIA	83
3.1 Contribuições de Nicolau Copérnico no Ensino de Física e Astronomia	84
3.2 Contribuições de Tycho Brahe no Ensino de Física e Astronomia	86
3.3 Contribuições de Galileu Galilei para o Ensino de Física e Astronomia	89
3.4 Contribuições de Johannes Kepler no Ensino de Física e Astronomia	90
3.4.1 As Leis de Kepler.....	92
3.4.2 Demonstração como construir uma elipse	94
3.4.4 Primeira Lei de Kepler, Lei das Órbitas Elípticas	95
3.4.5 Segunda Lei de Kepler, Lei das Áreas	97
3.4.6 Terceira Lei de Kepler, Lei dos Períodos	100
3.5 Contribuições de Sir Isaac Newton no Ensino de Física e Astronomia.....	102
3.5.1 Leis do Movimento	103
3.5.2 Lei da Gravitação Universal	103
3.5.3 Óptica e Natureza da Luz.....	104
3.5.4 Cálculo e Método Científico	105

3.5.5 Aplicações na Astronomia	105
4. MODELO KEPLERIANO À MECÂNICA NEWTONIANA: FUNDAMENTOS DA ASTRONOMIA ORBITAL	106
4.1 Introdução	106
4.2 Princípios Matemáticos	108
4.3 Relacionando G com g	116
4.4 Relação entre g e k: Verificação Final	117
4.5 Análise através dos dados demonstrado	118
4.6 Quadro comparativo entre Kepler e Newton	120
5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE APRENDIZAGEM	122
5.1 Teoria de Ensino e Aprendizagem de David Ausubel	122
5.2. Condições para Ocorrer Aprendizagem Significativa	128
6. METODOLOGIA	129
6.1 Caracterização da Pesquisa	130
6.2 Diagnóstico sobre astronomia	130
6.3 Elaboração do Manual	132
6.4 Aplicação	134
6.5 Detalhes das aulas da Sequência Didática	135
7. PRODUTO EDUCACIONAL	140
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	142
8.1 Análise da aplicação do questionário Inicial sobre Ensino de Astronomia para alunos do Ensino Médio	142
8.2 Análise do questionário dos docentes	169
8.3 Análise da aplicação da sequência didática	176
8.3.1 Aula 01: Apresentação da sequência didática e aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	176
8.3.2 Aula 02: Aplicação do questionário inicial	177
8.3.3 Aula 03: Introdução à Astronomia e Orientação Espacial	178
8.3.4 Aula 04: O Movimento da Terra e as Estações do Ano	180
8.3.5 Aula 05: O Sol e a Medição do Tempo	182
8.3.6 Aula 06: Introdução e Construção do Relógio de Sol parte 1	184
8.3.7 Aula 07: Uso e Observação do Relógio de Sol parte 2	189
8.3.8 Aula 08: O Sistema Solar	192
8.3.9 Aula 09: Fases da Lua	195
8.3.10 Aula 10: Identificação de Constelações no Céu Noturno	198
8.3.11 Aula 11: A Gravidade e os Corpos Celestes	202
8.3.12 Aula 12: Revisão e Avaliação Prática	205

8.3.13 Aula 13: aplicação do questionário final sobre ensino de astronomia para os alunos do segundo ano ensino médio	208
8.4 Análise da aplicação do questionário final sobre Ensino de Astronomia para alunos do Ensino Médio.....	210
8.4.1 Questões de Múltipla Escolha	211
8.4.2 Questões Dissertativas	231
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	237
10. REFERÊNCIAS.....	239
ANEXOS	246
APÊNDICES	255

1. INTRODUÇÃO

A Astronomia teve sua origem a partir da curiosidade e da necessidade humana em desvendar os grandes mistérios cósmicos. Assim, observações celestes desencadearam, de forma conjunta ao desenvolvimento humano, a aquisição de conhecimentos impressionantes, que auxiliavam, e continuam auxiliando, de forma significativa no modo de vida de muitas civilizações (Abel, 1995).

Hoje a Astronomia representa uma importante ciência que afeta, direta ou indiretamente, o cotidiano de milhares de pessoas, principalmente pelos avanços tecnológicos a ela relacionados. Da mesma forma, em âmbito educacional o ensino de Astronomia possui uma inegável relevância. Além de ser altamente motivacional, ela auxilia na abordagem de enfoques como a História e Filosofia da Ciência e Tecnologia e Sociedade, favorece a elaboração de atividades experimentais, é altamente interdisciplinar e compõe um espaço de reflexões sobre o mundo e nosso papel diante dele. Embora ofereça tamanha contribuição para o ensino de Ciências, pesquisas mostram que a Astronomia vem sendo esquecida dentro dos espaços do ensino básico. Nesse viés, procuramos por meio da presente pesquisa compreender quais as possibilidades e os limites para inserção de assuntos de Astronomia em aulas de ensino fundamental e médio. Para tanto, buscaremos identificar e analisar quais aprendizagens relacionadas à Astronomia estão contempladas na Base Nacional Comum Curricular; verificar qual a abordagem de assuntos de Astronomia em Livros Didáticos adotados por professores de ciências das escolas estaduais e municipais de Educação Básica (Bretones, 2006).

A astronomia está presente desde o princípio da sociedade humana. Antes mesmo do ser humano sequer ter desenvolvido a escrita, o homem já percebia as constelações de Órion e Escorpião no céu, com seu indicativo de verão e inverno. À medida que a humanidade foi se desenvolvendo, o estudo dos astros foi sendo aprimorado pelos povos, gerando registros astronômicos das populações da Mesopotâmia, Grécia antiga e China como sendo os primeiros a começarem a olhar para o céu de forma diferenciada. (Filho; Saraiva, 2014).

De acordo com Stephen Maran (2012, p. 1), pode - se definir a astronomia como o estudo do céu, a ciência dos objetos cósmicos e acontecimentos celestiais.

Apesar de não se conhecer exatamente quando os estudos em Astronomia começaram, é certo que esse fascínio e a curiosidade humana serviram como motor para o desenvolvimento de diversas civilizações e as observações e explicações dos acontecimentos celestes marcaram a história e a filosofia da ciência, contribuindo para o desenvolvimento não apenas da ciência, mas também de diversas áreas do conhecimento humano. Para Bretones (2014, p. 13) a Astronomia é, provavelmente, a mais antiga e bela ciência desenvolvida pela civilização humana.

Por esses motivos descritos acima a Astronomia deveria, e deve estar presente em todas as esferas de ensino: Fundamental, Médio e Superior. Como destaca Langhi (2004 *apud* OSTERMANN e MOREIRA, 1999)

Uma primeira justificativa para o ensino da Astronomia é que ela por si só provoca curiosidades nas crianças, e as pessoas, de modo geral, gostam do assunto. Os próprios alunos chegam a sugerir tópicos de Astronomia para suas aulas, quando questionados a respeito do que desejam estudar em Ciências. (OSTERMANN e MOREIRA, 1999).

Diante da relevância do estudo da Astronomia, na Educação Básica, os documentos oficiais trazem seus conceitos dentro da temática “Universo, Terra e vida” ao longo das etapas que compreendem a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Dadas as contribuições trazidas sobre a Astronomia para a evolução da sociedade, é importante ressaltar a inserção dessa temática na educação escolar. Os estudos relacionados à Astronomia são trazidos em documentos, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM+) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual serviu para nortear a estrutura educacional do Novo Ensino Médio (NEM).

Diante de tal complexidade compreendemos que o ensino de Astronomia deveria estar presente de modo consistente na estrutura curricular do Ensino Fundamental e do Ensino Médio no Brasil, realidade ainda distante da maior parte das salas de aula. Os temas são descritos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), mas diversos estudos indicam que há despreparo por parte dos professores ao ensinar Astronomia em suas aulas. Entre as razões está o fato de os profissionais não possuírem conhecimento ou formação sólida na disciplina (LANGHI e NARDI, 2005; LEITE, 2007; IACHEL, 2009; BRETONES, 2012). Neste cenário, muitos

docentes incorrem em um erro conceitual ao ensinar conteúdo de Astronomia, gerando concepções alternativas por vezes não condizentes com a ciência, o que confunde ainda mais os estudantes. Na tentativa de auxiliar os docentes em suas carências, algumas pesquisas na área de Educação em Astronomia buscaram elaborar propostas didáticas para este variado conteúdo da Educação Básica (NETO, 2017).

A primeira aproximação dos alunos com as ideias de Astronomia e outros conceitos é nas aulas de ciências e geografia no Ensino Fundamental I e II. Entretanto, estes conhecimentos por sua vez são levados de forma breve devido ao livro didático que não apresenta todos os conceitos que devem ser trabalhados no processo de ensino. A crítica aqui para o livro didático se refere a uma crítica construtiva, porém, este recurso é de fundamental importância para o docente.

Na Educação básica são os professores de Ciências e Geografia, no entanto, a grade curricular dos cursos de Licenciatura em Geografia, Ciência e áreas afins, muitas vezes contempla de forma tímida conteúdos de Astronomia (FERREIRA; MEGLHIORATTI, 2008, p.2).

Os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental quando são promovidos para o Ensino Médio se deparam com a ciência Física que precisa dos conceitos fundamentais das ciências: Química, Biologia e da Matemática e apesar disso para o entendimento da Física. Segundo (REIS, 2016), o ensino de ciências ainda se encontra inadequado ao aprendizado devido à falta de materiais de experimentos em sala de aula, a falta de motivação dos alunos em estudar ciências e a busca de um ensino mais significativo.

1.1 Motivação para a Pesquisa

Desde minha infância cultivei um fascínio inexplicável pelo universo, em especial quando presenciei a eclipse solar. Infelizmente, durante minha escolarização na Educação Básica, poucos foram os momentos destinados a intervenções ligadas à Astronomia, de modo que, praticamente, todo meu conhecimento sobre o assunto teve origem a partir de outros meios, como artigos, livros, revistas, documentários, séries, experiências práticas, observação do céu, diálogos com amigos e professores e pesquisas bibliográficas. Quando ingressei no curso de graduação em Matemática e Física, na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) no Instituto de Saúde e

Biotecnologia (ISB) Coari, infelizmente não tinha disciplina de astronomia, somente a partir de projeto em aula observacional – oferecida pelo componente curricular intitulado como Ano Internacional de Astronomia no ano 2009, tive a oportunidade de conhecer mais de perto alguns astros como planetas e satélites naturais, por mim tão admirada. Esse foi o único projeto obrigatório integrante da grade curricular de meu curso voltada a conhecimentos astronômicos. Entretanto, minha vontade de conhecer de forma mais profunda, não apenas planetas e luas, como todos os demais corpos celestes e os fenômenos ligados a eles, parecia crescer a cada novo conhecimento.

Após o término do projeto passei a imaginar o quão difícil seria ministrar uma aula relacionada ao assunto apenas com os conhecimentos básicos que tive acesso durante o projeto. Nesse momento me deparei com uma problemática até antes despercebida: assim como não havia sido ofertado a mim uma qualificação na área, muitos professores de Ciências e/ou Física em suas formações iniciais não foram preparados suficientemente para ministrarem aulas sobre a Astronomia na Educação Básica, causando uma insegurança que por vezes ocasiona o não tratamento da temática, como, possivelmente, ocorreu em minha escolarização básica.

Desta forma, já no 8º período de minha Licenciatura, em meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), optei por investigar como o ensino de Astronomia vinha sendo abordado na Educação Básica (HANSEN, 2019), e em meu TCC trabalhei com Estágio de Formação e Evolução Estelar. Para tanto, realizei uma pesquisa qualitativa sobre universo, em busca de uma melhor compreensão sobre o ensino de astronomia.

1.2 A Importância do Ensino de Astronomia

Podemos considerar que junto com a humanidade nasceu a curiosidade em desvendar o céu e todos os fenômenos relacionados a ele. Assim, esta fascinante “fronteira distante e inalcançável”, como era considerada na antiguidade, desencadeou ao longo de séculos diversas observações e a aquisição de conhecimentos astronômicos impressionantes que auxiliaram desde o suprimento de necessidades básicas – como a identificação das estações do ano, que facilitava a agricultura, e a criação de mapas através das estrelas, que guiava as navegações – até tecnologias de ponta hoje utilizadas, como as câmeras de celulares e o Global Positioning System (GPS). Dessa forma, podemos considerar que a Astronomia,

conforme destaca Mourão (1997), é uma das áreas mais antigas da ciência, que perpassa séculos de estudos, de compartilhamento de saberes, investigações e observações dos astros, estando, portanto, relacionada às origens da humanidade.

Inicialmente, muitas das compreensões relacionadas ao cosmos estavam intimamente ligadas a mitos e lendas, que ainda hoje, mesmo após a construção de conhecimentos científicos plausíveis, continuam presentes entre concepções de parte do público leigo. Os sentimentos de curiosidade, admiração e medo levaram os primeiros observadores celestes a atribuírem às divindades alguns dos fenômenos naturais que não possuíam explicações diretas, fato justificado pela natureza humana de “não somente observar, mas também explicar, tudo aquilo que a rodeia” (FRÓES, 2014, p. 3504-3). Assim, por questões culturais que prevaleceram durante vários séculos, parte da população continua hoje a acreditar, por exemplo, que a posição relativa dos astros no céu pode fornecer informações a respeito da personalidade e das relações humanas, ou que a Lua em sua fase cheia é responsável por crises de demência e aumento no número de partos (Mendes, M. E., & Lopes, R. S. (2005).). Hoje, graças às inúmeras tecnologias que permitem observações precisas, os cientistas estão muito à frente de seus antecessores, formulando teorias muito mais precisas e confiáveis.

Seja através dos mitos ou de conhecimentos científicos, é inegável a presença de fenômenos astronômicos na vida cotidiana: as estações do ano, as fases lunares, o suceder do dia e da noite, as divisões do calendário, a energia solar que sustenta a vida, além dos diversos objetos que resultaram do desenvolvimento de tecnologia aeroespacial, como, por exemplo, o relógio e câmera digital, as fraldas, a miniaturização de componentes eletrônicos, entre outros (LANGHI, 2009). Neste viés, “bilhões de pessoas no mundo são afetadas direta e indiretamente, mesmo não sabendo, pelos avanços de curto e longo prazo da Astronomia e ciências correlatas em virtude das transferências de tecnologias e conhecimentos.” (FERREIRA, 2014, p.60)

Conforme afirma Ferreira (2014), a Astronomia, ao longo dos séculos, por meio de diversas pesquisas e descobertas, vem “revolucionando a Ciência, impactando o pensamento, transformando padrões de comportamento e reformulando a sociedade” (p.64), de forma que, frente à tamanha inquietação, torna-se “inegável que a Astronomia, pelos seus objetivos e indagações, exerce sobre o homem um

fascínio dificilmente igualável por outra ciência” (CANIATO, 1978, 1.1.3). Neste âmbito, a Astronomia é capaz de desempenhar um importante papel motivacional quando abordada dentro da sala de aula – aspecto de enorme relevância para o processo de ensino-aprendizagem e que representa uma grande problemática, principalmente no que se refere ao ensino de Física. Conforme destacado por Langhi (2009):

Nas escolas, a astronomia promove este excitante papel motivador, tanto para alunos como para professores, pois, ao tocar neste assunto, a maioria dos jovens costuma desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial, etc. Este entusiasmo abre a oportunidade para o professor trabalhar, de modo interdisciplinar, as demais matérias escolares (p.10).

A Astronomia nos traz também a reflexão sobre nosso modo de vida e seus impactos na esfera ambiental, uma vez que auxilia “a compreender a natureza humana e nos desperta para a responsabilidade planetária individual, enquanto um ser habitante do único corpo celeste conhecido que pode nos abrigar vivos” (LANGHI, 2009, p.11). Além de ser altamente interdisciplinar – associando conteúdos e conceitos de várias áreas como a Física, Química, História, Geografia, Biologia e Matemática – e contribuir para desmistificar algumas concepções ingênuas, por vezes herdadas de nossos ancestrais; conforme destaca Langhi (2009):

Ensinar astronomia pode desmistificar algumas ideias de senso comum sobre fenômenos que acontecem no céu, libertando o aluno de certos temores e ignorância, como, por exemplo: os eclipses e o que eles causam; o aparecimento misterioso de objetos brilhantes e desconhecidos no céu; o eventual impacto destruidor de um cometa na Terra; o apagamento do Sol; as “estrelas cadentes”; a influência dos astros na vida e na personalidade dos humanos. (p.11).

Diante de tais aspectos, podemos considerar que professores de nível básico enfrentam grandes problemáticas no que se refere ao ensino de Astronomia. Adversidades que variam desde a falta de formação apropriada até contratempos ligados aos recursos disponíveis e utilizados por estes – tanto no ambiente escolar quanto fora dele – ocasionando a perda de espaço desse importante temático em sala de aula.

Diante do exposto, podemos compreender o quanto o ensino de Astronomia se faz necessário em nossas escolas, não apenas por ser conceitualmente interessante, mas, também, devido ao seu aspecto humanístico, capaz de

proporcionar grandes reflexões sobre o mundo que nos cerca e sobre qual o nosso papel nele.

Só aprendendo astronomia, percebemos a nossa pequenez diante do universo, mas, ao mesmo tempo, notamos que somos os únicos seres que tentamos nos aprofundar nele com nossa inteligência, numa busca incansável pelo conhecimento, uma vez que se preserva, no íntimo humano, o desejo e a necessidade de ampliar seus limites do saber, abrangendo lugares tão distantes quanto os limites do cosmo. (LANGHI, 2009, p.9).

Mas, para que ela de fato exerça esse importante papel formativo, é fundamental que professores de nível básico estejam preparados para uma abordagem significativa de assuntos ligados a Astronomia – compreendendo a sua importante contribuição e todas as possibilidades oferecidas por essa fascinante ciência – aspecto que apenas será possível com o aperfeiçoamento dos livros didáticos e demais meios de informações disponíveis e com a ampliação da área dentro dos cursos de formação, que devem buscar ainda a preparação de profissionais habilitados à prática da pesquisa e reflexão, visto que a formação docente se trata de um processo contínuo que se inicia na formação inicial e se aprimora pelas ações desenvolvidas durante a trajetória profissional.

1.3 Problemática - Dificuldades dos Professores e Alunos

Langhi e Nardi (2012) indicam que um dos aparentes motivos da astronomia não fazer parte do cotidiano escolar dos estudantes da educação básica é o fato de o conteúdo proposto ser desconhecido pelos professores de ciências. É fato que as licenciaturas não preparam o professor para o ensino de astronomia, sendo que esse conteúdo geralmente é apresentado por meio de oficinas, disciplinas optativas ou projetos de extensão. Essas formações em espaços educacionais não formais geralmente estão dedicadas a temáticas específicas ou apresentam uma quantidade excessiva de conteúdos num curto intervalo de tempo, dificultando o domínio e a apreensão de conceitos básicos de astronomia, tais como as causas do dia e da noite, as estações do ano e as fases da Lua por parte dos futuros professores.

Boa parte da literatura para o ensino de astronomia ainda se mostra vinculada a conhecimentos específicos tais como a matemática e a física, como é o caso da gravitação para o Ensino Médio (EM), onde as leis do movimento planetário de Kepler e a lei da gravitação universal de Newton são apresentadas com excessiva matematização (PEIXOTO, RAMOS, 2011).

Já para o Ensino Fundamental (EF), fenômenos considerados simples, como os eclipses ou mesmo as estações do ano, podem apresentar dificuldades ou erros em sua exposição, para um profissional que não esteja devidamente familiarizado com conceitos científicos próprios da astronomia. Ao buscar informações nos livros didáticos, os professores muitas vezes acabam adotando o material ao invés de escolherem conscientemente qual material utilizar (BRETONES,1999). Isso pode ocorrer devido ao desconhecimento do professor sobre a temática abordada nos livros, o que leva à adoção do material como uma opção mais fácil.

Paralelamente, acreditamos que práticas e concepções interdisciplinares podem auxiliar o professor para que este consiga transpor os obstáculos que o impedem de ministrar esses e outros temas durante sua docência, tornando a prática estimulante e proveitosa.

Notamos que o discurso predominante é o de que os professores, de maneira generalizada, parecem ministrar os mesmos conteúdos com que tiveram contato enquanto alunos da educação básica (LANGHI e NARDI, 2010 e PEIXOTO, 2013), apresentando aos alunos recordações repletas de concepções equivocadas.

Os professores responsáveis pela inserção desta temática nas séries finais do EF são, em sua maioria, professores formados em ciências biológicas e/ou geografia sendo os formados em pedagogia os responsáveis pela inserção nas séries iniciais (GEBARA, 2009; SOBREIRA, 2010). Porém, a falta de contato com a astronomia durante a formação inicial desses professores enfraquece seu trabalho. Sempre é bom lembrar que “embora tenham ocorrido reformas educacionais recentes, a formação de professores de ciências, na maioria dos cursos, ainda está mais próxima dos anos 1970 do que de hoje” (LANGHI, NARDI, 2012, p. 93).

De acordo com as orientações oficiais, os temas que deveriam estar presentes nas salas de aula para os alunos do 6º ao 9º ano do EF estão associados à movimentação dos astros na esfera celeste; coordenadas geográficas; noções de escalas; modelos geocêntrico e heliocêntrico e fenômenos relacionados ao sistema Sol-Terra-Lua. Já para o EM destacam-se as noções de movimentos entre a Terra, a Lua e o Sol, bem como a inserção do estudo da gravitação, origem e influência dos

modelos de universo em nosso cotidiano, conteúdos nitidamente relacionados à disciplina de Física (IACHEL, 2013).

Langhi (2011) afirma que “o histórico dos momentos formativos em conteúdos de astronomia de alguns professores demonstra intrínsecas concepções sobre fenômenos astronômicos incluindo mitos e crenças, que tiveram origem em trajetórias formativas anteriores” e que persistiram intactas mesmo após sua formação inicial. Esse fator corrobora para que as concepções equivocadas dos professores acabem por influenciar a aprendizagem dos alunos, fortalecendo uma visão equivocada da astronomia.

Um equívoco comumente cometido, quando o assunto a ser tratado é a formação de professores, é o de creditar a astronomia a cursos de licenciaturas na área das exatas. Analisando especificamente a formação inicial desses estudantes para o ensino de astronomia, podemos afirmar que

[...] no Brasil, devido ao fato de os currículos acadêmicos das universidades não acompanharem os avanços e nem atualizarem as novas descobertas na área de astronomia e cosmologia, a grande maioria dos estudantes de ciências exatas e naturais termina seus estudos de graduação sem ter adquirido um conhecimento ao menos rudimentar sobre os fundamentos da nova cosmovisão, e repletos de concepções espontâneas. (LANGHI, NARDI, 2012, p.106)

Nota-se que a falta de conteúdos ligados à cosmologia e à astrofísica, temas atuais e de grande destaque midiático, retardam uma possível evolução do ensino de astronomia. Nos PCN e na BNCC há falta de temas vinculados a essas duas ciências.

Outro fator que pode influenciar o conteúdo de astronomia a ser levado para a sala de aula se deve a participação de algumas escolas na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). A aplicação da olimpíada se dá para toda a educação básica, porém em quatro níveis distintos de provas.

A lista de tópicos sugeridos para um estudo preparatório para a OBA, notadamente, extrapola os conteúdos sugeridos pelas orientações curriculares para o ensino de astronomia, passando do sistema Sol-Terra-Lua para educação ambiental, energia, astronomia observacional (constelações e estrelas mais brilhantes do céu noturno), sistema solar, sondas espaciais, satélites e foguetes brasileiros, o homem

na Lua, galáxias, buracos negros e até mesmo Leis de Newton para as questões de astronáutica, dentre outros.

Iachel (2013) enfatiza que para administrar e lecionar conteúdos de astronomia, “o docente acabará tendo que destacar horário extra (e não remunerado) para montar turmas de alunos que desejam participar da OBA, para poder ensinar e ainda analisar, com eles, as edições anteriores”. Nesse cenário, o professor que se compromete em aplicar e corrigir as provas, provavelmente, terá que ministrar ao menos parte do conteúdo sugerido para que seus alunos participem com alguma chance de medalhas e para evitar um possível descontentamento não apenas dos alunos, mas da própria instituição, que pode ser levada a acreditar que o evento sirva apenas para instituições que trabalhem no sentido de preparar seus alunos nos meses que antecedem a prova.

Se a astronomia é parte do nosso cotidiano, poderíamos utilizá-la como integradora de saberes, propiciando ao ensino de ciências momentos interdisciplinares, e ainda pelo fato de que um “trabalho interdisciplinar pode apresentar benefícios substanciais para a aprendizagem e também pode contribuir para criar um clima escolar positivo” (GEBARA, 2009, p.78).

Em uma realidade interdisciplinar acreditamos ser um equívoco apresentar aos alunos um ensino de ciências fragmentado e disciplinar. O cotidiano escolar dos estudantes é pautado pela presença imposta de diversas disciplinas, que são apresentadas com muita pouca integração entre as mesmas. Essa integração faltante nos ambientes escolares tradicionais poderia ser propiciada pela astronomia, apresentando aspectos mais gerais do universo, tanto dentro quanto fora da escola, buscando relacionar fenômenos físicos, químicos e biológicos à astronomia.

Como exemplo o roteiro de astrobiologia da Administração Nacional de Aeronáutica e Exploração Espacial (NASA), que resume essa ciência como:

[...] o estudo das origens, evolução, distribuição e futuro da vida no universo. Requer conceitos fundamentais de vida e ambientes habitáveis que nos ajudarão a reconhecer biosferas que possam ser bastante diferentes das nossas. A astrobiologia engloba a busca de planetas potencialmente habitados para além do nosso Sistema Solar, a exploração de Marte e os planetas externos, pesquisas laboratoriais e de campo sobre as origens e a evolução precoce da vida e estudos do potencial da vida para se adaptarem a desafios futuros, tanto na Terra como no espaço. É necessária uma

pesquisa interdisciplinar que combina biologia molecular, ecologia, ciência planetária, astronomia, ciência da informação, tecnologias de exploração espacial e disciplinas relacionadas. O amplo caráter interdisciplinar da astrobiologia nos obriga a lutar pela compreensão mais abrangente e inclusiva dos fenômenos biológicos, planetários e cósmicos. (NATIONAL ACADEMIES PRESS, p.7, 2005)

Pelos motivos mencionados até aqui, acreditamos que seja essa uma das áreas com maior potencial não apenas para uma proposta interdisciplinar e integradora de astronomia, mas uma proposta para um ensino de ciências motivador e realmente interessante, ponderando-se em investigações atuais e integradas a várias áreas científicas.

1.4 Apresentação da Proposta

A partir do contexto até aqui relatado – que nos permite compreender a relevância e as dificuldades de inserção da Astronomia na Educação Básica brasileira – estabelecemos como objetivo geral de nossa investigação, elaborar um manual de Orientações de astronomia para professores de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio.

Dispondo nosso objetivo central em forma de pergunta, estabelecemos nosso problema de pesquisa – que, segundo Gil (2002), deve apresentar-se na forma de uma pergunta, de forma clara e precisa e ser suscetível de solução.

1.5 Pergunta Norteadora

Quais contribuições um manual de orientações pode oferecer para o ensino de Astronomia nas aulas de Física e Ciências, a partir das demandas da BNCC e da prática docente?

1.6 Objetivo Geral:

Elaborar um manual de orientações de ensino de astronomia para professores de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio.

1.7 Objetivos Específicos:

- Identificar e listar os conceitos fundamentais de astronomia que são relevantes para o currículo da educação básica;

- Adequar o conteúdo de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos na educação básica;
- Promover a formação continuada em Astronomia para docentes de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio por meio do manual de orientações, visando promover a formação de líderes locais para continuar a educação astronômica;
- Analisar através de um questionário diagnóstico o Ensino de Astronomia os discentes e docentes.
- Aplicar o manual de orientações em uma escola da rede estadual, destacando as conexões entre a astronomia e a vida cotidiana dessa comunidade escolar.
- Ensinar a construção de instrumentos práticos, como relógios solares simples;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A astronomia é uma das mais antigas ciências que o ser humano desenvolveu. Há cerca de 3000 anos a.C. Os povos Babilônios, Assírios e Egípcios utilizavam os conhecimentos astronômicos para plantio, cultivo da terra, medição do tempo e do ano. Através dos gregos e das contribuições dos registros antigos, os fenômenos astronômicos avançaram também no sentido de descrição matemática e de compreensão da natureza do cosmos. (FILHO; SARAIVA, 2014).

Foi na Grécia antiga, juntamente com conhecimentos já adquiridos de outras civilizações, que desenvolveu - se o modelo de mapeamento do céu, o qual chamamos de esfera celeste. Identificado como um modelo preciso, mesmo que tivesse a forma ptolomaica de referenciar a Terra. (FILHO; SARAIVA, 2014) Tal modelo serviu para a antiga geolocalização e, mais tarde, base para a chegada dos portugueses ao Brasil.

Com sua origem histórica primitiva, a sociedade se desenvolveu em grande parte graças aos conhecimentos astronômicos que contribuíram na evolução social. De acordo com Boczko (1984), ele explica que “ao contrário do que muitos supõem, a Astronomia não é razão de deleite de alguns poucos. Ela nasceu e cresceu gradativamente para suprir necessidades sociais, econômicas, religiosas e também, obviamente culturais” (SANTOS, 2020, p. 25).

2.1 História da Astronomia da Antiguidade aos dias Atuais

Investigações arqueológicas nos revelam que desde a antiguidade o homem buscou desvendar os mistérios trazidos pela natureza. Dessa forma, o céu sempre foi motivo de muita curiosidade, encadeando diversas observações que possibilitaram ao homem da pré-história adquirir diversos conhecimentos, os quais garantiam uma melhor qualidade de vida ou até mesmo a sobrevivência, sendo algumas destas descobertas utilizadas ainda hoje.

A astronomia surgiu como uma ciência voltada a atividades práticas. Ainda na pré-história, o domínio da agricultura dependeu da compreensão do ciclo das estações do ano, determinado pelo movimento aparente do Sol. Esse tipo de conhecimento, indispensável na identificação do momento ideal para a preparação da terra, o plantio ou a colheita, aparece cristalizado nos monumentos de pedra de diversas culturas (ITOKAZU, 2009, p. 42).

E, de acordo com Desmond Bernal, “a coisa mais importante da pré-história foi o homem perceber que era capaz de usar a Natureza para mudar o ambiente e a própria vida” (apud AMARAL; LARANJEIRAS, 2008, p.6), pois assim, foi capaz de produzir mapas, calendários, relógios, além, é claro, de conhecer diversos fenômenos naturais que auxiliava-os nas interpretações acerca do Universo a qual fizemos parte.

Os astros e seus movimentos foram utilizados como mapa, por exemplo, para movimentos migratórios devido a alterações climáticas. Já as estações do ano foram usadas para determinar tempos de cheia e seca dos rios, ajudando na agricultura. E o movimento de rotação, responsável pelo ciclo dia-noite, seguramente era observado para as atividades de caça, já que no escuro o bicho pegava. (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008, p.6).

Basicamente, podemos ressaltar três povos que contribuíram intensamente para o desenvolvimento da Astronomia, sendo esses, a civilização babilônica, os egípcios e os gregos. De antemão, podemos salientar que os diferentes povos possuíam um propósito divergente nas observações cósmicas, sendo assim, seus resultados se distinguem. Entretanto toda a “astronomia praticada pelos antigos era baseada em necessidades prática, onde o homem para ter domínio da melhor época para plantar, colher, caçar e armazenar seus alimentos se baseava nas fases da Lua, no movimento do Sol, nas estações do ano, entre outros fenômenos” (PORTO, 2000, p.1). Iniciaremos mencionando as concepções a certa da visão do universo relatada pelo povo Babilônico, a qual teve início em aproximadamente 3.500 a.C.

A sociedade babilônica representou um grande salto para a ciência de forma geral, uma vez que, foi a primeira população a inventar a escrita, sendo assim, seus

registros possuem um acesso facilitado em relação às anotações realizadas pelos egípcios. A partir dos documentos babilônicos podemos perceber a intenção de prever o futuro e fixar medidas de tempo, demonstrando, portanto, um caráter numérico. Ademais, a partir das observações foram transcritos listas com nomes de planetas e estrelas próximas, o tempo lunar, entre outros. No que se refere aos dias atuais, uma importante herança nos foi deixada pelo povo que viveu na Mesopotâmia, tendo em vista que, foram estes quem delimitaram o ano em 365 dias, o dia em 24 horas, a hora em 60 minutos e cada minuto em 60 segundos. (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008).

No que tange a população egípcia, um povo que vivia aos redores do rio Nilo, possuímos uma história que ainda não foi totalmente desvendada, todavia, já se sabe que tal civilização “foi mestre” no que diz respeito à Astronomia. (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008). Utilizando a estrela de Sirius como forma de localização, os astrônomos da época “faziam mapas celestes e os colocavam dentro das pirâmides para que os mortos “não se perdessem” no caminho.” (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008, p. 8), posto que o céu representava o destino daqueles que viessem a falecer. Além disso, pinturas demonstram interessantes descobertas realizadas por esse povo, todavia, não tão avançadas como as desempenhadas pelos babilônicos. Havia o conhecimento de cinco planetas (Marte, Júpiter, Mercúrio, Vênus e Saturno) e os meses eram enquadrados de acordo com três estações do ano, ou seja, grupos de quatro meses chamados de meses de inundação, germina  o e colheita, além de realizarem medidas de tempo.

Já os Gregos, por volta de 600 a.C., possuíam a intencionalidade de buscar aspectos geométricos sobre os fenômenos, assim, verifica-se um caráter antag  nico    Astronomia babilônica. Anteriormente a esta nova forma de pensar, todas as perguntas que cabiam ao homem já haviam sido respondidas pela religião através de mitos, ou seja, “história de deuses que tem por objetivo tentar explicar às pessoas algo que elas não conseguem entender” (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008, p.9). Tais crenças que perpassavam gera  es passaram a ser questionadas pelos homens gregos, que buscavam justificativas naturais e lógicas para os processos ocorridos na natureza (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008).

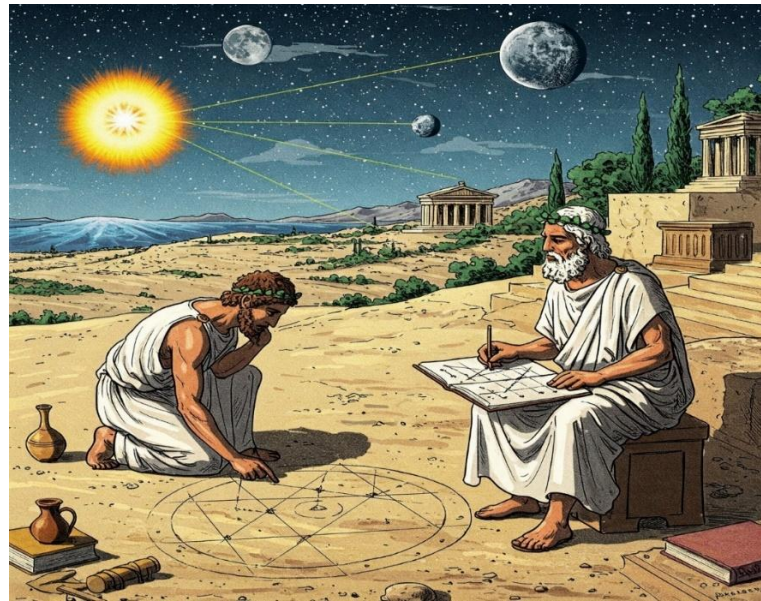
Todos os modelos criados, tanto pelos povos antigos quanto pelos filósofos gregos, mostram que as pessoas sempre tiveram a necessidade de entender os processos da natureza. A cria  o dos modelos, seja através de mitos e

lendas, seja através de métodos científicos, nos faz compreender que não podemos viver sem tais explicações. Mesmo na impossibilidade de vermos algo, como no caso da menor constituição da matéria, os átomos ou o passado cosmológico, tentamos interpretar os sinais dados pela natureza e construímos modelos. (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008, p.9).

Desta maneira, foram diversos os pensadores dessa época que auxiliaram no conhecimento das “ciências naturais”, buscando a verdadeira causa dos acontecimentos, abandonando, desse modo, os mitos e as credulidades para apoiarem-se em modelos de experiência e razão. Sendo assim, graças aos esforços dos gregos em conhecer a natureza e o cosmos, o período de 600 a.C. a 400 d.C., representou um grande apogeu para a Astronomia antiga (PORTO, 2000). A seguir listam-se os principais astrônomos da época e um pouco de suas descobertas, desempenhadas na busca de explicar alguns dos conceitos referentes ao nosso Universo, que contribuíram significativamente para os conhecimentos atuais.

Tales de Mileto, viveu, aproximadamente, entre os anos de 640 e 562 a.C. Durante sua vida desenvolveu alguns fundamentos de geometria, sendo que para ele a Terra era um disco plano à deriva do oceano. Juntamente com seu discípulo Anaximandro, foi o primeiro a propor modelos celestes desvinculados das manifestações de deuses. Pressupôs ainda, que o brilho da Lua era proveniente dos reflexos da luz solar, determinou com exatidão a quantidade de dias existentes em um ano e previu um eclipse solar no ano de 585 a.C. A Figura 1 representa astrônomos da Grécia Antiga observando e registrando fenômenos celestes, simbolizando o início da investigação científica do cosmos. Ela ilustra a relação entre observação empírica e pensamento racional na origem da Astronomia.

Figura 1 - Tales de Mileto.



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Pitágoras de Samos (~572 - 497 a.C.) fundou uma escola na qual combinou filosofia natural com o misticismo, atraindo desta maneira diversos seguidores. Acreditava em um modelo em que a Terra era uma esfera que realizava um movimento de rotação em torno de um fogo central, este, por sua vez, era circundado ainda por outras 10 esferas concêntricas em órbitas circulares (Sol, Lua, Terra, a chamada “contra Terra” e os cinco planetas conhecidos na época). “Esta concepção de mundo satisfazia os princípios de beleza e harmonia necessários na época.” (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008, p. 9). Foi Pitágoras, juntamente com seus apoiadores, os primeiros a chamar o universo de Cosmos, “palavra que implicava ordem racional, simétrica e beleza” (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p.3). Embora estivesse fortemente ligado aos aspectos místicos, reconheceu a órbita da Lua como sendo inclinada e enfatizou a importância da utilização matemática nas descrições dos modelos estelares. A Figura 2, Pitágoras de Samos retrata o modelo heliocêntrico, simbolizando o avanço da Astronomia baseada na razão e na observação.

Figura 2 - Pitágoras de Samos (~572 - 497 a.C.).

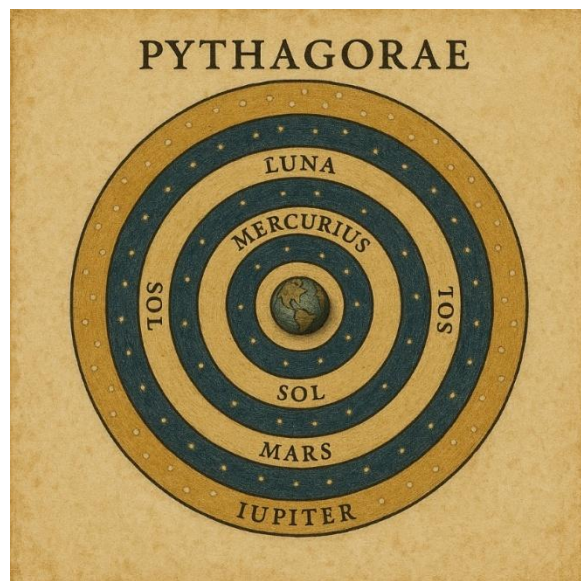


Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

A escola de Pitágoras estava interessada na relação entre a música e a matemática. (...) Seus membros acreditavam que os planetas estavam associados a esferas cristalinas, uma para cada planeta, as quais produziam a "Música das Esferas". Estas esferas estavam centradas na Terra, e ela mesma estava em movimento. Nós não notamos a "música das esferas" por que ela sempre esteve à nossa volta e, portanto, não sabemos como seria não sentir o seu som. (VEIGA, 2015, p.34)

A figura 3 mostra o modelo geocêntrico de inspiração pitagórica, com a Terra no centro e os corpos celestes em esferas concêntricas ao seu redor.

Figura 3 - Modelo do Universo proposto por Pitágoras.

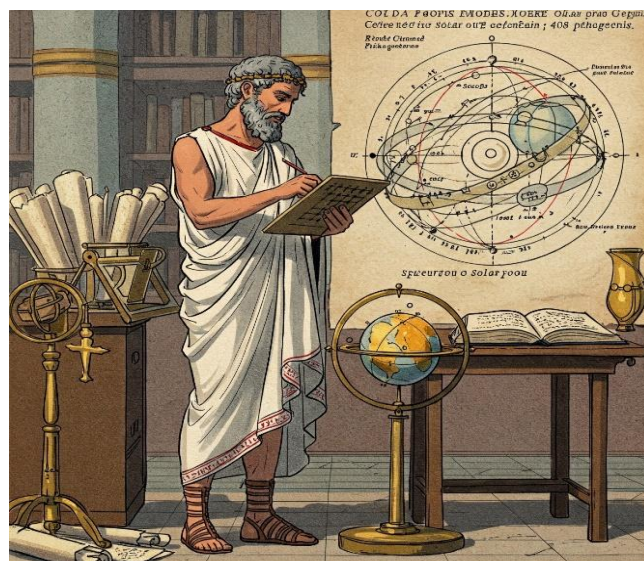


Fonte: Elaboração própria com auxílio do ChatGPT (OpenAI, 2025).

Eudóxio, discípulo de Pitágoras, viveu entre 408 e 344 a.C, sua maior contribuição para o povo da Grécia foi a contagem exata de um ano (365 dias e 6 horas). Além disso, explicou o movimento do Sol, Lua e dos planetas, a partir de um modelo com 27 esferas concêntricas movendo-se em torno da Terra.

A Figura 4 de Eudóxio um astrônomo antigo estudando o modelo geocêntrico com epiciclos, simbolizando os esforços clássicos para explicar os movimentos planetários.

Figura 4 - Eudóxio, discípulo de Pitágoras.

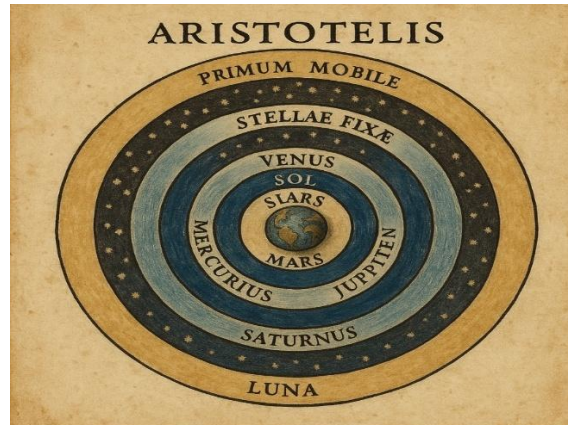


Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Aristóteles de Estagira, viveu entre os anos de 384 e 322 a.C., período em que desenvolveu diversos estudos e progressos no âmbito da Astronomia, buscando explicações sólidas e racionais para diversos fenômenos. Foi ele o primeiro filósofo a propor, a partir de argumentos consistentes, que a Terra não poderia ser plana, utilizando para tanto o fato de que as estrelas parecem mudar de altura conforme a nossa posição quanto observadores na Terra.

A figura 5 ilustra o modelo geocêntrico aristotélico, com a Terra no centro e os corpos celestes dispostos em esferas concêntricas.

Figura 5 - Modelo de Universo proposto por Aristóteles.



Fonte: Elaboração própria com auxílio do ChatGPT (OpenAI, 2025).

A visão de Aristóteles remete a um caráter qualitativo e perfeitamente enquadrado em um sistema filosófico, no qual o universo deveria ser esférico, finito e totalmente preenchido por matéria com um centro estático: a Terra. Para tanto, alegava que “se a Terra estivesse em movimento, os corpos cairiam para trás ao serem largados, e as estrelas deveriam apresentar movimentos aparentes entre si devido à paralaxe, o que não era observado” (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p. 3). Ademais, no Universo proposto por Aristóteles, cada um dos 55 mundos, ou seja, 55 esferas que observava, estava devidamente posicionado de acordo com suas constituições (terra, água, ar e fogo). Assim, a Terra por ser o elemento mais *pesado* permanecia no centro enquanto os elementos mais *leves* formavam as camadas concêntricas realizando movimentos circulares. No caso de não haver nenhuma força atuando sobre esses corpos os mesmos buscavam retornar a suas posições, assim, explicava-se a queda de certos corpos sólidos, uma vez que estes se movimentavam em direção ao centro do Universo, enquanto os demais elementos se afastavam. Para o filósofo, o Universo possuía duas subdivisões: sublunar e supralunar. A porção do sublunar correspondia apenas ao que se encontrava abaixo da Lua, sendo corruptível, mutável e imperfeito, sujeita a qualquer tipo de mudanças e transformações. Enquanto a fração supralunar, ou seja, aquela que se encontrava acima da Lua, era incorruptível, imutável e perfeita, totalmente preenchida pelo que chamou de éter.

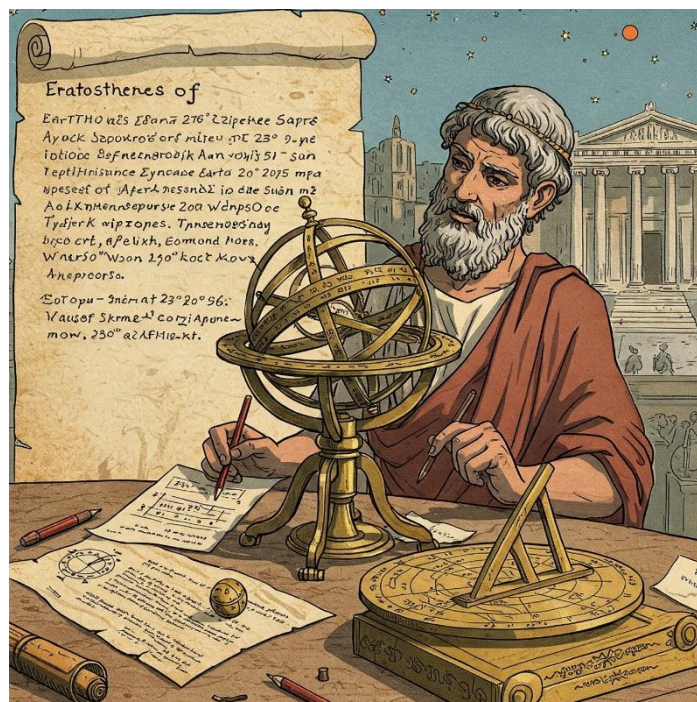
Durante todo o período que se estendeu desde seu aparecimento, no século IV a.C., até o século XVI d.C., a física e a cosmologia de Aristóteles permaneceram como os únicos pensamentos sistemáticos formulados a respeito dos fenômenos físicos e da estrutura do Universo. (PORTO, 2000, p.3).

Todavia, a partir de novos dados sobre os corpos celestes adquiridos pelos demais astrônomos gregos, o modelo desenvolvido por Aristóteles se tornava cada vez mais complexo e inviável, uma vez que, o mesmo mantinha a crença de que os corpos celestes estavam presos em esferas cristalinas com centros na Terra que ocasionavam o movimento da mesma. Igualmente, as observações revelavam que o brilho dos planetas variava ao longo de um ano, caindo por terra o ideal de imutabilidade das esferas celestes (PORTO, 2000).

Eratóstenes de Cirênia (276 – 194 a.C.) realizou importantes medições que auxiliaram para os avanços da Astronomia, entre elas, podemos destacar o cálculo da distância entre Sol e a Lua, além de apresentar a inclinação do eixo da Terra como sendo $23^{\circ} 51'$, sendo que o valor hoje aceito é de $23^{\circ} 26'$, relacionou cerca de 675 estrelas e criou o calendário mais avançado da época. Entretanto, a mais relevante entre as medições realizadas por Eratóstenes foi a do raio da Terra por meio da sombra produzida pelo Sol em duas cidades distintas ao mesmo horário, confirmando também a esfericidade da Terra (AMARAL, 2008).

A Figura 6 representa Eratóstenes utilizando instrumentos astronômicos para calcular a circunferência da Terra, destacando o uso da razão e da observação na ciência antiga.

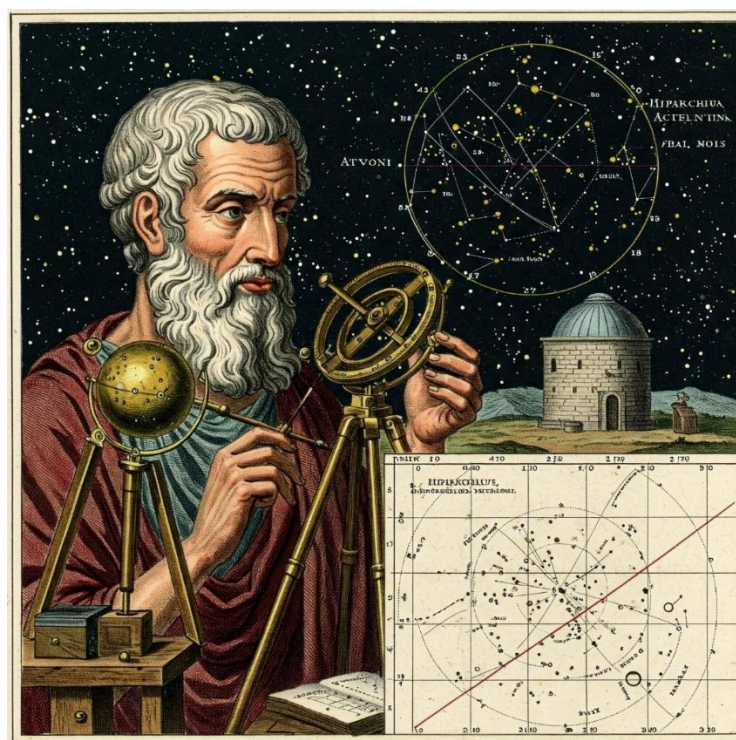
Figura 6 - Eratóstenes de Cirênia (276 – 194 a.C.).



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Hiparco de Nicéia, viveu entre o período de 160 a 125 a.C., devido a precisão de suas investigações é considerado o primeiro astrônomo científico, tendo construído seu próprio observatório. Catalogou não só a posição, mas também a magnitude (medida utilizada ainda hoje para determinar brilho e luminosidade das estrelas) de 850 estrelas, especificando assim o brilho das mesmas. Mensurou a duração de um ano com o erro de certa de 6 minutos com relação às medidas atuais e deduziu corretamente o movimento de precessão realizado pelo eixo da Terra devido as influencias gravitacionais entre Lua e Sol, por meio da comparação entre as posições de estrelas ao passar dos anos. Estimou, também, baseado em um eclipse de 190 a.C., a distância entre a Terra e a Lua, chegando ao valor de 59,67 raios terrestres, sendo 60 o valor considerado correto (AMARAL, 2008). Como podemos observar a figura 7 que retrata Hiparco utilizando instrumentos para mapear estrelas, simbolizando o nascimento da astronomia observacional e da catalogação celeste.

Figura 7 - Hiparco de Nicéia, período de 160 a 125 a.C.



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Cláudio Ptolomeu é o último entre os importantes astrônomos da antiguidade, tendo vivido entre os anos de 85 e 165 d.C., sendo ele o produtor da mais importante fonte de conhecimento sobre a Astronomia na Grécia: o Almagesto, dividido em treze

volumes. No qual, Ptolomeu propôs um sistema geocêntrico para o Universo, sendo que este perpetuou por cerca de 1400 anos.

A figura 8 mostra o filósofo Cláudio Ptolomeu ensinando o modelo geocêntrico a seus discípulos, representando a transmissão do saber astronômico na Antiguidade.

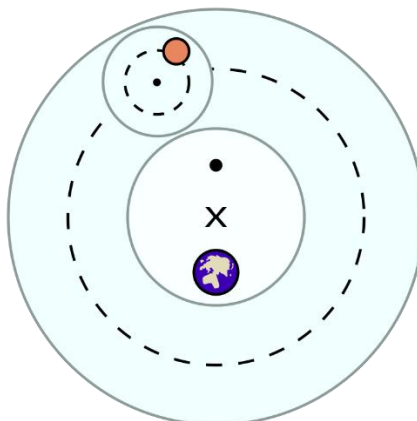
Figura 8 - Cláudio Ptolomeu, (85 a 165 d.C.).



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Em seu modelo, os planetas realizavam um movimento circular ao longo de um pequeno círculo chamado epiciclo, cujo centro se move em um círculo maior chamado deferente (órbitas dos planetas), para explicar o movimento retrogrado dos planetas, enquanto a Terra é deixada numa posição um pouco afastada do centro do deferente. Além disso, Ptolomeu introduziu ainda o equante (conceito matemático que descreve o movimento dos corpos celestes), um ponto ao lado do centro do deferente oposto à posição da Terra, em relação ao qual o centro do epiciclo se move a uma taxa uniforme conforme a Figura 9.

Figura 9 - Modelo de Universo proposto por Ptolomeu.



Fonte: WIKIMEDIA COMMONS, 2016. Disponível em:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=486480>. Acesso em: 2 jun. 2025.

O novo modelo Conhecido como Aristotélico – ptolomaico era compatível com os dados experimentais disponíveis então, em que adotava uma série de hipóteses a respeito do movimento dos planetas, admitindo para cada planeta a composição de um movimento de revolução (epiciclo) em torno de um certo ponto, que, por sua vez, descrevia uma trajetória circular (deferente) em torno de um outro centro. (PORTO; PORTO, 2008, p.4601-3).

[...] O problema da teoria de Ptolomeu estava na interpretação física. O fato de os planetas girarem em séries de epiciclo em torno de nada não tem sentido fisicamente. [...] Por outro lado havia o problema de que seguindo os princípios gregos (e sustentados fervorosamente pela igreja católica medieval) o círculo era a única forma geométrica perfeita e os epiciclos só poderiam ser compostos de círculos (e não elipse, por exemplo) e o movimento em cada epiciclo deveria ser uniforme. Além disto, a Terra, como obra divina, só poderia estar no centro do Universo, e não perambulando por aí. Foram estes vínculos que, durante séculos, obrigavam Ptolomeu e seus seguidores a complicar a teoria dos epiciclos a cada novo avanço das observações para poder explicá-las (LIMA NETO, 2011, p.83-84).

O modelo cosmológico de Aristóteles e Ptolomeu prevaleceu durante quase quatorze séculos. O pensamento medieval ocidental, de natureza cristã, “adotou sua estrutura, porém transformando o Universo de eterno em criado pela Vontade Divina.” (PORTO; PORTO, 2008, p. 4601-3), sendo abalado apenas após o surgimento de um modelo cosmológico conhecido como heliocentrismo, sugerido por Nicolau Copérnico (1473-1543). O astrônomo, “trouxe em suas concepções sobre o universo ideias que representaram as primeiras rupturas com a antiga visão Aristotélica de mundo dando início aos primeiros passos da Revolução Científica denominada revolução Copernicana.” (PORTO, 2000, p.4).

Nesse contexto, de acordo com seu sistema, a Terra deixava de ser o centro do universo para juntamente com os demais planetas efetuarem órbitas em torno do

Sol. Tal hipótese já havia sido levanta por Aristarco de Samos (310 – 230 a.C.), um dos astrônomos cujas ideias foram as mais avançadas para a época. Entre suas concepções, podemos destacar, por exemplo, a explicação do movimento de translação e rotação da Terra, todavia o estudioso foi acusado de *perturbar o descanso dos deuses* ao difundir suas visões acerca do movimento da Terra. (AMARAL; LARANJEIRAS, 2008, p.10).

Embora busca-se um novo olhar sobre o cosmos, justificado pela lógica de que é mais fácil manter em movimento um corpo pequeno como a Terra ao lugar de um corpo grande como o Sol, Copérnico manteve algumas concepções místicas. Entre elas, podemos ressaltar a de que o Universo fosse finito com planetas que se movimentavam em órbitas circulares perfeitas, bem como de que o Sol, em virtude ser a fonte de luz e de vida, deveria possuir a nobreza de permanecer em repouso e estável.

Copérnico, juntamente com seu modelo heliocêntrico, foi capaz de medir e explicar com precisão e de forma simples alguns resultados astronômicos obtidos até então que discordavam com o modelo de Aristóteles, como, por exemplo, a irregularidade nas órbitas planetárias. Contudo, a teoria proposta não foi imediatamente bem aceita.

A revolução astronômica de Copérnico teve dois grandes problemas de aceitação. O primeiro problema é que a mesma apresentou ideias que em geral era contrários a convicção religiosa da época. O planeta terra nada mais era do que um pequeno planeta girando, como muitos outros, em torno do sol, que representa o centro de gravitação de todo o sistema. O modelo copernicano apesar de matematicamente genial, não era aceito fisicamente porque não respondia os problemas básicos do heliocentrismo: Por que os corpos insistem em cair para o centro da terra e não para o Sol, já que este é o centro do universo? Por que não somos atirados para fora da terra, como ocorre num carrossel em rotação? Por que uma pedra atirada para cima, volta para nossas mãos? Por que as estrelas parecem não se mover? (PONCZEK, 2002 apud PORTO, 2000, p.5).

Giordano Bruno, seguidor da teoria heliocêntrica, deu um importante passo à frente das proposições sugeridas por Copérnico, considerando um Universo infinito e homogêneo, sem centros, limites e/ou posições privilegiadas. Mas a substituição da teoria aristotélica “passaria por Kepler, recaiando nos ombros de Galileu e sendo concluída por Newton. Nesse período a astronomia passa a ser chamada de astronomia moderna.” (PORTO, 2000, p.5).

Galileu, considerado o pai da física experimental, inventou e aprimorou diversos instrumentos (lentes, telescópios, microscópios, bussolas, compassos, etc.) os quais possibilitaram uma série de observações que vieram a contribuir significativamente para a mecânica. Segundo ele, o mundo só poderia ser conhecido com segurança por meio de análises de dados quantitativos, dessa maneira, realizou diversos experimentos a fim de provar suas hipóteses. Por meio desses, percebeu que os corpos, independente da massa, levariam o mesmo tempo para atingirem o solo se lançados em queda livre, acabando por elaborar o conceito de movimento uniformemente variado. Buscou provar ainda, mediante o lançamento de projéteis, que a Terra se encontrava em movimento e que para um observador nela situado o movimento era imperceptível.

Alguns dos instrumentos por ele criados possibilitavam a observação da Lua, planetas e até mesmo do Sol, confirmando assim a suposição de que o Sol ocupava o centro do Universo. Além de observações curiosas como a existência de manchas solares (fato que o deixou praticamente cego), montanhas na Lua e fases de Vênus.

Galileu Galilei (1564-1642), que foi um dos primeiros a examinar o céu com ajuda de um telescópio – e a desenhar, a mão, o que tinha visto na Lua, no Sol, em Júpiter e em Saturno, espantando a sociedade de sua época. (DAMINELLI; STEINER, 2010, p.18).

Todavia, as inúmeras afirmações realizadas pelo pesquisador passaram a ganhar força e conseqüentemente a provocar confrontos entre esse e a Igreja Católica. Acusado de despertar a “má ciência”, Galileu precisou explicar-se para a Igreja e mudar algumas de suas teorias, uma vez que, o salmo 104:5 da bíblia afirmava que “Deus colocou a Terra em suas fundações, para que nunca se mova”, não cabendo a ele confrontar a vontade divina (PORTO, 2000).

Kepler foi mais um dos importantes revolucionários da Astronomia do século XVII, defendendo um modelo Heliocentrista. Apoiado em concepções místicas e filosóficas, principalmente de ordem cristã e platônica, acreditava que a representação descrita por Copérnico era capaz de explicar, matematicamente, um Universo ordenado e harmonioso, uma vez que, o modelo era perfeitamente viável caso considerasse a órbita dos planetas como elipses e não círculos. “Diferentemente dos movimentos circulares uniformes, não se podia atribuir nas formas elípticas das

órbitas a ideia da naturalidade. Para explicar essa forma orbital, Kepler propôs que o Sol fosse uma fonte de movimento no Universo.” (PORTO; PORTO, 2008, p. 4601-5).

Sugeriu que a forma elíptica das órbitas era propriedade de todos os astros e planetas, resultado da interação entre a força motora do Sol e o magnetismo dos corpos. Ademais, preconizou a existência de forças de atração entre os corpos, porém, acreditava que tal aspecto só estava presente em corpos semelhantes, como por exemplo, a Terra e a Lua. Sendo assim, ambas se atraíam e era necessária uma nova teoria que explicasse o fato de não colidirem. Tendo em vista suas suposições, Kepler deu fim à “busca por uma explicação para os movimentos vistos no céu que teve início nos tempos antigos.” (PORTO, 2000, p.6), alicerçado em três leis que concluía suas investigações sobre o movimento planetário (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p. 80):

- 1- Lei das órbitas elípticas (1609): a órbita de cada planeta é uma elipse, com o Sol em um dos focos. Como consequência da órbita ser elíptica, a distância do Sol ao planeta varia ao longo de sua órbita.
- 2- Lei das áreas (1609): a reta unindo o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. O significado físico dessa lei é que a velocidade orbital não é uniforme, mas varia de forma regular: quanto mais distante o planeta está do Sol, mais devagar ele se move. Dizendo de outra maneira, essa lei estabelece que a velocidade areal é constante.
- 3- Lei harmônica (1618): o quadrado do período orbital dos planetas é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol. Essa lei estabelece que planetas com órbitas maiores se movem mais lentamente em torno do Sol e, portanto, isso implica que a força entre o Sol e o planeta decresce com a distância ao Sol.

A teoria relativa à atração dos corpos, proposta por Kepler, não possuía caráter universal, o qual só foi atingido a partir da mecânica descrita por Newton, considerado o fundador da mecânica clássica e revolucionário do pensamento científico do século XVIII. Em sua obra, foi capaz de estabelecer matematicamente as leis físicas que vinham a acabar com todas as dúvidas remanescentes do modelo desenvolvido por Copérnico, dessa forma, a teoria da gravitação universal foi o golpe final do geocentrismo.

Posteriormente, Newton indicou que a trajetória descrita por qualquer corpo estava relacionada com as forças que sobre ele atuam e às condições iniciais, anteriores ao movimento, assim, poder-se-ia prever o movimento de qualquer corpo, “a física adquiria então um caráter de previsibilidade capaz de impressionar

profundamente o homem moderno” (PORTO; PORTO, 2008, p.4601-7). Tendo em vista a existência de uma força gravitacional, a órbita dos planetas, bem como, a trajetória desenvolvida por projeteis próximos à Terra era explicada de forma simples, tornando-se exemplos de aplicação da mecânica newtoniana descrita em três leis.

No que se refere aos problemas relativos à mecânica celeste, Newton deu a explicação física para o movimento dos planetas, esclareceu o motivo pela qual a Terra é *achatada* no equador, não representando uma esfera e explicou as marés oceânicas. Assim, “a obra de Newton representou para a época, bem como para as subsequentes, o triunfo da razão humana sobre o desconhecimento” (PORTO; PORTO, 2008, p.4601-8).

Dessa forma, podemos salientar que, assim como as demais ciências, essa área temática não representa um processo finito e acabado, visto que, o conhecimento sobre Astronomia hoje existente desenvolveu-se através de vários anos de estudos e observações, aperfeiçoando-se de acordo com as necessidades de cada povo, estando assim, imbricada a aspectos políticos, econômicos, sociais, etc. Sendo assim, seu desenvolvimento se dá de maneiras distintas em cada parte do mundo, de acordo com a cultura de cada localidade.

2.2 A Astronomia no Âmbito Brasileiro

Assim como nas demais partes do mundo, a Astronomia brasileira começou muito antes do que qualquer outro tipo de ciência e desenvolveu-se ao longo da história. De acordo com Langhi e Nardi (2009), a Astronomia, bem como a disseminação de seu conhecimento, surgiram em nosso país antes mesmo da presença do “homem branco”, assim era praticada inicialmente pelos indígenas que aqui habitavam, composta de mitos e lendas que enriquecem nossa cultura, evoluindo gradativamente com a curiosidade humana. “O desconhecimento da verdadeira natureza dos astros e o sentimento de curiosidade, admiração e medo por eles produzidos, levou-os a acreditarem na natureza divina, ou seja, atribuíam a seres superiores os fatos e fenômenos naturais ao qual não conseguiam explicar.” (ARAÚJO, 2010, p.15).

“Em sua evolução, o homem percebeu que podia se utilizar das estrelas e demais astros para a sua orientação em viagens sobre a superfície terrestre e sobre

os mares” (FARIA, 2009, p. 13). Desta forma, “mares nunca antes navegados, terras, povos, flora e fauna começaram a ser descobertos.” incluindo, assim, o nosso próprio país (ARAÚJO, 2010, p.9).

Não diferentemente de outras culturas, os índios brasileiros também praticavam e ainda praticam a Astronomia, pois tudo tinha e tem um motivo, uma razão. Além da parte prática, com finalidade de orientação geográfica, há uma parte religiosa, de rituais e cultos, de fertilidade, etc. (ARAÚJO, 2014, p.7).

Ainda hoje, os povos indígenas de nosso país, bem como agricultores familiares, relacionam as posições do Sol e de suas constelações com aspectos climáticos, como os períodos de chuva e estiagem (no Norte) ou de calor e frio (no Sul). Além de construírem seu próprio calendário, marcando “épocas de trabalhos agrícolas, floração, frutificação, reproduções de peixes e animais, festas, aparecimentos de doenças e procedimentos de proteção realizados pelos pajés. Para eles, a terra nada mais é do que um reflexo do céu.” (AFONSO, 2014, p.1).

Todavia, a Astronomia brasileira não se restringiu aos ensinamentos e às crenças indígenas. Já no século XVIII, os padres jesuítas estavam à frente de diversas universidades e comandavam mais de trinta observatórios de Astronomia europeus, de tal forma, com a chegada desses ao Brasil, no século XVI, o ensino de Astronomia passou a ser difundido em nosso país, por meio da escola de ler e escrever por eles fundada e mais tarde os colégios que ensinavam conhecimentos astronômicos. (MORAES, 1984 apud LANGHI; NARDI, 2009).

Entretanto, embora esses padres desenvolveram importantes contribuições à educação brasileira, em 1759, foram expulsos do país pelo Marquês de Pombal (BRETONES, 1999). Após isso, com a chegada da coroa portuguesa, em 1808, novos rumos foram dados à educação. Nesse período foram criados no Rio de Janeiro cursos de formação superior relacionados à Astronomia: Academia da Marinha (1808) e a Academia Real Militar (1810). Assim, surgia também, em 1814, o primeiro livro publicado no Brasil sobre o assunto, para uso dos acadêmicos da Real Militar. Já em 1817, visando o estudo da Astronomia para demarcação de terras e navegação, surge o Observatório Astronômico do Rio de Janeiro, o qual continua em funcionamento atualmente (MORAES, 1984 apud LANGHI; NARDI, 2009).

O primeiro curso de graduação em Astronomia foi criado em nosso país em 1958, todavia, com o Decreto de 1942, instituído no governo do Estado Novo, instituiu-se a Astronomia apenas como parte do currículo de Ciências, Geografia e Física, deixando, portanto, de ser uma disciplina específica, configuração que fez a Astronomia perder força, situação que permanece até os dias atuais. (BRETONES, 1999).

Nessa perspectiva, a Astronomia foi desenvolvendo-se no decorrer de várias décadas, passando por avanços e retrocessos, cabendo ressaltar que embora “a primeira investigação científica no Brasil tenha sido de natureza astronômica, a prática desta ciência como atividade organizada e regular só surgiria tardiamente” (ARAÚJO, 2010, p.24). Tal que, seus efetivos trabalhos foram desenvolvidos a partir do século XX, em virtude do desenvolvimento tecnológico sofrendo diversas mudanças, “deixando a sua característica de astronomia observacional para se tornar, também, uma astronomia experimental. Seu crescimento foi extraordinário, principalmente no período de 1970 a 2000.” Desde então, estão sendo efetuados diversos investimentos em pesquisas, parcerias com demais países, criando modernos centros de pesquisas e universidades (ARAÚJO, 2010, p.28).

A astronomia brasileira atual é, em boa parte, fruto de um projeto iniciado há cerca de vários anos e não há de negar a forte presença, hoje, das tecnologias envolvidas. Os principais centros de atividades de pesquisa astronômica do Brasil estão associados a Universidades e outros órgãos estaduais e federais. (ARAÚJO, 2010, p.27).

Hoje o estudo da Astronomia nos proporciona diversos avanços diretamente ligados a vida cotidiana. Assim, salientamos que além de conhecê-la conceitualmente, é de fundamental importância que saibamos analisar criticamente suas implicações, uma vez que, devemos considera-la como fruto da criação humana e não com uma verdade absoluta e inquestionável, sendo dotada de valores e interesses. Nesse viés, destacamos na sessão seguinte o grande valor desta área nos currículos escolares.

2.3 Astronomia no Ensino - Publicações sobre as metodologias didáticas para o ensino de astronomia

No intuito de contemplar essas questões, no atual documento norteador da Educação Básica, a BNCC, encontramos temáticas relacionadas à Astronomia em

todos os anos do Ensino Médio e Fundamental. De acordo com ela, “A partir de uma compreensão mais aprofundada da Terra, do Sol e de sua evolução, da nossa galáxia e das ordens de grandeza envolvidas, espera-se que os alunos possam refletir sobre a posição da Terra e da espécie humana no Universo.” (BNCC, 2018, p.329). Deste modo, na esfera do ensino fundamental, as novas diretrizes educacionais salientam que:

na área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. (BNCC, 2018, p.321).

Assim, encontramos 3 eixos temáticos relativos à Ciência da Natureza, sendo esses: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. No último,

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. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários. (BNCC, 2018, p.328).

Nessa perspectiva, no que tange o Ensino Médio, a BNCC busca formar jovens críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabendo às escolas proporcionar experiências que possibilitem a leitura crítica de mundo, a capacidade de enfrentamento de problemas contemporâneos e a tomada de decisões de forma responsável. Nela o ensino de Ciências da Natureza é dividido em duas temáticas: Matéria e energia e Vida, Terra e Cosmos, resultante da articulação das unidades Vida e Evolução e Terra e Universo, desenvolvidas durante o Ensino Fundamental que propõe

[...] que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas. (BNCC, 2018, p.549).

Dentro das temáticas, acima citadas, existem competências específicas as quais os estudantes devem desenvolver a fim de alcançar certas habilidades. No que diz respeito à Astronomia, possuímos a Competência Específica 2: Analisar e utilizar interpretações sobre 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. Dentro dessa competência

Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção. [...] Ao realizar previsões (relativas ao movimento da Terra no espaço, à herança genética ao longo das gerações, ao lançamento ou movimento de um satélite, à queda de um corpo no nosso planeta ou mesmo à avaliação das mudanças climáticas a médio e longo prazos, entre outras), a ideia de se conhecer um pouco do futuro próximo ou distante pode fornecer alguns elementos para pensar e repensar sobre o alcance dos conhecimentos científicos. Sempre que possível, os estudantes podem construir representações ou protótipos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros), que possibilitem fazer projeções e avaliar impactos futuros considerando contextos atuais. (BNCC, 2018, p.556).

Embora se saiba dos benefícios provindos do ensino de Astronomia e o documento regimental de nossa educação de nível básico seja bem formulado, trazendo diversas abordagens, “parece haver um descaso quanto à abordagem deste tema na educação brasileira. Uma análise sobre a história mostra como a Astronomia sofreu uma gradual dispersão e quase desaparecimento dos currículos escolares.” (LANGHI, 2009, p. 11). Nesse viés, Pietrocola (2005) enfatiza que os guias didáticos e, conseqüentemente, as aulas, sofrem grandes influências pelos exames de vestibulares, inclusive o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Assim, por diversas vezes deixamos de lado o ensino de Astronomia para trabalhar conceitos e fórmulas necessárias para tais provas. Desconsiderando a importante papel que esta apaixonante ciência possui.

Só aprendendo astronomia, percebemos a nossa pequenez diante do universo, mas, ao mesmo tempo, notamos que somos os únicos seres que tentamos nos aprofundar nele com nossa inteligência, numa busca incansável pelo conhecimento, uma vez que se preserva, no íntimo humano, o desejo e a necessidade de ampliar seus limites do saber, abrangendo lugares tão distantes quanto os limites do cosmo. (LANGHI, 2009, p.9).

Diante do exposto, podemos compreender o quanto o ensino de Astronomia se faz necessário em nossas escolas, não apenas por ser conceitualmente interessante, mas, também, devido ao seu aspecto humanístico, capaz de proporcionar grandes reflexões sobre o mundo que nos cerca e sobre qual o nosso papel nele. Para tanto, é fundamental que professores de nível básico estejam preparados para uma abordagem significativa desta Ciência, sendo assim, destinamos parte de nosso trabalho para discussões frente as formações dos professores e as metodologias utilizadas em aulas no que tange a Astronomia.

2.3.1 Publicações sobre as metodologias didáticas para o ensino de astronomia

O ensino de Astronomia no contexto escolar brasileiro tem sido objeto de diversas pesquisas acadêmicas, que apontam para a importância da inserção desse conteúdo nas aulas de Ciências e Física. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressalta a necessidade de abordar conceitos astronômicos desde os anos iniciais do Ensino Fundamental até o Ensino Médio, proporcionando uma educação científica que contemple os fenômenos naturais e suas inter-relações (Brasil, 2018).

Segundo a BNCC, os alunos devem ser incentivados a compreender fenômenos como a rotação e a translação da Terra, as fases da Lua, as constelações e o sistema solar, utilizando metodologias que promovam a observação, a experimentação e a construção de modelos (Brasil, 2018). Nesse sentido, a pesquisa sobre o ensino de Astronomia destaca que atividades práticas, como a construção de relógios de sol, a simulação de movimentos planetários e a identificação de constelações, tornam o aprendizado mais dinâmico e significativo, despertando o interesse dos estudantes.

Estudos recentes evidenciam que o ensino de Astronomia, quando contextualizado com o cotidiano dos alunos, contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo, competências essenciais previstas pela BNCC. Além disso, a utilização de recursos tecnológicos, como aplicativos de realidade aumentada e softwares de simulação astronômica, potencializa a compreensão dos conceitos, possibilitando a observação de eventos que não são facilmente perceptíveis a olho nu.

Portanto, promover o ensino de Astronomia de forma integrada e interdisciplinar, alinhado às diretrizes da BNCC, representa um caminho para a construção de um ensino de Ciências mais inclusivo e conectado às necessidades dos estudantes, fortalecendo o protagonismo estudantil na construção do conhecimento científico.

O Quadro 01 apresenta uma série de estudos científicos que investigam metodologias didáticas voltadas para o ensino de Astronomia, evidenciando o potencial das atividades práticas como ferramentas pedagógicas eficazes. As pesquisas destacam que a aplicação de atividades experimentais e observacionais contribui significativamente para o despertar da curiosidade dos alunos acerca dos fenômenos astronômicos, ao mesmo tempo em que facilita a compreensão de conceitos complexos como a rotação e translação da Terra, as fases da Lua e as órbitas planetárias. Além disso, esses estudos apontam que o emprego de atividades práticas promove uma aprendizagem mais interativa e significativa, estimulando o pensamento crítico e o raciocínio lógico dos alunos. Tais metodologias também auxiliam no desenvolvimento da percepção espacial e na construção de um entendimento mais concreto sobre os movimentos dos corpos celestes. No contexto educacional, o uso de recursos como simuladores, globos terrestres, mapas estelares e a construção de instrumentos simples, como o relógio de sol, são indicados como estratégias eficazes para consolidar os conteúdos astronômicos. Assim, a adoção de práticas pedagógicas ativas no ensino de Astronomia emerge como um caminho promissor para potencializar o aprendizado e fomentar o interesse científico entre os estudantes.

Quadro 1 - Artigos científicos sobre as metodologias didáticas para o ensino de astronomia.

Nº	Autor/ano	Tema	Série	Estratégia metodológica
1	Bruno, Ketelin e Eliade (2025)	Astronomia no ensino fundamental: uma sequência didática prática utilizando tdic	9º ano do Ensino Fundamental	TDIC, prática, exploração, e integração

		como ferramenta ilustrativa e integradora		
2	Wagner e Adriano (2025)	Metodologias ativas no ensino de astronomia: o uso de Maquetes para concretizar conceitos abstratos no ensino Fundamental	8° e 9° ano do Ensino Fundamental	Aprendizagem ativa, construção de maquetes
3	Taisy, Michel e Oscar (2025)	Enfoque dado à Astronomia no Novo Ensino Médio Paranaense	Ensino Médio	Análise documental dos materiais didáticos
4	Kenedy, Hualan e Fernando (2024)	Astronomia cultural no ensino médio: uma sequência didática para a abordagem das constelações celestes indígenas	Ensino Médio	Estratégia qualitativa e aplicada interdisciplinar.
5	Marcos e José (2024)	Conteúdos e estratégias metodológicas em ensino de astronomia nos cursos de formação continuada: um enfoque dos professores do ensino básico	Educação básica	Projetos interdisciplinares, discussões em grupo, uso de recursos didáticos concretos, aulas práticas e experimentações
6	Paluma, Maria Antônia, e Ana Cecilia (2024)	Explorando a Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: um estudo das publicações do periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Anos iniciais do Ensino Fundamental	Revisão bibliográfica sistemática
7	Carlos (2024)	Ensino de astronomia para professores pedagogos: um modelo didático	Ensino Fundamental e Médio	Explorar, observar, questionar, e construir
8	Luciano, Alan e Neusa (2023)	Um diagnóstico da formação inicial de professores de ciências naturais na perspectiva	Educação Básica	Análise sistemática dos currículos dos cursos de Licenciatura em

		do ensino de astronomia		Ciências Naturais no Brasil
9	Gleyson e Camila (2023)	Sequência didática como recurso para o ensino de Astronomia Cultural	9º ano do Ensino Fundamental	Qualitativa, exploratória, sequencial, descritiva e aplicada
10	Yalle e Wagner (2022)	A temática da astronomia no mestrado nacional Profissional em ensino de física: levantamento bibliográfico	Educação Básica	levantamento bibliográfico
11	Hualan e Marli (2022)	O ensino de astronomia em um curso de formação de professores: o caso da superfície marciana	Educação Básica	relato de experiência
12	Alessandra, Marcos e Ricardo (2021)	As relações entre a trajetória formativa na carreira e as práticas docentes no ensino da astronomia	Anos finais do Ensino Fundamental	pesquisa qualitativa com abordagem fenomenológica
13	Victor, Michele e Marinez (2021)	Sequência Didática para o Ensino de Astronomia	2º ano do Ensino Médio	Problematização, Organização do Conhecimento e Aplicação para promover o ensino investigativo de Astronomia
14	Adriano, Cibele, Augusto, Thalita, Carlos e Guilherme (2020)	Sequências didáticas para o ensino de astronomia utilizando o Stellarium	Ensino Média	abordagem metodológica baseada na investigação científica
15	Mairon, Cátia e Prycila (2020)	Jogo de cartas como metodologia de ensino de Astronomia para a educação básica	Ensino Fundamental e Ensino Médio	Lúdico, interativo, contextualizado e avaliativo
16	Mayara e Marli (2019)	Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações	Ensino Fundamental	Revisão Bibliográfica

17	Daniel e Jayne (2019)	A Astronomia presente no ensino de Ciências numa sala de aula	1º ao 9º do Ensino Fundamental	abordagem metodológica qualitativa e exploratória, centrada em pesquisa de campo
----	-----------------------	---	--------------------------------	--

Fonte: Autoria própria, artigo do google acadêmico.

A presença da Astronomia nos currículos escolares tem ganhado destaque, principalmente a partir da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que reconhece a importância dessa área do conhecimento para a formação integral dos estudantes. A BNCC estabelece competências e habilidades que valorizam o pensamento científico, crítico e criativo, sendo a Astronomia uma ferramenta poderosa para despertar o interesse dos alunos pelas Ciências da Natureza. Nesse sentido, diversos autores têm desenvolvido propostas metodológicas voltadas ao ensino de Astronomia, buscando integrar teoria e prática, conteúdos científicos e aspectos culturais.

O trabalho de Bruno, Ketelin e Eliade (2025), por exemplo, propõe uma sequência didática prática com uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), promovendo uma aprendizagem significativa no 9º ano do Ensino Fundamental. A proposta valoriza a prática, a exploração e a integração de saberes por meio de ferramentas digitais, possibilitando aos alunos uma compreensão mais visual e interativa dos fenômenos astronômicos. De forma semelhante, Wagner e Adriano (2025) defendem o uso de metodologias ativas com a construção de maquetes para representar conceitos abstratos da Astronomia, também voltadas aos anos finais do Ensino Fundamental. As maquetes permitem a concretização de ideias muitas vezes complexas, como o movimento de rotação e translação da Terra, os eclipses e as fases da Lua.

Já Taisy, Michel e Oscar (2025) analisam o enfoque da Astronomia no Novo Ensino Médio paranaense, revelando uma ênfase nos aspectos instrumentais e práticos do conhecimento científico, mas também apontando desafios na efetiva implementação das propostas curriculares. Essa análise documental é fundamental para refletir sobre o alinhamento entre os materiais didáticos e os objetivos da BNCC.

No Ensino Médio, Kenedy, Hualan e Fernando (2024) desenvolvem uma proposta de Astronomia Cultural com foco nas constelações indígenas, demonstrando como o ensino pode ser interdisciplinar e sensível à diversidade cultural, conforme orienta a BNCC ao valorizar a contextualização e a pluralidade de saberes.

Ainda no contexto da formação docente, Marcos e José (2024) analisam conteúdos e estratégias metodológicas em cursos de formação continuada, destacando a importância de projetos interdisciplinares, discussões em grupo, uso de recursos didáticos concretos e aulas práticas. Essas estratégias estão em consonância com as competências gerais da BNCC, como a valorização do trabalho coletivo e da argumentação com base em dados. No mesmo campo de investigação, Carlos (2024) propõe um modelo didático para professores pedagogos que envolve atividades de exploração, observação, questionamento e construção do conhecimento, aproximando-se de uma abordagem investigativa.

A revisão bibliográfica sistemática realizada por Paluma, Maria Antônia e Ana Cecília (2024) nos anos iniciais do Ensino Fundamental indica que há um crescente interesse em inserir conteúdos de Astronomia desde os primeiros anos da escolarização. Essa inserção precoce favorece o desenvolvimento de habilidades como observação, descrição e comparação de fenômenos naturais, aspectos previstos na BNCC para o componente curricular de Ciências.

Além disso, a análise de Luciano, Alan e Neusa (2023) aponta lacunas na formação inicial dos professores de Ciências Naturais quanto ao ensino de Astronomia, revelando a necessidade de uma formação mais consistente e integrada aos objetivos da BNCC. A ausência ou superficialidade do tema nos currículos de licenciatura compromete a qualidade do ensino nas etapas básicas.

Para contribuir com o campo de propostas práticas, Gleyson e Camila (2023) apresentam uma sequência didática voltada à Astronomia Cultural no 9º ano do Ensino Fundamental, com abordagem qualitativa, exploratória e aplicada. Essa proposta amplia a visão de mundo dos alunos e promove o respeito à diversidade cultural, tema transversal na BNCC.

O levantamento bibliográfico feito por Yalle e Wagner (2022) sobre o ensino de Astronomia no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física evidencia a crescente produção acadêmica sobre o tema, embora ainda haja desafios quanto à aplicação efetiva das propostas nos contextos escolares. Já Hualan e Marli (2022) relatam uma experiência formativa voltada à exploração da superfície marciana, promovendo o desenvolvimento de habilidades práticas e investigativas. Essa abordagem, ao tratar de um tema instigante como Marte, estimula o engajamento dos alunos e contribui para a construção de conhecimentos científicos sólidos e atualizados.

Outro aspecto relevante é o estudo de Alessandra, Marcos e Ricardo (2021), que investigam como a trajetória formativa influencia as práticas docentes em Astronomia. A pesquisa qualitativa com abordagem fenomenológica reforça a ideia de que a experiência e a formação contínua dos professores são fatores essenciais para o sucesso das metodologias adotadas em sala de aula. Por sua vez, Victor, Michele e Marinez (2021) desenvolvem uma sequência didática voltada ao 2º ano do Ensino Médio com base na problematização, organização do conhecimento e aplicação prática, promovendo o ensino investigativo. Essa estrutura se coaduna com os princípios da BNCC, que estimula o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

Adriano et al. (2020) apresentam sequências didáticas que utilizam o software Stellarium como recurso metodológico, permitindo aos alunos simular o céu noturno, localizar estrelas e constelações, e compreender movimentos celestes. Essa estratégia, além de inovadora, favorece a aprendizagem autônoma e a familiarização com tecnologias digitais. Outra abordagem interessante é a de Mairon, Cátia e Prycila (2020), que utilizam um jogo de cartas como recurso didático lúdico, interativo e avaliativo para ensinar conteúdos de Astronomia. O jogo favorece a participação ativa dos alunos e pode ser adaptado a diferentes faixas etárias. A ludicidade também é valorizada na BNCC como elemento motivador no processo de ensino-aprendizagem.

Mayara e Marli (2019), ao investigarem teses e dissertações sobre o ensino de Astronomia nos anos iniciais, identificam tendências e lacunas que precisam ser enfrentadas para que a Astronomia ocupe um lugar mais sólido no currículo escolar. Por fim, o estudo de Daniel e Jayne (2019) oferece um panorama sobre a presença

da Astronomia nas aulas de Ciências do 1º ao 9º ano do Ensino Fundamental, destacando a importância da pesquisa de campo e da abordagem qualitativa e exploratória para compreender os desafios enfrentados pelos professores.

Esses estudos revelam a riqueza e a diversidade de estratégias metodológicas voltadas ao ensino de Astronomia, todas alinhadas, em maior ou menor grau, às competências e habilidades preconizadas pela BNCC. As propostas vão desde o uso de tecnologias digitais e jogos até experiências de observação e exploração do céu, passando por abordagens culturais e interdisciplinares. Esse conjunto de pesquisas oferece subsídios valiosos para a elaboração de sequências didáticas eficazes, capazes de promover um ensino de Astronomia mais contextualizado, significativo e motivador para os estudantes da educação básica.

Diante desse panorama, é possível observar que as metodologias didáticas aplicadas ao ensino de Astronomia têm avançado significativamente, apoiadas por aportes teóricos, tecnológicos e culturais que fortalecem a prática pedagógica. O diálogo constante com a BNCC permite que tais metodologias se tornem instrumentos eficazes para desenvolver competências como o pensamento científico, o uso de tecnologias, o respeito à diversidade cultural e a valorização da natureza. Cabe agora, aos pesquisadores e educadores, aprofundar essas práticas, adaptá-las aos contextos locais e promover sua aplicação efetiva em sala de aula. A construção de materiais didáticos contextualizados, a formação continuada de professores e o incentivo à pesquisa educacional são caminhos fundamentais para consolidar a presença da Astronomia no ensino básico brasileiro.

A análise dos diversos artigos científicos voltados ao ensino de Astronomia revela um cenário promissor, ainda que desafiador, no que tange às metodologias didáticas aplicadas nas diferentes etapas da Educação Básica. Os estudos evidenciam um esforço contínuo por parte dos pesquisadores e educadores em tornar o ensino da Astronomia mais significativo, contextualizado e interdisciplinar, em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valoriza a investigação científica, a resolução de problemas e o protagonismo estudantil. As metodologias mais recorrentes entre os artigos analisados incluem a elaboração de sequências didáticas, o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), o emprego de maquetes, jogos didáticos, bem como a

abordagem da Astronomia Cultural. Tais estratégias favorecem o aprendizado ativo, despertam o interesse dos alunos e proporcionam uma maior conexão entre os conteúdos astronômicos e o cotidiano dos estudantes.

Além disso, os trabalhos que focam na formação inicial e continuada de professores apontam para a importância da capacitação docente como fator essencial para a superação das dificuldades no ensino da Astronomia. A carência de formação específica, identificada em diversas pesquisas, evidencia a necessidade de políticas públicas educacionais que valorizem essa área do conhecimento, muitas vezes negligenciada nos currículos escolares. Por outro lado, também se observa uma carência de produções voltadas aos anos iniciais do Ensino Fundamental, o que indica uma lacuna importante a ser preenchida. Igualmente, nota-se que poucos trabalhos exploram de forma sistemática os resultados quantitativos da aplicação das metodologias propostas, o que limita uma avaliação mais objetiva de sua eficácia.

Assim, conclui-se que as metodologias didáticas voltadas ao ensino de Astronomia têm avançado no Brasil, especialmente no Ensino Fundamental II e no Ensino Médio, mas ainda há muito a ser explorado. É essencial que futuras pesquisas considerem tanto a ampliação da abordagem nos anos iniciais quanto o fortalecimento da formação docente e a produção de materiais didáticos acessíveis e alinhados com a BNCC. O fortalecimento dessas dimensões pode contribuir significativamente para uma educação científica mais crítica, reflexiva e transformadora, em que a Astronomia assume seu devido papel na formação integral dos estudantes.

2.4 BNCC e a Astronomia

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM+) apontam caminhos para a organização do ensino através de temas estruturadores que abordam um conjunto de conhecimentos para cada componente curricular. Na unidade temática de Terra e Sistema Solar referente ao tópico de Universo, Terra e Vida do ensino de Física, os PCNEM+ enfatizam quanto à importância dos estudos astronômicos para a compreensão da duração dos dias e noites, das estações do ano e a implicação do movimento dos astros e suas relações. (BRASIL, 2002)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), do ano de 2018, estabelece uma série de competências e habilidades que são esperadas de serem desenvolvidas pelo

estudante ao término do Ensino Médio. Ela tem sua origem nas Diretrizes Curriculares Nacionais da educação básica. É importante destacar que a BNCC divide todos os componentes curriculares em áreas de conhecimento e a astronomia se encontra no eixo ciências da natureza e suas tecnologias. Dentro da competência 3, de acordo com a BNCC, o estudante precisará analisar e interpretar a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para argumentar, prever e fundamentar eticamente seus argumentos envolvendo o Universo. (BRASIL, 2018)

Com a nova BNCC, surgiu o Novo Ensino Médio (NEM). O NEM é uma modificação realizada no ano de 2017, na Lei nº 13.415/2017 de Diretrizes e Bases da Educação que modifica a estrutura curricular dos últimos três anos da educação básica, englobando a BNCC e flexibilizando o currículo através da inserção de itinerários formativos que são conjuntos de atividades de escolha dos estudantes, para aprofundamento em uma área de conhecimento, com o objetivo de atender as demandas do mercado de trabalho e os desafios da vida em sociedade. Essa proposta é baseada em uma perspectiva formadora do ensino para o desenvolvimento da autonomia e participação ativa dos estudantes. (BRASIL, 2017). No âmbito do ensino da Astronomia no ensino médio, Padilha (2019) ao citar Ferreira e Meghioratt (2002) discorre que:

O estudo da Astronomia é de real importância para um maior desenvolvimento do ensino de Ciências aplicado nas escolas públicas, levando a contemplação de novos vínculos ao próprio conhecimento e a um guia de aprendizado mais amplo e adequado à típica realidade em que vivemos. Como ciência interdisciplinar, a Astronomia, se inserida com o devido objetivo no ensino básico, irá preencher as lacunas de aprendizado e com isso completará a formação de cidadãos mais críticos para com a realidade social. Assim sendo, a Astronomia permitirá a inovação e evolução dos conteúdos relacionados à Ciência no ensino básico que se apresenta enfadonho e uniforme. (FERREIRA; MEGLHIORATT, 2002 apud PADILHA, 2019, p. 49)

Desta forma, o autor pontua a importância da inserção da temática da Astronomia no ensino médio. Essa abordagem, por exemplo, pode ser efetivada através de um material didático, como um manual prático que possa trabalhar essa temática tão relevante, presente e flexível na vida dos estudantes.

BNCC: objetos de conhecimento e suas habilidades, de acordo com o ano escolar dentro da unidade temática “Terra e Universo” da disciplina de Ciências do ensino fundamental (BRASIL, 2018).

Na BNCC, a disciplina de Ciências apresenta três Unidades Temáticas: Matéria e Energia; Vida e Evolução; e Terra e Universo. Em cada uma delas, especificam-se os objetos do conhecimento, que são os conteúdos a serem trabalhados, e os objetivos de aprendizagem, que são as habilidades a serem consolidadas na aprendizagem pelo aluno. A BNCC completa foi homologada em dezembro de 2018 (AGUIAR; TUTTMAN, 2020).

O documento final é dividido em cinco tópicos: Introdução, Estrutura da BNCC, A etapa da Educação Infantil, A etapa do Ensino Fundamental e A etapa do Ensino Médio. A parte introdutória inicia destacando o que vem a ser o documento, qual sua importância e seus propósitos, definindo dez competências (conceito que assume centralidade no documento a partir da sua terceira versão) gerais para a Educação Básica como um todo, apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2– Competências gerais destinadas à Educação Básica.

nº	Competência
1	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3	Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6	Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7	Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8	Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9	Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10	Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: BNCC, 2017.

O Quadro 3, referente ao Ensino Fundamental, encontra-se dividida por áreas de conhecimento, para as quais são elencadas competências específicas. Tendo em vista a área de Ciências da Natureza, o documento destaca que a mesma, através de

um olhar articulado com diversos campos do saber, deve assegurar aos estudantes o acesso a diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, assim como a aproximação gradativa aos principais processos e práticas de investigação científica, estabelecendo para tanto oito (8) competências, conforme o quadro 3.

Quadro 3– Competências específicas para a área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental.

Nº	Competência
1	Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2	Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3	Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
4	Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5	Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.

6	Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.
7	Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.
8	Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Fonte: BNCC, 2017.

Tendo em vista o componente curricular de Ciências, único integrante da área, o documento ressalta que,

Ao estudar Ciências, as pessoas aprendem a respeito de si mesmas, da diversidade e dos processos de evolução e manutenção da vida, do mundo material – com os seus recursos naturais, suas transformações e fontes de energia –, do nosso planeta no Sistema Solar e no Universo e da aplicação dos conhecimentos científicos nas várias esferas da vida humana. Essas aprendizagens, entre outras, possibilitam que os alunos compreendam, expliquem e intervenham no mundo em que vivem (BRASIL, 2018, p.325).

A disciplina é dividida em 3 unidades temáticas que se encontram presentes em todos os anos escolares e possuem objetos de conhecimentos e competências particulares, sendo elas: Matéria e energia; Vida e evolução; e Terra e Universo. No que tange a última unidade, em consonância com o documento,

[...] 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. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização

de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários (BRASIL, 2018, p.328).

Os objetivos de aprendizagem são descritos por um código alfanumérico: o primeiro par de letras indica a etapa de Ensino Fundamental; o primeiro par de números indica o ano (01 a 09) a que se refere a habilidade; o segundo par de letras indica o componente curricular; e o último par de números indica a posição da habilidade na numeração sequencial do ano ou do bloco de anos. As habilidades iniciam-se com palavras que se classificam como verbos e indicam o que deve ser apreendido pelo aluno na referida turma em que está matriculado. Apresentamos o Quadro 4 com a caracterização da Unidade Temática “Terra e Universo” (BRASIL, 2018) que expressa temas de Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental:

Quadro 4 – Unidade temática “Terra e Universo.

ANO	OBJETOS DO CONHECIMENTO	HABILIDADES
1º	Escalas de tempo	<p>(EF01CI05) Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos.</p> <p>(EF01CI06) Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.</p>
2º	<p>Movimento aparente do Sol no céu</p> <p>O Sol como fonte de luz e calor</p>	<p>(EF02CI07) Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada.</p> <p>(EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).</p>
3º	Características da Terra	<p>(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes</p>

	<p>Observação do céu</p> <p>Usos do solo</p>	<p>formas de apresentação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).</p> <p>(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.</p> <p>(EF03CI09) Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.</p> <p>(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.</p>
4º	<p>Pontos cardeais</p> <p>Calendários, fenômenos cíclicos e cultura</p>	<p>(EF04CI09) Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon).</p> <p>(EF04CI10) Comparar as indicações dos pontos cardeais resultantes da observação das sombras de uma vara (gnômon) com aquelas obtidas por meio de uma bússola.</p> <p>(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.</p>
5º	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.

	Movimento de rotação da Terra	(EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.
	Periodicidade das fases da Lua	(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.
	Instrumentos óticos	(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.

Fonte: Brasil (2018).

Apresentamos o quadro 5 com os objetos de conhecimento e suas respectivas competências e anos escolares para a temática Terra e Universo, que expressa temas de Astronomia nos anos finais do ensino fundamental:

Quadro 5 – Unidade temática “Terra e Universo”

Ano	Objeto de conhecimento	Competência
6º	Forma, estrutura e movimentos da Terra	<p>(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.</p> <p>(EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.</p> <p>(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.</p> <p>(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em</p>

		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.
7º	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e <i>tsunamis</i>) Placas tectônicas e deriva continental	<p>(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.</p> <p>(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.</p> <p>(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.</p> <p>(EF07CI15) Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e <i>tsunamis</i>) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas.</p> <p>(EF07CI16) Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.</p>
8º	Sistema Sol, Terra e Lua	(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a

		<p>ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.</p> <p>(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.</p> <p>(EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.</p> <p>(EF08CI15) Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas.</p> <p>(EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.</p>
9º	<p>Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo</p> <p>Astronomia e cultura</p> <p>Vida humana fora da Terra</p> <p>Ordem de grandeza astronômica</p> <p>Evolução estelar</p>	<p>(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).</p> <p>(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>

		<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: BNCC, 2017.

Embora alguns dos objetos de conhecimentos destacados pelo documento já faziam-se presentes na proposta dos PCN (movimento Sol, Terra e Lua, condições de sobrevivência fora da Terra, ordens de grandezas astronômicas, teorias construídas ao longo da história de acordo com as culturas vigentes, etc.), podemos considerar que a BNCC apresenta uma quantidade maior de conceitos dentro das habilidades. Fator que pode auxiliar a Astronomia na busca de retomada de seu lugar dentro do ambiente escolar, tendo em vista, inclusive, o status de lei do documento.

Seguindo para o quadro 5, referente ao Ensino Médio, a BNCC destaca a busca por uma formação de jovens críticos, criativos, autônomos e responsáveis, em que cabe às escolas proporcionar experiências que possibilitem a leitura crítica de mundo, a capacidade de enfrentamento de problemas contemporâneos e a tomada de decisões de forma responsável. Em termos de organização, mais uma vez encontramos as aprendizagens essenciais organizadas por áreas do conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Para cada uma das áreas, são definidas competências específicas, que se encontram articuladas com as previstas para o Ensino Fundamental e servem de guia não apenas para as áreas comuns, mas também para os itinerários formativos – parte flexível que deve integrar o currículo de acordo com a Lei nº 13.415/2017, decorrente da MP 746/2016. Em seguida para cada competência específica delimitam-se

habilidades a serem desenvolvidas. De acordo com o documento tais competências e habilidades objetivam “consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral, atende às finalidades dessa etapa e contribui para que os estudantes possam construir e realizar seu projeto de vida, em consonância com os princípios da justiça, da ética e da cidadania” (BRASIL, 2018, p.471).

Partindo para o foco de nosso estudo, para área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias são elencadas duas temáticas que servem como base para a área; *Matéria e Energia* e *Vida, Terra e Cosmos*, resultante da articulação das unidades “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”, desenvolvidas durante o Ensino Fundamental, que propõe

[...] que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas (BRASIL, 2018, p.549).

Nesta perspectiva, são apresentadas três competências (Quadro 5) referentes à área, diante das quais são especificadas uma série de habilidades a serem desenvolvidas dentro de todas as disciplinas da área.

Quadro 6 – Competências previstas para a área da Ciência da Natureza.

nº	Competência
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.
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.

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: BNCC, 2017.

Tendo em vista a Astronomia, a mesma pode ser facilmente identificada dentro da competência específica 2, conforme podemos observar no Quadro 6 e no Quadro 7, sendo a última destinada a apresentar as habilidades previstas para a competência 2.

Quadro 7 – Habilidades para a área de Ciências da Natureza referentes à competência específica 2.

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(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).

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

(EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.

(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: BNCC, 2017

Dentro dessa competência, espera-se que, ao reconhecer os processos de transformação e evolução que permeiam a natureza, das moléculas às estrelas, em diferentes escalas temporais, os estudantes reflitam sobre questões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, assim como, compreender a evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias relacionadas a essa construção.

Destacamos que as habilidades propostas dentro da competência 2 são praticamente as mesmas estabelecidas pelo documento para o Ensino Fundamental, todavia de forma mais aprofundada. Fato que ocorre não apenas com a competência 2, mas sim para toda a área, conforme o próprio documento cita.

Na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (BRASIL, 2018, p.548).

Um fator de grande relevância é que as competências específicas se destinam a área como um todo e não a disciplinas isoladas, de forma que a grande maioria das habilidades, como as mencionadas no quadro 3, vinculam-se ao viés da interdisciplinaridade. Como exemplo podemos citar a habilidade 9, em que se vinculam conhecimentos tradicionalmente destinados à Física – como a evolução estelar – à conhecimentos ligados à Química – como a estrutura e composição dos sistemas solares e planetários – e conhecimentos de Biologia – como as possibilidades de existência de vida em diversos sistemas e planetas. Neste viés, destacamos a importância de habilidades deste âmbito, como uma forma de orientar o trabalho escolar para práticas interdisciplinares. Ainda assim, cabe aqui uma menção às condições efetivas que os professores terão para dar conta disso, uma vez que existem fatores diversos que dificultam, e até mesmo impedem, o trabalho de uma forma conjunta entre diferentes disciplinas.

Portanto esses são os conhecimentos básico na qual está identificado os conceitos fundamentais de astronomia que são relevantes para o currículo da educação básica.

2.5 Como adequar o conteúdo de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos na educação básica.

A tarefa de adequar o conteúdo de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos na educação básica envolve considerar as habilidades, interesses e capacidades cognitivas específicas de cada faixa etária.

Conheça o Público-Alvo: Entender as características cognitivas e emocionais de cada grupo de idade na educação básica, ensino fundamental I e II, e ensino médio.

Adaptação de Linguagem: utilizar uma linguagem adequada ao nível de compreensão de cada grupo, evitando termos técnicos complexos para alunos mais jovens e introduzindo gradualmente conceitos mais avançados para os mais velhos.

Atividades Interativas: desenvolver atividades interativas e práticas que possam ser adaptadas conforme a idade, incentivando a exploração e a curiosidade. Por exemplo, jogos educativos, observações práticas, ou construção de modelos.

Material Visual Apropriado: utilizar material visual apropriado para cada faixa etária. Desenhos, animações simples, vídeos educativos e imagens podem ajudar a transmitir conceitos astronômicos de maneira mais compreensível.

Contextualização e Relacionamento com a Realidade: relacionar os conceitos astronômicos com experiências diárias e conhecimentos prévios dos alunos, isso torna o aprendizado mais significativo e facilita a compreensão.

Avaliação Formativa: utilizaremos métodos de avaliação formativa para acompanhar o progresso dos alunos. Isso permite ajustar as estratégias de ensino conforme necessário e garantir que todos os alunos estejam acompanhando o conteúdo.

Integração de Tecnologia: utilizar recursos tecnológicos, como simulações, aplicativos interativos e realidade virtual, para tornar o aprendizado de astronomia mais envolvente e acessível.

Capacitação de Professores: oferecer suporte e capacitação aos professores para que possam implementar efetivamente estratégias diferenciadas em sala de aula, considerando as necessidades variadas dos alunos.

A abordagem diferenciada, considerando a diversidade cognitiva dos alunos, torna o ensino de astronomia mais inclusivo e proporciona uma experiência de aprendizado mais rica e significativa para todos.

2.6 O Ensino de Astronomia e Astronáutica

A Astronomia e a Astronáutica são disciplinas fundamentais para a compreensão do universo e do desenvolvimento tecnológico humano. No contexto educacional, a introdução desses temas contribui significativamente para o ensino de Ciências e Física, promovendo o pensamento crítico e a curiosidade científica dos estudantes (SILVA & SANTOS, 2020).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Fundamental (EF) é papel do professor, promover estratégias a fim de contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, tornando significativos para os alunos.

A escola como instituição de ensino tem como objetivo ampliar as habilidades e competências dos alunos, verificando seus conhecimentos prévios oriundos da vivência de mundo. Nesta expectativa é fundamental que a escola em sua grade curricular aborde conteúdos de ciências espaciais.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece a necessidade de abordar conceitos astronômicos no ensino fundamental e médio, enfatizando a importância da observação do céu, dos movimentos celestes e das tecnologias espaciais (BRASIL, 2018). Entretanto, desafios como a falta de formação específica para professores e a escassez de recursos didáticos dificultam a implementação efetiva desses conteúdos (OLIVEIRA et al., 2019).

Para (LEÃO; TEIXEIRA, 2020, p.119) “caberia à escola a difusão dos conceitos relacionados à área de astronomia, o que não anula o conjunto de crenças e percepções que permeiam o imaginário das pessoas desde a primeira infância”.

O ensino formal de Astronomia conforme (LANGHI, NARDI, R. 2009) acontece nas instituições de ensino constituídas de estrutura própria. Este

planejamento de ensino tem como característica principal ser trabalhado em sala de aula com os alunos por meio do livro didático.

No entanto (LIMA, 2018) esclarece que nas escolas a Astronomia não é trabalhada assim, uma vez que os alunos apresentam carências sobre conceitos voltados a Astronomia. Em relação ao ensino de Astronomia nas escolas deve-se entender a importância dos conteúdos de Astronomia para a humanidade trabalhando em conjunto com as outras disciplinas promovendo a interdisciplinaridade entre as ciências.

Para superar esses desafios, diversas abordagens metodológicas têm sido propostas, incluindo o uso de softwares de simulação, construção de modelos físicos e atividades práticas como a observação do céu noturno (CARVALHO & SOUZA, 2021). A inserção de atividades experimentais, como a construção de foguetes de garrafa PET e relógios solares, facilita a compreensão de conceitos físicos envolvidos na Astronáutica e na Astronomia (GONÇALVES, 2022).

A Astronáutica, ramo da ciência que trata da navegação no espaço, também desempenha um papel crucial na educação. A exploração espacial fornece exemplos práticos para o ensino de leis da Física, como a Terceira Lei de Newton aplicada ao funcionamento de foguetes (FERREIRA, 2020). Além disso, as missões espaciais despertam o interesse dos estudantes para carreiras em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) (MARTINS et al., 2021).

O ensino de Astronomia e Astronáutica deve ser incentivado nas escolas, utilizando abordagens inovadoras que promovam a experimentação e a observação. Para isso, é essencial investir na formação docente e no desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis, possibilitando uma aprendizagem mais significativa e estimulante para os alunos.

2.6.1 Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA)

A Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) é um evento nacional realizado anualmente pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB). A olimpíada ocorre desde 1998 e já impactou milhões de alunos em todo o Brasil (SAB, 2024). A (OBA) tem como principal objetivo estimular o interesse dos estudantes brasileiros pelas áreas de

Astronomia, Astronáutica e Ciências afins, além de identificar jovens talentos para competições internacionais.

De acordo com (CANALLE, 2014); a OBA teve início em 1998 a partir dos trabalhos de Daniel Fonseca Lavouras que neste ano ministrava aula de Física no sistema de ensino do Pará. Então com o apoio da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e com a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), a construção da OBA surgiu da necessidade de construir um sistema de seleção no qual os representantes do Brasil, ou seja, alunos selecionados poderiam participar da III Olimpíada Internacional de Astronomia (OIA) realizada na Rússia em 1998. De acordo com (LAVOURAS, 1998) explica que:

A ideia de realizar uma Olimpíada de Astronomia nasceu da conjunção do interesse pelo desenvolvimento da ciência, com a oportunidade de trazer para o Brasil um evento científico-educacional, consolidado internacionalmente. A UNESCO assina as Olimpíadas Internacionais de Ciências para ensino médio em Astronomia, Matemática, Biologia, Física, Química e Informática.

A primeira edição da OBA aconteceu em 22 de agosto de 1998 simultaneamente em todos os estados do Brasil. Para (CANALLE, 2014, p.421), a OBA naquele momento tinha como objetivo “ ser um recurso pedagógico, um instrumento que, muito mais que premiar os melhores estudantes, atingisse objetivo de cativar o interesse dos jovens pela ciência”. Conforme as provas foram aplicadas em todo Brasil foi possível selecionar uma equipe composta por dois alunos de São José dos Campos, dois alunos de Belém do Pará e um aluno de Castanhal também do Pará. A equipe teve como segundo líder o professor Daniel Lavouras que representou o Brasil na I OBA sediada na Rússia em 1998. Nessa olimpíada um aluno se destacou com a medalha de bronze.

A partir dos resultados III OIA a SAB (Sociedade Brasileira Astronômica) decidiu organizar a II OBA em 1999 já definindo os níveis da prova onde o Nível 1 corresponde aos alunos do 1º ano ao 5º ano; Nível 2 alunos do 6º ano ao 9º ano e Nível 3: Alunos do Ensino Médio. Com as dificuldades de divulgação foram criados os coordenadores regionais com o apoio da SAB, museus de astronomia, astrônomos amadores e ex-alunos de cursos de Astronomia no qual somaram 430 representantes regionais. A II OBA contou com a participação de 15481 alunos de 597 instituições de ensino distribuídos em 22 estados do Brasil e inclusive o DF (Distrito Federal).

Em 2005 inclui-se na prova temas de Astronáutica a fim de propor aos alunos questões e conhecimentos ligados a funcionamento de foguetes, satélites entre outros temas. “A inserção da Astronáutica na Olimpíada está associada ao fato de que as duas áreas estão conectadas, pois os avanços na Astronomia são consequências dos progressos da Astronáutica” (SOBRINHO, et al, 2018, p.4). As questões de Astronáutica são aplicações da ciência no cotidiano dos alunos. (CANALLE, et. al, 2019) informa que a OBA não é uma simples olimpíada, na verdade influencia as escolas em realizar eventos de divulgação de astronomia e estimula a construção de planetários, clubes de astronomia e estudantes a se preparar para a OBA.

A OBA é um dos eventos científicos mais relevantes no Brasil para o ensino de Astronomia e Ciências Espaciais. Sua finalidade é despertar o interesse de estudantes do Ensino Fundamental e Médio por essas áreas, promovendo o conhecimento e incentivando a pesquisa científica.

A importância da OBA está diretamente ligada à popularização da Astronomia e Astronáutica no ensino básico, possibilitando que alunos tenham contato com temas científicos de forma interativa. Além disso, a competição contribui para a melhoria da educação científica, incentivando a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes (AEB, 2023). A OBA também desempenha um papel essencial na identificação e desenvolvimento de talentos, permitindo que alunos com alto desempenho avancem para competições internacionais, como a Olimpíada Internacional de Astronomia e Astrofísica (IOAA) (OBA, 2024).

Outro fator relevante é o fortalecimento do ensino de Ciências e Física nas escolas, auxiliando professores no desenvolvimento de metodologias mais dinâmicas. Além da prova teórica, a OBA promove a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), onde alunos aplicam conceitos científicos na construção e lançamento de foguetes (MOBFOG, 2024). Esse tipo de atividade prática estimula o aprendizado e aproxima a ciência do cotidiano dos estudantes.

Segundo (SOBRINHO; SANTOS, 2018, pg 4) “A OBA consegue alcançar uma maior gama de alunos e explora a educação astronômica em diversos estágios do ensino básico popularizando essa ciência” A prova da OBA abrange conteúdos de geografia, história, física e algumas aplicações de Matemática nas questões de astronáutica.

A OBA se coloca como auxiliar na aprendizagem da Astronomia, mas os recursos para o trabalho com tais temas não estão restritos a ela. Outras possibilidades para o ensino de ciências e, especificamente o estudo da Astronomia, são os experimentos e a observação direta do céu (MARGARETH; STRIEDE.2016, pg. 5.).

A OBA é importante para os alunos pois envolve uma preparação para a prova e o resultado de notas dentro de intervalo corte, onde nesta Olimpíada gera Medalhas de ouro e prata e bronze, e além de brindes. (CANALLE, 2014, p.445) defende que a “OBA tem contribuído para o sucesso de muitos alunos, pois muitos dos seus medalhistas recebem convites para cursarem, com bolsas parciais ou integrais, o ensino médio em excelentes colégios particulares.” As Olimpíadas Científicas são importantes na escola, pois se espera que estas possam estimular a competição entre os alunos na busca de medalhas e além disso a aprendizagem científica.

No ano de 2004, a OBA passou por uma nova reestruturação. A prova, ainda composta por uma única fase, foi dividida em quatro níveis de provas, de acordo com a escolaridade dos alunos até os dias atuais. São eles:

- **Nível 1:** Destinado a alunos do 1º ao 3º ano do ensino fundamental. A prova contém questões básicas de Astronomia e Astronáutica, introduzindo conceitos como o Sistema Solar, fases da Lua e principais constelações.
- **Nível 2:** Aplicado aos alunos do 4º ao 5º ano do ensino fundamental. Nesta fase, os estudantes aprofundam os conhecimentos sobre o Sistema Solar, movimento dos planetas e a influência da gravidade.
- **Nível 3:** Voltado para alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental. As questões incluem temas mais complexos, como leis de Kepler, exploração espacial e noções básicas de astrofísica.
- **Nível 4:** Direcionado aos estudantes do ensino médio. Aqui, os alunos lidam com questões mais desafiadoras, envolvendo conceitos de mecânica celeste, relatividade, espectroscopia e física dos corpos celestes.

A partir de 2005, a OBA contou com o apoio da Agência Espacial Brasileira (AEB) que se estabeleceu na Comissão Organizadora deste ano em diante. A OBA passou a incluir, obrigatoriamente, conteúdos relacionados à Astronáutica. Assim, a OBA mudou seu nome e passou a se chamar Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, porém, manteve sua sigla.

A prova da OBA é composta por questões de múltipla escolha e dissertativas que abordam temas como o Sistema Solar, a mecânica celeste, astrofísica e tecnologias espaciais.

A OBA também está associada à Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), uma atividade prática em que os estudantes constroem e lançam foguetes utilizando garrafas PET ou materiais mais avançados para categorias superiores. Essa etapa experimental auxilia na compreensão dos princípios da Astronáutica, como a Terceira Lei de Newton aplicada ao funcionamento de foguetes (FERREIRA, 2020).

Desde seu primeiro ano de realização, a OBA só cresceu. No ano de 2009, atingiu o maior número de participações da sua história, com cerca de 868.000 alunos envolvidos, devido à comemoração do Ano Internacional da Astronomia (CANALLE et al., 2009). Após 2009, houve uma pequena diminuição no número de participantes, contemplando cerca de 800 mil alunos aproximadamente a cada ano até 2018, a partir de 2019 esse número começou a crescer, batendo recorde. Em 2024, a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) alcançou um marco histórico, com mais de 2 milhões de estudantes inscritos em todo o Brasil. Atualmente OBA é uma das olimpíadas científicas mais consolidadas no Brasil.

2.6.2 Jornada como professor representante na oba

Desde 2017, atuo como professor representante da OBA, incentivando e organizando a participação dos alunos. Minha caminhada começou com um pequeno grupo de estudantes interessados, mas ao longo dos anos, o envolvimento cresceu significativamente. Cada edição da OBA trouxe novos desafios e aprendizados, tanto para os alunos quanto para mim como educador.

Uma das principais dificuldades no início foi a preparação dos alunos, uma vez que muitos nunca haviam tido contato aprofundado com Astronomia. Para solucionar isso, implementei aulas preparatórias utilizando materiais da própria OBA, além de realizar simulações de provas e atividades práticas, como a construção de relógios de sol e a observação do céu noturno.

O impacto da OBA na escola foi notável. Os estudantes começaram a demonstrar maior interesse por temas científicos e tecnológicos, participando

ativamente das atividades propostas. Além disso, a olimpíada proporcionou oportunidades de premiação e reconhecimento, com alunos recebendo medalhas e certificados que incentivaram ainda mais a busca pelo conhecimento.

Com o tempo, a experiência adquirida permitiu aprimorar estratégias de ensino, tornando o processo mais eficiente e envolvente. A participação na MOBFOG também foi um grande diferencial, pois além do conteúdo teórico, os alunos puderam experimentar conceitos na prática, reforçando a aprendizagem de forma lúdica e dinâmica.

Nos últimos anos, observei um aumento significativo na participação dos alunos, refletindo uma valorização maior da Astronomia dentro do ambiente escolar. Além das atividades curriculares, promovemos eventos de observação astronômica, onde utilizamos telescópios para visualizar planetas, a Lua e outros astros, aproximando ainda mais os estudantes da ciência.

Outro aspecto importante tem sido o apoio das famílias, que passaram a reconhecer a relevância da OBA no desenvolvimento acadêmico dos estudantes. Muitos pais e responsáveis relatam um aumento na motivação dos filhos para estudar ciências e buscar carreiras na área tecnológica.

Além da organização da OBA na escola, busquei aprimorar minha formação na área, participando de cursos e palestras voltados para o ensino de Astronomia. Esse aprendizado constante tem permitido uma abordagem mais qualificada, tornando as aulas e preparações mais atrativas e interativas.

A OBA também proporcionou oportunidades para alunos se destacarem em competições internacionais. Alguns dos estudantes que participaram da olimpíada avançaram para fases seletivas de eventos como as Olimpíadas Internacionais de Astronomia, uma experiência que ampliou seus horizontes e abriu portas para oportunidades acadêmicas futuras.

Ser professor representante da OBA desde 2017 tem sido uma experiência enriquecedora e gratificante. Ver o crescimento acadêmico e o entusiasmo dos alunos ao longo dos anos reforça a importância do ensino de Astronomia e Astronáutica nas

escolas. Continuarei incentivando e expandindo essa iniciativa, buscando sempre novas formas de inspirar futuras gerações de cientistas e exploradores do universo.

O ensino de Astronomia e Astronáutica deve ser incentivado nas escolas, utilizando abordagens inovadoras que promovam a experimentação e a observação. Para isso, é essencial investir na formação docente e no desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis, possibilitando uma aprendizagem mais significativa e estimulante para os alunos. A OBA e a MOBFOG são iniciativas que contribuem diretamente para esse objetivo, estimulando o interesse pela ciência e possibilitando um ensino mais dinâmico e participativo. Além disso, o envolvimento com a OBA mostra como iniciativas educacionais bem estruturadas podem transformar o ambiente escolar, inspirando jovens a se dedicarem ao estudo e à pesquisa científica.

3. TÓPICOS DE FÍSICA APLICADOS AO ENSINO DE ASTRONOMIA

A Física é a base fundamental da Astronomia, pois fornece as leis e princípios que explicam os fenômenos do universo. Sem a Física, não seria possível compreender a gravidade, a força que mantém os planetas em órbita ao redor do Sol e que rege o movimento das galáxias. A Lei da Gravitação Universal de Newton e a Teoria da Relatividade Geral de Einstein são essenciais para entender desde as marés terrestres até a curvatura do espaço-tempo causada por buracos negros (HAWKING, 2001).

Além disso, a Física permite a análise da luz emitida pelos astros por meio da Espectroscopia, possibilitando a identificação da composição química, temperatura e movimento das estrelas e galáxias (CARROLL; OSTLIE, 2017). A Mecânica Celeste, ramo da Física, explica o movimento dos corpos no espaço, enquanto a Termodinâmica estuda a energia gerada em processos estelares, como a fusão nuclear que ocorre no interior do Sol (ZIMAN, 1979).

A Física Quântica é essencial para compreender os processos subatômicos que ocorrem nas estrelas e em objetos extremos como buracos negros e pulsares (GRIFFITHS, 2005). Já a Física de Partículas auxilia no estudo da matéria escura, um dos maiores mistérios da Astronomia moderna (KOLB; TURNER, 1990). Dessa forma, a Astronomia e a Física estão intrinsecamente conectadas, sendo impossível avançar no conhecimento do universo sem o suporte das leis físicas.

Este capítulo apresenta uma abordagem histórica, mostrando alguns momentos importantes que justificam a construção dos modelos teóricos do Sistema Solar e das leis físicas de Kepler e Newton; Saber como o conhecimento científico desenvolveu-se é fundamental para entender os fatores históricos (SILVA, 2006).

3.1 Contribuições de Nicolau Copérnico no Ensino de Física e Astronomia

Astrônomo polonês (1473-1543). É responsável pela descrição do sistema heliocêntrico, que dá início à Astronomia moderna (ver Heliocentrismo).

A figura 10 retrata Nicolau Copérnico em seu estudo, apresentando o modelo heliocêntrico que revolucionou a astronomia, com esferas celestes e estudantes ao fundo, simbolizando a transição do geocentrismo para o heliocentrismo.

Figura 10 - Nicolau Copérnico, um dos pais da astronomia moderna, nasceu em Tourum, na Polônia, em 19 de fevereiro de 1473.



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Nasce em Torum e fica órfão aos 11 anos. Criado por um tio materno, ingressa na Universidade de Cracóvia em 1491 para cursar Medicina. Também estuda Filosofia, Matemática e Astronomia e interessa-se pelo humanismo. Viaja para a Itália em 1497, para aprender os clássicos gregos e o Direito Canônico em Bolonha. Volta à Polônia em 1501 e ordena-se padre, mas permanece pouco tempo no país, como cônego da Catedral de Frauenburg. Retorna à Itália, onde frequenta as universidades

de Pádua e Ferrara. Em Bolonha, aprofunda suas observações astronômicas. De volta a Frauenburg, em 1506, constrói um pequeno observatório e começa a estudar o movimento dos corpos celestes.

A partir dessas observações, escreve *Pequeno Comentário sobre as Hipóteses de Constituição do Movimento Celeste*, obra que só vem a público em 1530, apesar de ter sido escrita muito antes, por volta de 1507. Copérnico demora a divulgá-la por receio da reação da Igreja Católica. Em 1543, apresenta o sistema cosmológico com os princípios do heliocentrismo na obra *Das Revoluções dos Corpos Celestes*. Ao afirmar que a Terra se move em torno do Sol, refuta o sistema de Ptolomeu e revoluciona a ideia que o homem da época faz de si mesmo: feito à imagem e semelhança de Deus e, portanto, centro do Universo.

O ensino de Astronomia ganha profundidade quando relacionado com conceitos fundamentais da Física, especialmente ao abordar transformações históricas no entendimento do universo. Nicolau Copérnico (1473–1543) desempenhou papel essencial ao propor o modelo heliocêntrico, desafiando o geocentrismo vigente por mais de mil anos. Em sua principal obra, *de revolutionibus orbium coelestium* (1543), Copérnico sugeriu que o Sol está no centro do universo e que a Terra e os demais planetas giram ao seu redor. Esse modelo não apenas revolucionou a Astronomia, mas também impulsionou o desenvolvimento da Física moderna.

A proposta heliocêntrica exigiu a revisão de diversos conceitos físicos. Por exemplo, a ideia de que a Terra está em movimento levou à necessidade de compreender a inércia — mais tarde formalizada por Galileu Galilei e Isaac Newton. A rotação da Terra explicava a sucessão dos dias e noites, enquanto a translação ao redor do Sol elucidava as estações do ano. Ao trazer o movimento da Terra como elemento explicativo, Copérnico preparou o caminho para o estudo da cinemática e da dinâmica celeste.

No ensino de Física, o modelo copernicano permite conectar conteúdos como movimento circular, forças centrípetas, gravitação e sistemas de referência. Além disso, pode ser explorado em atividades práticas, como simulações de órbitas, uso de planetários e construção de modelos físicos. A abordagem interdisciplinar favorece a compreensão da ciência como processo histórico, experimental e conceitual.

Assim, Copérnico é peça fundamental para articular os conteúdos da Física com os fenômenos astronômicos, tornando o ensino mais contextualizado, reflexivo e atraente para os estudantes. Sua obra é um marco na história da ciência e uma base sólida para práticas pedagógicas no ensino da Astronomia.

3.2 Contribuições de Tycho Brahe no Ensino de Física e Astronomia

A descoberta das leis do movimento dos planetas e o posterior desenvolvimento da lei da gravitação universal que foi realizando nesse trabalho só se tornaram possíveis devido às observações sistemáticas do céu. Tais observações foram levadas a cabo desde a Antiguidade até o início da Era Moderna por grandes astrônomos, que dedicaram suas vidas. Entre estes, destaca-se Tycho Brahe.

A figura abaixo mostra Tycho Brahe, um astrônomo do século XVI, em seu observatório, segurando um globo celeste e rodeado por instrumentos astronômicos, simbolizando sua dedicação à observação precisa e coleta de dados cosmológicos.

Figura 11 - O grande astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601).



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Antes da invenção do telescópio, as observações astronômicas eram feitas a olho nu. Diversos instrumentos foram desenvolvidos para tal fim. Apesar de, quando comparados com os instrumentos modernos, parecerem rudimentares, eles ofereciam

uma precisão na medida da posição dos astros razoavelmente boa para que fosse possível determinar e realizar previsões sobre o movimento dos corpos celestes.

Já na Grécia Antiga, o astrônomo Hiparcus, que viveu no segundo século a.C., realizou um trabalho sistemático de observação do céu. A maior parte do sistema geocêntrico de Ptolomeu, (Sistemas cosmológicos), foi baseado nas suas conclusões. Hiparcus determinou os comprimentos das estações, mediu o ano com precisão, descobriu a precessão dos equinócios e calculou o diâmetro do Sol e da Lua usando os eclipses. Mais importante ainda, Hiparcus elaborou a primeira carta celeste detalhada dando as posições de mais de 850 estrelas.

Contudo, o maior astrônomo do início da Era Moderna é, sem dúvida alguma, Tycho Brahe (1546-1601). Brahe nasceu na Dinamarca sendo descendente de uma família de nobres. Seu interesse pela Astronomia começou aos 14 anos quando assistiu maravilhado a um eclipse solar.

Aos 16 anos, foi enviado a Leipzig, na Alemanha, para estudar Direito, mas seu maior interesse era a Astronomia. Começou a observar os astros e, em 1563, observando a passagem de Júpiter perto de Saturno, verificou que a previsão do fenômeno pelas tabelas existentes produziu erros de vários dias. Então, Brahe concluiu: somente tabelas calculadas através de observações precisas e sistemáticas das posições dos planetas levadas a cabo por um longo período de tempo solucionariam esse tipo de problema. Por outro lado, estudando as observações existentes na sua época, descobriu erros aos quais atribuiu o fato dos instrumentos utilizados até então serem pequenos e mal calibrados. Teve início, assim, um trabalho que o acompanharia até o fim de sua vida. Financiado pelo Rei Frederico II, da Dinamarca, Tycho construiu seu próprio observatório, chamado Uraniborg, numa ilha doada a ele pelo rei e onde realizou suas observações; contratou artesãos com grande habilidade e supervisionou a construção de instrumentos de grande porte e alta precisão.

Alguns exemplos dos seus instrumentos são mostrados na Figura 12: o quadrante de azimute, o sextante e a grande armilar equatorial cujo círculo de declinação media 2,9 metros de diâmetro. Esses instrumentos foram instalados no

seu observatório de Uraniborg e, mais tarde, no outro observatório por ele construído, o Stjerneborg, que significa “castelo das estrelas”.

Figura 12 - Instrumentos usados por Tycho Brahe. À esquerda, o quadrante de azimute de 3 metros, no centro o sextante de cerca de 1,8 metro e a grande armilar equatorial à direita, com cerca de 4,8 metros de altura.



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Em 1599, a convite do rei da Boêmia Rudolf II, Tycho Brahe mudou-se para Praga onde instalou seus instrumentos. Nesse período, ele recebe como ajudante o jovem astrônomo Johannes Kepler para o qual passaria suas observações.

Tycho Brahe foi, sem dúvida alguma, um dos maiores observadores de todos os tempos, suas observações de alta precisão permitiram a Kepler deduzir as leis sobre as órbitas dos planetas.

Tycho Brahe foi um astrônomo dinamarquês que realizou observações extremamente precisas do céu antes da invenção do telescópio. Sua importância para o ensino de Física e Astronomia reside na metodologia observacional, na precisão dos dados coletados e na transição entre os modelos geocêntrico e heliocêntrico.

Um dos principais legados de Brahe foi a criação de um vasto catálogo estelar com medições detalhadas da posição dos planetas e estrelas (Brahe, 1602). Ele desenvolveu instrumentos inovadores, como o grande quadrante mural e o sextante, que permitiram medições mais exatas do que as feitas anteriormente (Westman, 2011). Esses instrumentos podem ser explorados em sala de aula para demonstrar princípios de óptica geométrica e a importância da precisão em experimentos científicos.

Brahe também propôs um modelo cosmológico híbrido, chamado geoheliocêntrico, no qual os planetas orbitavam o Sol, mas o Sol e a Lua orbitavam a Terra (Brahe, 1588). Esse modelo foi crucial para a transição entre o sistema ptolomaico e o copernicano, fornecendo dados que Johannes Kepler posteriormente utilizaria para formular suas leis do movimento planetário (Kepler, 1609). A partir das observações de Brahe, Kepler determinou que as órbitas planetárias eram elípticas, contrariando a crença em órbitas circulares perfeitas (Gingerich, 2004).

No ensino de Física e Astronomia, as contribuições de Brahe podem ser abordadas para exemplificar o método científico, a importância da observação e experimentação na ciência e o desenvolvimento da precisão nas medições astronômicas. Além disso, seu trabalho permite discutir a evolução dos modelos cosmológicos e o impacto das medições na formulação de leis físicas (Gingerich, 2004). A utilização de softwares de simulação pode auxiliar os estudantes a entenderem como suas observações foram feitas e sua relevância para a ciência moderna (Graney, 2015).

Dessa forma, Tycho Brahe representa um elo essencial entre a astronomia clássica e moderna, influenciando profundamente a Física e a Astronomia ao fornecer a base empírica para o desenvolvimento das leis que governam o movimento dos astros.

3.3 Contribuições de Galileu Galilei para o Ensino de Física e Astronomia

Galileu Galilei (nascido em 15 de fevereiro de 1564, em Pisa, Itália, e falecido em 8 de janeiro de 1642) revolucionou a Física e a Astronomia ao introduzir uma abordagem baseada na observação sistemática, experimentação e matematização dos fenômenos naturais. No ensino de Física, suas investigações sobre o movimento, como a lei da queda dos corpos, o estudo dos projéteis e o princípio da inércia, constituem fundamentos indispensáveis para a mecânica clássica e para o desenvolvimento do método científico. Na Astronomia, Galileu aprimorou o telescópio e realizou observações inéditas, como as montanhas da Lua, as fases de Vênus e os satélites de Júpiter, oferecendo fortes evidências em favor do heliocentrismo e transformando a compreensão do cosmos. Suas contribuições também inspiram práticas pedagógicas investigativas, valorizando o questionamento, o registro de

dados e a interpretação crítica, elementos essenciais no ensino contemporâneo das Ciências.

3.4 Contribuições de Johannes Kepler no Ensino de Física e Astronomia

Johannes Kepler (Figura 13) nasceu na atual Alemanha em 1571 de parto prematuro e teve várias enfermidades durante a infância, tendo sido uma criança fraca e doente. Mesmo assim, foi um menino brilhante e fez todos se surpreenderem com suas habilidades matemáticas. Na juventude, entrou num seminário protestante a fim de seguir a carreira de pastor, mas, pouco antes de ordenar-se sacerdote, recebeu o convite para ensinar Astronomia na escola protestante de Graz, na Áustria, e para lá partiu em 1594, aos 23 anos.

A figura 13 representa Johannes Kepler em seu estudo, cercado por mapas celestes e instrumentos, enquanto os planetas flutuam ao seu redor, ilustrando sua dedicação à formulação das leis do movimento planetário que descreveram as órbitas elípticas.

Figura 13 - Johannes Kepler (1571-1630).

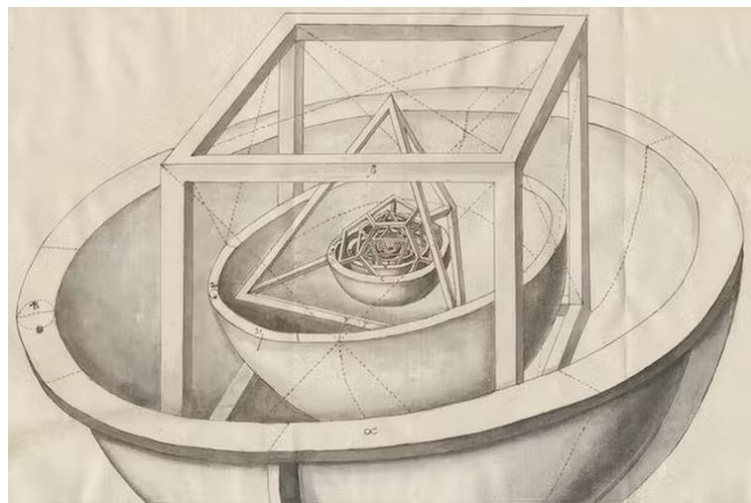


Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

Kepler era profundamente religioso e místico. Tinha uma visão pitagórica do Universo, ou seja, acreditava na natureza matemática da sua estrutura. Durante o

período em que viveu em Graz, o primeiro trabalho de Kepler tratou de uma teoria para as órbitas dos planetas do Sistema Solar baseada nas idéias de Platão acerca da existência dos sólidos geométricos “perfeitos”. Esses sólidos são os únicos poliedros regulares: tetraedro, hexaedro (cubo), octaedro, dodecaedro e icosaedro. Kepler verificou que os cinco sólidos platônicos poderiam ser inscritos e circunscritos por esferas. Dispondo tais esferas de forma concêntrica, tendo cada uma delas um dos cinco sólidos inscrito, ele produziria seis camadas, correspondendo aos seis planetas conhecidos: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno. Se a ordem dos sólidos inscritos nas esferas concêntricas fosse (de dentro para fora) octaedro, icosaedro, dodecaedro, tetraedro e cubo seria possível as esferas serem dispostas em intervalos que corresponderiam aos tamanhos relativos das órbitas de cada planeta (Figura 14). Esse modelo supunha, naturalmente, que o Sistema Solar era heliocêntrico (de Copérnico) e que as órbitas planetárias eram circulares. Kepler publicou esse trabalho em 1596, sob o título de *Mysterium Cosmographicum* (O Mistério Cósmico), consolidando-se como um grande astrônomo.

Figura 14 - Modelo dos sólidos platônicos de Kepler para o sistema solar.



Fonte: Sistema Solar. Disponível em:

https://c.files.bbci.co.uk/5E14/production/128248042_f9e7c888-aeaf-4671-9cc5-95e8aff3a1be.jpg.

Acesso em: 3 jun. 2025.

Em 1600, Kepler havia se tornado bastante conhecido como astrônomo e matemático e foi convidado por Tycho Brahe para trabalhar como seu assistente no seu observatório em Praga. Após a morte de Brahe, Kepler foi nomeado diretor do observatório, tendo também herdado todas as suas observações. Ali, desenvolveu o trabalho que o levaria mais tarde a descobrir as três leis sobre as órbitas planetárias.

Em 1612, mudou-se de Praga para ser professor em uma pequena escola em Linz, na Áustria, e faleceu em novembro de 1630.

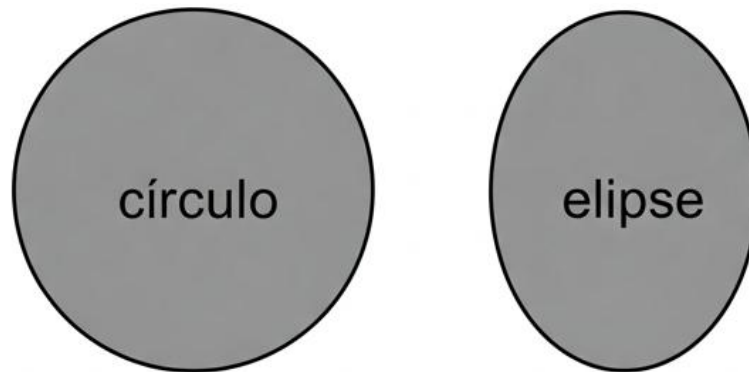
3.4.1 As Leis de Kepler

Johannes Kepler (1571–1630) foi uma figura central na Revolução Científica, e suas contribuições são fundamentais para o ensino da Física e da Astronomia. Conhecido principalmente por ter formulado as três leis do movimento planetário, Kepler transformou profundamente a compreensão do cosmos, ao romper com a tradição geocêntrica e circular da cosmologia aristotélico-ptolomaica (KOYRÉ, 2001; RIBEIRO, 2015).

Quando Kepler foi trabalhar em Praga no observatório de Tycho Brahe, este lhe sugeriu estudar o problema da órbita de Marte. Kepler logo iniciou esses estudos e continuou por mais de cinco anos. A ideia dominante na época era a de que os planetas deveriam descrever órbitas circulares. Isso estava de acordo com a concepção aristotélica da perfeição do círculo associada à perfeição que deveria existir no mundo astral. Além disso, Kepler era um defensor da teoria de Copérnico, o qual afirmava que as órbitas dos planetas eram circulares. Durante anos, Kepler tentou, sem sucesso, ajustar os dados das observações de Brahe da órbita de Marte a um círculo. No entanto, o ajuste sempre resultava numa diferença de alguns minutos de arco e ele sabia que as observações do grande astrônomo não poderiam estar tão incorretas.

Assim, apesar de uma relutância inicial, Kepler começa a abandonar a ideia considerada intocável, há quase dois mil anos, da perfeição da forma circular. Ele verificou que se supusesse que a órbita de Marte era oval, ou seja, possuísse uma forma elíptica em vez de circular (Figura 15), as observações de Brahe sobre as posições do planeta concordavam muito bem com seus cálculos. Kepler imediatamente concluiu que as órbitas dos planetas eram elípticas com o Sol ocupando um dos focos.

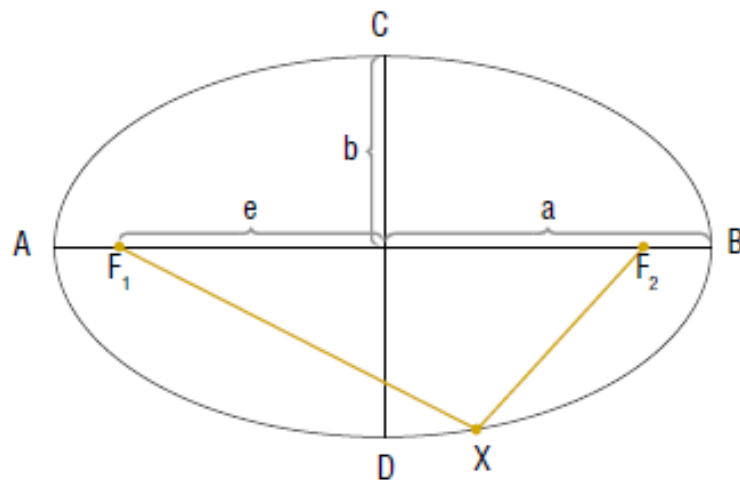
Figura 15 - Diferença entre círculo e elipse.



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

A figura 15 ilustra uma elipse com seus focos (F_1 e F_2), semieixo maior (a), semieixo menor (b) e a distância focal (e), destacando a propriedade de que a soma das distâncias de qualquer ponto da elipse (X) aos focos é constante.

Figura 16 - Características de uma elipse.



Fonte: *Elipse*. Disponível em: <https://www.webfisica.com/imagens-fisica/aulas/aula3-27/elipse.png>. Acesso em: 3 jun. 2025.

A elipse, como podemos verificar no livro de GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. Um Curso de Cálculo – Volume 2, é uma figura geométrica plana (Figura 16) definida como uma curva cuja soma das distâncias ($F_1X + F_2X$) de qualquer um ponto (X) sobre a mesma a dois pontos fixos F_1 e F_2 , chamados focos, é constante.

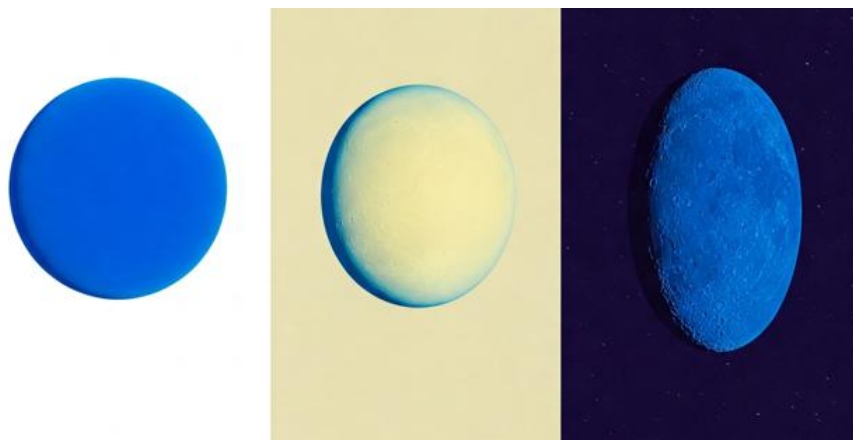
Ela possui as seguintes propriedades: a linha AB é chamada eixo maior; a linha CD é o eixo menor; e os pontos F_1 e F_2 são chamados focos da elipse. As distâncias a e b são o semieixo maior e o semieixo menor, respectivamente. Ela

também é caracterizada por um número e , chamado excentricidade, que é igual à distância entre os focos F_1F_2 dividida pelo eixo maior, ou seja,

$$e = \frac{\overline{F_1F_2}}{\overline{AB}} \quad (3.1)$$

A excentricidade é uma grandeza que varia de 0 a 1. Quando a excentricidade é igual a 0, a elipse torna-se um círculo, pois F_1 coincide com F_2 , sendo a distância F_1F_2 igual a 0, e a distância AB o diâmetro do círculo. Quanto maior a excentricidade, mais alongada será a elipse (Figura 17).

Figura 17 - Excentricidade crescente de uma elipse.

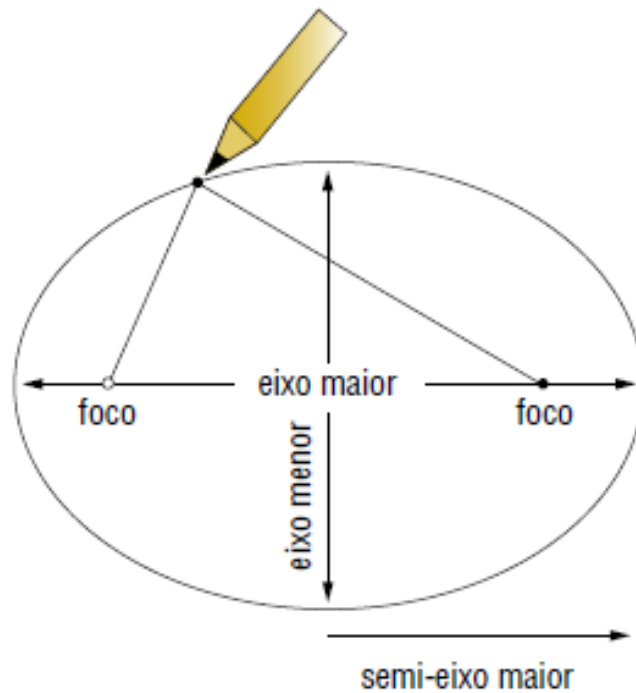


Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

3.4.2 Demonstração como construir uma elipse

Tome um pedaço de barbante e marque dois pontos (os focos da elipse) sobre uma reta (a distância entre os dois pontos deve ser menor que o comprimento do barbante). Fixe as extremidades do barbante nestes dois pontos e, tencionando o barbante com um lápis, desenhe uma curva fechada, como mostrado na Figura 18. Dessa forma, você deverá obter uma elipse.

Figura 18 - Construção de uma elipse.



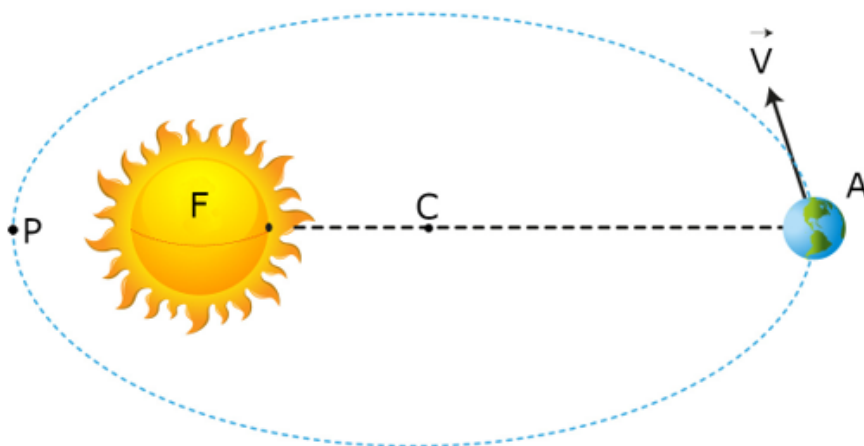
Fonte: DAVID DARLING ENCYCLOPEDIA. *Ellipse*. Disponível em:
<https://www.daviddarling.info/encyclopedia/E/ellipse.html>. Acesso em: 2 jun. 2025.

Com a descoberta de que a órbita de Marte não era circular e sim elíptica, Kepler fez imediatamente uma generalização e enunciou a sua primeira lei, como veremos a seguir.

3.4.4 Primeira Lei de Kepler, Lei das Órbitas Elípticas

Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol estando este situado em um dos focos da elipse.

Figura 19 - Primeira Lei de Kepler.



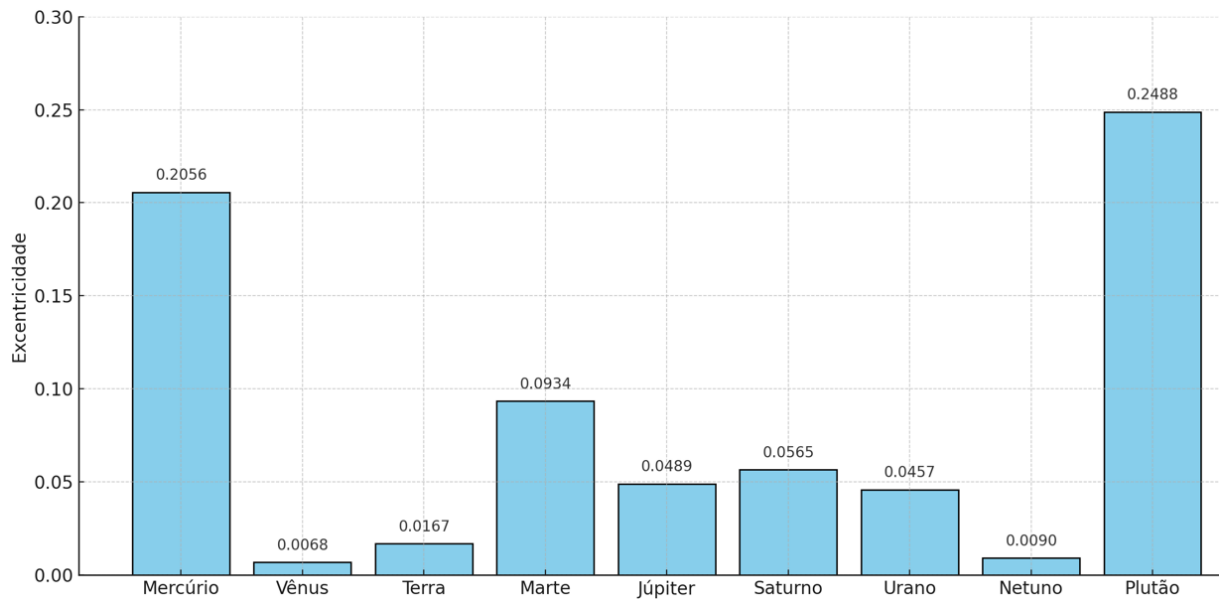
Fonte: INFOESCOLA. Primeira Lei de Kepler. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-de-kepler/>. Acesso em: 2 jun. 2025.

Na Figura 19, vemos uma ilustração dessa lei. Como podemos observar, o Sol não está no centro da elipse e sim num dos focos. Como o planeta segue a elipse, a distância, por exemplo, da Terra ao Sol está sempre mudando. Numa órbita circular, essa distância seria constante, igual ao raio do círculo. Na ilustração anterior, mostramos uma órbita bastante excêntrica. As órbitas reais são muito menos excêntricas do que está.

A Terra apresenta uma excentricidade próxima de zero, assim, sua órbita se aproxima da circunferência. Para (DOCA, et al, 2016, p.148) afirma que “O fato de existirem órbitas praticamente circulares não invalida, contudo, a 1ª Lei de Kepler, já que a circunferência é um caso particular de elipse que tem os focos coincidentes”. Os astrônomos determinaram com exatidão as excentricidades dos oito planetas do sistema, inclusive o planeta anão Plutão. (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

O gráfico de barras abaixo exhibe a excentricidade orbital de diversos planetas do nosso sistema solar, incluindo o planeta anão Plutão, destacando Mercúrio e Plutão como os corpos com as órbitas mais elípticas (maior excentricidade).

Gráfico 1 - A excentricidade dos planetas.



Fonte: NOGUEIRA; CANALLE, 2009.

Os cálculos realizados por Kepler levaram-no a descobrir duas outras leis as quais discutiremos a seguir.

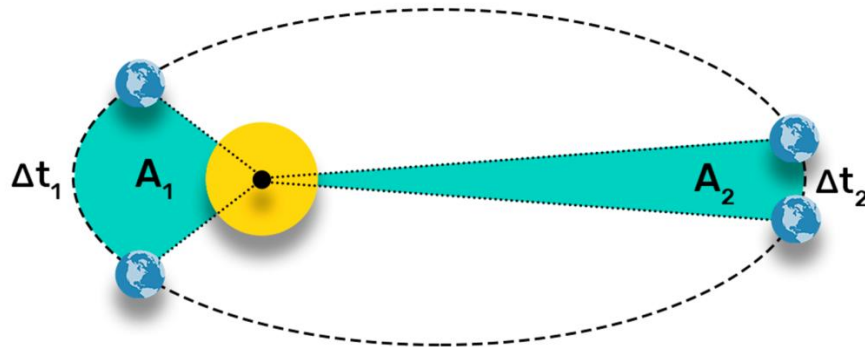
3.4.5 Segunda Lei de Kepler, Lei das Áreas

A 2ª Lei de Kepler explica a variação da velocidade de um planeta ao longo da sua trajetória de translação. O vetor posição do planeta relativamente ao Sol varre áreas iguais da elipse em tempos iguais.

Se traçarmos uma linha imaginária unindo o Sol a um planeta, ela varrerá áreas iguais em intervalos de tempo iguais enquanto o planeta viaja em torno do Sol sobre a elipse no seu movimento orbital.

Primeiramente, imagine uma linha imaginária que liga o Sol ao planeta. Enquanto o planeta orbita, ela varre uma determinada área. Observe na figura abaixo duas dessas áreas, uma formada quando o planeta está mais próximo do Sol e outra quando ele se encontra mais distante. Pode ser difícil de notar, mas ambas as áreas possuem o mesmo valor.

Figura 20 - Áreas formadas em intervalos de tempo Δt durante a translação do planeta.



Fonte: APROVA TOTAL. Leis de Kepler: tudo o que você precisa saber. Disponível em: <https://aprovatotal.com.br/leis-de-kepler/>. Acesso em: 2 jun. 2025. aprovatotal.com.br+5

O que a segunda lei de Kepler nos diz sobre isso é:

$$\text{Se } A_1 = A_2, \text{ então } \Delta t_1 = \Delta t_2$$

Ou seja, se as áreas formadas são iguais, os intervalos de tempo decorridos também são.

A Figura 20 ilustra bem essa lei: o planeta executa o movimento elíptico mudando constantemente a sua velocidade angular enquanto se move sobre sua órbita. Quando está mais afastado do Sol, o planeta se move mais lentamente enquanto seu movimento será mais rápido ao se aproximar do Sol.

O ponto de maior aproximação do planeta ao Sol é denominado periélio e o ponto de máxima separação é denominado afélio. Assim, de acordo com a Segunda Lei de Kepler, o planeta move-se mais rapidamente quando está no periélio e mais lentamente quando está próximo ao afélio.

Sendo assim, podemos inferir que, do afélio para o periélio, o movimento do planeta é acelerado, e, do periélio para o afélio, o movimento é retardado.

A figura 21 ilustra a órbita elíptica da Terra em torno do Sol, detalhando as distâncias médias, o afélio (maior distância, em julho) e o periélio (menor distância, em janeiro), e o tempo de propagação da luz solar até a Terra.

Figura 21 - Distância da Terra no Afélio e no Periélio em relação ao Sol.



Fonte: O QUE VER NO CÉU – ASTRONOMIA. Órbita da Terra em torno do Sol destacando afélio e periélio. Disponível em:

<https://www.facebook.com/OQueVerNoCeuAstronomia/photos/a.331943486984502/1554476271397878/?type=3>. Acesso em: 12 abr. 2025.

Para (GUIMARÃES, et al, 2016, pg.211). Na órbita da Terra, o Periélio ocorre no final do mês de dezembro e encontra-se a 147 milhões de quilômetros do Sol e, o Afélio, no final do mês de junho, a 152 milhões de quilômetros”. Conforme a figura 22 que mostra o prolongamento do Periélio e do Afélio.

Figura 22 - Órbita da Terra meses do Periélio e Afélio.



Fonte: Disponível em: <OBA2019_CARTA_E_GABARITO_NIVEL_3.pdf> acesso em 12 de abril de 2025.

3.4.6 Terceira Lei de Kepler, Lei dos Períodos

A terceira lei de Kepler, também conhecida como lei dos períodos, foi criada por Johannes Kepler baseada nos dados obtidos em seus estudos e nas observações de Tycho Brahe.

Essa lei relaciona a distância do Sol com o tempo do movimento de translação, em que o cubo do raio médio da órbita do planeta é diretamente proporcional ao quadrado do período de translação do planeta ao redor do Sol. Assim, quanto maior for o tempo de translação, maior será nossa distância em relação ao astro.

Baseada nesse contexto, a fórmula que descreve a segunda lei é:

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante} \quad (3.2)$$

T é o período de revolução do planeta, medido em horas ou anos.

R é o raio médio da órbita do planeta, medido em quilômetros ou UA.

O cubo do raio médio da órbita do planeta (ou seja, R^3) é diretamente proporcional ao quadrado do período de translação (ou seja, T^2) do corpo celeste ao redor do Sol. Entretanto, para calcular o que desejamos, comparamos dois planetas ou dois corpos celestes, utilizando a fórmula:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

T_1 e T_2 são os períodos de revolução de dois planetas.

R_1 e R_2 são os períodos de revolução de dois planetas.

Na tabela abaixo, você pode conferir os valores de período, raio médio de órbita e constante de Kepler para esses planetas:

Quadro 8 - Tabela de raios médios e períodos de órbita para os planetas do Sistema Solar.

Planeta	Raio médio da órbita (R) em UA	Período (T) em anos terrestres	T^2/R^3
Mercúrio	0,387	0,241	1,002
Vênus	0,723	0,615	1,001
Terra	1,00	1,00	1,000
Marte	1,524	1,881	1,000
Júpiter	5,203	11,860	0,999
Saturno	9,539	29,460	1,000
Urano	19,190	84,010	0,999
Netuno	30,060	164,800	1,000

Fonte: As Leis de Kepler. Disponível em: <https://aprovatotal.com.br/leis-de-kepler/>. Acesso em: 3 jun. 2025.

A tabela apresenta dados do raio médio da órbita (R) em Unidades Astronômicas e o período orbital (T) em anos terrestres para diversos planetas, demonstrando a validade da Terceira Lei de Kepler, na qual a razão T^2/R^3 é aproximadamente constante para todos eles.

No ensino de Ciências, as leis de Kepler representam uma oportunidade para trabalhar com temas como movimento curvilíneo, forças centrais, leis de conservação, além de desenvolver habilidades em modelagem matemática, interpretação gráfica e história da ciência. Seu estudo permite abordar também o papel das revoluções científicas na construção do conhecimento (KUHN, 2006; CHALMERS, 1993), integrando conteúdos de Física, Matemática, Filosofia e Astronomia.

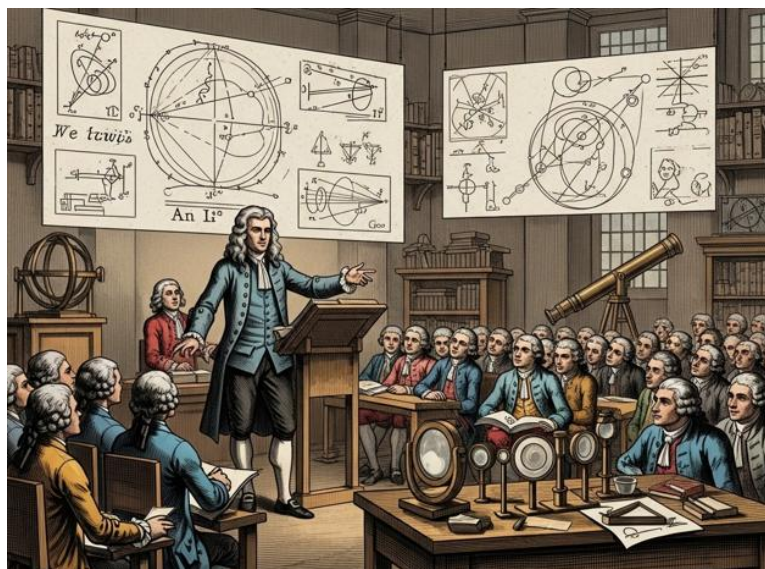
Além do valor conceitual, as contribuições de Kepler são exemplos notáveis do uso do método científico, da construção de modelos baseados em evidências e da capacidade de revisão crítica das teorias anteriores. No contexto educacional, sua obra pode ser explorada em projetos interdisciplinares e sequências didáticas que promovam a alfabetização científica e o pensamento crítico (CARVALHO, 2013; MORTIMER; MACHADO, 2016).

Portanto, as ideias de Kepler continuam atuais e essenciais para a formação científica de estudantes, tanto pela riqueza teórica quanto pelo valor pedagógico e histórico de sua trajetória científica.

3.5 Contribuições de Sir Isaac Newton no Ensino de Física e Astronomia

Sir Isaac Newton nasceu em 4 de janeiro de 1643, na Inglaterra. Foi uma das figuras mais influentes da história da ciência. Ele revolucionou a física, a matemática e a astronomia com suas descobertas. Seu trabalho lançou as bases para a física clássica e influenciou profundamente a ciência moderna. Conhecido principalmente por formular as leis do movimento e a lei da gravitação universal, que explicaram fisicamente as leis de Kepler. Suas descobertas não apenas redefiniram a compreensão dos fenômenos naturais, como também estabeleceram os fundamentos para o ensino estruturado dessas ciências. A seguir, são discutidas suas principais contribuições e suas implicações para o ensino de Física e Astronomia na educação básica e superior.

Figura 23 - Sir Isaac Newton (1642–1727).



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2025).

A figura 23 retrata Isaac Newton lecionando sobre suas leis do movimento e da gravitação universal, com diagramas científicos no quadro e uma audiência atenta, simbolizando a transmissão de conhecimento fundamental da física clássica.

3.5.1 Leis do Movimento

As chamadas Leis de Newton ou Leis do Movimento foram formuladas em sua obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687) e descrevem o comportamento dos corpos sob ação de forças. Elas são:

1ª Lei – Princípio da Inércia: Um corpo em repouso tende a permanecer em repouso, e um corpo em movimento tende a continuar em movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força externa atue sobre ele. Esta lei é essencial para compreender que o movimento não exige uma causa contínua, desafiando ideias aristotélicas.

2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica: A aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante que atua sobre ele e inversamente proporcional à sua massa ($F = ma$). Essa equação é base para o cálculo de forças em diferentes contextos, como quedas, tração e sistemas de partículas.

3ª Lei – Ação e Reação: Para toda força de ação, existe uma força de reação de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto. Essa lei é amplamente aplicada no estudo de interações, como empuxo de foguetes, propulsão de veículos e sistemas em equilíbrio.

No ensino, essas leis são fundamentais para a introdução da Mecânica. Elas permitem que o aluno compreenda o mundo físico de forma lógica e qualitativa. A abordagem de experimentos simples, como o plano inclinado ou o carrinho em trilho de ar, facilita a compreensão conceitual e fortalece o raciocínio físico (TIPLER; MOSCA, 2016).

3.5.2 Lei da Gravitação Universal

Newton formulou a Lei da Gravitação Universal, que afirma que dois corpos quaisquer se atraem com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Essa formulação unificou o comportamento de corpos celestes (como planetas e luas) com os corpos na Terra, mostrando que a mesma força que faz uma maçã cair também mantém a Lua em órbita.

Essa ideia foi revolucionária: pela primeira vez, os céus e a Terra obedeciam às mesmas leis físicas. Newton também derivou as Leis de Kepler a partir de sua

teoria gravitacional, mostrando que a órbita elíptica dos planetas era uma consequência natural da força gravitacional (NEWTON, 1999).

A fórmula da Lei da Gravitação Universal, proposta por Isaac Newton, é:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (3.3)$$

Onde:

F = força gravitacional entre dois corpos (em newtons, N)

G = constante gravitacional universal ($6,674 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$)

m_1 e m_2 = massas dos dois corpos (em quilogramas, kg)

r = distância entre os centros de massa dos corpos (em metros, m)

No ensino de Astronomia, essa lei é central para a compreensão de órbitas, marés, satélites artificiais e exploração espacial. Ela também permite uma abordagem interdisciplinar com a Geografia (gravidade e relevo terrestre) e matemática (funções e relações inversamente proporcionais).

3.5.3 Óptica e Natureza da Luz

Newton também investigou profundamente a natureza da luz. Com seus experimentos utilizando prismas, demonstrou que a luz branca é composta por todas as cores do espectro visível, e que essas cores podem ser recombinadas para formar novamente a luz branca. Ele defendeu a teoria corpuscular da luz (a luz como partícula), que mais tarde seria revisada com os avanços da teoria ondulatória.

Seus estudos foram fundamentais para o desenvolvimento da óptica geométrica, explicando fenômenos como reflexão, refração e dispersão. Também projetou o telescópio refletor de Newton, que reduzia aberrações cromáticas comuns nos telescópios refratores da época (HECHT, 2017).

No ensino, esses conhecimentos introduzem os alunos aos fenômenos ópticos e à instrumentação astronômica. Experimentos com prismas, lentes e espelhos despertam o interesse pela investigação científica e ajudam a visualizar fenômenos abstratos de forma concreta.

3.5.4 Cálculo e Método Científico

Embora frequentemente associado apenas às leis físicas, Newton também foi um dos criadores do cálculo diferencial e integral, desenvolvido simultaneamente por ele e por Leibniz. O cálculo permitiu modelar matematicamente movimentos acelerados, crescimento, variações de velocidade e mudanças contínuas – ou seja, problemas que não podiam ser resolvidos apenas com álgebra ou geometria.

Newton aplicava esse novo aparato matemático diretamente em seus estudos de mecânica celeste e movimento, o que consolidou a importância do raciocínio matemático na ciência.

Além disso, Newton representa um marco no uso do método científico moderno, baseado na experimentação, observação sistemática e modelagem matemática. Sua abordagem inspira práticas didáticas mais investigativas e experimentais no ensino de ciências (GUERRA, 2012).

3.5.5 Aplicações na Astronomia

Ao aplicar suas leis da mecânica à Astronomia, Newton forneceu explicações físicas para os movimentos planetários. Ele demonstrou que as órbitas dos planetas, anteriormente descritas empiricamente por Kepler, resultavam diretamente da ação da gravidade. Assim, Newton deu base teórica à visão heliocêntrica do sistema solar e permitiu que a Astronomia se consolidasse como uma ciência física exata (KUHN, 2006).

No ensino da Astronomia, essa unificação entre as leis físicas e os movimentos celestes permite que os alunos compreendam fenômenos como:

- órbitas dos planetas e satélites;
- marés terrestres;
- funcionamento de satélites artificiais e sondas espaciais;
- eclipses e estações do ano.

Esses conteúdos, quando bem contextualizados com a física newtoniana, tornam o ensino de Astronomia mais coerente, integrado e significativo.

Os conceitos de Newton estruturam o ensino de Física no Ensino Médio, especialmente no estudo de movimentos, forças, gravidade e energia. Suas ideias

permitem conexões entre Física e Astronomia, promovendo a interdisciplinaridade, favorecendo o uso da experimentação, da modelagem matemática e do pensamento lógico no processo de ensino-aprendizagem.

As contribuições de Newton não são apenas históricas; elas estruturam o ensino moderno de Física e Astronomia. Seus princípios ajudam os estudantes a compreender desde fenômenos cotidianos até os mais complexos sistemas celestes, favorecendo uma formação científica sólida. Incorporar o legado de Newton ao ensino vai além da memorização de fórmulas — significa promover o pensamento lógico, a argumentação científica e a valorização do conhecimento construído historicamente pela humanidade.

4. MODELO KEPLERIANO À MECÂNICA NEWTONIANA: FUNDAMENTOS DA ASTRONOMIA ORBITAL

4.1 Introdução

A compreensão do movimento dos corpos celestes sempre esteve entre os maiores desafios da humanidade e desempenhou papel crucial no desenvolvimento da ciência moderna. Desde as primeiras observações sistemáticas do céu até a formulação de leis físicas universais, a astronomia serviu como laboratório natural para a construção do conhecimento científico. Neste contexto, o estudo das órbitas planetárias representa não apenas um marco histórico na consolidação do método científico, mas também uma síntese entre observação empírica e formalismo matemático. O capítulo propõe uma análise aprofundada da transição do modelo orbital kepleriano para a mecânica newtoniana, investigando os fundamentos físicos e matemáticos que sustentam a astronomia orbital.

Johannes Kepler (1571–1630), utilizando os dados extremamente precisos coletados por Tycho Brahe, estabeleceu três leis fundamentais que descrevem o movimento dos planetas em torno do Sol. Sem dispor de uma explicação causal para esses movimentos, Kepler construiu um modelo matemático robusto, baseado em órbitas elípticas, em velocidades variáveis e em uma harmonia matemática entre os períodos orbitais e os raios médios das órbitas (KEPLER, 1609). Seu trabalho, profundamente influenciado por ideias neoplatônicas e pela busca de uma ordem cósmica, marcou o abandono definitivo dos modelos circulares e epicíclicos herdados

de Ptolomeu, aproximando-se pela primeira vez de uma descrição realista dos fenômenos celestes.

No entanto, apesar de seu sucesso preditivo, o modelo kepleriano carecia de uma fundamentação teórica. Foi Isaac Newton (1642–1727), cerca de meio século depois, quem forneceu o arcabouço físico capaz de explicar o porquê das leis de Kepler funcionarem tão bem. Em sua obra-prima, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (NEWTON, 1687), Newton introduziu a Lei da Gravitação Universal e as três leis do movimento, estabelecendo as bases da mecânica clássica. Demonstrou que a força gravitacional, inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os corpos e diretamente proporcional ao produto de suas massas, era responsável por reger os movimentos planetários e lunares, unificando os céus e a Terra sob as mesmas leis naturais.

A demonstração matemática das leis de Kepler a partir da gravitação newtoniana é um dos momentos mais emblemáticos da história da ciência. Através de ferramentas do cálculo e da geometria, Newton mostrou que uma força centrípeta de intensidade proporcional ao inverso do quadrado da distância leva, naturalmente, a órbitas elípticas, conforme previsto por Kepler (CHANDRASEKHAR, 1995). Além disso, ele explicou a variação da velocidade orbital por meio da conservação do momento angular, fundamentando a segunda lei de Kepler. Por fim, ao relacionar a força centrípeta à aceleração orbital média, Newton deduziu a terceira lei de Kepler, estabelecendo uma relação entre o período e o raio médio da órbita (TAYLOR, 2005).

Ao unificar as leis celestes e terrestres, Newton estabeleceu uma nova visão de mundo — mecanicista, determinista e regida por leis matemáticas universais. Essa concepção permitiu a criação da chamada *mecânica celeste*, ramo da física responsável por descrever, prever e simular o movimento dos corpos no espaço. A partir desse referencial teórico, tornou-se possível calcular órbitas de planetas, luas, cometas, asteroides e, séculos mais tarde, de satélites artificiais e sondas espaciais (MURRAY; DERMOTT, 1999).

A astronomia orbital, enquanto campo de estudo, combina aspectos da física, da matemática e da engenharia. No cerne desse campo estão os modelos orbitais baseados nas leis de Kepler e nas equações diferenciais derivadas da segunda lei de

Newton. Tais modelos permitem descrever com precisão não apenas órbitas elípticas, mas também trajetórias parabólicas e hiperbólicas, expandindo o escopo da análise para objetos que escapam da gravidade de corpos centrais (VALTONEN; KARTTUNEN, 2006). A solução do problema de dois corpos é uma aplicação clássica que ilustra a profundidade e a elegância das leis envolvidas. Já o problema dos três corpos inaugura o campo das simulações numéricas e dos sistemas caóticos, estendendo a mecânica celeste para a fronteira da física computacional.

Além da relevância teórica, o estudo das leis de Kepler e da gravitação de Newton também possui forte potencial didático. Sua abordagem permite o desenvolvimento de competências em modelagem matemática, resolução de problemas e compreensão da natureza das leis físicas. Ao conectar observações empíricas, raciocínio lógico e representação simbólica, essa temática favorece o letramento científico e promove a interdisciplinaridade entre física, matemática, história e filosofia da ciência (LOPES; PEREIRA, 2011).

Portanto propõe-se uma investigação sistemática da evolução do modelo orbital, partindo da formulação kepleriana e avançando até os fundamentos da mecânica newtoniana. Serão analisadas as implicações teóricas e práticas dessa transição, com ênfase na modelagem matemática das órbitas e na estrutura conceitual que sustenta a astronomia moderna. Espera-se, com isso, fornecer uma visão abrangente da dinâmica orbital, ressaltando sua importância histórica, sua profundidade científica e sua aplicabilidade em contextos contemporâneos, como a exploração espacial, a engenharia de satélites e o estudo de sistemas planetários extra-solares.

4.2 Princípios Matemáticos

Uma das grandes conquistas de Newton a favor de sua Lei da Gravitação Universal foi a demonstração da sua quase equivalência às já consagradas Leis de Kepler (em fato, a Lei da Gravitação possui uma descrição um pouco mais geral que as Leis de Kepler).

A 1ª Lei de Kepler afirma que a trajetória de todos os planetas em torno do Sol é elíptica. A Lei da Gravitação, por outro lado, prevê a existência de trajetórias hiperbólicas e parabólicas. Isso configura um aspecto da Lei da Gravitação que não é

contemplado pelas Leis de Kepler e motiva a seguinte extensão da 1ª Lei de Kepler, apresentada juntamente às demais:

1ª Lei de Kepler (Estendida). A trajetória de um corpo que orbita outro corpo massivo descreve uma seção cônica. Em particular, os planetas do sistema solar possuem órbita elíptica.

2ª Lei de Kepler. Um corpo em órbita ao redor de outro varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

3ª Lei de Kepler. O quadrado do período orbital é diretamente proporcional ao cubo do raio médio (ou semieixo maior) da trajetória elíptica de um planeta, sendo essa constante de proporcionalidade igual para todos os planetas de uma mesma estrela.

O segundo resultado da Lei da Gravitação que não é previsto pelas Leis de Kepler é a determinação dessa constante (chamada de constante de Kepler de um sistema estelar) a partir da massa do astro que origina a força gravitacional e da constante universal gravitacional que, como o nome sugere, é universal.

Lei da Gravitação Universal. Dois corpos estão submetidos a forças atrativas de mesma magnitude, proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa, com direção ao centro de massa do sistema. A constante de proporcionalidade é chamada de constante de gravitação universal.

Em 1687, sob o título de *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, Sir Isaac Newton publicou descobertas, feitas cerca de vinte anos antes, durante seu refúgio da grande peste que assolou a Grã-Bretanha em 1666. Nessa obra, Newton sintetiza a astronomia de Kepler e a física de Galileu, concebendo as três leis fundamentais da mecânica e a Lei da Gravitação Universal.

Até aqui explicamos os fenômenos dos céus e de nosso mar pelo poder da gravidade, mas ainda não designamos a causa desse poder. É certo que ele deve provir de uma causa que penetra nos centros exatos do sol e planetas, sem sofrer a menor diminuição de sua força; que opera não de acordo com a quantidade das superfícies das partículas sobre as quais ela age (como as causas mecânicas costumam fazer), mas de acordo com a quantidade de matéria sólida que elas contêm, e propaga sua virtude em todos os lados a

imensas distâncias, decrescendo sempre no inverso do quadrado das distâncias. A gravitação com relação ao sol é composta a partir das gravitações com relação às várias partículas das quais o corpo do sol é composto; e ao afastar-se do sol diminui com exatidão na proporção do quadrado inverso das distâncias até a órbita de Saturno, como evidentemente aparece do repouso do apogeu dos planetas; mas ainda, e mesmo para os mais remotos apogeus dos cometas, se estes apogeus estão também em repouso. (NEWTON, 1987, p. 170)

Façamos então uma reconstrução racional do caso da unificação de Newton da Astronomia de Kepler com a Física de Galileu e que resulta na Gravitação Universal, a fim de entender suas semelhanças, diferenças e uma possível forma de compreensão de seu significado. Em nossa reconstrução racional, tal como argumentou Bastos Filho (1995), admitiremos como método de concepção da teoria da Gravitação Universal, o método das conjecturas – nesse caso, a conjectura de universalidade – para fenômenos disparees como a queda livre de uma maçã, uma pedra que gira presa a um barbante, a Terra orbitando o Sol, as marés, um corpo que desce um plano inclinado sem atrito e o lançamento de projéteis.

Neste exato momento, faz-se necessário enfatizar que a abordagem por nós proposta não é propriamente nem a de história da ciência nem a de pseudo-história e sim a de uma proposta que tem como objetivo precípua nos engajar em uma narrativa que enseje uma compreensão didática e significativa da unificação newtoniana para estudantes dos tempos hodiernos. É também importante que nos atenhamos ao fato de que aqui estamos nos beneficiando de trabalhos de historiadores da ciência e de epistemólogos resguardando o nosso foco centrado muito mais no ensino de ciências, notadamente aqui, nos ensinamentos, de alguma maneira combinados, da física, da matemática e da astronomia.

Após meados do século XVII, Descartes, Borelli, Hooke, Huygens e também Newton, admitiram que a órbita elíptica da Terra em torno do Sol, só era concebível, se esta estivesse em contínua queda em direção ao Sol transformando assim um movimento retilíneo inercial em um movimento curvilíneo e, portanto, acelerado, mas esta queda precisava ser entendida, por essa razão, vieram as tentativas de explicação.

Segundo Kuhn (1990, p. 285), para Descartes, os planetas “eram empurrados em direção ao Sol pelo impacto corpuscular”. Para Borelli (KUHN, 1990, p. 286), os planetas “possuíam uma tendência natural para se moverem em direção ao Sol”. Para Hooke, “eram levados para o Sol por uma atração mutua intrínseca” (KUHN, 1990, p. 286). Observemos que todas as explicações elencadas acima, estão em consonância com as ideias de seus respectivos autores sobre a queda dos corpos em direção a Terra.

Ainda segundo o autor de “A Revolução Copernicana”, Robert Hooke e Isaac Newton, possivelmente levados pelas ideias de René Descartes de um mecanismo em comum para a queda da Terra em direção ao Sol e de um corpo sobre a Terra, propuseram que a atração gravitacional entre uma pedra e a Terra, quanto à natureza e concepção, é a mesma atração gravitacional entre a Terra e o Sol. Newton, por volta de 1666, chegou à determinação matemática da velocidade de um planeta em torno do Sol e a conclusão de que a velocidade de translação de um planeta e o raio de sua órbita estão relacionados pela Terceira Lei de Kepler e, portanto, para Newton, a força de atração sobre o planeta devido a sua interação com o Sol varia com o inverso do quadrado da distância entre seus centros de massa. As conclusões de Newton não pararam por aí, chegando a outra também de grande amplitude, que consistiu em aplicar a primeira conclusão à queda de uma maçã, por exemplo, na superfície da Terra.

O caminho trilhado por Newton, ao construir a Lei da Gravitação Universal, pode parecer ingenuamente natural a um intelecto desavisado, mas não pode ter sido de outra forma, senão, o caminho da adoção da conjectura ousada de um G universal, como disse Bastos Filho (1995).

De acordo com Huygens, a aceleração que é impressa em uma pedra, através de um barbante preso a ela, enquanto a mesma gira acionada por um garoto, é dada por:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{r} \quad (4.1)$$

onde v é a velocidade linear, para o caso em estudo, de módulo constante e r é o raio da circunferência de comprimento c descrita pela pedra em sua trajetória. Sabemos da geometria plana, que v pode ser escrita como:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{c}{\Delta t_1},$$

Logo,

$$V = \frac{2\pi r}{T} \quad (4.2)$$

onde T é o período do movimento circular uniforme descrito pela pedra. De (4.2) em (4.1), temos:

$$a_{cp} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r} \therefore a_{cp} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r} \quad (4.3)$$

A primeira e a segunda Leis de Kepler tratam de trajetórias elípticas, entretanto, para o caso particular de uma trajetória circular na qual os focos coincidem, elipse de excentricidade 1, temos essas leis satisfeitas pela equação (4.3) – deduzida a partir do caso supracitado, porém generalizada para os planetas. E, para tanto, basta considerar a simetria de uma trajetória circular, observando, assim, que serão percorridas pelo raio vetor, áreas iguais em tempos iguais. Evidentemente, para o caso geral de uma trajetória elíptica, temos que a velocidade de um planeta ao longo de sua trajetória, será maior no periélio e menor no afélio, levando o raio vetor a varrer áreas iguais em tempos iguais.

A terceira Lei de Kepler nos diz que:

$$T^2 = k \cdot r^3,$$

na qual, T é o período de revolução do planeta em torno do Sol, r é a distância média do centro de massa do planeta ao centro de massa do Sol e k é a constante de proporcionalidade que caracteriza essa lei, logo

$$k = \frac{T^2}{r^3} \quad (4.4)$$

Inserindo a terceira lei na equação (3.3), temos:

$$a_{cp} = \frac{4\pi^2 r}{kr^3} \therefore a_{cp} = \frac{4\pi^2}{kr^2} \quad (4.5)$$

Em “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”, Newton enunciou os três axiomas que ficariam conhecidos como as Três Leis de Newton:

LEI I – Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas nele.

LEI II – A mudança do movimento é proporcional à força motriz impressa, e se faz segundo a linha reta pela qual se imprime essa força.

LEI III – A uma ação sempre se opõe uma reação igual, ou seja, as ações de dois corpos um sobre o outro sempre são iguais e se dirigem a partes contrárias. (NEWTON, 1983, p. 14).

Da segunda lei, também conhecida como Princípio Fundamental da Dinâmica, temos que para o nosso caso aqui de uma massa m constante:

$$\vec{f} = \frac{d\vec{p}}{dt} \text{ sendo } \vec{p} = m\vec{v} \text{ temos:}$$

$$\vec{f} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt}.$$

Como a derivada da velocidade em relação ao tempo é a aceleração, temos então que:

$$\vec{f} = m\vec{a}.$$

E podemos então aplicar essa relação para a equação (4.5), encontrando a força centrípeta que age sobre um planeta em sua trajetória em torno do Sol.

$$\vec{f}_{cp} = m\vec{a}_{cp}, \text{ em módulo:}$$

$$\vec{f}_{cp} = m \frac{4\pi^2}{kr^2} \quad (4.6).$$

A equação (3.6) é um resultado válido para os planetas orbitando em torno do Sol.

Em “Duas Novas Ciências”, Galileu anunciou, em sua terceira jornada, como proposição II do teorema II que “se um móvel, partindo do repouso, cai com movimento

uniformemente acelerado, os espaços por ele percorridos em qualquer tempo estarão entre si na razão dupla dos tempos, a saber, como os quadrados desses mesmos tempos” (GALILEO, 1985, p. 136).

A proposição acima resultou na mais famosa lei de Galileu, a lei da queda livre, onde:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (4.7),$$

na qual h é altura percorrida por um corpo em queda livre, t o tempo associado e g a aceleração de queda.

Derivando a equação (7) em relação ao tempo, obtemos:

$$V = \frac{dh}{dt} = gt \quad (4.8).$$

Derivando mais uma vez, obtemos a aceleração desse corpo durante a queda, a aceleração da gravidade.

$$a = \frac{dv}{dt} = g \quad (4.9).$$

Aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica ao resultado acima, encontramos a força que age sobre o corpo durante sua queda livre.

$$f = mg \quad (4.10).$$

onde m é a massa do corpo e f pode ser representado por P , uma vez que, a força em questão é a denominada força peso.

Nosso objetivo é entender a unificação de Newton da astronomia de Kepler com a Física de Galileu; isso é possível através da adoção de “um princípio explicativo universal que numa dada teoria universal é caracterizado por um parâmetro universal G e que a partir de G podemos concluir a respeito da relação de G com k , de G com g , e naturalmente de k com g através de G ” (BASTOS FILHO, 1995, p. 234).

Em nossa busca tomemos como conjectura de universalidade o produto da unificação de Newton traduzida na seguinte relação:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (4.11),$$

onde m_1 e m_2 são duas massas quaisquer e r é a distância entre os seus respectivos centros de massa.

Igualemos a equação (4.11) a (4.6) que é um resultado válido para os planetas orbitando em torno do Sol e consequente das três leis de Kepler.

$$F = f_{cp}$$

$$G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{k r^2}$$

Admitindo que m_1 é a massa do Sol, representada agora por m_{Sol} e $m = m_2$ é a massa do planeta em órbita, temos:

$$G = \frac{1}{K} \frac{4\pi^2}{m_{Sol}} \quad (4.12).$$

Quando igualamos m , que é a massa do planeta comparado em seu movimento a uma pedra que gira presa a um barbante, com m_1 , que é a massa do mesmo planeta sofrendo atração gravitacional por parte do Sol, estamos demonstrando grande ousadia que no anacronismo de nossa reconstrução racional nos mostra que Newton, presumivelmente, admitiu a equivalência entre massa inercial e massa gravitacional.

Sabemos que a equação (4.12), relação entre o parâmetro G pertencente à Gravitação Universal e o parâmetro K pertencente à Astronomia de Kepler, demonstra que a condição de universalidade de G depende da universalidade de:

$$k \cdot m_{Sol} \quad (4.13),$$

e dessa forma podemos generalizar para:

$$k_{Terra} \cdot m_{Sol} = k_{Lua} \cdot m_{Terra} \quad (4.14).$$

Fazendo a inserção da Terceira Lei de Kepler (4.4) em (4.14), encontramos:

$$m_{Terra} = \left(\frac{T_{Terra}}{T_{Lua}} \right)^2 X \left(\frac{r_{Lua}}{r_{Terra}} \right)^3 \cdot m_{Sol} \quad (4.15)$$

A equação acima nos permite encontrar a massa de um planeta a partir do seu período de translação, do período de translação de um satélite natural seu e dos raios das órbitas, sua e de seu satélite, e ainda em função da massa do Sol.

Façamos um teste de validade utilizando os dados elencados abaixo e divulgados pela National Aeronautics and Space Administration (NASA).

$$T_{Terra} = 365 \text{ dias};$$

$$T_{Lua} = 27 \text{ dias};$$

$$R_{\text{órbita}_{Terra}} = 149.598.262 \text{ km};$$

$$R_{\text{órbita}_{Lua}} = 384.400 \text{ km};$$

$$m_{Sol} = 1.989.100.10^{24} \text{ kg};$$

$$m_{Terra} = \left(\frac{365 \text{ dias}}{27 \text{ dias}} \right)^2 X \left(\frac{384.400 \text{ km}}{149.598.262 \text{ km}} \right)^3 \cdot 1.989.100.10^{24} \text{ kg}$$

$$m_{Terra} = 6.167.161.10^{18} \text{ kg}$$

Encontramos assim a massa da Terra que difere do valor fornecido pela NASA, de $5.972.190.10^{18} \text{ kg}$, em apenas 3,3% sendo, portanto, uma conjectura válida.

4.3 Relacionando G com g

A equação (3.11) aplicada a um corpo que se encontra a uma altura h , em relação à superfície da Terra, levará à equação:

$$F = G \frac{m_{Terra} \cdot m_{corpo}}{(r+h)^2} \quad (4.16)$$

Como $r_{Terra} \gg h$ podemos desprezar h , admitindo assim F constante, de tal modo a poder igualar (4.16) a (4.10),

$$F = f$$

$$G \frac{m_{Terra} \cdot m_{corpo}}{(r_{Terra})^2} = m_{corpo} \cdot g$$

$$g = G \frac{m_{Terra}}{(r_{Terra})^2} \quad (4.17)$$

A equação (4.16) estabelece a relação existente entre o parâmetro universal G e o parâmetro característico da Física de Galileu g , mas, para tanto, precisamos admitir um F constante através da exclusão de h , admitido aqui de valor desprezível em relação à r_{Terra} , observando que, em (4.17), r_{Terra} representa o raio da Terra e não de sua órbita como nas equações anteriores. Mais uma vez demos um ousado salto conjectural em prol da unificação realizada por Newton. Isolando o parâmetro universal G , obtemos:

$$G = g \frac{(r_{Terra})^2}{m_{Terra}} \quad (4.18)$$

Equação análoga, em sua função, a equação (4.12),

$$G = \frac{1}{K} \frac{4\pi^2}{m_{Sol}} \quad (4.12)$$

Sendo a primeira uma relação entre o parâmetro universal G e o parâmetro característico da Física de Galileu g e, a segunda uma relação com o parâmetro universal G e o parâmetro característico da Astronomia de Kepler k .

4.4 Relação entre g e k : Verificação Final

Façamos agora, e por fim, o teste conjectural da universalidade de g em relação à k através de G , para tal feito igualemos (4.12) a (4.18) e façamos a inserção de (4.4) em (4.15).

$$\frac{1}{K} \frac{4\pi^2}{m_{Sol}} = g \frac{(r_{Terra})^2}{m_{Terra}}$$

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot m_{Terra}}{(r_{Terra})^2 \cdot m_{Sol}} \cdot \frac{1}{K}$$

$$g = \frac{4\pi^2}{(r_{Terra})^2 \cdot m_{Sol}} \cdot \left(\frac{T_{Terra}}{T_{Lua}}\right)^2 \cdot X \left(\frac{r_{Lua}}{r_{Terra}}\right)^3 \cdot m_{Sol} \cdot \frac{R^2 \acute{orbita}_{Terra}}{T^2_{Terra}} \cdot \frac{r_{Terra}}{r_{Terra}}$$

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot r^2 \acute{orbita}_{Lua}}{r^3_{Terra} \cdot T^2_{Lua}} \cdot r_{Terra}$$

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2_{Lua}} \cdot \left(\frac{r \acute{orbita}_{Lua}}{r_{Terra}}\right)^3 \cdot r_{Terra}$$

Aplicando os valores já citados com o raio da Terra, também obtido no site da NASA, como sendo 6.371,00 km, temos:

$$g = \frac{4(3,14)^2}{(27.24.3600s)^2} \cdot \left(\frac{384.400km}{6.371km}\right)^3 \cdot 6.371.000m$$

$$g = 10,14m/s^2$$

4.5 Análise através dos dados demonstrado

O valor encontrado como resultado do teste da conjectura de universalidade do G de Newton com o g generalizado de Galileu e o k generalizado de Kepler revela grande concordância, uma vez que difere do valor real de $9,81 m/s^2$ em apenas 3,4%.

A análise desenvolvida ao longo deste texto evidencia o brilhantismo da unificação proposta por Isaac Newton entre a Astronomia de Kepler e a Física de Galileu, por meio de sua Lei da Gravitação Universal. Partindo de uma situação concreta e cotidiana. Uma pedra presa a um barbante girando em movimento circular, foi possível deduzir a expressão da aceleração centrípeta e relacioná-la com as leis de Kepler, mostrando que a descrição do movimento dos planetas em torno do Sol pode ser representada com base em princípios físicos universais.

A introdução da constante gravitacional G, como parâmetro unificador, permite estabelecer conexões profundas entre grandezas até então tratadas de forma

separada, como a constante k das leis de Kepler e a aceleração gravitacional g estudada por Galileu. Ao igualar as expressões de força centrípeta obtidas da dinâmica de Newton e da gravitação universal, constatamos que a massa inercial e a massa gravitacional se equivalem, uma hipótese ousada, mas essencial para a consolidação da teoria newtoniana.

Além disso, a dedução da massa da Terra com base nos períodos orbitais e nas distâncias médias dos corpos celestes em relação aos seus centros de massa demonstra a potência preditiva e a validade do modelo proposto, mesmo com aproximações e simplificações assumidas. A discrepância de apenas 3,3% em relação ao valor fornecido pela NASA ilustra a eficiência da abordagem teórica.

Por fim, ao relacionar a constante gravitacional G com a aceleração da gravidade g , verificamos que a gravitação universal também explica os fenômenos observados na superfície terrestre, como a queda livre. Esse percurso lógico e matemático exemplifica a capacidade de Newton de integrar, em uma única teoria, fenômenos terrestres e celestes, fundamentando, assim, as bases da física clássica e da ciência moderna.

A ousadia de Newton em propor uma explicação universal para a gravidade, unificando conhecimentos astronômicos e físicos, foi o marco de uma nova era do pensamento científico, onde leis gerais e princípios fundamentais passaram a reger tanto o movimento dos corpos celestes quanto os fenômenos observáveis na Terra.

A transição do modelo kepleriano para a mecânica newtoniana não representa apenas um salto conceitual na compreensão do movimento celeste, mas também um marco na consolidação do método científico. Ao unir observações empíricas com formalismos matemáticos e postulados físicos universais, Newton fundou uma nova forma de pensar o cosmos, baseada em leis, previsibilidade e racionalidade. No contexto do ensino, essa transição revela-se especialmente rica, pois permite a articulação entre diferentes áreas do conhecimento e favorece uma aprendizagem significativa, histórica e conceitualmente integrada. Ao revisitar essas ideias com uma abordagem investigativa e interdisciplinar, forma-se não apenas o cientista, mas também o cidadão crítico e cientificamente letrado.

4.6 Quadro comparativo entre Kepler e Newton

A história da ciência é marcada por avanços significativos que permitiram compreender melhor o funcionamento do universo. Dois nomes fundamentais nesse processo são Johannes Kepler e Isaac Newton. Ambos fizeram descobertas que transformaram profundamente a Astronomia e a Física, embora em contextos históricos e metodológicos diferentes.

Kepler, no início do século XVII, formulou suas três leis do movimento planetário com base nas observações precisas de Tycho Brahe. Ele demonstrou que os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, estabelecendo as bases da Astronomia moderna. Suas leis descrevem o “como” do movimento dos corpos celestes.

Newton, por sua vez, no final do século XVII, unificou as leis da mecânica terrestre e celeste ao desenvolver a Lei da Gravitação Universal. Sua obra sintetizou os conhecimentos de sua época, explicando o “porquê” do movimento dos corpos. Ele também criou os fundamentos do cálculo e da mecânica clássica.

A seguir, apresentamos um quadro comparativo destacando as principais contribuições e diferenças entre Kepler e Newton.

Quadro 9 - Comparação entre as contribuições de Kepler e Newton para a Astronomia.

Categoria	Johannes Kepler (1571–1630)	Isaac Newton (1642–1727)
Natureza da contribuição	Descritiva e empírica	Explicativa e teórica (fundamentação física)
Base de dados	Observações de Tycho Brahe	Síntese das leis de Kepler e Galileu; experimentação e matemática
Objeto de estudo	Movimento planetário	Movimento universal de corpos (terrestres e celestes)

Principais obras	Astronomia Nova (1609), Harmonices Mundi (1619)	Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica (1687)
Leis formuladas	3 Leis do Movimento Planetário	3 Leis do Movimento + Lei da Gravitação Universal
Modelo orbital	Elíptico, baseado em dados observacionais	Derivado de leis físicas e matemáticas universais
Primeira Lei	Órbitas elípticas com o Sol em um dos focos	Derivada da força centrípeta gravitacional
Segunda Lei	Áreas iguais em tempos iguais (lei das áreas)	Explicada pela conservação do momento angular
Terceira Lei	$T^2 \propto a^3$ (período ao quadrado proporcional ao cubo do semieixo)	Deduziu-a a partir da gravitação e da dinâmica
Causa do movimento	Desconhecida	Força gravitacional (ação à distância)
Trajetórias previstas	Apenas órbitas elípticas	Órbitas elípticas, parabólicas e hiperbólicas (seções cônicas)
Fundamentação matemática	Geometria e proporcionalidade	Cálculo, geometria e equações diferenciais
Visão de mundo	Harmônica, influenciada pelo neoplatonismo	Mecanicista, determinista e universal
Universalidade	Movimento dos planetas	Movimento de todos os corpos, da maçã aos cometas
Importância histórica	Quebra dos modelos aristotélicos e ptolomaicos	Unificação entre física terrestre e celeste

Aplicações contemporâneas	Astronomia observacional	Engenharia espacial, satélites, astrodinâmica
Limitações	Sem explicação causal, apenas descritiva	Não aborda sistemas caóticos ou efeitos relativísticos

Fonte: Elaboração própria com base em NEWTON (1999), KUHN (2006), TIPLER e MOSCA (2016).

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE APRENDIZAGEM

O manual de orientações foi elaborado com base na Teoria de Ensino e Aprendizagem de David Ausubel.

5.1 Teoria de Ensino e Aprendizagem de David Ausubel

A formação continuada é essencial para o aperfeiçoamento do professor, propiciando oportunidade para a reflexão sobre sua prática docente, a atualização quanto aos avanços em seu campo do saber, o aprofundamento de seu conhecimento teórico e o contato com metodologias de ensino e aprendizagem que possam ser úteis para sua atuação em sala de aula. No caso da Astronomia, observa-se, de modo geral, uma lacuna significativa em relação aos conhecimentos específicos relacionados à astronomia na formação inicial de professores (GERBALDI, 2005; LANGHI, 2009).

Essa condição pode ser correlacionada com as dificuldades de entendimento e lacunas cognitivas manifestadas pelos estudantes da Educação Básica em geral (MACHADO; SANTOS, 2011).

David Ausubel foi um psicólogo educacional que desenvolveu a teoria da aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel, a aprendizagem é mais eficaz quando os novos conhecimentos estão relacionados a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Para David Ausubel (Moreira, 1994), estudioso da teoria cognitivista da assimilação ou teoria da aprendizagem significativa, seu conceito central procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento onde buscamos ensinar física com a aprendizagem prévia dos alunos utilizando as mídias de seu cotidiano num processo

no qual uma nova informação está relacionada de maneira não arbitrária a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aluno.

A Aprendizagem Significativa de David Ausubel leva em conta o processo através do qual uma nova informação interage com as informações já existentes na estrutura de conhecimento do aluno, ou seja, com a sua estrutura cognitiva específica e individual, previamente adquirida, conhecida como **subsunçores**, facilitando a aprendizagem subsequente (MOREIRA e MASINI, 1982).

O levantamento das concepções iniciais dos alunos sobre o tema a ser abordado é essencial para a aplicação de uma estratégia de ensino ou para a elaboração de um manual prático, a fim de que o professor tente superar as concepções alternativas que os alunos porventura tenham. Por fim, deve-se efetuar a verificação posterior desta superação a fim de se constatar se as concepções iniciais dos alunos foram superadas devido à estratégia abordada, ou seja, verificar se a estratégia aplicada atuará como uma “ponte” para a sua estrutura cognitiva. Deste modo, os resultados podem fornecer indícios de uma aprendizagem significativa nos alunos. No presente estudo, estamos especialmente interessados em uma aprendizagem significativa sobre a elaboração de um manual de orientações.

Os conceitos pré-existentes são muito importantes, pois podem servir de alicerce e facilitadores na aprendizagem de temas e conceitos correlacionados. Porém, o ensino de Física na maior parte dos casos, acontece apenas como uma reprodução de fórmulas sem considerar os conhecimentos prévios que estão ligados na realidade do educando (ALBRECHT e VOELZKE, 2009).

A teoria de Ausubel ainda destaca dois interessantes processos que ocorrem na Aprendizagem Significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva está relacionada com a aprendizagem subordinada e ocorre quando um conceito subsunçor, através de sucessivos processos de ancoragem, sofre modificações de significado, diferenciando-se progressivamente, adquirindo deste modo maior estabilidade e clareza (MOREIRA e MASINI, 1982). A reconciliação integrativa ocorre quando, na aprendizagem superordenada ou combinatória, ideias presentes na estrutura cognitiva são reconhecidas como relacionadas, a partir de um processo de interação entre elas, podendo reorganizar-se esta estrutura e adquirir novos significados (ROSA, 2008).

Para que ocorra a aprendizagem significativa são necessárias duas condições, segundo Pelizzari et al. (2002): a) o aluno precisa estar disposto a aprender: se ele simplesmente quiser memorizar o conteúdo de maneira literal e arbitrária, a aprendizagem será mecânica; b) o conteúdo deve ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio.

Para Marco Antônio Moreira (2000), o material simbólico é potencialmente significativo quando pode ser relacionado, de forma substantiva e não arbitrária, a uma estrutura cognitiva hipotética que possui antecedentes.

Quando o conteúdo ensinado pelo professor não consegue se ligar a algo que o aluno já sabe, os novos conceitos não passam de conhecimento mecânico, ou seja, o aluno decorou fórmulas, leis e conceitos, mas não reteve essas informações por muito tempo.

Ausubel é um defensor do cognitivismo e argumenta que a aprendizagem ocorre por meio da interação entre novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Esse processo, conhecido como ancoragem, permite a formação de novos conceitos a partir da integração com conhecimentos prévios.

No pensamento de (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011) a teoria de ensino e aprendizagem significativa de David Ausubel tem como propósito a criação de uma nova informação através dos conhecimentos prévios já existentes no indivíduo por meio do subsunçor, termo que se refere ao conhecimento já existente no indivíduo ou em outras palavras o subsunçor serve como ancora, em ligar o conhecimento existente na construção de uma nova informação.

O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. O subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos. (MOREIRA, 2012, p.4)

A aprendizagem significativa recebe contribuição da aprendizagem mecânica e por recepção que são formas de aprendizagem; A aprendizagem mecânica é aquela

em que o discente aprende por meio da memorização dos conceitos. (TAVARES, 2004, p.56) esclarece que

A aprendizagem mecânica ou memorística se dá com a absorção literal e não substantiva do novo material. O esforço necessário para esse tipo de aprendizagem é muito menor, daí, ele ser tão utilizado quando os alunos se preparam para exames escolares.

Ausubel sugere a utilização da aprendizagem mecânica e por recepção se caso o aprendiz não ter subsunçores em sua estrutura cognitiva neste caso os conceitos adquiridos nas aprendizagens acima citadas servem como âncora para novas informações.

Segundo Moreira (1999) a aprendizagem significativa nasce a partir da aprendizagem por descoberta do conhecimento estudado entrando a aprendizagem só se torna significativa se o conteúdo descoberto se liga com os conhecimentos prévios dos alunos. Isso ocasiona que o material proposto pelo professor deve fazer significado ao aprendiz “Assim, um material ou tarefa de aprendizagem para ser potencialmente significativo depende da sua própria natureza e da natureza da estrutura cognitiva particular do aluno” (NETO, 2006, p.118).

O ensino de Astronomia apresenta desafios específicos devido à sua natureza abstrata e complexa. Nesse contexto, a teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel surge como uma abordagem promissora para facilitar a compreensão profunda e duradoura dos conceitos astronômicos pelos estudantes.

Ausubel destaca a importância da estrutura cognitiva do aprendiz e defende que a aprendizagem é mais efetiva quando os novos conhecimentos se ancoram em conceitos já existentes na mente do aluno. Assim, a Aprendizagem Significativa ocorre quando o indivíduo relaciona de maneira não arbitrária o novo conhecimento com sua estrutura cognitiva preexistente.

No contexto da Astronomia, a aplicação da teoria de Ausubel envolve a identificação e organização dos conhecimentos prévios dos alunos, proporcionando uma base sólida para a construção de novos conceitos astronômicos. Isso pode ser alcançado por meio de estratégias pedagógicas que destacam a conexão entre os tópicos astronômicos e experiências de vida, tornando a aprendizagem mais relevante e significativa.

Na elaboração do Manual de orientação incorpora-se a Aprendizagem Significativa de Ausubel no ensino de Astronomia, no qual é essencial considerar a sequência lógica dos conteúdos, começando pelos conhecimentos mais simples e familiares para, gradualmente, introduzir conceitos mais complexos. Além disso, é fundamental utilizar analogias e exemplos do cotidiano dos alunos para facilitar a compreensão e a internalização dos conceitos astronômicos.

O manual deve ser estruturado de maneira clara, com atividades práticas que incentivem a participação ativa dos alunos. Estratégias como mapas conceituais, discussões em grupo e experimentos simples podem ser incorporadas para promover a construção de significados pelos estudantes.

Avaliações formativas ao longo do processo garantirão que os professores possam ajustar suas abordagens de ensino de acordo com as necessidades específicas de seus alunos. Isso fortalecerá ainda mais a Aprendizagem Significativa, assegurando que os conceitos astronômicos sejam internalizados de maneira profunda e duradoura.

Em suma, a aplicação da Aprendizagem Significativa de Ausubel no ensino de Astronomia para a elaboração de um Manual Prático é uma abordagem pedagógica promissora. Ao considerar a estrutura cognitiva dos alunos e proporcionar uma conexão clara entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos astronômicos, é possível criar um ambiente de aprendizagem enriquecedor e eficaz, preparando os estudantes para compreender e apreciar a complexidade do universo.

Para Ausubel (1980, pg 32) a aprendizagem como vimos pode ser significativa ou mecânica, e pode ocorrer principalmente por meio de recepção ou por descoberta.

Na aprendizagem receptiva (mecânica ou significativa) todo o conteúdo do que será apreendido é apresentado ao aluno sob forma final, a tarefa de aprendizagem não envolve descoberta por parte dos alunos, exige deles apenas que internalizem ou que incorporem o novo material para ser acessível e reproduzível futuramente, o processo de internalização pode ser significativo ou mecânico.

Grande parte das tarefas realizadas em sala de aula, incluindo na academia, está sistematizada por meio de aprendizagem receptiva verbal, enquanto os

problemas do cotidiano são resolvidos quase sempre por descoberta, ou vice-versa em algumas poucas ocasiões.

Ausubel defende que existe a crença muito difundida porém infundada de que a aprendizagem receptiva é invariavelmente automática, a aprendizagem receptiva verbal não é necessariamente de caráter automático, e principalmente no ensino escolar podemos internalizar o novo material de forma significativa sem que exista uma experiência prévia da solução do problema por parte do aluno, podendo a aula ser expositiva e na prática ser potencialmente significativa se a metodologia receptiva ou expositiva for usada adequadamente.

Parte da aprendizagem se aproxima do nível automático, segundo Ausubel porque os símbolos, para representar as palavras, conteúdos, abstrações etc., são apresentados arbitrariamente.

Portanto, sob o referencial adotado, este trabalho visa apresentar uma proposta de aplicação de um manual de orientações no ensino de Astronomia para a Aprendizagem Significativa. Como objetivos específicos desta proposta, temos: Identificar e listar os conceitos fundamentais de astronomia que são relevantes para o currículo da educação básica; adequar o conteúdo de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos na educação básica; elaborar um manual de orientações para professores da educação básica de como ensinar astronomia; ensinar a construção de instrumentos práticos, como relógios solares simples, destacando a utilidade desses instrumentos na vida cotidiana e promover a formação de líderes locais para continuar a educação astronômica;

A metodologia empregada neste trabalho está focada na abordagem qualitativa, visando a produção de um manual de orientações de apoio ao trabalho em sala sobre o tema, fundamentada nos referenciais da aprendizagem significativa, conforme apresentados acima. A proposta é que o próprio professor seja capacitado a construir um aparato que sirva de modelo para simular o sistema Terra-Lua (CAMINO, 2004). O objetivo do uso desse manual é proporcionar aos alunos uma aula diferenciada em relação às aulas tradicionais e meramente conteudistas, em que os professores não utilizam nenhum outro tipo de recurso diferente do quadro e giz. Segundo Albrecht e Voelzke (2009), as aulas de Física são geralmente ministradas de maneira excessivamente expositiva em sala de aula, ou seja, predomina-se o

ensino tradicional, enfatizando a matemática e o uso de equações, o que ocasiona um rápido desinteresse pelo aprendizado da Física. Segundo Werlang, Schneider e Silveira (2008), um material didático utilizando modelagens (modelos didáticos) pode facilitar o processo de ensino - aprendizagem, desde que seja desenvolvido de modo contextualizado com a realidade dos aprendizes, o que se leva em conta nesta proposta.

5.2. Condições para Ocorrer Aprendizagem Significativa.

Essencialmente, são duas as condições para que ocorra aprendizagem significativa:

- 1) O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e;
- 2) O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

A primeira diz que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, ...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não literal.

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, conhecida como UEPS, é uma teoria idealizada por Marco Antônio Moreira baseada nos conhecimentos de David Ausubel. Moreira explica de forma clara e em poucas palavras como é uma UEPS.

Sabemos que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não-literal e não-arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade (MOREIRA, 2005, p. 4).

Sabemos que o conhecimento prévio é, isoladamente, a variável que mais influencia a aprendizagem. Em última análise, só podemos aprender a partir daquilo que já conhecemos (MOREIRA, 2005).

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais. É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. (MOREIRA 2012)

Materiais potencialmente significativos podem então ser apresentados por meio de aulas expositivas podendo ter neste processo uma aprendizagem significativa, à medida que isso ocorre conceitos são desenvolvidos e diferenciados em decorrência de sucessivas interações. Para Ausubel esse processo é facilitado “quando elementos mais gerais, mais inclusivos, são apresentados primeiro”, posteriormente então, este é progressivamente diferenciado e em momentos oportunos o conteúdo sofre uma integralização recuperando os princípios de ideias específicas.

6. METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido em 5 etapas, conforme as etapas abaixo.

1. Identificação e diagnóstico – Levantamento dos conceitos fundamentais de astronomia e análise do ensino de astronomia no município de Coari.
2. Adequação do conteúdo – Adaptação do ensino de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos da educação básica.
3. Elaboração do manual – Desenvolvimento de um manual de orientações para ensinar astronomia, voltado para professores de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio, com o objetivo de formar líderes locais que deem continuidade à educação astronômica.
4. Aplicação do manual – Implementação do material na Escola Estadual CETI Professor Manuel Vicente Ferreira Lima, enfatizando as conexões entre a astronomia e a vida cotidiana da comunidade escolar.
5. Construção de instrumentos práticos – Desenvolvimento de recursos didáticos, como relógios solares simples, para reforçar os conceitos abordados.

6.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa apresenta uma revisão bibliográfica para examinar pesquisas anteriores sobre o ensino de astronomia, identificando práticas e desafios disponíveis na literatura e que embasarão a fundamentação teórica e subsidiarão a elaboração do produto educacional. A pesquisa envolveu inicialmente uma busca bibliográfica, que teve como objetivo a construção da pesquisa através de materiais publicados como livros e artigos científicos (GIL, 2002).

Por meio da pesquisa bibliográfica foi realizado leituras de livros e artigos que abordam a história da Astronomia e as estratégias para ensino. Além disso, foi realizado um levantamento de artigos, dissertações e produtos educacionais que pudessem descrever as atividades e as teorias de ensino e aprendizagem. Houve a compilação de material bibliográfico pesquisado em base de dados através do google acadêmico. Após o mapeamento das fontes bibliográficas utilizadas, foi feito o fichamento das diferentes fontes, organização e a síntese desse material, compondo a criação do manual prático. Os materiais abordados na pesquisa foram referentes aos últimos 10 anos (2014-2024).

Para a análise de dados foi utilizado abordagem qualitativa. A pesquisa se caracterizou de enfoque misto, que segundo Sampieri (2013) se refere que:

“o método misto representa um conjunto de processos sistemáticos e críticos de pesquisa implicam a coleta de dados qualitativos e quantitativos, assim como sua integração e discursão conjunta...” (SAMPIERI, p. 550).

Diante a característica da pesquisa foi utilizado uma abordagem triangulação concomitante com estratégia para análises dos dados coletados. Para esse tipo de abordagem segundo Crescell (2010), o pesquisador deve coletar concomitantemente os dados qualitativos e depois comparar os dois bancos de dados para determinar de se há convergência, diferenças ou alguma combinação (CRESCCELL, 2010, p. 250).

6.2 Diagnóstico sobre astronomia

Para um diagnóstico inicial, foi realizado entrevistas/questionários com doze professores visando coletar dados sobre as dificuldades enfrentadas no ensino de astronomia. Foram utilizadas dezesseis questões fechadas e abertas: As questões

fechadas estão relacionadas ao conhecimento fundamental de Astronomia e as questões abertas serão direcionadas a processo de ensino e aprendizagem de Astronomia. Foram-se as seguintes questões abaixo:

Idade: _____ gênero () masculino () feminino

1. Qual é a sua formação acadêmica?

() Graduação Ciências

() Graduação em Física

() Outra formação (especificar): _____

2. Você possui alguma especialização ou capacitação específica em Astronomia?

() Sim () Não

(Se sim, por favor, descreva)

3. Quantos anos de experiência você tem como professor do ensino básico?

() Menos de 1 ano

() 1-3 anos

() 4-6 anos

() Mais de 6 anos

4. Em que nível(s) de ensino você leciona?

() Ensino Fundamental

() Ensino Médio

() Cursos extracurriculares

() Outros (especificar): _____

5. Durante o período letivo, você consegue ministrar aula do conteúdo de Astronomia? () Sim () Não

6. Se sim, qual é a sua metodologia para ensinar Astronomia?

() Exposição teórica tradicional

() Aulas práticas e observacionais

() Uso de tecnologias e simulações digitais

() Propostas interdisciplinares (ligando a Astronomia a outras áreas)

() Outros (descrever): _____

7. Você encontra alguma dificuldade para realizar aulas de Astronomia?

() Sim () Não

8. Se sim, quais? _____

9. Quais são os maiores desafios que você enfrenta ao ensinar prática?

() Falta de tempo para abordar todos os tópicos

() Baixa disponibilidade de recursos tecnológicos

() Dificuldade dos alunos em compreender conceitos abstratos

() Baixo interesse dos alunos

() Complexidade dos conteúdos

() Outros (descrever): _____

10. Você acredita que os materiais didáticos disponíveis atualmente são adequados para o ensino de Astronomia?

☐ Sim

☐ Não

(Se não, o que você considera que falta ou pode ser melhorado?)

11. Quais temas você considera mais difíceis de abordar com os alunos?

☐ Formação de estrelas e galáxias

☐ Buracos negros e relatividade

☐ Big Bang e origem do universo

☐ Movimentos dos corpos celestes

☐ Outros (descrever): _____

12. Quais tópicos você considera essenciais para serem incluídos na aula de Astronomia?

☐ Sistema Solar

☐ Observação do céu (estrelas, planetas, constelações)

☐ Explorando Galáxias e o Universo

☐ Tecnologia e Exploração Espacial

☐ Astronomia e Física moderna (buracos negros, relatividade, etc.)

☐ Outros (descrever): _____

13. Você acha importante incluir dicas sobre como integrar Astronomia com outras disciplinas?

☐ Sim

☐ Não

(Se sim, quais disciplinas e como você sugere fazer essa integração?)

14. O que você acredita que pode auxiliar no aumento do interesse dos alunos pela Astronomia?

☐ Oferecendo atividades interativas e dinâmicas

☐ Facilitando a compreensão de conceitos complexos

☐ Disponibilizando recursos tecnológicos e digitais

☐ Estimulando a curiosidade através de experimentos práticos

☐ Outros (especificar): _____

15. Na sua opinião, qual é a melhor forma de ensinar física?

☐ Em módulos temáticos, cada um abordando um aspecto específico

☐ Integrado por projetos que incentivam a pesquisa e a prática

☐ Baseado em atividades interdisciplinares

☐ Outros (especificar): _____

16. Quais sugestões adicionais você gostaria de compartilhar para a melhoria do ensino prático de Astronomia?

6.3 Elaboração do Manual

Foi elaborado um guia prático com base nas descobertas da revisão bibliográfica e nas necessidades identificadas pelos professores e alunos. Esse

material foi desenvolvido com uma caracterização abrangente, considerando diferentes aspectos para melhor atender às demandas do ensino de Física e Astronomia.

Ensinar astronomia na educação básica pode ser desafiador, mas também é uma oportunidade emocionante de despertar o interesse dos alunos pelo universo (PINTO, 2020).

O manual de orientações foi elaborado durante o curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com o objetivo de fornecer aos professores e alunos um material de estudo estruturado para auxiliar no ensino de Astronomia. Esse material foi desenvolvido com base nas necessidades identificadas durante a pesquisa, buscando abordar de forma didática e acessível os principais conceitos astronômicos.

Após sua elaboração, o manual passou por um processo de verificação conduzido em duas fases distintas. Na primeira fase, contou-se com a participação de 12 professores das áreas de Física, Matemática, Ciência, Química, Biologia e Geografia, que responderam a um questionário avaliando a qualidade, aplicabilidade e relevância do Produto Educacional. A partir das respostas obtidas, ajustes e aprimoramentos foram realizados para garantir que o material atendesse às expectativas e necessidades do público-alvo. O questionário foi elaborado conforme as diretrizes propostas por Leite (2019). Este instrumento de validação consistirá em seis eixos de avaliação:

- I) Estética e organização do material educativo;
- II) Capítulos do material educativo;
- III) Estilo de escrita apresentado no material educativo;
- IV) Conteúdo apresentado no material educativo;
- V) Propostas didáticas apresentadas no material educativo;
- VI) Criticidade apresentada no material educativo

6.4 Aplicação

Na segunda fase, procedeu-se à aplicação do Produto Educacional em turmas do segundo ano do Ensino Médio na Escola Estadual CETI – Manuel Vicente Ferreira Lima na cidade de Coari com, destacando as conexões entre a astronomia e a vida cotidiana na comunidade. Essa etapa visou-se a verificação e avaliação do produto educacional, utilizando-o como uma ferramenta pedagógica facilitadora no processo de ensino-aprendizagem na perspectiva dos alunos.

Este trabalho seguiu os princípios éticos da pesquisa, garantindo a segurança e o bem-estar dos sujeitos envolvidos. Para isso, foi realizada uma conversa com os pais e responsáveis, na qual foi aplicado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), permitindo a participação dos professores e alunos no projeto.

O Tratamento Ético da Pesquisa teve como parâmetros normativos os do Conselho Nacional de Saúde-CNS, tendo como base as Resolução n. 466/2012 e a Resolução nº 510/2016. Portanto, o projeto de pesquisa foi submetido na Plataforma Brasil para a tramitação ética de análise, avaliação e aprovação pelo Comitê de ética em Pesquisa, tendo em vista que se trata de pesquisa com seres humanos.

Destacam-se ainda, os riscos da pesquisa, segundo a Resolução 510/2016, as pesquisas apresentam riscos, podem ser de possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural do ser humano, em qualquer etapa da pesquisa e dela decorrente (BRASIL, 2016). No seu artigo 18 do capítulo IV consta que:

Os projetos de pesquisa em Ciências Humanas e Sociais, a definição e a gradação do risco resultam da apreciação dos seus procedimentos metodológicos e do seu potencial de causar danos maiores ao participante do que os existentes na vida cotidiana, em consonância com o caráter processual e dialogal dessas pesquisas (BRASIL, 2016, p.8)

Nesse sentido, alguns riscos foram elencados: possibilidade desconforto da instituição onde foi realizada a pesquisa; receio dos professores quanto a entrevista; medo e vergonha dos alunos em não saber os conteúdos abordados na pesquisa, bem como quebra de sigilo e quebra de anonimato dos alunos e professores quanto aplicação do formulário e entrevista; e a insegurança e desconfiança dos responsáveis dos adolescentes quanto ser participantes da pesquisas.

Entretanto, para minimização dos riscos/danos algumas medidas, providências e cautelas foram adotadas, a saber: garantia de acesso aos resultados individuais e coletivos; assegurar a confidencialidade e a privacidade, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou instituições; garantia de divulgação pública dos resultados sem quebra de anonimato; e a instituição se disponibilizou assumir a responsabilidade de dar assistência integral às complicações e danos decorrentes dos riscos previstos através do Apoio de Psicologia da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Saúde e Biotecnologia, com prestação de atendimento psicológico a participantes de pesquisas, e assim cumprir o estabelecido nas resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

6.5 Detalhes das aulas da Sequência Didática

Aula 1: Apresentação e Consentimento

Objetivo: Apresentar o projeto e obter o consentimento dos participantes.

Avaliação: Não aplicável

Recursos: Quadro branco, papel, caneta.

1º Momento: Apresentação dos objetivos e etapas da sequência.

2º Momento: Esclarecimentos sobre metodologia e expectativas.

3º Momento: Coleta de termos de consentimento (se necessário).

Aula 2: Aplicação do Questionário Inicial

Objetivo: Diagnosticar os conhecimentos prévios de alunos e professores.

Avaliação: Diagnóstica

Recursos: Papel, caneta, questionários.

1º Momento: Aplicação de questionário (aluno e professor, com formatos distintos).

2º Momento: Orientações para preenchimento e objetivos da avaliação inicial.

3º Momento: Início da análise das respostas para identificar concepções alternativas.

Aula 3: Introdução à Astronomia e Orientação Espacial

Habilidade BNCC: EF03CI08

Objetivo: Compreender os movimentos da Terra e a orientação pelos astros.

Avaliação: Formativa

Recursos: Lanterna, bola de isopor, bússola.

1º Momento: Introdução ao conceito de Astronomia e movimentos da Terra.

2º Momento: Simulação prática da rotação e translação.

3º Momento: Orientação espacial com bússola e discussão cultural sobre os astros.

Aula 4: O Movimento da Terra e as Estações do Ano

Habilidade BNCC: EF09CI14

Objetivo: Relacionar a inclinação da Terra com as estações do ano.

Avaliação: Formativa

Recursos: Globo, lanterna, gráficos de insolação.

1º Momento: Exposição teórica sobre rotação, translação e inclinação do eixo.

2º Momento: Simulação prática com globo e lanterna.

3º Momento: Discussão sobre o impacto das estações nas culturas humanas.

Aula 5: O Sol e a Medição do Tempo

Habilidade BNCC: EF04CI09

Objetivo: Entender o funcionamento do relógio de sol.

Avaliação: Formativa

Recursos: Cartolina, lápis, palito, régua, bússola.

1º Momento: Explicação sobre o dia solar e origem do relógio solar.

2º Momento: Construção de um relógio solar simples.

3º Momento: Discussão sobre precisão e comparação com relógios modernos.

Aula 6: Introdução e Construção do Relógio de Sol (Parte 1)

Habilidade BNCC: EF04CI10

Objetivo: Construir um relógio solar orientado corretamente.

Avaliação: Formativa

Recursos: Papelão, transferidor, palitos, cola.

1º Momento: Explicação dos pontos cardeais e alinhamento do gnômon.

2º Momento: Início da construção prática do relógio solar.

3º Momento: Ajuste do ângulo do gnômon conforme a latitude.

Aula 7: Uso e Observação do Relógio de Sol (Parte 2)

Objetivo: Testar e comparar o relógio de sol com relógios modernos.

Avaliação: Formativa

Recursos: Relógio solar, relógio digital, caderno de anotações.

1º Momento: Observação da sombra em diferentes horários.

2º Momento: Registro e comparação com a hora oficial.

3º Momento: Discussão sobre discrepâncias e causas.

Aula 8: O Sistema Solar

Habilidade BNCC: EF09CI14

Objetivo: Compreender a estrutura e os corpos do Sistema Solar.

Avaliação: Formativa

Recursos: Bolas de diferentes tamanhos, barbante, etiquetas.

1º Momento: Exposição dos planetas e suas características.

2º Momento: Construção de modelo em escala.

3º Momento: Discussão sobre a diversidade planetária e habitabilidade.

Aula 9: Fases da Lua

Habilidade BNCC: EF03CI08

Objetivo: Compreender as fases da Lua e seus efeitos na Terra.

Avaliação: Formativa

Recursos: Lanterna, bola de isopor, imagens.

1º Momento: Introdução ao ciclo lunar.

2º Momento: Simulação prática da posição Sol-Terra-Lua.

3º Momento: Discussão sobre marés, eclipses e crenças populares.

Aula 10: Identificação de Constelações no Céu Noturno

Habilidade BNCC: EF09CI15

Objetivo: Identificar constelações e entender seu uso histórico.

Avaliação: Formativa

Recursos: Aplicativos (Stellarium), mapas celestes, projetor.

1º Momento: História e importância das constelações.

2º Momento: Observação com aplicativos e simulações.

3º Momento: Reflexão sobre a Astronomia nas culturas antigas.

Aula 11: A Gravidade e os Corpos Celestes

Habilidade BNCC: EM13CNT209

Objetivo: Entender a força gravitacional entre corpos celestes.

Avaliação: Formativa

Recursos: Tecido elástico, bolas, calculadora.

1º Momento: Explicação da Lei da Gravitação Universal.

2º Momento: Simulação do espaço-tempo curvado.

3º Momento: Cálculos práticos da força gravitacional entre planetas.

Aula 12: Revisão e Avaliação Prática

Objetivo: Revisar os conceitos e aplicar os conhecimentos em atividades práticas.

Avaliação: Formativa

Recursos: Relógios solares, quadro branco, perguntas.

1º Momento: Revisão geral com perguntas interativas.

2º Momento: Teste prático com o relógio solar.

3º Momento: Discussão sobre aplicações modernas da Astronomia.

Aula 13: Aplicação do Questionário Final

Objetivo: Avaliar o desenvolvimento dos alunos após a sequência.

Avaliação: Diagnóstica

Recursos: Papel, questionário final, canetas.

1º Momento: Aplicação do mesmo questionário da Aula 2 (para comparação).

2º Momento: Coleta das percepções dos alunos sobre o projeto.

3º Momento: Roda de conversa sobre aprendizados e feedback¹ final.

Quadro 10 - Roteiro de Aplicação do Manual de Orientações.

Aulas	Objetivos	Conteúdos	Atividades a Serem Desenvolvidas
Aula 1	Apresentar a proposta da sequência didática e	Apresentação do projeto e seus objetivos.	Apresentação oral e esclarecimento das etapas do projeto.

¹ Feedback é a resposta dada à ação ou comportamento de alguém, ajudando no seu desenvolvimento pessoal e profissional.

	obter o consentimento dos alunos.		Coleta de termos de consentimento.
Aula 2	Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos e professores sobre Astronomia.	Fundamentos de Astronomia (rotação, translação, Sol e Lua).	Aplicação de questionários (alunos e professores). Discussão orientada sobre respostas.
Aula 3	Compreender os movimentos da Terra e sua relação com a orientação espacial.	Introdução à Astronomia, rotação, translação e pontos cardeais.	Simulação com lanterna e bola. Atividade com bússola.
Aula 4	Entender como a inclinação da Terra gera as estações do ano.	Movimento da Terra e Estações do Ano.	Simulação com globo e lanterna. Análise de gráficos.
Aula 5	Compreender como o Sol é usado para medir o tempo.	O Sol e a medição do tempo; relógio solar.	Construção de relógio solar simples. Discussão sobre tempo solar e convencional.
Aula 6	Construir um relógio solar e compreender seu alinhamento.	Pontos cardeais; estrutura do relógio solar.	Oficina de construção com materiais simples. Alinhamento com bússola.
Aula 7	Observar e testar o funcionamento dos relógios solares.	Movimento do Sol; tempo solar.	Observação em campo. Comparação entre hora solar e relógio digital.

Aula 8	Compreender a organização e características dos planetas.	Sistema Solar: planetas, órbitas, classificação.	Construção de modelo em escala. Atividade em equipe.
Aula 9	Entender as fases da Lua e seus efeitos.	Fases da Lua; eclipses; ciclo lunar.	Simulação com lanterna e bola. Atividade em grupo.
Aula 10	Identificar constelações e entender seu papel histórico.	Constelações; navegação celeste.	Uso do aplicativo Stellarium. Observação (real ou simulada).
Aula 11	Compreender a gravidade e sua ação sobre os corpos celestes.	Gravitação Universal; órbitas; força centrípeta.	Simulação com tecido elástico e bolas. Cálculos em grupo.
Aula 12	Revisar os conteúdos e aplicar conceitos de forma prática.	Gravidade, Sistema Solar, relógio solar.	Revisão participativa. Teste prático com relógio solar.
Aula 13	Avaliar a aprendizagem e percepção dos alunos sobre a sequência.	Avaliação final e reflexões.	Aplicação de questionário final. Roda de conversa.

7. PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta do Produto Educacional teve como público-alvo estudantes e professores da educação básica e busca contribuir para que os docentes possam utilizar o manual como material instrucional de apoio para as suas aulas. O manual também tem como objetivo ser um material de uso simples para que qualquer indivíduo possa aprender e utilizar conhecimentos sobre o cosmos.

Dessa forma, o manual de orientações teve como objetivo oferecer um material instrucional interativo, acessível e de baixo custo que permite ao leitor o desenvolvimento de um pensar reflexivo que enxerga a realidade de maneira crítica e

ativa. O manual também apresentará e identificará os conceitos fundamentais de astronomia que são relevantes para o currículo da educação básica assim os conceitos fundamentais de astronomia para o currículo da educação básica podem ser extraídos de documentos oficiais de currículos escolares, como as diretrizes curriculares nacionais, currículos estaduais ou municipais, bem como de organizações educacionais e científicas.

Os conceitos fundamentais abordados estão inseridos na base de dados da BNCC que contém os objetos de conhecimentos e suas habilidades que são importantes para o desenvolvimento da aprendizagem científica.

Para a adequação dos conteúdos de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos na educação básica, vamos inserir os objetos de conhecimento de forma gradual conforme a escolaridade dos aprendizes. Realizando assim uma separação de conteúdos para diferentes séries. Por exemplo vejamos o objeto de conhecimento escala de tempo este tema poderá ser abordado no 1º ano do Ensino Fundamental mais, porém poderá ser discutido no decorrer de toda educação básica.

A partir da aplicação do manual de orientações promoveu-se a formação continuada em Astronomia para docentes de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio visando promover a formação de líderes locais para continuar a educação astronômica.

A intenção é que o Manual de orientações seja no formato físico e impresso do modelo de uma apostila que possui imagens de programas educacionais como o stellarium, máquinas fotográficas especiais e atividades lúdicas.

A elaboração de um manual orientações, tem como objetivo fornecer um guia abrangente e aplicável aos educadores que desejam aprimorar o ensino de astronomia em sala de aula, identificando as lacunas no ensino de astronomia na educação básica. Desenvolver um manual prático que atenda às necessidades específicas dos professores e avaliar a eficácia do manual na melhoria do ensino e aprendizado de astronomia.

Algumas etapas que serão utilizadas para criação do produto educacional, no caso, o manual de orientações:

1. Apresentar a importância da Astronomia - será destacado a relevância da astronomia na formação científica e na promoção da curiosidade. Haverá o levantamento dos conteúdos de astronomia de toda a educação básica inclusa no PCN e BNCC.
2. Atualização Científica – no material elaborado constará informações de conceitos astronômicos com conexão Interdisciplinar e sugestões para integrar a astronomia com outras disciplinas.
3. Conteúdo Astronômico Essencial – conteúdos sobre o Sistema Solar: abordagem dos planetas, asteroides e cometas; Fases da Lua: estratégias para ensinar as diferentes fases da Lua; Integração de Tecnologia e recomendações de aplicativos interativos para exploração astronômica.
4. Estratégias de Ensino – sugestões para despertar o interesse dos alunos desde o início de sua aprendizagem com o uso de recursos visuais: exploração de observações ao ar livre, simulações e aplicativos educativos; Projetos Práticos e Atividades Lúdicas: Ideias para construção de modelos, observações práticas e jogos educativos e observação de situações do cotidiano que envolvem a astronomia.
5. Considerações Finais – reflexão do Professor sobre as práticas e recursos adicionais.
6. Referências Bibliográficas - lista de livros, artigos, sites e vídeos recomendados.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 Análise da aplicação do questionário Inicial sobre Ensino de Astronomia para alunos do Ensino Médio

A Astronomia, por ser uma das ciências mais antigas e fascinantes, apresenta um enorme potencial pedagógico para despertar o interesse dos estudantes pelas ciências naturais. A sequência didática foi aplicada em três turmas do segundo ano do ensino médio da Escola Estadual CETI - Professor Manuel Vicente Ferreira Lima

localizada na cidade de Coari – AM. Sessenta alunos participaram da aplicação, no qual foi realizando uma Sequência Didática sobre o Ensino de Astronomia com aplicação prática e teórica. A sequência foi avaliada por doze professores com formação em diversas áreas de ensino como Física, Matemática, Química, Biologia e Geografia para averiguar a proposta como ferramenta didática, a proposta buscou integrar teoria e prática, com o objetivo de explorar conceitos fundamentais de Astronomia e promover o engajamento dos estudantes por meio da construção de um relógio de sol. A avaliação feita pelos estudantes ocorreu por meio de um questionário inicial com vinte e cinco questões abertas e fechadas, onde no qual não foi obrigatória a identificação do aluno e um questionário final com vinte e cinco questões, com quinze questões de múltipla escolha para avaliar o conhecimento teórico e dez questões dissertativas para avaliar a capacidade de aplicar o conteúdo aprendido e refletir sobre os conceitos de Astronomia.

Todos os alunos receberam dois termos de consentimentos, um para maiores e outros para seus responsáveis, os mesmos entregaram devidamente assinado, autorizando sua participação na sequência didática. Com a resposta positiva das turmas e com a autorização da direção da escola, a aplicação do produto foi realizada.

Antes da aplicação da sequência didática, os estudantes tiveram uma aula teórica prévia, de 60 minutos de duração, a respeito dos conteúdos selecionados que foram: Introdução à Astronomia e Orientação Espacial, O Movimento da Terra e as Estações do Ano, O Sol e a Medição do Tempo, Introdução e Construção do Relógio de Sol parte 1, Uso e Observação do Relógio de Sol parte 2, O Sistema Solar, Fases da Lua, Identificação de Constelações no Céu Noturno, A Gravidade e os Corpos Celestes e Revisão e Avaliação Prática. A sequência didática foi aplicada em 13 aulas com duração de 60 minutos cada aula.

Com base no questionário inicial, respondido pelos alunos que participaram da aplicação da sequência didática, foi possível avaliar como uma ferramenta educacional. O questionário inicial foi montado com vinte e cinco questões fechadas e abertas. As questões estavam relacionadas: ao ensino de Física e Astronomia. A apresentação da maioria das respostas foi feita por meio de gráficos com os resultados expressos em porcentagens.

Análise da Questão 1

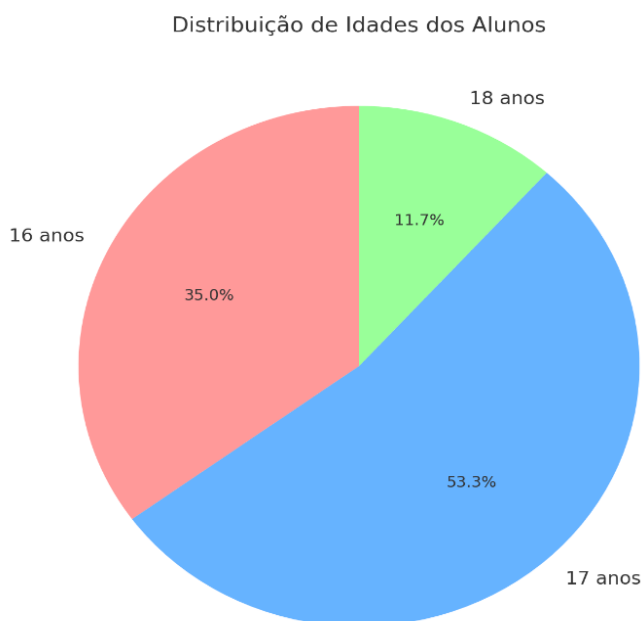
Qual é o seu nível de ensino?

- () Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano)
- () Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano)
- () Ensino Médio (1º ao 3º ano)

A aplicação da sequência didática foi realizada exclusivamente no Ensino Médio, evidenciando um público-alvo específico. A escolha desse nível educacional reflete a intenção de direcionar atividades e análises às demandas pedagógicas dessa etapa. A questão foi objetiva e permitiu confirmar o perfil uniforme dos participantes, facilitando a elaboração de intervenções voltadas ao Ensino Médio. Contudo, a ausência de respostas dos demais níveis de ensino limita a generalização dos dados para outros contextos educacionais. Essa delimitação reforça a importância de personalizar práticas didáticas à realidade dessa faixa etária e instituição.

Análise da Questão 2: Quantos anos você tem?

Figura 24 - Dados da questão 2 do questionário inicial.



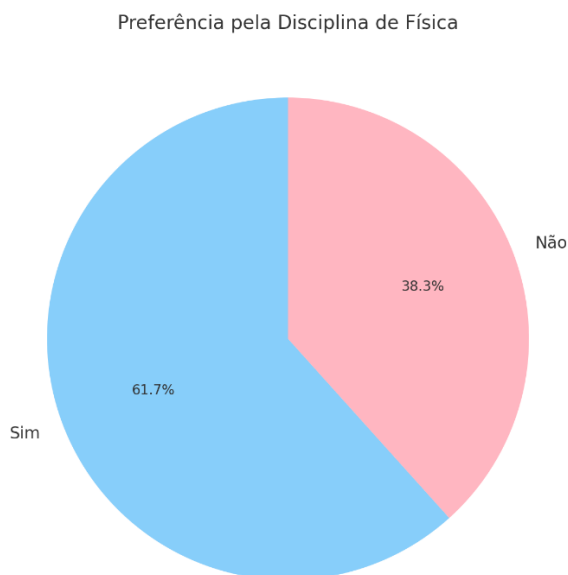
Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

O gráfico a acima representa a distribuição etária dos alunos: 21 alunos (16 anos) correspondem a 35% do total; 32 alunos (17 anos) representam a maioria, com 53,3%; e 7 alunos (18 anos) constituem 11,7%. Essa análise mostra predominância

de alunos de 17 anos, o que pode refletir o público típico do Ensino Médio na escola avaliada.

Análise da Questão 3: Você gosta da disciplina de Física?

Figura 25 - Dados da questão 3 do questionário inicial.

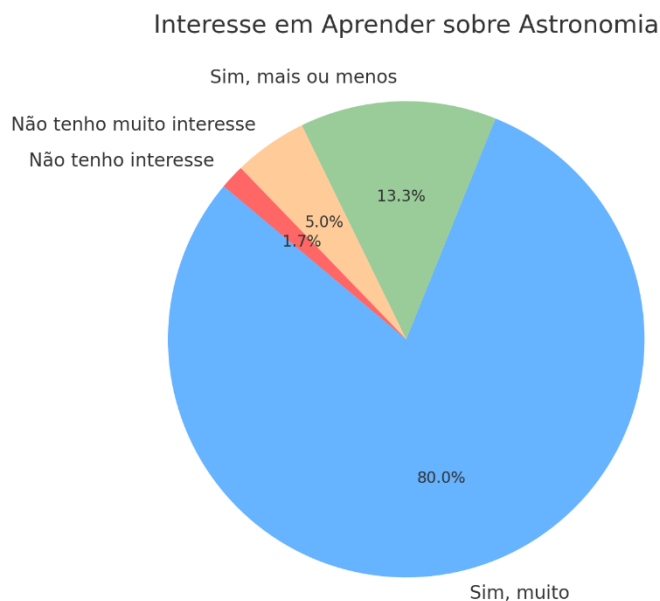


Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

O gráfico mostra que 37 alunos (61,7%) gostam da disciplina de Física, enquanto 23 alunos (38,3%) não demonstram preferência. Essa análise indica uma maioria interessada na matéria, mas também evidencia uma parcela significativa que não se identifica com a disciplina, sugerindo a necessidade de estratégias pedagógicas para aumentar o engajamento e o interesse dos estudantes.

Análise da Questão 4: Você tem interesse em aprender sobre Astronomia (estrelas, planetas, universo)?

Figura 26 - Dados da questão 4 do questionário inicial.



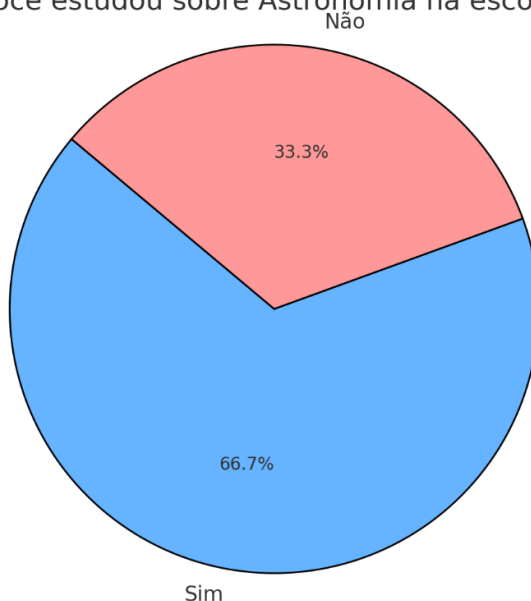
Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

O gráfico mostra as respostas sobre o interesse em aprender sobre Astronomia. A maioria dos descendentes (48 respostas) tem um grande interesse ("Sim, muito"), representando 80% das respostas. Um número menor (8 respostas) tem um interesse moderado ("Sim, mais ou menos"), correspondendo a 13,3%. As opções "Não tenho muito interesse" (3 respostas) e "Não tenho interesse" (1 respostas) somam 5% e 1,7%, respectivamente. O gráfico destaca claramente o alto interesse pela Astronomia, com uma pequena porcentagem de desinteresse.

Análise da Questão 5: Você estudou sobre Astronomia na escola?

Figura 27 - Dados da questão 5 do questionário inicial.

Você estudou sobre Astronomia na escola?



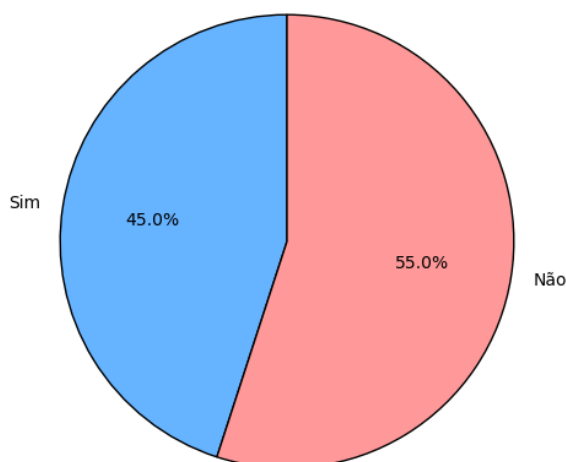
Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

O gráfico representa as respostas à pergunta "Você estudou sobre Astronomia na escola?". A fatia azul representa a resposta "Sim" (40 pessoas) e a fatia vermelha, a resposta "Não" (20 pessoas). O gráfico mostra que a maioria dos participantes estudou Astronomia na escola.

Análise da Questão 6: Você já fez alguma atividade prática de Astronomia (como olhar estrelas ou planetas com telescópio, ir a um planetário, etc.) dentro do conteúdo escolar?

Figura 28 - Dados da questão 6 do questionário inicial.

Você já fez alguma atividade prática de Astronomia dentro do conteúdo escolar?

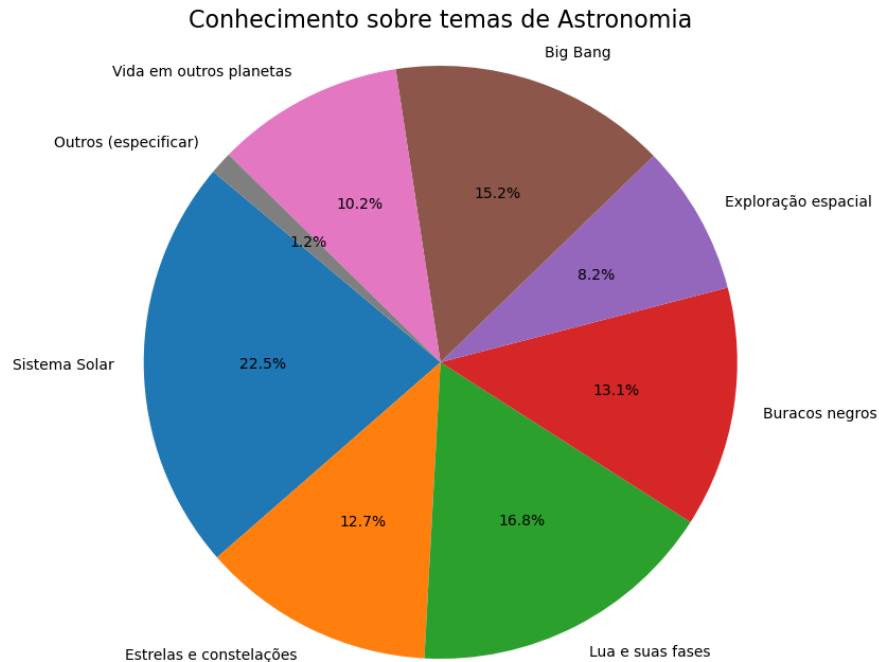


Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Pela análise do questionário 55% dos alunos responderam que nunca fizeram atividade prática de Astronomia 45% que sim. Alguns relataram que foi experiência excelente com o projeto de Astronomia aplicado na escola com observação dos astros e relataram a carência desses projetos na escola no qual eram para serem mais frequente.

Análise da Questão 7: Você conhece algum destes temas de Astronomia?

Figura 29 - Dados da questão 7 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Tema Mais Conhecido:

O Sistema Solar é o tema mais conhecido (55 pessoas, 22.5% do total). Isso pode indicar que é um dos conteúdos mais abordados em currículos escolares ou em mídias acessíveis.

Tema Menos Conhecido:

A categoria outros (como estrela de nêutrons, asteroides e cometas) foi a menos mencionada (3 pessoas, apenas 1.2%). Isso sugere que temas específicos ou avançados são menos conhecidos pela população em geral.

Temas de Médio Conhecimento:

Lua e suas fases (41 pessoas, 16.8%) e Big Bang (37 pessoas, 15.2%) aparecem com percentuais intermediários. Isso reflete que alguns temas mais complexos ou conceituais (como Big Bang) têm relevância significativa.

Desigualdade no Conhecimento:

Temas como Exploração Espacial (20 pessoas, 8.2%) têm menos reconhecimento comparado a temas clássicos como Estrelas e constelações (31 pessoas, 12.7%). Isso sugere que a popularização da Astronomia pode estar concentrada em tópicos mais tradicionais, enquanto áreas modernas, como missões espaciais, ainda não têm a mesma visibilidade.

Recomendações Educacionais

Com base na análise:

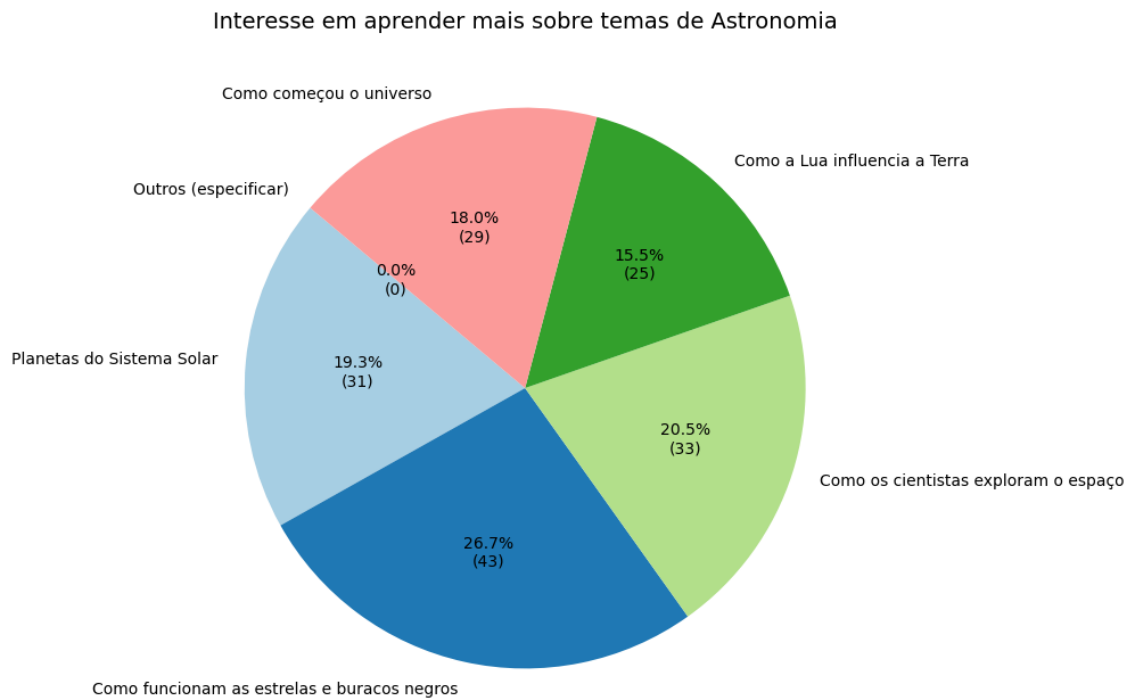
Foco em Diversificação: Incluir temas menos conhecidos, como exploração espacial, buracos negros e outros tópicos avançados, em materiais didáticos e discussões públicas.

Reforçar Temas Intermediários: Consolidar o conhecimento sobre temas intermediários, como as fases da Lua e o Big Bang, que já têm alguma popularidade.

Atenção aos Tópicos Populares: Continuar explorando temas como o Sistema Solar, mas aproveitando sua popularidade para introduzir outros assuntos relacionados.

Análise da Questão 8: Qual desses temas você gostaria de aprender mais?

Figura 30 - Dados da questão 8 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Tema Mais Desejado:

Como funcionam as estrelas e buracos negros é o mais popular, com 43 votos (aproximadamente 26.7% do total). Isso reflete o interesse do público por tópicos fascinantes e misteriosos da Astronomia.

Outros Destaques:

Como os cientistas exploram o espaço (33 votos, 20.5%) e Planetas do Sistema Solar (31 votos, 19.3%) aparecem em segundo e terceiro lugares, respectivamente. Isso demonstra uma curiosidade significativa por tópicos relacionados a descobertas espaciais e aos planetas do Sistema Solar.

Temas Intermediários:

Como começou o universo recebeu 29 votos (18,0%), mostrando um interesse relevante por questões cosmológicas e Como a Lua influencia a Terra teve 25 votos

(15.5%), sendo menos popular que os demais temas. Outros não recebeu votos (0%), indicando que os temas listados atenderam às expectativas dos participantes.

Recomendações Educacionais

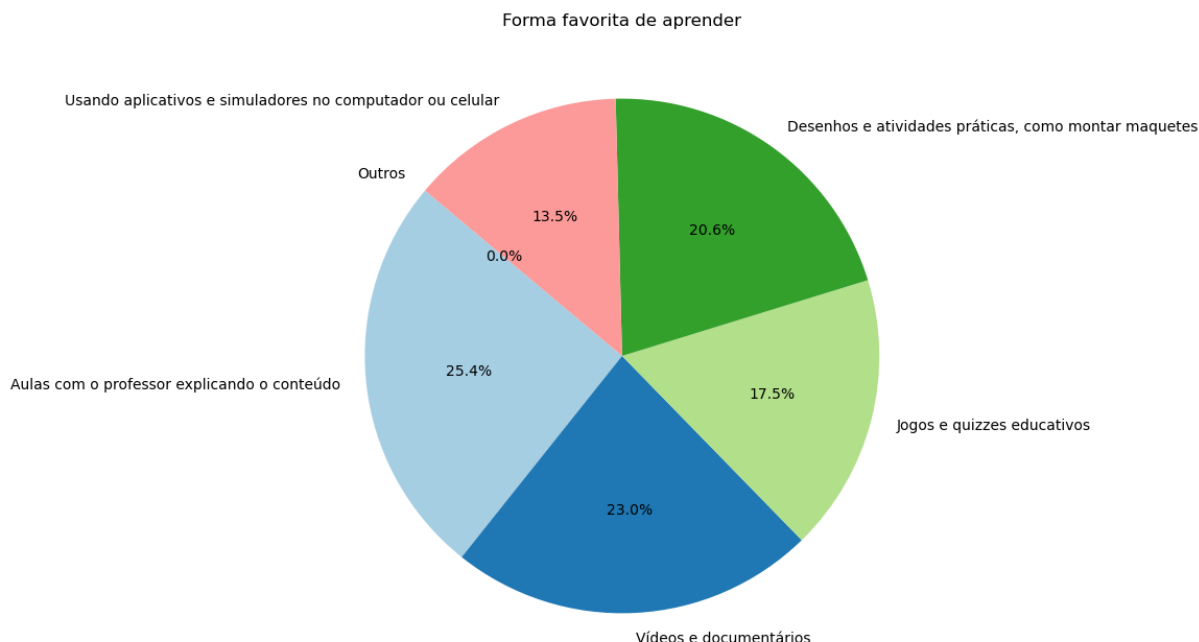
Foco em Interesse Popular: Desenvolver atividades ou materiais que explorem estrelas, buracos negros e o universo, já que esses temas despertam maior curiosidade.

Exploração Espacial e Planetas: Aproveitar o interesse em missões espaciais para abordar descobertas científicas e novas tecnologias.

Equilíbrio de Tópicos: Combinar conteúdos de alto impacto (buracos negros) com temas de relevância prática (influência da Lua) para diversificar o aprendizado.

Análise da Questão 9: Qual é a forma que você mais gosta de aprender? (Podendo marcar mais de uma opção)

Figura 31 - Dados da questão 9 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Explicação e análise dos dados da pesquisa:

A questão apresentada foi: Qual é a forma que você mais gosta de aprender? Permitindo aos participantes marcar mais de uma opção.

Preferência mais popular:

A opção Aulas com o professor explicando o conteúdo foi a mais escolhida, representando 25.4% do total. Isso indica que os alunos valorizam o contato direto com o professor e explicações mais tradicionais para entender o conteúdo. A segunda preferência mais comum foi Vídeos e documentários, com 23.0% das respostas. Este dado mostra que muitos alunos apreciam recursos audiovisuais, que podem tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente. Desenhos e atividades práticas, como montar maquetes recebeu 20.6% das respostas, destacando o interesse dos alunos em aprender por meio da prática e criatividade. Jogos e quizzes educativos também foram populares, com 17.5%, sugerindo que abordagens gamificadas têm um apelo significativo. Usando aplicativos e simuladores no computador ou celular foi marcado por 13.5% dos participantes. Isso sugere que, embora menos popular em comparação com métodos tradicionais e audiovisuais, as tecnologias digitais têm um papel importante no aprendizado. Outros não foi selecionada, indicando que as alternativas apresentadas foram abrangentes e cobriram as principais preferências dos participantes.

Os dados demonstram que os métodos de aprendizado mais populares combinam interatividade e explicações estruturadas. A combinação de métodos tradicionais, como aulas expositivas, e modernos, como vídeos e gamificação, pode ser a abordagem ideal para atender a uma ampla variedade de estilos de aprendizado. Além disso, o uso de atividades práticas e tecnologias digitais, embora menos destacado, não deve ser negligenciado, pois contribuem para diversificar as estratégias pedagógicas e engajar alunos com diferentes interesses.

Análise da Questão 10: Você já participou de algum projeto na escola sobre astronomia?

Figura 32 - Dados da questão 10 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Dados da pesquisa:

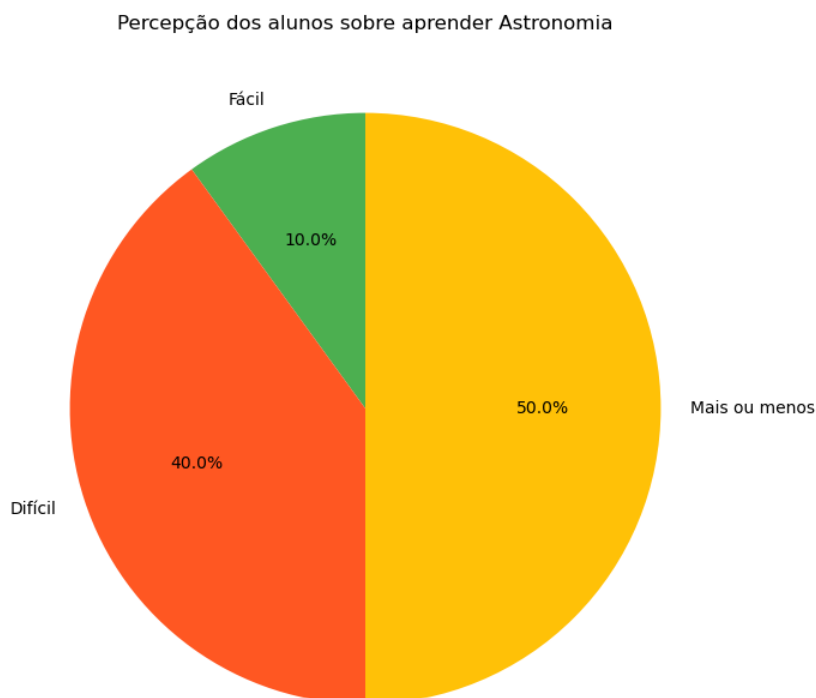
Sim: 32 alunos participaram de algum projeto relacionado à astronomia.

Não: 28 alunos não participaram.

Entre os 32 participantes que responderam "Sim", foi relatado que um dos projetos mais mencionados foi a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). Este projeto foi considerado excelente para o aprendizado, proporcionando maior conhecimento em astronomia e ajudando na preparação para a prova da OBA.

Análise da Questão 11: Como você acha que é aprender sobre Astronomia?

Figura 33 - Dados da questão 11 do questionário inicial.



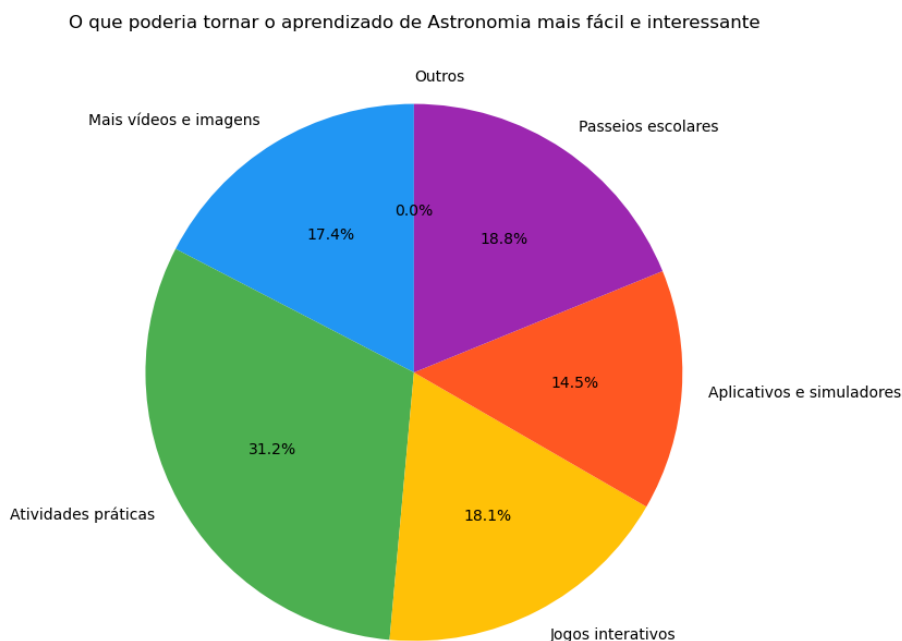
Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Os números fornecidos: 6 discentes falaram que é fácil, 24 disseram que é difícil e 30 expressaram mais ou menos.

A maior parte dos alunos considera aprender astronomia mais ou menos (50.0%), indicando que pode ser um tema intermediário em termos de dificuldade. 40.0% dos alunos acham o tema difícil, sugerindo que há desafios significativos para muitos estudantes. Apenas 10.0% classificaram como fácil, o que mostra que o tema pode exigir uma abordagem didática mais envolvente e simplificada para melhorar a compreensão.

Análise da Questão 12: O que poderia tornar o aprendizado de Astronomia mais fácil e interessante?

Figura 34 - Dados da questão 11 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados com os seguintes dados fornecidos:

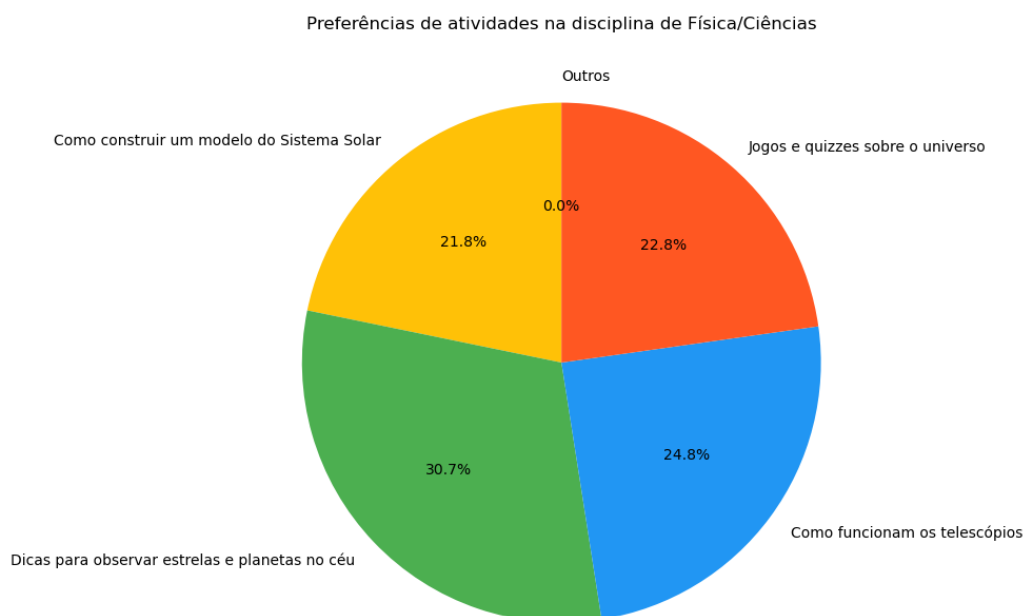
Mais vídeos e imagens (24), atividades práticas (como usar telescópios ou fazer maquetes) (43), Jogos interativos (25), aplicativos e simuladores de Astronomia (20), mais passeios escolares a planetários e observatórios (26) e outros não teve nenhuma especificação.

Conclusão dos resultados

Atividades práticas (31.2%) foi a opção mais escolhida, indicando que a maioria dos participantes considera essencial uma abordagem mais prática para facilitar e tornar o aprendizado mais interessante. Mais vídeos e imagens (17.4%) e Jogos interativos (18.1%) também foram bem avaliados, sugerindo que o uso de recursos audiovisuais e elementos lúdicos são valiosos no processo de aprendizado. Passeios escolares (18.8%) e aplicativos e simuladores (14.5%) reforçam a importância de explorar ambientes fora da sala de aula e aproveitar tecnologias para engajar os alunos. A ausência de respostas em "Outros" indica que as opções oferecidas foram abrangentes e atenderam às expectativas dos participantes.

Análise da Questão 13: Se você pudesse escolher, que tipo de atividade você gostaria de fazer na disciplina de Física/Ciências?

Figura 35 - Dados da questão 13 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

- Como construir um modelo do Sistema Solar: 22 respostas (21.8%)
- Dicas para observar estrelas e planetas no céu: 31 respostas (30.7%)
- Como funcionam os telescópios: 25 respostas (24.8%)
- Jogos e quizzes sobre o universo: 23 respostas (22.8%)
- Outros: 0 respostas (0.0%)

Conclusão dos resultados

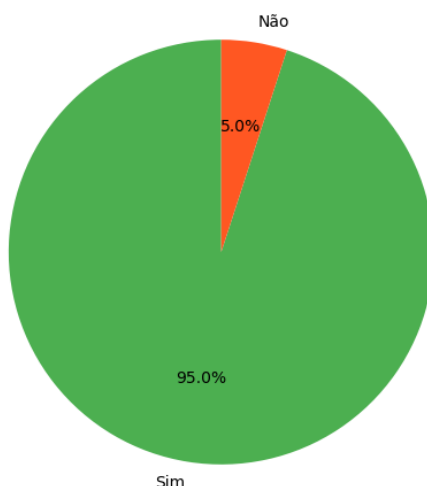
Dicas para observar estrelas e planetas no céu (30.7%) foi a atividade mais escolhida, indicando o grande interesse dos alunos em atividades práticas relacionadas à observação astronômica. Como funcionam os telescópios (24.8%) e Jogos e quizzes sobre o universo (22.8%) também tiveram destaque, mostrando que os alunos valorizam tanto o aprendizado teórico quanto atividades lúdicas. Como construir um modelo do Sistema Solar (21.8%) foi bem avaliado, destacando o

interesse por atividades criativas e práticas. A ausência de respostas na categoria "Outros" indica que as opções disponíveis cobriram bem os interesses dos alunos.

Análise da Questão 14: Você acha que seria interessante aprender Astronomia junto com outras matérias, como Ciências, Matemática, Geografia e Física?

Figura 36 - Dados da questão 14 do questionário inicial.

Você acha que seria interessante aprender Astronomia junto com outras matérias?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

- Sim: 57 respostas (95.0%)
- Não: 3 respostas (5.0%)

Conclusão dos resultados

Interesse em interdisciplinaridade: A ampla maioria dos participantes (95%) acredita que seria interessante aprender Astronomia em conjunto com outras disciplinas, como Ciências, Matemática, Geografia e Física. Isso indica um entendimento claro da conexão entre essas áreas e da importância de uma abordagem integrada no aprendizado.

Importância da interdisciplinaridade: Ciências ajuda a compreender fenômenos naturais, como eclipses e mudanças sazonais. Matemática é essencial para cálculos astronômicos, como distâncias e órbitas. Geografia relaciona Astronomia com a orientação espacial e a localização na superfície terrestre. Física

fornece a base teórica para entender leis fundamentais, como a gravidade e o movimento dos corpos celestes.

Resistência minoritária: Apenas 5% dos participantes disseram "Não", o que pode ser uma oportunidade para investigar as razões dessa resistência e propor soluções, como explicar melhor a conexão entre Astronomia e outras disciplinas.

Análise da Questão 15: Você gostaria de fazer mais atividades práticas, como olhar o céu com telescópios ou fazer experimentos em casa?

Figura 37 - Dados da questão 15 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

- Sim: 52 respostas (86.7%)
- Não: 8 respostas (13.3%)

Sugestões de atividades práticas para os interessados: Observar o céu noturno com telescópios, montar modelos simples de constelações usando LEDs, criar maquetes do Sistema Solar, fazer experimentos com relógios de Sol ou simulações de órbitas e usar aplicativos para simulação de observações astronômicas.

Conclusão dos resultados

Preferência por atividades práticas: A maioria significativa (86.7%) gostaria de participar de atividades práticas, como observar o céu com telescópios ou realizar experimentos em casa. Isso reforça a importância de incluir abordagens práticas no ensino de Astronomia.

Interesse específico: Os participantes mencionaram atividades como observação do céu noturno, criação de maquetes, uso de aplicativos e experimentos simples como opções atrativas para aprendizado.

Resistência minoritária: Apenas 13.3% não se interessaram por atividades práticas. Isso pode indicar barreiras como falta de interesse, acesso a recursos ou tempo, que merecem ser investigadas para propostas inclusivas.

Análise da Questão 16: Se você pudesse sugerir algo para melhorar as aulas de Física, o que seria?

Sugestões de alguns dos discentes para melhorar as aulas de Física:

Mais experimentos práticos, explicações simples e visuais, conexão com a vida real, aulas mais dinâmicas, uso de tecnologia, menos fórmulas, mais compreensão e Gamificação.

Análise das sugestões dos discentes.

Mais experimentos práticos: Os alunos adoram aprender com experimentos que expliquem a teoria na prática, usando materiais simples e situações do dia a dia.

Explicações Simples e Visuais: Pedem o uso de animações, vídeos e gráficos que ajudem a entender conceitos complexos de forma clara e atrativa.

Conexão com a Vida Real: Querem saber como a Física se aplica em coisas que usam ou veem, como esportes, carros, celulares e jogos.

Aulas Mais Dinâmicas: Preferem menos aulas expositivas e mais atividades interativas, como desafios em grupo, quizzes e debates.

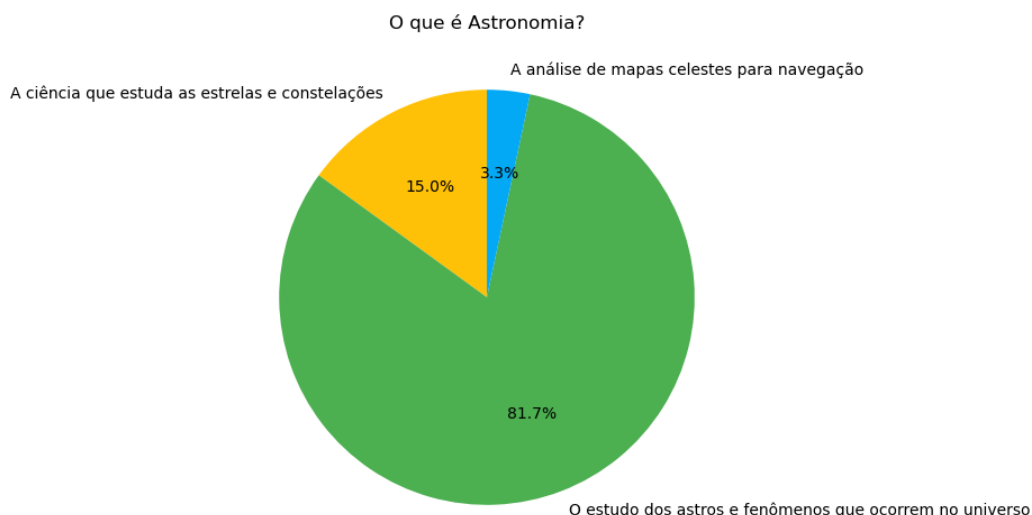
Uso de Tecnologia: Sugerem aplicativos, simuladores e até realidade aumentada para visualizar fenômenos como ondas, circuitos ou gravidade.

Menos Fórmulas, Mais Compreensão: Gostariam de focar mais na lógica por trás das fórmulas, para entender melhor como elas funcionam.

Gamificação: Jogos educativos e competições são uma forma divertida de aprender e testar conhecimentos.

Análise da Questão 17: O que é Astronomia?

Figura 38 - Dados da questão 17 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

- A ciência que estuda as estrelas e constelações: 9 respostas (15.0%)
- O estudo dos astros e fenômenos que ocorrem no universo: 49 respostas (81.7%)
- A análise de mapas celestes para navegação: 2 respostas (3.3%)

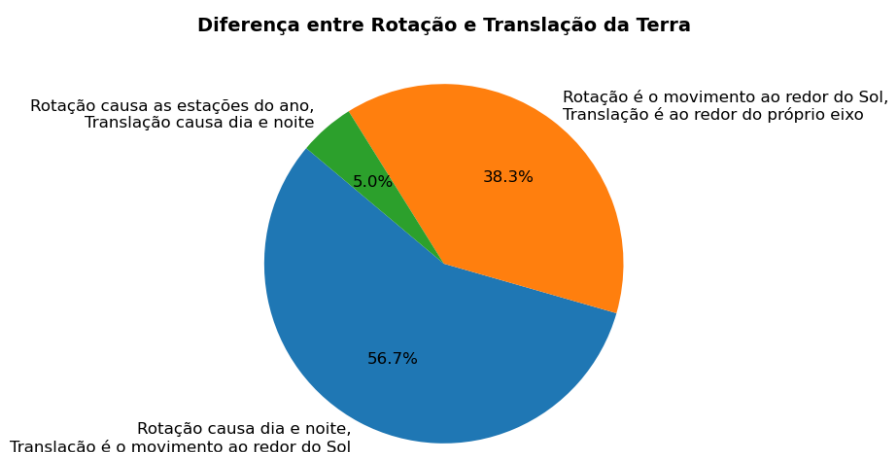
Conclusão:

A maioria dos participantes (81.7%) entende Astronomia corretamente como o estudo dos astros e fenômenos que ocorrem no universo. Isso demonstra um bom nível de compreensão geral sobre o tema. Uma parcela menor (15.0%) associou Astronomia apenas ao estudo de estrelas e constelações, o que indica uma visão limitada da área. Um grupo muito pequeno (3.3%) definiu Astronomia como a análise de mapas celestes para navegação, confundindo-a com Navegação Celeste.

Sugestões para Ensino: Reforçar que Astronomia abrange uma ampla gama de estudos, desde planetas até fenômenos como buracos negros e galáxias e explicar as diferenças entre Astronomia, Astrologia e Navegação Celeste para esclarecer conceitos relacionados.

Análise da Questão 18: Qual é a principal diferença entre o movimento de rotação e o movimento de translação da Terra?

Figura 39 - Dados da questão 18 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

A rotação causa as estações do ano e a translação causa o dia e a noite.: 3 respostas (5.0%).

A rotação é o movimento da Terra ao redor do Sol, enquanto a translação é o movimento em torno de seu próprio eixo.: 23 respostas (38.3%).

A rotação causa o dia e a noite, e a translação é o movimento da Terra ao redor do Sol.: 34 respostas (56.7%).

Conclusão:

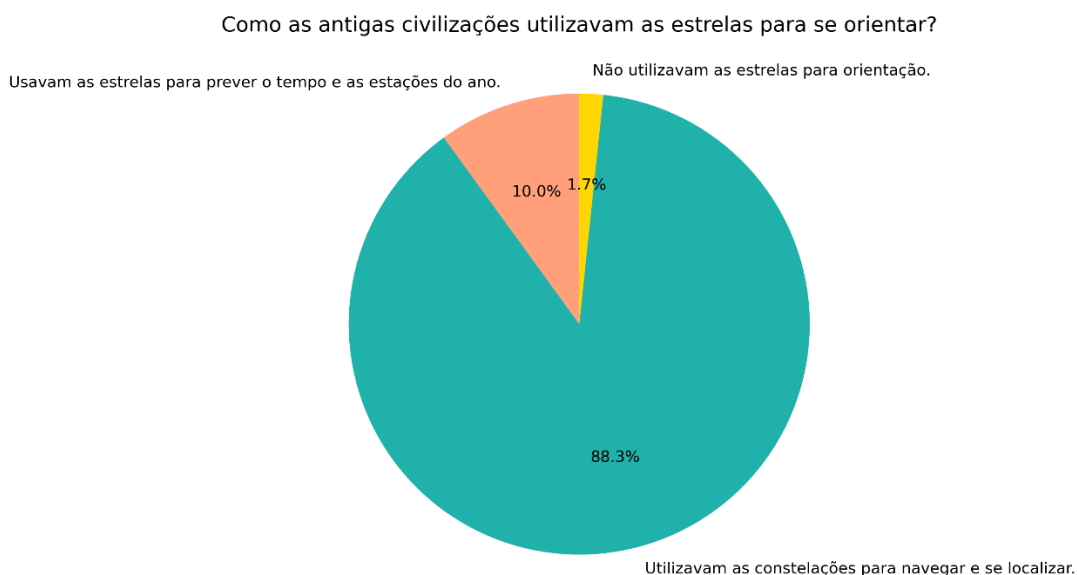
Mais da metade dos participantes (56.7%) identificou corretamente a diferença entre rotação e translação. Um número significativo de pessoas (38.3%) demonstrou confusão, invertendo os conceitos de rotação e translação. Apenas 5% associaram erroneamente a rotação às estações do ano e a translação ao ciclo de dia e noite.

Sugestões Educacionais: Reforçar o ensino sobre os movimentos da Terra com materiais visuais, como vídeos e modelos tridimensionais. Usar simulações para mostrar como a rotação causa o dia e a noite e como a translação está ligada às

estações do ano. Promover atividades práticas, como experimentos com globos e lanternas, para ilustrar esses conceitos.

Análise da Questão 19: Como as antigas civilizações utilizavam as estrelas para se orientar?

Figura 40 - Dados da questão 19 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

- Usavam as estrelas para prever o tempo e as estações do ano.: 6 respostas (10.0%)
- Utilizavam as constelações para navegar e se localizar.: 53 respostas (88.3%)
- Não utilizavam as estrelas para orientação.: 1 respostas (1.7%)

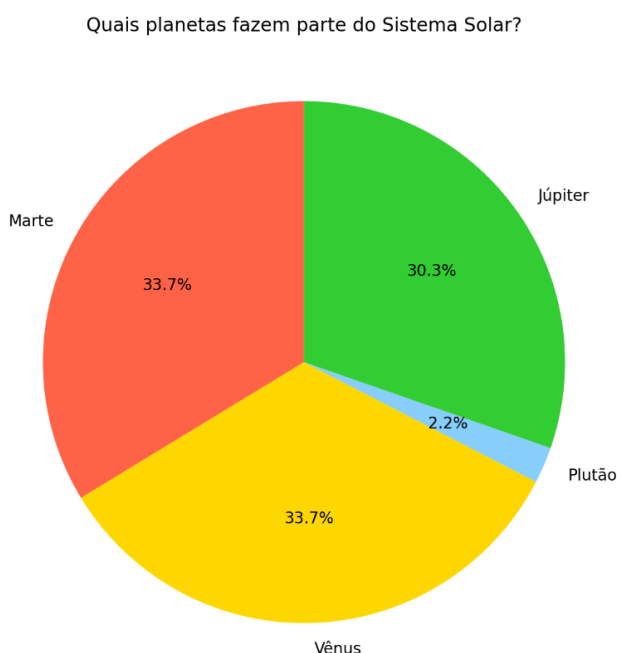
Conclusão dos resultados

A maioria dos respondentes (53 de 60, ou 88.3%) reconheceu que as antigas civilizações utilizavam as constelações para navegar e se localizar, o que está alinhado com registros históricos de civilizações como os fenícios, que navegavam pelo céu estrelado. Uma parcela menor (6 de 60, ou 10.0%) afirmou que as estrelas eram usadas para prever o tempo e as estações do ano. As antigas civilizações observavam as estrelas para se orientar geograficamente, especialmente durante a navegação e viagens terrestres. Além disso, elas também utilizavam as estrelas para

marcar a passagem do tempo e prever mudanças nas estações do ano (o que também se relaciona com a alternativa a, mas o foco principal era na orientação com constelações). o que também é verdadeiro, pois muitas culturas antigas, como os egípcios, dependiam do céu para organizar seus calendários agrícolas. Apenas 1 resposta (1.7%) indicou que as estrelas não eram usadas para orientação, mostrando um desconhecimento em relação à importância histórica das estrelas.

Análise da Questão 20: Quais planetas fazem parte do Sistema Solar? (Marque todos que se aplicam)

Figura 41 - Dados da questão 20 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

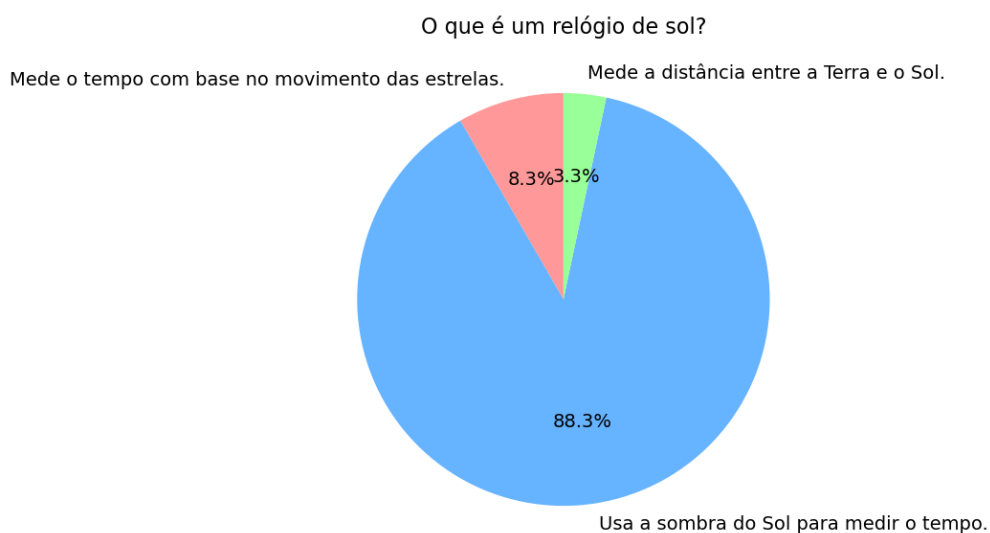
- Marte: 60 respostas (33.7%)
- Vênus: 60 respostas (33.7%)
- Plutão: 4 respostas (2.2%)
- Júpiter: 54 respostas (30.3%)

Conclusão dos resultados

As respostas indicam um bom entendimento geral sobre os planetas do Sistema Solar. Marte e Vênus foram corretamente identificados por todos os participantes (60 respostas de 60 discentes, ou 100.0%). Júpiter também foi amplamente reconhecido como parte do Sistema Solar (54 respostas de 60 discentes, ou 90.0%). Plutão foi identificado incorretamente por 4 pessoas (6.7%). Isso pode ser atribuído à sua classificação como planeta anão desde 2006, o que ainda pode gerar confusão.

Análise da Questão 21: O que é um relógio de sol?

Figura 42 - Dados da questão 21 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos dados:

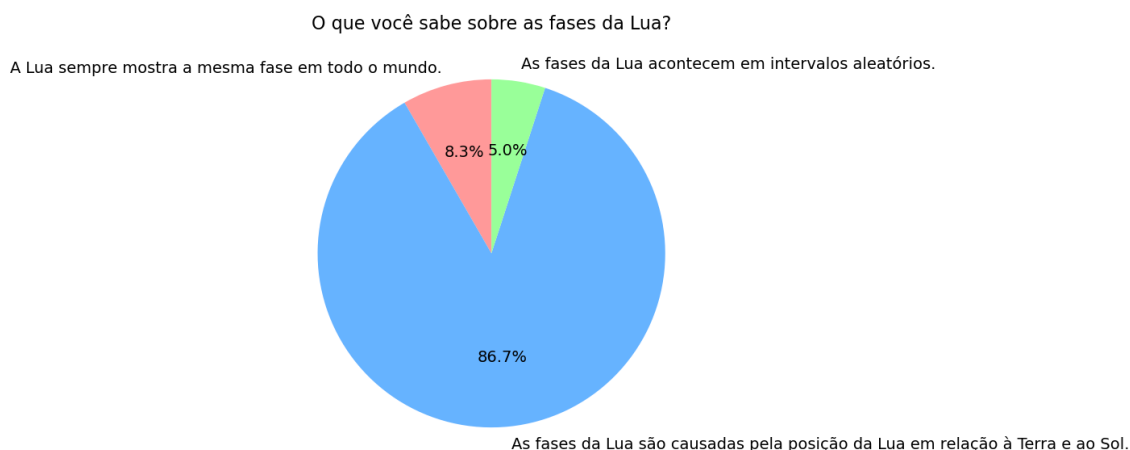
- Um dispositivo que mede o tempo com base no movimento das estrelas.: 5 respostas (8.3%).
- Um instrumento que usa a sombra do Sol para medir o tempo.: 53 respostas (88.3%)
- Um objeto usado para medir a distância entre a Terra e o Sol.: 2 respostas (3.3%)

Explicação:

A grande maioria dos respondentes (53 de 60, ou 88.3%) respondeu corretamente que o relógio de sol é um instrumento que usa a sombra do Sol para medir o tempo, o que está correto. Uma pequena parcela (5 de 60, ou 8.3%) confundiram o relógio de sol com um instrumento baseado no movimento das estrelas, o que está incorreto, pois esse princípio se aplica a relógios estelares usados na navegação antiga. Apenas 2 pessoas (3.3%) escolheram erroneamente que ele mede a distância entre a Terra e o Sol.

Análise da Questão 22: O que você sabe sobre as fases da Lua?

Figura 43 - Dados da questão 22 do questionário inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos Dados:

- A Lua sempre mostra a mesma fase em todo o mundo.: 5 respostas (8.3%).
- As fases da Lua são causadas pela posição da Lua em relação à Terra e ao Sol.: 52 respostas (86.7%).
- As fases da Lua acontecem em intervalos aleatórios.: 3 respostas (5.0%).

Explicação dos Dados:

A maioria dos participantes (52 de 60, ou 86.7%) respondeu corretamente que as fases da Lua são causadas pela posição da Lua em relação à Terra e ao Sol. 5 participantes (8.3%) erraram ao pensar que a Lua sempre mostra a mesma fase em todo o mundo. 3 pessoas (5.0%) acreditam erroneamente que as fases da Lua

ocorrem aleatoriamente, o que não é correto, pois seguem um ciclo previsível de aproximadamente 29,5 dias.

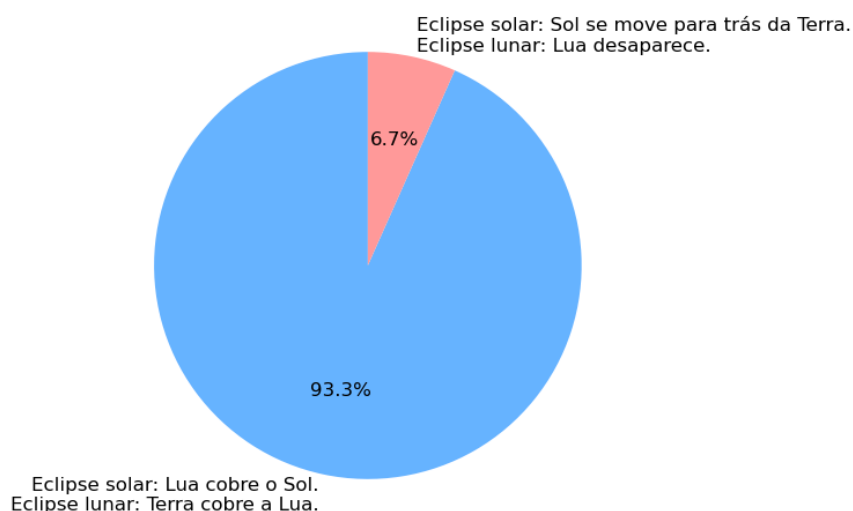
Análise da Questão 23: Você sabe identificar constelações no céu? Se sim, cite algumas.

A maioria dos participantes responderam que sim, e a mais citada pelos discentes foram: Constelação Cruzeiro do Sul (Crux). É uma das mais famosas e usadas para orientação, pois a linha que passa pelo seu eixo principal aponta para o sul geográfico. Constelação de Órion. Facilmente reconhecida pelo "Cinturão de Órion", formado por três estrelas alinhadas (as Três Marias). Constelação de Escorpião. Possui uma forma que lembra um escorpião e tem como estrela mais brilhante Antares, que é avermelhada.

Essas constelações são importantes porque ajudaram navegadores e civilizações antigas a se orientarem. Além disso, algumas mudam de posição ao longo do ano devido ao movimento da Terra.

Análise da Questão 24: O que são os eclipses solares e lunares?

Figura 44 - Dados Da Questão 24 Do Questionário Inicial.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos Dados:

- O eclipse solar acontece quando a Lua cobre o Sol, e o eclipse lunar quando a Terra cobre a Lua.: 56 respostas (93.3%).

- O eclipse solar é quando o Sol se move para trás da Terra, e o lunar é quando a Lua desaparece.: 4 respostas (6.7%)

Explicação dos Dados:

A grande maioria dos participantes (56 de 60, ou 93.3%) respondeu corretamente. O eclipse solar ocorre quando a Lua se posiciona entre a Terra e o Sol, bloqueando sua luz. O eclipse lunar ocorre quando a Terra se posiciona entre o Sol e a Lua, projetando sombra na Lua. 4 pessoas (6.7%) acreditam erroneamente que o Sol se move para trás da Terra, o que está incorreto. Esse erro pode indicar confusão com a órbita dos astros ou falta de conhecimento sobre mecânica celeste.

Análise da Questão 25: Qual é a relação entre a inclinação do eixo terrestre e as estações do ano?

Figura 45 - Dados da questão 25 do questionário inicial.

Qual é a relação entre a inclinação do eixo terrestre e as estações do ano?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise dos Dados:

A inclinação do eixo da Terra faz com que tenhamos estações diferentes ao longo do ano. 54 respostas (90.0%).

A inclinação afeta apenas o comprimento do dia, mas não influencia as estações. 4 respostas (6.7%).

A Terra não tem inclinação, o que causa as estações do ano. 2 respostas (3.3%).

Explicação dos Dados:

A grande maioria dos participantes (54 de 60, ou 90%) respondeu corretamente. A inclinação do eixo da Terra em relação ao plano da sua órbita ao redor do Sol causa a variação da intensidade e duração da luz solar durante o ano, o que resulta nas estações do ano. 4 pessoas (6.7%) acreditam que a inclinação apenas afeta o comprimento do dia, o que não é suficiente para determinar as estações. 2 pessoas (3.3%) responderam incorretamente que a Terra não tem inclinação, o que está errado, pois a inclinação é fundamental para a variação sazonal.

8.2 Análise do questionário dos docentes

O questionário foi aplicado a 12 professores da rede estadual de educação, com formação nas áreas de Física, Ciências, Matemática, Química, Biologia e Geografia com o objetivo de compreender suas percepções sobre o ensino de Astronomia, as dificuldades enfrentadas e as metodologias empregadas. A partir das respostas coletadas, foi possível identificar tendências e lacunas no ensino da disciplina, permitindo a construção de um material educacional mais adequado às necessidades dos docentes.

Na análise da Questão 1 e 2 verificou-se que os participantes possuem idades de 30 a 53 anos, sendo 8 do sexo masculino e 4 do sexo feminino. A formação acadêmica dos docentes é variada, com graduação em Física, Ciência, Matemática, Química Biologia e Geografia. Nenhum dos professores possui formação, especialização ou capacitação específica em Astronomia, o que evidencia uma lacuna na formação continuada e reforça a necessidade de materiais de suporte acessíveis e práticos.

Ao averiguar o tempo de experiência como professor do ensino básico, 10 professores possuem mais de 6 anos de experiência, enquanto 2 têm entre 4 e 6 anos. Todos os professores avaliados atuam no Ensino Médio. Sobre o ensino de Astronomia no período letivo, apenas 2 professores citaram que conseguem abordar Astronomia regularmente, enquanto 10 relataram que não ministram aulas sobre o

tema. Isso demonstra que, apesar de a Astronomia fazer parte do currículo escolar, sua abordagem é frequentemente negligenciada, possivelmente devido à falta de formação dos docentes e à escassez de recursos didáticos.

A ausência de metodologias como a exposição teórica tradicional sugere que os professores que ensinam Astronomia buscam estratégias mais interativas, explorando recursos tecnológicos e interdisciplinares. Isso reforça a importância de materiais didáticos que integrem essas abordagens.

Na análise da Questão 7 e 8: Você encontra alguma dificuldade para realizar aulas de Astronomia? Se sim, quais? Todos os 12 professores afirmaram encontrar dificuldades para ministrar aulas de Astronomia. A justificativa mais recorrente foi a falta de formação específica na área, o que dificulta a abordagem dos conteúdos. Outros relataram também dificuldades para realizar aulas de Astronomia, destacando a falta de materiais didáticos adequados, a escassez de recursos tecnológicos e infraestrutura, como telescópios e planetários virtuais, e condições climáticas desfavoráveis que dificultam observações a olho nu. Além disso, a carga horária limitada para o tema dentro do currículo impede uma abordagem mais aprofundada.

Sobre quais são os maiores desafios que você enfrenta ao ensinar prática, os principais desafios relatados foram:

- falta de tempo para abordar todos os tópicos.
- baixa disponibilidade de recursos tecnológicos.
- dificuldade dos alunos em compreender conceitos abstratos.
- relataram baixo interesse dos alunos.

A maioria dos docentes indicaram com maior intensidade o baixo interesse dos alunos, no qual aparece como um fator preocupante, reforçando a necessidade de metodologias mais engajante, como o uso de tecnologias e experimentos práticos. Além disso, todos os 12 professores consideram que os materiais didáticos disponíveis são inadequados para o ensino de Astronomia. As principais críticas incluem:

- Muitos materiais apresentam informações desatualizadas, não acompanhando avanços recentes, como novas descobertas sobre exoplanetas, buracos negros e imagens mais recentes do universo.
- A falta de propostas de atividades interativas ou práticas, como construção de modelos do Sistema Solar ou uso de aplicativos de realidade aumentada, dificulta o aprendizado dos alunos.
- Alguns materiais possuem linguagem muito técnica, inadequada para o nível de compreensão de alunos do Ensino Fundamental e Médio.
- Ausência de conexão entre Astronomia e outras disciplinas (como Física, Matemática, História e Geografia), o que poderia enriquecer as aulas e ampliar a contextualização.
- Falta de imagens, gráficos, diagramas e ilustrações bem elaboradas, que facilitem a compreensão de conceitos complexos, como fases da Lua ou movimentos da Terra.
- Pouca ênfase em materiais que utilizem recursos tecnológicos, como aplicativos de planetários virtuais, simuladores ou vídeos didáticos, que tornam o ensino mais envolvente.

Ao analisar os temas considerados mais desafiadores pelos professores foram:

- Big Bang e origem do universo (3 respostas)
- Buracos negros e relatividade (3 respostas)
- Movimentos dos corpos celestes (3 respostas)
- Formação de estrelas e galáxias (1 respostas)
- Outros (2 professores nunca trabalharam Astronomia)

Os temas mais difíceis envolvem conceitos abstratos e teóricos, como relatividade e cosmologia, que exigem conhecimentos prévios de Física e Matemática avançadas. A ausência de materiais acessíveis e experimentos práticos dificulta a explicação de fenômenos como buracos negros e a expansão do universo. Temas como o Big Bang e a Relatividade são contra intuitivos e exigem modelos mentais mais sofisticados para serem compreendidos. Dois professores mencionaram nunca terem trabalhado Astronomia, o que pode indicar a necessidade de formação específica para o ensino de Astronomia.

A análise das respostas mostra que os temas mais desafiadores compartilham características como abstração teórica, dificuldade de experimentação e falta de materiais didáticos acessíveis. Por fim, investigando quais tópicos os docentes consideravam essenciais para serem incluídos na aula de Astronomia, eles citaram: Física Moderna (buracos negros, relatividade, etc.); Sistema Solar; Observação do céu (estrelas, planetas, constelações); Explorando Galáxias e o Universo e Tecnologia e Exploração Espacial. O tópico mais indicado pelos professores envolve conceitos da Física Moderna, como buracos negros e relatividade, demonstrando um grande interesse por temas avançados e atuais. Isso indica que há uma demanda por materiais didáticos que abordem esses conceitos de forma acessível. Apesar do interesse por temas modernos, o Sistema Solar e a Observação do Céu continuam sendo considerados essenciais, pois são mais acessíveis aos alunos e fundamentais para o aprendizado inicial de Astronomia.

Baixo Interesse em Tecnologia e Exploração Espacial, apenas 1 professor destacou a importância desse tema, sugerindo que missões espaciais e avanços tecnológicos podem ser menos enfatizados nas aulas ou considerados secundários em relação aos conceitos astronômicos mais tradicionais. 2 professores mencionaram a exploração de galáxias e do universo como essenciais, o que pode indicar que esses temas são menos abordados devido à complexidade ou à falta de materiais didáticos apropriados.

Todos os 12 professores entrevistados, consideram importante integrar Astronomia com outras disciplinas, o que reforça a visão da Astronomia como um campo interdisciplinar que pode enriquecer diversas áreas do conhecimento. E das disciplinas sugeridas pelos docentes, cita-se: Física, Matemática, Química, Biologia, Geografia e História e formas de integração com a Astronomia.

A Astronomia e a Física estão profundamente conectadas, pois os fenômenos astronômicos dependem das leis físicas para serem compreendidos. Por exemplo, a Gravitação Universal explica o movimento dos planetas, e a Física Nuclear descreve as reações no interior das estrelas. Essa interação amplia o entendimento do universo e aplica conceitos físicos em um contexto real e fascinante.

A Astronomia e a Matemática se complementam na compreensão do universo, permitindo o cálculo de órbitas, distâncias e massas de corpos celestes. Fórmulas matemáticas são usadas para prever eventos astronômicos, como eclipses, e para modelar fenômenos, como a expansão do universo. Essa interação transforma observações astronômicas em dados precisos e aplicáveis.

A Química auxilia na Astronomia ao analisar a composição de estrelas, planetas e nebulosas por meio da espectroscopia. Isso permite entender processos como a formação de elementos no interior das estrelas e a química de atmosferas planetárias.

A Astronomia e a Geografia se conectam no estudo da Terra como parte do universo, analisando movimentos planetários que influenciam o clima e as estações. Além disso, auxilia na orientação espacial e na compreensão de fenômenos como fusos horários e eclipses.

A Astronomia e a História se conectam ao estudar como diferentes civilizações usaram o céu para medir o tempo, navegar e desenvolver calendários. Também explora a evolução do conhecimento astronômico, desde culturas antigas até a era moderna.

A unanimidade na resposta demonstra que os professores reconhecem o potencial da Astronomia para enriquecer o ensino de várias disciplinas, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo para os alunos.

Os 12 professores entrevistados identificaram os seguintes fatores como essenciais para despertar o interesse dos alunos pela Astronomia: 1) Atividades interativas e dinâmicas foram 12 respostas afirmativa em relação ao item. 2) Estimular a curiosidade através de experimentos práticos 10 docentes acreditam que podem auxiliar no aumento da aprendizagem dos discentes. 3) Facilitar a compreensão de conceitos complexos 5 respostas afirmativa. 4) Disponibilizar recursos tecnológicos e digitais 3 respostas.

Todos os professores concordam que atividades interativas e dinâmicas são fundamentais para engajar os alunos. Isso indica a necessidade de metodologias que envolvam participação ativa, como debates, desafios e projetos colaborativos. 10

professores acreditam que os experimentos práticos ajudam a despertar a curiosidade. Isso sugere que modelos físicos, simulações e observações astronômicas reais podem aumentar a motivação dos alunos. 5 professores indicaram que a Astronomia pode ser desafiadora devido à sua complexidade. Isso reforça a necessidade de uso de analogias, simplificação de conceitos abstratos e abordagem progressiva dos conteúdos. Apenas 3 professores destacaram a importância de recursos tecnológicos e digitais, como softwares de simulação, planetários virtuais e realidade aumentada. Isso pode indicar que tais ferramentas ainda não estão amplamente disponíveis ou que os professores precisam de mais formação para utilizá-las de forma eficaz. Os 12 professores entrevistados sugeriram as seguintes abordagens como mais eficazes para o ensino da Física:

- Baseado em atividades interdisciplinares, 12 respostas.
- Integrado por projetos que incentivam a pesquisa e a prática, 9 respostas.
- Em módulos temáticos, cada uma abordando um aspecto específico, 1 resposta.
- Outros, 1 resposta (Sugestão: conectar conceitos à realidade cotidiana com atividades práticas e resolução de problemas que despertem curiosidade).

Todos os professores (100%) destacaram a importância de integrar a Física com outras disciplinas, indicando que os conceitos físicos devem ser ensinados de maneira conectada a diferentes áreas do conhecimento, como Matemática, Astronomia, Química e Biologia. 9 professores acreditam que ensinar Física por meio de projetos que incentivem a pesquisa e a prática é a melhor abordagem. Isso reforça a necessidade de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas, experimentos práticos e investigações científicas conduzidas pelos próprios alunos. Apenas 1 professor indicou que o ensino em módulos temáticos é a melhor abordagem. Isso pode indicar que uma segmentação rígida dos conteúdos pode tornar a Física mais abstrata e difícil de relacionar com o cotidiano. A única sugestão alternativa reforça a necessidade de relacionar os conceitos físicos à realidade dos alunos, utilizando atividades práticas, resolução de problemas do cotidiano e estratégias que despertem a curiosidade. Os resultados demonstraram que os professores defendem um ensino de Física dinâmico, interdisciplinar e baseado na prática, evitando métodos tradicionais fragmentados e abstratos.

Por fim, os 12 professores entrevistados forneceram sugestões para aprimorar o ensino prático de Astronomia. As principais recomendações incluem:

- Incentivar mais atividades práticas de observação com telescópios ou binóculos, permitindo que os alunos vejam planetas, estrelas e outros corpos celestes ao vivo.
- Integrar mais simuladores e softwares de Astronomia, como planetários virtuais, para que os alunos possam explorar o céu e entender movimentos planetários de forma interativa.
- Estabelecer parcerias com observatórios locais se o mesmo tiver na cidade, museus e centros de ciências para atividades de campo e visitas guiadas, proporcionando uma experiência mais rica.
- Estimular projetos interdisciplinares e feiras científicas onde os alunos possam construir modelos do Sistema Solar, estudar constelações ou simular missões espaciais.
- Estimular os alunos a desenvolverem suas próprias perguntas e investigações sobre o universo, criando um ambiente que valorize a curiosidade e o pensamento científico.

Os professores enfatizam a importância de metodologias ativas, recursos tecnológicos e experiências práticas para tornar o ensino de Astronomia mais acessível e atrativo. Além disso, apontam que a formação continuada e o desenvolvimento de materiais específicos podem melhorar a didática da disciplina.

A análise das 16 questões evidencia desafios e possibilidades no ensino de Astronomia. A maioria dos professores considera que os materiais didáticos disponíveis são insuficientes, destacando a necessidade de mais recursos interativos, livros atualizados e materiais práticos. Além disso, muitos enfrentam dificuldades para ensinar Astronomia devido à falta de formação específica, infraestrutura inadequada e tempo reduzido na grade curricular. Temas como buracos negros, relatividade e a origem do universo são apontados como os mais complexos de abordar.

A interdisciplinaridade se mostrou essencial, com destaque para conexões entre Astronomia e Física, Matemática, Química, Biologia, Geografia e História, facilitando a compreensão dos alunos. Os professores defendem metodologias ativas,

priorizando ensino por projetos, experimentação e resolução de problemas para tornar o aprendizado mais significativo. Atividades como observação do céu, uso de aplicativos e simulações digitais foram sugeridas para engajar os estudantes.

Além disso, a criação de clubes de Astronomia e feiras científicas pode ampliar o interesse dos alunos. O uso de tecnologias, como softwares de simulação e realidade aumentada, foi apontado como uma estratégia inovadora. Os docentes também ressaltaram a importância de uma formação continuada, com cursos e capacitações específicas, para melhorar a didática e aprofundar seus conhecimentos. Conclui-se que o ensino de Astronomia pode ser enriquecido por meio de práticas interativas, suporte tecnológico e maior valorização nas escolas.

8.3 Análise da aplicação da sequência didática

A sequência didática foi aplicada para o Ensino de Astronomia nas aulas de Física na Escola Estadual CETI - Professor Manuel Vicente Ferreira Lima. A sequência didática foi desenvolvida como parte da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, visando proporcionar aos alunos do Ensino Médio uma compreensão sólida sobre conceitos astronômicos fundamentais. O objetivo principal foi proporcionar aos 60 alunos do segundo ano do Ensino Médio uma compreensão aprofundada dos conceitos fundamentais da Astronomia, por meio de aulas teóricas e práticas.

Foram realizadas treze aulas, cada uma com duração entre 50 e 60 minutos, abordando temas essenciais da Astronomia, desde conceitos básicos de orientação espacial até a discussão sobre a gravidade e os corpos celestes. A metodologia adotada incluiu atividades práticas, observações, experimentos e discussões em equipe para engajar os alunos e promover um aprendizado significativo.

8.3.1 Aula 01: Apresentação da sequência didática e aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

No dia 18 de novembro de 2024, teve início a aplicação da sequência didática com tema Manual de orientações para o Ensino de Astronomia. No primeiro momento, foram apresentados os objetivos da sequência e explicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo a participação informada e segura dos estudantes. Cada aluno recebeu dois termos de consentimento: um para os

responsáveis legais dos menores de 18 anos e outro para os próprios estudantes maiores de idade. Após a devolução dos termos devidamente assinados, a autorização da direção da escola foi obtida, permitindo a continuidade do projeto. Com a resposta positiva das turmas e o aval da gestão escolar, a sequência didática foi aplicada conforme planejado. A figura abaixo a Escola Estadual CETI – Professor Manuel Vicente Ferreira Lima, onde foi aplicado a sequência didática.

Figura 46 - Escola Estadual CETI - Professor Manuel Vicente Ferreira Lima.



Fonte: Autoria Próprio, 2024.

8.3.2 Aula 02: Aplicação do questionário inicial

Na segunda aula, foi aplicado um questionário inicial para os 60 alunos, composto por 25 questões, entre fechadas e abertas. As perguntas abordavam temas relacionados ao ensino de Física e Astronomia, permitindo avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes antes da aplicação da sequência didática.

As questões foram elaboradas para investigar a familiaridade dos alunos com conceitos como o movimento da Terra, a influência do Sol na medição do tempo, as fases da Lua, a identificação de constelações e a gravidade. Além disso, buscou-se compreender como os estudantes percebiam a Astronomia no contexto do ensino de Física e sua relação com o cotidiano.

A aplicação do questionário inicial foi fundamental para orientar as estratégias didáticas ao longo da sequência, possibilitando ajustes e aprofundamentos conforme as dificuldades e interesses apresentados pelos alunos. Os resultados coletados permitiram uma análise diagnóstica, auxiliando na adaptação das atividades para garantir um aprendizado mais efetivo e significativo.

A figura 47 mostra o refeitório escolar, onde diversos alunos do 2º ano do Ensino Médio estão sentados em mesas e bancos, aguardando a aplicação do questionário.

Figura 47 - Alunos participando da aplicação da sequência didática.



Fonte: Autoria própria, 2024.

8.3.3 Aula 03: Introdução à Astronomia e Orientação Espacial

Objetivo: Apresentar conceitos básicos de Astronomia, explicar os movimentos da Terra e ensinar técnicas de orientação espacial.

Atividades: Uso de bússola, discussão sobre referências de orientação em civilizações antigas e experimentos de localização.

A aula iniciou-se com uma sondagem para avaliar o conhecimento prévio dos alunos. Foram feitas perguntas como. O que vocês sabem sobre Astronomia? E Como as civilizações antigas se orientavam sem bússola ou GPS?". Essas questões despertaram a curiosidade dos estudantes e promoveram maior envolvimento com o tema.

As respostas sobre Astronomia foram variadas, incluindo estudo das estrelas, estudo do cosmos e estudo dos corpos celestes. No entanto, observou-se que nem todos os alunos possuíam uma definição clara e precisa da disciplina.

Após essa introdução, apresentou-se a proposta da aula, destacando a importância da Astronomia e sua influência no cotidiano. Também foi abordada a diferença entre Astronomia e Astrologia, incentivando a reflexão dos estudantes. Em seguida, foram explorados os conceitos de pontos cardeais e técnicas de orientação por meio do Sol e das estrelas. Para complementar a aprendizagem, os alunos utilizaram bússolas e mapas celestes, relacionando teoria e prática de maneira interativa. A figura abaixo interatividade da aula da sequência didática.

Figura 48 - Aplicação da Sequência Didática.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Ao final da aula, os alunos demonstraram maior compreensão sobre os conceitos básicos de Astronomia e as diferentes formas de orientação espacial. A discussão inicial permitiu esclarecer dúvidas e diferenciar Astronomia de Astrologia, ampliando o entendimento sobre a ciência que estuda os astros. Além disso, a atividade com a bússola possibilitou uma experiência prática, tornando mais concreta a noção de localização pelos pontos cardeais.

A reflexão sobre as técnicas utilizadas pelas civilizações antigas reforçou a importância da observação do céu ao longo da história. Os alunos perceberam como

a orientação pelo Sol e pelas estrelas foi fundamental para a navegação e organização das sociedades. Com isso, a aula proporcionou um aprendizado significativo, relacionando conhecimentos teóricos e práticos. Espera-se que os estudantes passem a observar o céu com mais atenção e compreendam melhor sua relação com o espaço e o tempo.

8.3.4 Aula 04: O Movimento da Terra e as Estações do Ano

Objetivos:

- Explicar como os movimentos de rotação e translação da Terra influenciam a alternância entre o dia e a noite e a formação das estações do ano.
- Apresentar a relação entre a inclinação do eixo terrestre e as variações climáticas sazonais.
- Introduzir conceitos de Física relacionados ao movimento circular e rotacional, destacando sua aplicação na Astronomia.
- Conteúdos que foram dialogados no decorrer das aulas:
- Movimentos da Terra: rotação e translação.
- Influência da inclinação do eixo terrestre nas estações do ano.
- Relação entre a inclinação do eixo e a variação da incidência solar ao longo do ano.
- Conceitos de Movimento Circular Uniforme, Cinemática e Dinâmica Rotacional.

Desenvolvimento:

A aula teve início com uma pergunta aos alunos sobre suas percepções a respeito das estações do ano e dos ciclos naturais, estimulando a participação ativa na construção do conhecimento. Em seguida, foi realizada uma exposição teórica sobre os dois principais movimentos da Terra:

- Rotação - movimento que a Terra realiza em torno de seu próprio eixo, com duração aproximada de 24 horas, responsável pela alternância entre dia e noite.
- Translação - movimento da Terra ao redor do Sol, com duração aproximada de 365,25 dias, determinando a sucessão das estações do ano.

Após essa introdução, foi apresentada a inclinação do eixo terrestre ($23,5^\circ$) como fator fundamental para as mudanças sazonais. Explicou-se que, sem essa

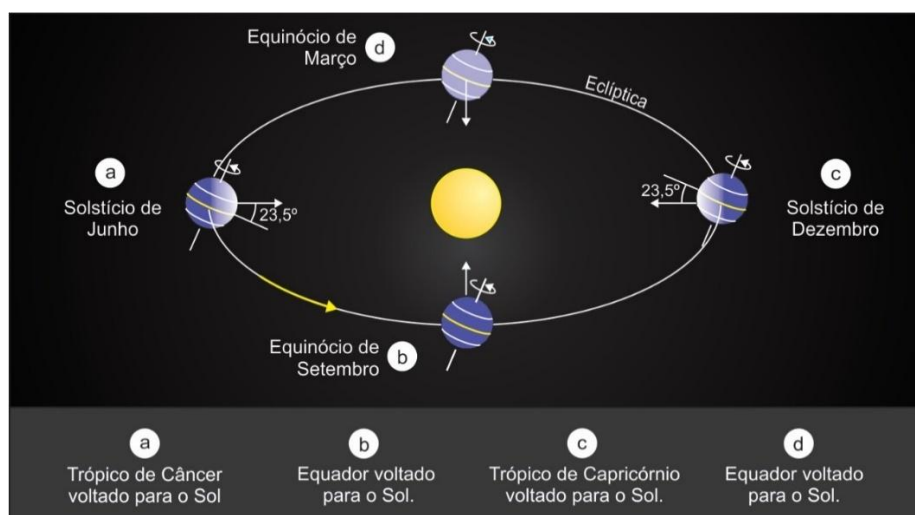
inclinação, não haveria variação significativa no clima ao longo do ano, resultando em temperaturas relativamente constantes em todas as regiões do planeta.

Para tornar o conceito mais visual, foi realizada uma simulação prática utilizando um globo terrestre e uma lanterna, representando o Sol. Durante o experimento, demonstrou-se como diferentes partes do planeta recebem luz solar de maneira direta ou inclinada em diferentes períodos do ano:

- Verão - o hemisfério inclinado em direção ao Sol recebe mais luz direta e por mais tempo, resultando em dias mais longos e temperaturas mais altas.
- Inverno - o hemisfério inclinado para longe do Sol recebe menos luz direta e por menos tempo, ocasionando dias mais curtos e temperaturas mais baixas.
- Primavera e outono - a inclinação do eixo não favorece nenhum dos hemisférios, resultando em um equilíbrio na distribuição da luz solar.

Além da simulação, foram analisados gráficos com a variação da duração dos dias em diferentes latitudes, permitindo uma compreensão mais aprofundada sobre o tema. Essa abordagem teórica e prática contribuiu para que os alunos assimilassem de forma mais clara a relação entre os movimentos da Terra, a inclinação do eixo terrestre e as mudanças nas estações do ano.

Figura 49 - Solstícios e Equinócios.



Fonte: INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS. Estações do ano. Disponível em: http://astro.if.ufrgs.br/tempo/estacoes1_escuro.jpg. Acesso em: 13 jun. 2025.

A figura 49 ilustra as estações do ano e os eventos astronômicos (solstícios e equinócios) resultantes da inclinação do eixo de rotação da Terra ($23,5^\circ$) em relação ao plano de sua órbita elíptica ao redor do Sol.

Reflexão sobre a aula

A aula sobre o movimento da Terra e as estações do ano permitiu aos alunos compreender como os fenômenos astronômicos impactam diretamente o cotidiano. Através da análise dos movimentos de rotação e translação, foi possível estabelecer a relação entre a inclinação do eixo terrestre e a variação da incidência solar ao longo do ano.

A simulação prática com o globo terrestre e a lanterna auxiliou na visualização desses conceitos, facilitando a assimilação dos conteúdos. Além disso, o uso de gráficos complementou a aprendizagem ao permitir a análise qualitativa dessas variações. Os alunos perceberam que a inclinação do eixo terrestre é essencial para a alternância das estações, influenciando a duração dos dias e as temperaturas sazonais.

Ao final da aula, houve uma discussão sobre os impactos das estações do ano na agricultura, no clima e na vida cotidiana. A importância da inclinação do eixo terrestre foi reforçada, relacionando o conhecimento adquirido com situações do dia a dia. Essa abordagem prática e contextualizada contribuiu para tornar o aprendizado mais significativo, incentivando reflexões sobre a interconexão entre os movimentos celestes e as atividades humanas.

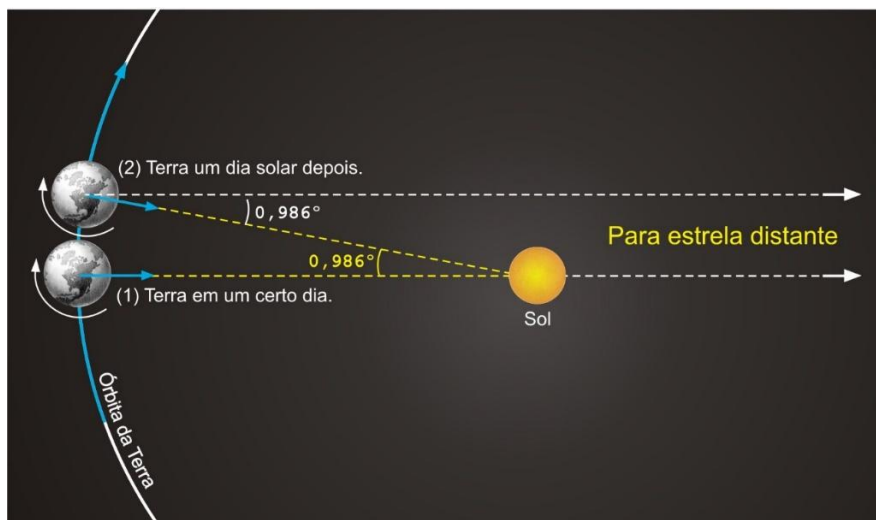
Dessa forma, a aula não apenas aprofundou o conhecimento científico, mas também proporcionou uma visão integrada da Astronomia e da Física, auxiliando na compreensão dos fenômenos naturais que influenciam a vida na Terra.

8.3.5 Aula 05: O Sol e a Medição do Tempo

A aula sobre O Sol e a Medição do Tempo foi conduzida com o objetivo de introduzir aos alunos a relação entre o movimento aparente do Sol e a medição do tempo, utilizando tanto conceitos históricos quanto físicos para explicar o funcionamento do relógio de sol. A metodologia adotada combinou explicação teórica, construção de um relógio de sol e experimentação prática, garantindo uma abordagem interativa e significativa.

A Figura 50 demonstra a diferença entre o dia sideral e o dia solar na Terra, ilustrando o ângulo de $0,986^\circ$ que a Terra precisa girar a mais para que o Sol reapareça na mesma posição no céu devido ao seu movimento orbital.

Figura 50 - Dia Solar e Dia Sideral.



Fonte: INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS. Tempo solar. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/temposolar.jpg>. Acesso em: 13 jun. 2025.

Desenvolvimento da Aula

A aula teve início com uma exposição teórica, apresentando-se o conceito de dia solar e sua relação com o movimento aparente do Sol no céu. Os alunos foram estimulados a refletir sobre como as civilizações antigas mediam o tempo sem os dispositivos modernos. A introdução histórica foi essencial para contextualizar a importância do relógio de sol, destacando sua utilização por egípcios, gregos e outras civilizações antigas.

A explicação foi aprofundada com a inclusão dos conceitos de Movimento Relativo e Cinemática, abordando como a rotação da Terra influencia a posição do Sol ao longo do dia. Além disso, os princípios da Óptica Geométrica foram explorados para explicar a formação da sombra do gnômon e sua relação com a medição das horas.

A segunda parte da aula consistiu na atividade prática de construção do relógio de sol. Os alunos trabalharam em grupos para confeccionar seus próprios relógios, utilizando cartolina, lápis e bússola para alinhar corretamente o gnômon com

o Norte. Durante essa etapa, o professor auxiliou os alunos na marcação das sombras e na comparação dos horários registrados com um relógio digital.

A atividade foi complementada com um experimento comparativo, no qual analisaram as diferenças entre a marcação de tempo do relógio de sol e um relógio moderno, discutindo fatores que poderiam interferir na precisão, como a inclinação do gnômon, a latitude e as condições climáticas. Na figura abaixo temos os alunos realizando a atividade sobre relógio de sol.

Figura 51 - Alunos realizando atividade.



Fonte: Autoria própria, 2024

No encerramento da aula, promoveu-se uma discussão reflexiva, incentivando os alunos a compararem os métodos antigos e modernos de medição do tempo. Foi questionado se o relógio de sol ainda possui relevância nos dias atuais e como o avanço da Astronomia contribuiu para o desenvolvimento de sistemas de medição mais precisos.

A abordagem utilizada na aula permitiu que os alunos não apenas compreendessem os conceitos de maneira teórica, mas também vivenciassem na prática a relação entre a posição do Sol e a marcação do tempo. O uso do relógio de sol como ferramenta experimental contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico, especialmente ao comparar sua precisão com relógios modernos.

8.3.6 Aula 06: Introdução e Construção do Relógio de Sol parte 1

Objetivos e Desenvolvimento da Aula

A aula teve como propósito introduzir os alunos ao conceito e à construção de um relógio de sol, explorando seus princípios básicos e sua relação com a medição do tempo, os alunos foram orientados a iniciar a construção de um modelo simples, compreendendo o funcionamento do instrumento e seu alinhamento com os pontos cardeais. A abordagem incluiu o estudo do alinhamento com os pontos cardeais e a introdução ao cálculo do ângulo de inclinação do gnômon conforme a latitude.

Introdução ao Conceito de Relógio de Sol

A aula teve início com uma exposição teórica sobre o funcionamento do relógio de sol, destacando como a posição do Sol e a projeção da sombra do gnômon são utilizadas para medir o tempo.

Foi abordado a história do relógio de sol, mencionando sua utilização por culturas antigas como os egípcios, gregos e romanos. Essa contextualização ajudou os alunos a compreenderem a importância desse instrumento ao longo da história. Em seguida, explicou a necessidade do alinhamento correto do relógio de sol com os pontos cardeais para garantir medições precisas das horas. Os alunos participaram ativamente, fazendo perguntas sobre a influência da posição geográfica no funcionamento do relógio de sol.

Materiais Necessários que os discentes receberam:

- Base de papelão e madeira (cerca de 30x30 cm).
- Lápis, palito ou canudo (para o gnômon).
- Régua, compasso e transferidor.
- Fita adesiva ou cola.
- Marcadores.
- Mapa ou tabela com latitudes locais.
- Relógio para referência.

Atividade Prática: Construção do Relógio de Sol

Os alunos receberam uma base de papelão e madeira e utilizaram um compasso para desenhar um círculo que serviria como mostrador do relógio. Com o auxílio de uma régua e transferidor, os alunos dividiram o círculo em 12 partes iguais, numerando-as para representar as horas do dia. Alguns alunos demonstraram dificuldades em dividir o círculo com precisão, o que exigiu a intervenção para reforçar conceitos

geométricos. Foi fixado um lápis, palito ou canudo no centro do mostrador para atuar como gnômon. Os alunos utilizaram fita adesiva ou cola para garantir estabilidade.

Figura 52 - Alunos construindo Relógio de Sol.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A Figura 52 mostra os discentes engajados na construção do relógio de sol, utilizando um transferidor para marcar medidas em papelão e ferramentas como tesoura e nivelador.

Com o uso de uma bússola, os alunos foram instruídos a alinhar o relógio de sol corretamente com o Norte geográfico. Essa etapa gerou grande interesse e interação entre os alunos, pois muitos nunca haviam utilizado uma bússola antes. Os discentes aprenderam a calcular o ângulo de inclinação do gnômon com base na latitude local. Foram utilizadas tabelas para auxiliar na análise, e alguns alunos demonstraram facilidade na aplicação do conceito, enquanto outros necessitaram de apoio adicional para compreender os cálculos. Em todas as turmas os discentes trabalharam em equipe na construção do relógio de sol. Na Figura abaixo discentes do 2º ano do Ensino Médio no laboratório de Física.

Figura 53 - Discentes no Laboratório de Física depois das atividades.



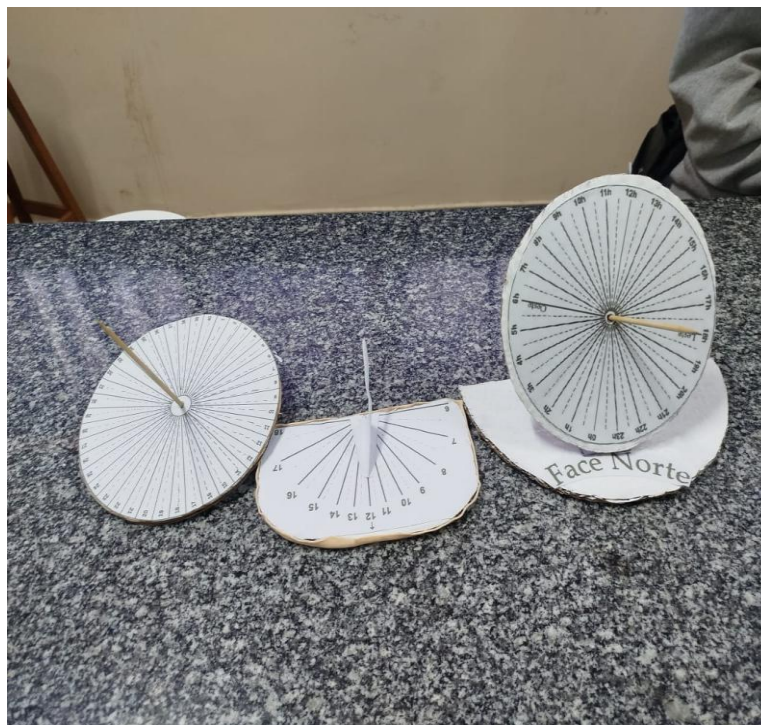
Fonte: Autoria própria, 2024.

Reflexão e Discussão

Ao final da atividade, promoveu-se uma discussão sobre os desafios enfrentados na construção e alinhamento do relógio de sol. Os alunos foram incentivados a identificar fatores que poderiam comprometer a precisão do instrumento, como a inclinação incorreta do gnômon ou o desalinhamento com os pontos cardeais. A discussão foi ampliada para analisar como as estações do ano afetam a projeção da sombra e a precisão do relógio de sol. Alguns alunos levantaram questões sobre como a variação do Sol ao longo do ano influencia os horários marcados pelo relógio de sol.

A figura 54 exibe três modelos de relógios de sol rudimentares, feitos de papel e papelão com um gnômon central, utilizados para demonstrar princípios de medição do tempo através da sombra.

Figura 54 - Relógio de Sol construído pelos discentes.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Análise do Desempenho dos Alunos

Os alunos participaram ativamente da atividade, demonstrando interesse, especialmente na construção do relógio de sol. A prática permitiu que visualizassem na realidade os conceitos discutidos na teoria. Alguns desafios enfrentados incluíram:

- Dificuldade na marcação exata das divisões horárias, exigindo mais tempo para explicação dos métodos geométricos.
- Problemas no alinhamento preciso com os pontos cardeais, gerando a necessidade de ajustes adicionais durante a atividade.

Apesar dessas dificuldades, os alunos conseguiram desenvolver um entendimento sólido sobre o funcionamento do relógio de sol. A combinação entre teoria e prática foi fundamental para garantir uma aprendizagem significativa.

Considerações Finais

A aula foi bem-sucedida ao integrar explanação teórica, atividade experimental e discussão reflexiva. A construção do relógio de sol permitiu que os alunos experimentassem de forma concreta a relação entre o Sol e a medição do tempo. Dessa forma, a aula se mostrou eficaz na consolidação do conhecimento sobre

a interação entre a posição solar e a medição do tempo, permitindo aos alunos aplicarem conceitos de forma prática e envolvente.

8.3.7 Aula 07: Uso e Observação do Relógio de Sol parte 2

Objetivos:

A aula teve como foco testar e calibrar os relógios de sol construídos na aula anterior, permitindo aos alunos observar a movimentação da sombra do gnômon ao longo do dia e compreender como essa variação indica a passagem do tempo. Além disso, procurou-se analisar as possíveis discrepâncias entre os horários indicados e os horários reais, discutindo a influência da latitude e da inclinação do gnômon.

Desenvolvimento da Aula:

Testando o Relógio de Sol

A aula teve início com a organização dos alunos em um espaço externo com incidência direta da luz solar. Cada grupo posicionou o seu relógio de sol de acordo com os pontos cardeais, utilizando a bússola para garantir o alinhamento adequado. Foi observado que alguns alunos precisaram reajustar a fixação do gnômon para evitar inclinações indevidas. Em seguida, os alunos registraram a hora indicada pelo relógio de sol e a compararam com a hora real, usando um relógio digital ou analógico. Alguns grupos identificaram diferenças entre os horários indicados pelo relógio de sol e os marcados pelo relógio convencional, levantando questionamentos sobre os fatores que poderiam influenciar essa diferença.

A figura 55 ilustra o discente agachado na laje da escola, conduzindo um experimento prático. Utilizando um objeto simples de papelão e papel, ele está medindo a hora por meio da projeção de sombras, simulando um relógio de sol.

Figura 55- Aluno testando o Relógio de Sol.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Observação da Sombra ao Longo do Tempo

Foram realizadas medições em três horários distintos: às 10h, 12h e 14h. Os alunos anotaram a posição da sombra do gnômon em cada período e compararam com as horas indicadas pelo mostrador do relógio de sol. Durante as observações, percebeu-se que a sombra se deslocava conforme previsto, mas algumas turmas relataram diferenças de minutos entre os horários indicados pelo relógio de sol e os oficiais.

A discussão preliminar sobre as discrepâncias mostrou que fatores como inclinação inadequada do gnômon, desalinhamento com os pontos cardeais e variação da posição do Sol ao longo do dia poderiam estar interferindo nos resultados. A baixo temos os discentes depois das atividade práticas com os relógios de sol.

Figura 56 - Discentes depois de vários teste realizado com sucesso com o Relógio de Sol.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Análise e Discussão dos Resultados

Na fase final da aula, os alunos foram organizados em grupos para analisar os dados coletados. Cada grupo respondeu a perguntas sobre o alinhamento da sombra, as diferenças notadas e as possíveis causas dessas variações.

A discussão coletiva permitiu que os alunos identificassem que, além da inclinação do gnômon e do alinhamento, a latitude do local influencia diretamente na precisão do relógio de sol. Também foi introduzida a noção de horário solar local e sua diferença em relação ao horário oficial adotado em cada região.

Encerramento

Ao final da aula, os alunos refletiram sobre a importância da observação do Sol na medição do tempo e sobre como os métodos antigos evoluíram para os modernos mecanismos de medição horária. A relação entre astronomia, física, matemática e tecnologia também foi brevemente discutida, incentivando a compreensão da interligação entre diferentes áreas do conhecimento.

Metodologia Utilizada:

- Prática experimental: A observação direta das sombras e a comparação com os horários registrados reforçaram a compreensão dos conceitos trabalhados.
- Discussão em grupo: A troca de experiências entre os alunos promoveu o pensamento crítico e a busca por soluções para as discrepâncias observadas.
- Reflexão guiada: A contextualização histórica e a relação com a ciência moderna permitiram aos alunos enxergar a evolução dos instrumentos de medição do tempo.

Conclusão

A aula proporcionou uma experiência significativa, na qual os alunos puderam testar seus conhecimentos sobre o funcionamento do relógio de sol na prática. O aprendizado foi potencializado pela interação com o ambiente e pela discussão coletiva dos resultados. A relação entre astronomia, física, matemática e a medição do tempo ficou evidente, permitindo que os alunos compreendessem não apenas o funcionamento do relógio de sol, mas também a relevância da observação astronômica para a organização do tempo ao longo da história.

8.3.8 Aula 08: O Sistema Solar

Objetivos

- Apresentar os planetas do Sistema Solar e suas características básicas.
- Analisar a gravitação universal que governa o Sistema Solar.
- Desenvolvimento da Aula

A aula teve início com uma introdução teórica sobre o Sistema Solar. Os alunos foram apresentados ao conceito do Sistema Solar por meio de um modelo físico e de um aplicativo de planetário virtual. Foram descritas as características principais de cada planeta, incluindo tamanho e composição. Houve um destaque para a classificação dos planetas em rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) e gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno). Em seguida, foram explicados os movimentos planetários, especialmente a translação ao redor do Sol.

A aula prosseguiu com uma discussão sobre a Gravitação Universal e as Leis de Kepler. Foi explicado como a força gravitacional entre o Sol e os planetas influencia suas órbitas. Além disso, foi apresentada a fórmula da velocidade orbital, e os alunos

foram incentivados a analisar como essa velocidade varia conforme a distância do planeta ao Sol.

Atividade Prática

Os alunos foram divididos em grupos e receberam materiais para construir um modelo simplificado do Sistema Solar. Bolas de diferentes tamanhos foram utilizadas para representar os planetas, e barbantes serviram para simular as órbitas. Durante a atividade, os alunos etiquetaram os planetas e discutiram as diferenças de tamanho e distância entre eles e o Sol. Durante a reflexão guiada, foi incentivada uma discussão sobre como essas características influenciam a vida na Terra. Os alunos receberam dados sobre a distância média dos planetas em relação ao Sol e foram desafiados a calcular a velocidade orbital de cada um utilizando a Lei da Gravitação Universal e as Leis de Kepler.

A força gravitacional entre dois corpos de massas m_1 e m_2 , separados por uma distância r , é dada por:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (8.1)$$

Onde:

$G = 6,674 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ é a constante gravitacional.

Para um planeta de massa m orbitando o Sol de massa M , a força gravitacional atua como a força centrípeta necessária para manter o planeta em órbita:

$$G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Cancelando m , obtemos a velocidade orbital v :

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad (8.2)$$

Isso mostra que quanto maior a distância r do planeta ao Sol, menor será sua velocidade orbital.

Leis de Kepler

As Leis de Kepler descrevem o movimento planetário:

1ª Lei - Lei das Órbitas

Os planetas se movem em órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos.

2ª Lei - Lei das Áreas

O vetor de posição de um planeta em relação ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. Isso implica que a velocidade do planeta é maior quando está mais próximo do Sol (periélio) e menor quando está mais distante (afélio). A velocidade v do planeta em diferentes pontos da órbita pode ser expressa pela conservação do momento angular:

$$mv_1r_1 = mv_2r_2$$

$$v_1r_1 = v_2r_2$$

Onde r_1 , v_1 são os valores no periélio r_2 , v_2 no afélio.

3ª Lei - Lei dos Períodos

O quadrado do período orbital T de um planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior a de sua órbita:

$$T^2 \propto a^3$$

ou, mais precisamente,

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} a^3 \quad (8.3)$$

Aplicação Prática realizada na aula

Se quisermos calcular a velocidade da Terra ao redor do Sol, usamos:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Onde $M = 1,989 \times 10^{30} kg$ e $r = 1,496 \times 10^{11} m$ (unidade astronômica, UA).

$$v = \sqrt{\frac{(6,674 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2)(1,989 \times 10^{30} \text{kg})}{r = 1,496 \times 10^{11} \text{m}}}$$

$$v \approx 29,788 \text{ m/s}$$

Discussão Final

Ao final da aula, houve um momento de reflexão sobre a importância do estudo do Sistema Solar para compreender o lugar da Terra no universo. Também foi discutida a diversidade dos planetas e a importância das condições específicas da Terra para a existência da vida.

Para encerrar, os alunos foram incentivados a relacionar a importância das Leis de Kepler e da gravitação para a compreensão da dinâmica do Sistema Solar. Foi realizada uma comparação entre os cálculos obtidos e os valores reais encontrados na literatura científica.

Conclusão

A aula proporcionou uma abordagem integrada, combinando teoria e prática para reforçar o aprendizado sobre o Sistema Solar. Os alunos conseguiram visualizar melhor a organização dos planetas e suas características principais. Tiveram a oportunidade de aplicar conceitos matemáticos para compreender as leis que regem o movimento planetário. O envolvimento dos estudantes foi positivo, especialmente durante a solução dos cálculos matemáticos e a discussão dos resultados, promovendo uma aprendizagem significativa e interativa.

Referências

- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física - Volume 1 e 2**. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- KEPLER, J. **Astronomia Nova**. 1609.

8.3.9 Aula 09: Fases da Lua

Objetivos

A aula teve como foco a compreensão das fases da Lua e seus efeitos na Terra, relacionando-as com a posição da Terra e do Sol. Os alunos também foram incentivados a entender eclipses solares e lunares e a identificar o ciclo lunar e seu impacto nas marés.

Figura 57 - Fases da Lua.



Fonte: Disponível em: <https://astronuum.com/fases-da-lua/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

Desenvolvimento da Aula

A aula iniciou-se com uma explicação sobre como as fases da Lua ocorrem devido à sua movimentação ao redor da Terra e sua interação com a iluminação solar. Foram apresentadas as oito fases principais: Lua Nova, Lua Crescente, Quarto Crescente, Gibosa Crescente, Lua Cheia, Gibosa Minguante, Quarto Minguante e Lua Minguante. Em seguida, o conceito de eclipses foi introduzido, explicando-se a diferença entre eclipses solares e lunares, com o uso de imagens projetadas e ilustrações no quadro.

Os alunos foram questionados sobre seus conhecimentos prévios sobre a Lua, estimulando um diálogo inicial. Alguns relataram já terem observado mudanças na Lua, enquanto outros mencionaram crenças populares sobre suas fases.

Atividade Prática

Com o uso de lanternas (representando o Sol), bolas de isopor (Lua) e um globo terrestre, foi realizada uma demonstração prática. Posicionou-se os objetos para mostrar como diferentes fases da Lua são visíveis da Terra conforme sua posição em

relação ao Sol. Os alunos observaram como a iluminação da Lua mudava e registraram suas percepções. Foi enfatizado que o ciclo lunar dura aproximadamente 29,5 dias e que a variação da iluminação da Lua é causada pela sua posição relativa entre a Terra e o Sol.

Os alunos foram divididos em pequenos grupos, recebendo materiais para repetir a simulação por conta própria. Cada grupo assumiu um papel: um aluno segurava a lanterna (Sol), outro representava a Terra e um terceiro movimentava a bola de isopor (Lua).

Durante a atividade, os alunos observaram como a iluminação mudava conforme a Lua girava ao redor da Terra, registrando em qual posição a luz incidia sobre a bola.

Ao final, cada grupo apresentou suas observações, comparando com o modelo teórico. Os alunos demonstraram compreensão ao explicar corretamente o fenômeno, reforçando a relação entre as fases da Lua e sua posição em relação à Terra e ao Sol.

Discussão Final e Reflexão

Na parte final da aula, os alunos foram incentivados a refletir sobre como as fases da Lua impactam o cotidiano terrestre, incluindo sua influência nas marés. Também foi feita uma revisão rápida sobre eclipses e a interação entre a Terra, a Lua e o Sol.

Para encerrar, os alunos foram desafiados a observar a Lua nas próximas semanas e registrar as fases visíveis, estimulando a continuidade do aprendizado fora da sala de aula.

Metodologia e Avaliação

A aula combinou exposição teórica com atividades práticas e aprendizado colaborativo, promovendo a interação entre os alunos. A simulação permitiu uma visualização concreta do fenômeno, facilitando a compreensão do ciclo lunar.

Os alunos demonstraram grande envolvimento durante as atividades, participando ativamente das discussões e apresentando observações coerentes. A

metodologia aplicada se mostrou eficaz na fixação do conteúdo e na criação de um ambiente de aprendizado dinâmico e interativo.

Referência

Para referenciar a aula sobre as fases da Lua, pode-se utilizar livros, artigos e sites confiáveis que abordam o tema de forma científica e educacional.

Livros:

PASACHOFF, Jay M. *Astronomia: Uma Perspectiva Cósmica*. Pearson, 2017.

SEARLE, Alan. *Astronomia para Leigos*. Alta Books, 2019.

CHAISSON, Eric; MCMILLAN, Steve. *Astronomia Hoje*. Pearson, 2017.

Artigos e Materiais Didáticos:

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. *Ensino de Astronomia no Brasil: Perspectivas e desafios*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2006.

SCHILLING, Govert; KARTTUNEN, Hannu. *The Cambridge Photographic Moon Atlas*. Cambridge University Press, 2011.

Sites e Recursos Online:

NASA – Moon Phases: <https://moon.nasa.gov>

Observatório Nacional – Fases da Lua e Eclipses: <https://www.on.br>

Stellarium (simulador do céu e fases da Lua): <https://stellarium.org>

8.3.10 Aula 10: Identificação de Constelações no Céu Noturno

Objetivo: Compreender a identificação das constelações e sua dinâmica ao longo do ano, utilizando recursos digitais e projeções do céu noturno para compensar a falta de observação astronômica real.

Introdução

A aula teve início com uma apresentação sobre a história das constelações. Foi explicado que as constelações são agrupamentos aparentes de estrelas que, ao longo da história, foram utilizados por diversas civilizações para navegação, agricultura e mitologia. A importância desses agrupamentos estelares na astronomia

antiga e na orientação espacial foi destacada. Em seguida, foram apresentadas as principais constelações visíveis na região, com ênfase no hemisfério onde o Amazonas está localizado. O Cruzeiro do Sul foi abordado como um dos principais referenciais para a navegação no Hemisfério Sul, e Órion foi citado como uma constelação de destaque, facilmente identificável por suas estrelas brilhantes, como Betelgeuse e Rigel.

Foi explicado que, devido ao movimento de translação da Terra, as constelações mudam de posição ao longo do ano, tornando algumas visíveis apenas em determinadas estações. Como exemplos, foram mencionadas a Ursa Maior, predominante no hemisfério norte, e o Cruzeiro do Sul, fundamental para a navegação no hemisfério sul. Durante essa exposição, foram utilizados materiais de apoio como projeções de mapas celestes e imagens das constelações no quadro, permitindo que os alunos compreendessem como esses padrões estelares são visualizados a olho nu.

A figura abaixo representa jovens em um ambiente noturno observando as estrelas, com alguns utilizando telescópios e outros engajados com seus smartphones que exibem mapas celestes digitais, simbolizando a fusão entre a astronomia tradicional e a tecnologia moderna.

Figura 58 - Observação do céu noturno com auxílio de aplicativos digitais.



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2024).

Atividade Prática

A segunda parte da aula foi dedicada à projeção do céu noturno dentro da sala de aula. Os alunos utilizaram mapas celestes digitais e materiais impressos para demonstrar a disposição das constelações ao longo do ano. Para explorar a visibilidade das estrelas em diferentes épocas do ano e localizações geográficas, foram utilizados aplicativos como Stellarium. Isso permitiu a identificação das constelações mais visíveis em determinados períodos e proporcionou uma compreensão da dinâmica de seu movimento aparente.

Os alunos foram divididos em pequenos grupos e utilizaram aplicativos de realidade aumentada, como Star Walk e Sky View, para explorar diferentes regiões do céu simulado. Cada grupo analisou padrões estelares e relacionou os elementos identificados ao material teórico discutido previamente. Como a observação noturna não fosse possível, foi utilizada uma projeção do céu noturno dentro da sala de aula, com um mapa celeste mostrando a disposição das estrelas e constelações ao longo do ano. Isso permitiu que os alunos compreendessem a dinâmica do movimento estelar e como a posição das constelações varia ao longo do tempo.

Além disso, os grupos utilizaram o aplicativo Stellarium para simular o movimento das constelações e identificar as mudanças sazonais na visibilidade das estrelas. Os materiais de apoio incluíram aplicativos de realidade aumentada, projeções de mapas celestes e materiais impressos com representações das constelações. Na figura abaixo, é possível observar a constelação do Cruzeiro do Sul (Crux) e outras estrelas em um céu noturno, com a Via Láctea ao fundo, capturada por meio do software Stellarium.

Figura 59 - Visualização da constelação Cruzeiro do Sul (Crux).



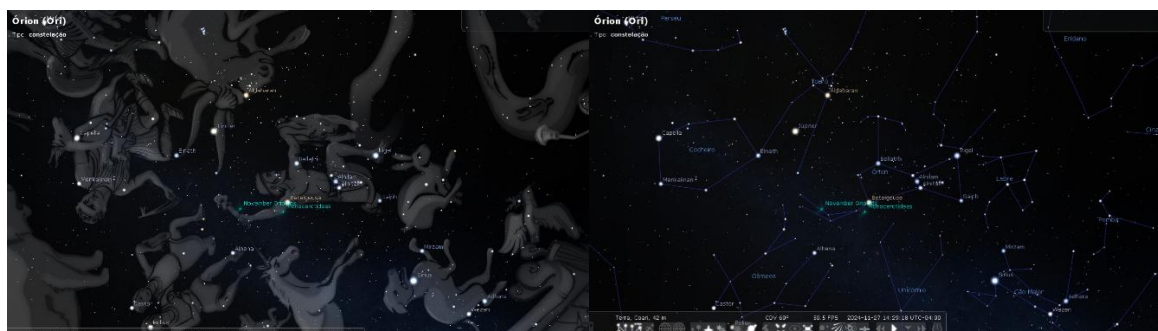
Fonte: Stellarium. Disponível em: <https://stellarium.org/>. Acesso em: 13 jun. 2025.

Discussão Final

No encerramento da aula, foi promovida uma discussão sobre a importância da observação das estrelas ao longo da história e sua relevância para diferentes culturas. Os alunos foram incentivados a compartilhar suas impressões sobre a experiência de identificar as constelações e a refletir sobre como essa nova perspectiva muda sua visão do céu. Ademais, foram abordados conceitos de óptica e propagação da luz estelar, bem como a relação entre o movimento orbital da Terra e a variação das constelações ao longo do ano. A aula foi concluída com a sugestão para que os alunos continuassem observando o céu noturno e explorassem novas constelações utilizando os recursos apresentados.

A figura 60 exibe uma simulação de software stellarium, destacando a constelação de Órion (Ori) e suas principais estrelas, como Betelgeuse e Rigel, no céu noturno.

Figura 60 - Visualização da constelação de Órion (Ori).



Fonte: Stellarium. Disponível em: <https://stellarium.org/>. Acesso em: 13 jun. 2025.

Conclusão

A aula proporcionou uma compreensão mais aprofundada sobre a identificação das constelações e sua dinâmica no céu noturno. A combinação entre teoria e prática permitiu aos alunos visualizarem de maneira mais concreta a distribuição das estrelas e suas mudanças ao longo do tempo. O uso de tecnologia, por meio de aplicativos e projeções, ajudou a tornar o aprendizado mais interativo e acessível. A discussão final incentivou a reflexão crítica sobre o tema, promovendo uma conexão entre astronomia, história e ciência moderna.

Referências

Livros e Artigos:

RIDPATH, Ian. *Atlas de Constelações: Um Guia Prático para a Identificação das Estrelas e Suas Histórias Mitológicas*. Editora Globo, 2014.

PASACHOFF, Jay M. *Astronomia: Uma Introdução*. Pearson, 2017.

MOTTA, Flávio. *Guia de Observação do Céu Estrelado*. Editora Ciência Moderna, 2015.

Recursos Online e Aplicativos:

Stellarium: Software de planetário gratuito. Disponível em <https://stellarium.org/>

SkyView: Aplicativo para identificação de estrelas e constelações por realidade aumentada. Disponível para Android e iOS.

Star Walk 2: Aplicativo de astronomia interativo para dispositivos móveis.

Referências Científicas e Acadêmicas

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)** – Ciências da Natureza. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>

TEIXEIRA, M. A. C.; OLIVEIRA, A. C. *A Utilização de Softwares de Simulação no Ensino de Astronomia: Uma Experiência com Stellarium*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 1, 2013.

8.3.11 Aula 11: A Gravidade e os Corpos Celestes

Introdução

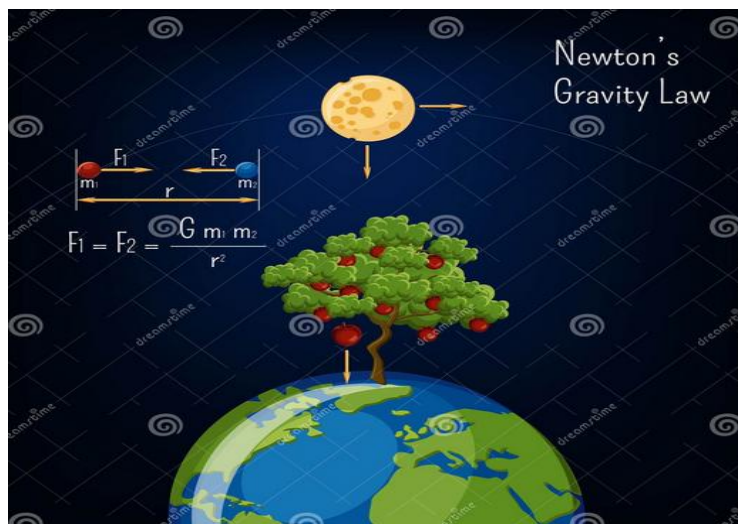
A décima primeira aula da sequência didática foi dedicada ao estudo da gravidade e seu papel fundamental na dinâmica dos corpos celestes. Durante os 50 minutos de duração, os alunos foram introduzidos aos conceitos fundamentais da gravidade, sua influência sobre os planetas e sua relação com a Lei da Gravitação Universal.

Desenvolvimento da aula

A aula teve início com uma explicação sobre a força gravitacional, destacando sua atuação tanto na superfície terrestre quanto no espaço. Foi esclarecido que a gravidade é a força responsável por manter os planetas em órbita ao redor do Sol e que a magnitude dessa força depende da massa dos corpos e da distância entre eles.

Em seguida, foi apresentada a Lei da Gravitação Universal de Newton que foi comentada na aula 8. A equação $F = G(m_1 \times m_2)/r^2$ foi discutida de forma simplificada, destacando a influência da massa dos corpos e da distância na força gravitacional. Exemplos práticos foram usados para ilustrar como a força gravitacional entre dois corpos pode ser calculada conforme a figura abaixo.

Figura 61 - Representação gráfica da Lei da Gravitação Universal de Newton.



Fonte: Disponível em: <https://thumbs.dreamstime.com/z/lei-da-gravidade-do-s-de-newton-infographic-com-globo-terra-lua-%C3%A1rvore-ma%C3%A7%C3%A3-e-diagrama-b%C3%A1sico-128570456.jpg>. Acesso em: 13 jun. 2025.

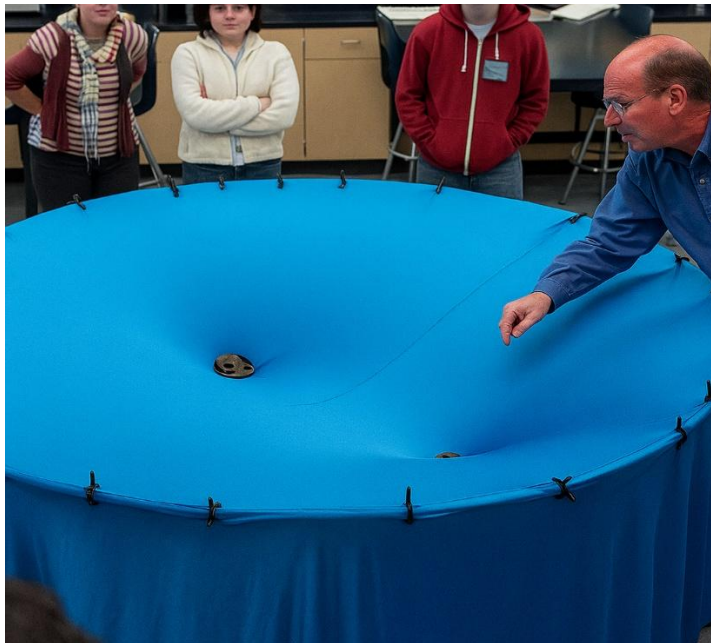
A discussão também abordou o conceito de órbitas planetárias, explicando que os planetas não seguem trajetórias retilíneas devido à atração gravitacional exercida pelo Sol, que atua como uma força centrípeta.

Atividade Prática

Para reforçar os conceitos teóricos, foi realizada uma experiência utilizando uma folha de borracha esticada, uma bola pesada representando o Sol e bolas menores simulando os planetas. Os alunos observaram como a bola central deformava a superfície da borracha, criando um efeito semelhante à curvatura do espaço-tempo ao redor de um corpo massivo.

A figura 62 ilustra uma atividade didática em sala de aula, na qual estudantes observam um modelo tridimensional do Sistema Solar com representação visual da curvatura do espaço-tempo, possibilitando a integração entre conceitos de Astronomia, Física e modelagem científica.

Figura 62 - Representação didática do Sistema Solar e da curvatura do espaço-tempo.



Fonte: Criado pelo autor com auxílio do Google Gemini (2024).

Os alunos foram divididos em grupos e receberam tabelas com dados sobre a massa e a distância dos planetas em relação ao Sol. Cada grupo realizou cálculos para determinar a força gravitacional exercida pelo Sol sobre diferentes planetas, comparando os valores obtidos e discutindo suas implicações.

Discussão Final

Ao término da atividade, foi promovida uma reflexão coletiva sobre a importância da gravidade na organização do universo. Os alunos foram incentivados a compartilhar suas percepções sobre o conceito e a relacioná-lo com fenômenos do cotidiano, como a queda de objetos e a influência da gravidade nas marés.

A discussão também abordou a relevância da gravidade na formação de buracos negros e na interação entre estrelas, ampliando a compreensão dos alunos sobre o impacto dessa força em escala cosmológica.

Conclusão

A aula permitiu que os alunos assimilassem os princípios fundamentais da gravidade de maneira teórica e prática. A utilização da simulação com a folha de borracha facilitou a compreensão do conceito de curvatura gravitacional, tornando a experiência mais didática e interativa. A reflexão final consolidou os aprendizados,

permitindo que os alunos relacionassem a gravidade com diferentes fenômenos naturais e astronômicos.

Referências

Livros:

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física – Volume 1: Mecânica*. 10ª edição. LTC, 2018.

HAWKING, S. *Uma Breve História do Tempo*. Editora Intrínseca, 2015.

HECHT, E. *Física - Volume 1*. 3ª edição. Addison Wesley, 2011.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para Cientistas e Engenheiros – Volume 1*. 6ª edição. LTC, 2009.

Artigos e Materiais Acadêmicos:

NEWTON, I. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. 1687.

EINSTEIN, A. *Relatividade: A Teoria Especial e Geral*. Editora Zahar, 2019.

ALMEIDA, L. S.; ANDRADE, M. C. *Uso de Superfícies Elásticas para Simular a Curvatura do Espaço-Tempo*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2017.

Recursos Online:

NASA. *What is Gravity?* Disponível em: <https://www.nasa.gov>

ESA (European Space Agency). *Gravity and Orbits*. Disponível em: <https://www.esa.int>

Stellarium – Software gratuito para simulação do céu: <https://stellarium.org>

8.3.12 Aula 12: Revisão e Avaliação Prática

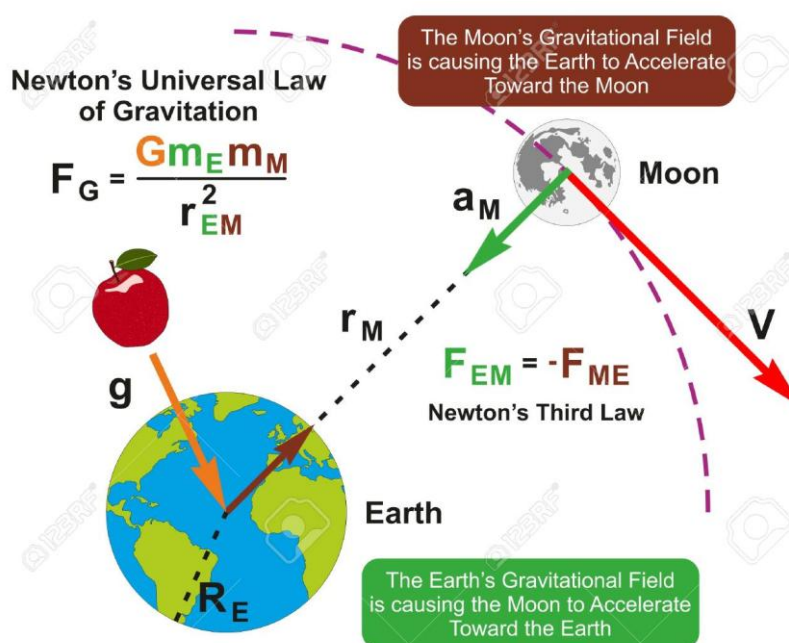
Introdução

A aula teve início com uma revisão interativa, onde propôs-se perguntas diretas aos alunos para relembrar os principais conceitos abordados ao longo da sequência didática. A metodologia utilizada incentivou a participação ativa, permitindo que os alunos expressassem seus conhecimentos adquiridos em temas como Sistema Solar, fases da Lua e gravidade. Os alunos demonstraram bom entendimento ao responder às perguntas, especialmente sobre a influência da gravidade na manutenção das órbitas planetárias. A discussão sobre as fases da Lua gerou um

debate interessante sobre sua relação com as marés terrestres. Utilizou-se imagens projetadas e esquemas no quadro para reforçar visualmente os conceitos revisados.

A Figura 63 ilustra a Lei da Gravitação Universal de Newton, que descreve a força de atração ($F = G(m_E \times m_M)/r_{EM}^2$) entre dois corpos (Terra e Lua, neste caso), e a Terceira Lei de Newton ($F_{EM} = -F_{ME}$), demonstrando que a força gravitacional da Terra acelera a Lua e vice-versa, enquanto também mostra a aceleração da gravidade (g) na superfície terrestre.

Figura 63 - Interação gravitacional entre a Terra e a Lua segundo a Lei da Gravitação Universal.



Fonte: Disponível em:

<https://previews.123rf.com/images/udaix/udaix1710/udaix171000015/88189998-o-diagrama-infogr%C3%A1fico-da-lei-universal-de-gravita%C3%A7%C3%A3o-de-newton-com-f%C3%B3rmula-e-exemplo-de-atra%C3%A7%C3%A3o-da.jpg>. Acesso em: 13 jun. 2025.

Atividade Prática:

Os alunos foram conduzidos a um espaço aberto para aplicar, na prática, os conhecimentos sobre a medição do tempo com os relógios de sol que haviam construído em aulas anteriores. Cada grupo posicionou seu instrumento utilizando uma bússola para garantir o alinhamento adequado.

Durante a atividade, os alunos registraram as medições do tempo e compararam com os horários fornecidos por relógios digitais. Alguns grupos

observaram discrepâncias e discutiram as possíveis causas, como erro no posicionamento do gnômon ou interferências de sombras externas. A troca de informações entre os grupos permitiu um aprendizado colaborativo e reforçou a importância da precisão na observação astronômica.

Reflexão Final e Debate

Ao retornarem à sala de aula, os alunos participaram de um debate mediado pelo professor sobre as aplicações modernas da astronomia. Foram discutidos temas como satélites artificiais, sistemas de navegação GPS e previsão do clima.

Os alunos demonstraram interesse ao relacionar os conceitos aprendidos com a tecnologia do dia a dia. Alguns mencionaram a importância da astronomia na comunicação via satélite e na localização geográfica. A discussão também abordou o impacto da observação astronômica na ciência e no avanço tecnológico.

Avaliação Final da aula

A avaliação foi realizada de forma contínua, observando a participação dos alunos na revisão teórica, no desempenho durante a atividade prática e na reflexão final. Durante o uso do relógio de sol, foram analisadas a correta orientação do gnômon, a precisão das medições e a capacidade dos alunos em interpretar os resultados.

O fechamento da aula permitiu que os alunos expressassem suas opiniões sobre os conceitos abordados ao longo da sequência didática. Muitos destacaram a atividade prática como o momento mais significativo, pois possibilitou a conexão entre teoria e observação real.

Conclusão

A aula de revisão e avaliação prática foi bem-sucedida ao consolidar os conceitos apresentados nas aulas anteriores. A abordagem interativa, aliada à prática com o relógio de sol, reforçou o aprendizado e possibilitou que os alunos percebessem a importância da astronomia em diferentes aspectos da vida cotidiana. A participação ativa e o engajamento dos alunos demonstraram a eficácia da sequência didática aplicada.

Referência Bibliográfica

ANDRADE, C. O. Proposta de UEPS para Ensino de Tópicos de Astronomia: dia/noite e as estações do ano. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, 2020.

Astronomia no Ensino Médio: Uma Proposta de Sequência Didática / Ariovaldo Carboni - Sorocaba: USCAR /PROFIS, 2016. 172 f.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação e a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

OLIVEIRA, K. S.; SARAIVA, M.F.O. **Astronomia e astrofísica**. 3ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

8.3.13 Aula 13: aplicação do questionário final sobre ensino de astronomia para os alunos do segundo ano ensino médio

Objetivos

O objetivo da aplicação do questionário final foi avaliar o conhecimento dos alunos do Ensino Médio sobre os conceitos abordados nas aulas de Astronomia ao longo da sequência didática. A avaliação visou testar tanto o entendimento teórico quanto a capacidade dos alunos de aplicar o conteúdo aprendido de forma crítica, refletindo sobre as práticas astronômicas e suas implicações cotidianas.

Introdução

A décima terceira aula, correspondente ao encerramento da sequência didática do Produto Educacional da dissertação, teve como foco a aplicação do questionário final. Composto por 25 questões, 15 de múltipla escolha e 10 dissertativas. O questionário buscou avaliar a compreensão dos alunos sobre temas fundamentais da Astronomia, incluindo os movimentos da Terra, o Sistema Solar, a Lei da Gravitação Universal e as fases da Lua, além de incentivar uma reflexão mais profunda sobre esses conteúdos.

Desenvolvimento

A aplicação do questionário foi feita de forma individual e teve a duração de 60 minutos. As questões de múltipla escolha foram projetadas para testar o conhecimento dos alunos sobre os principais conceitos da disciplina, enquanto as

questões dissertativas exigiram uma análise mais crítica, desafiando os alunos a relacionarem os conceitos com situações cotidianas e práticas astronômicas.

Durante a aplicação, foi possível observar que muitos alunos possuíam uma boa compreensão dos aspectos teóricos, como o impacto da inclinação do eixo terrestre nas estações do ano e a dinâmica das fases da Lua. No entanto, as questões dissertativas, que exigiam maior profundidade de reflexão, representaram um desafio para alguns alunos, que precisaram de mais tempo para elaborar respostas completas e argumentativas. Além disso, o questionário serviu para avaliar a habilidade dos alunos em relacionar o conteúdo teórico com a prática, como demonstrado nas questões sobre a funcionalidade do relógio de sol e o uso das constelações pelas civilizações antigas. Esse foco na contextualização permitiu identificar as áreas em que os alunos se destacaram, como a aplicação da Lei da Gravitação Universal, e também as que necessitam de mais atenção, como a interpretação dos fenômenos astronômicos sob uma perspectiva histórica e cultural.

Metodologia

A metodologia utilizada para a aplicação do questionário foi a de avaliação individual, com duração de 60 minutos. A estrutura do questionário foi planejada para abordar os principais conceitos ensinados ao longo da sequência didática, com questões de múltipla escolha para avaliar a compreensão teórica e questões dissertativas para avaliar a capacidade de aplicação crítica e reflexiva do conteúdo. A análise das respostas permitiu identificar os pontos fortes dos alunos, como sua capacidade de aplicar conhecimentos teóricos na prática, bem como áreas que exigem um maior aprofundamento.

Conclusão

A aplicação do questionário final teve um papel fundamental na avaliação do impacto da sequência didática sobre os alunos. Os resultados indicaram que, de maneira geral, os alunos demonstraram um crescente interesse pela Astronomia e uma boa compreensão dos conceitos abordados. A análise do desempenho no questionário ajudou a medir a eficácia do ensino e forneceu insights valiosos para ajustes nas abordagens pedagógicas futuras. O questionário não apenas testou o conhecimento adquirido, mas também desafiou os alunos a pensar criticamente sobre

o conteúdo, alinhando teoria e prática de maneira significativa. Essa reflexão será essencial para o aprimoramento das estratégias de ensino e o desenvolvimento de materiais pedagógicos mais eficazes no ensino de Astronomia. Ao final, a análise dos resultados do questionário ajudou a identificar o nível de aprendizagem dos alunos, possibilitando ajustes e melhorias para futuras implementações do manual prático de ensino de Astronomia.

8.4 Análise da aplicação do questionário final sobre Ensino de Astronomia para alunos do Ensino Médio

A aplicação do questionário final sobre Ensino de Astronomia foi realizada com 60 alunos do Ensino Médio na Escola CETI – Coari, como parte das atividades da dissertação desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. O questionário teve o objetivo de avaliar a assimilação dos conteúdos abordados ao longo das 10 aulas de Astronomia, bem como a capacidade dos alunos de aplicar os conceitos aprendidos em situações práticas e reflexivas.

O instrumento de avaliação foi estruturado em 25 questões, divididas em 15 questões de múltipla escolha e 10 questões dissertativas. As questões de múltipla escolha foram elaboradas para verificar a compreensão teórica dos alunos sobre temas fundamentais da Astronomia, tais como os movimentos da Terra, o Sistema Solar, a Lei da Gravitação Universal e as fases da Lua. Essas questões apresentavam uma única resposta correta, permitindo uma análise objetiva do conhecimento adquirido. Já as 10 questões dissertativas foram formuladas para estimular a reflexão crítica dos alunos, incentivando-os a relacionar os conteúdos estudados com a prática e o cotidiano. Por meio dessas questões, foi possível avaliar a capacidade dos estudantes de argumentar, interpretar fenômenos astronômicos e demonstrar compreensão dos conceitos de maneira mais aprofundada. Além disso, as respostas permitiram observar o desenvolvimento da habilidade dos alunos em elaborar explicações científicas e correlacionar os temas estudados com eventos observáveis no dia a dia, como eclipses, fases da Lua e variações sazonais.

O questionário foi aplicado de forma individual, em sala de aula, com duração de 60 minutos. Para garantir a organização e o bom andamento da atividade, os alunos receberam as seguintes instruções gerais:

- ❖ Responder às perguntas com base no que aprenderam durante as aulas;

- ❖ Ler cada questão atentamente antes de responder;
- ❖ Utilizar caneta azul ou preta;
- ❖ Justificar suas respostas quando solicitado;
- ❖ Completar o questionário dentro do tempo estipulado.

A análise das respostas demonstrou que os alunos conseguiram assimilar os conceitos fundamentais da Astronomia e desenvolver uma visão mais crítica e aplicada sobre o tema. O desempenho nas questões dissertativas indicou que muitos alunos foram capazes de relacionar o conteúdo teórico com o mundo real, o que reflete um avanço significativo na aprendizagem. Além disso, a avaliação permitiu identificar pontos de maior dificuldade entre os alunos, como a compreensão de conceitos relacionados à mecânica celeste e às interações gravitacionais entre os corpos do Sistema Solar. Esses dados serão utilizados para aprimorar futuras abordagens pedagógicas, tornando o ensino de Astronomia mais acessível e eficaz. Com a aplicação deste questionário, foi possível alcançar o objetivo principal da sequência didática: proporcionar uma aprendizagem significativa sobre Astronomia, indo além da memorização e estimulando a compreensão dos fenômenos astronômicos e sua relevância para o dia a dia. O resultado dessa avaliação servirá também como um indicativo para aprimorar futuras abordagens no ensino de Astronomia, tornando-o ainda mais dinâmico e eficiente para os estudantes.

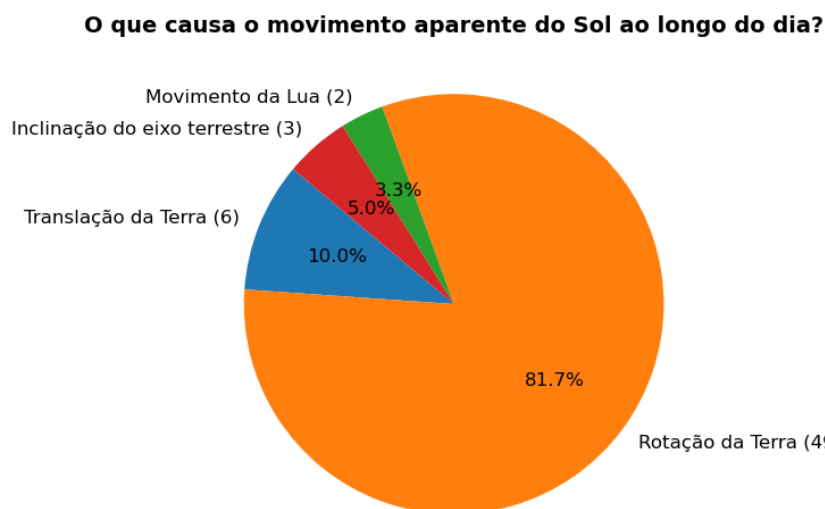
Dessa forma, o questionário final não apenas avaliou o desempenho dos alunos, mas também serviu como um instrumento diagnóstico para direcionar melhorias no ensino da Astronomia, incentivando metodologias que tornem o aprendizado mais interativo, contextualizado, engajadora, dinâmico e eficaz.

A partir das aulas realizadas e do questionário aplicado foi possível criar os gráficos e fazer a análise de acordo com as respostas dos discentes. Os gráficos foram criados no formato de pizza mostrando suas porcentagens e análise de acordo com cada questão.

8.4.1 Questões de Múltipla Escolha

Análise da Questão 01

Figura 64 - Dados da questão 1 do questionário final.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

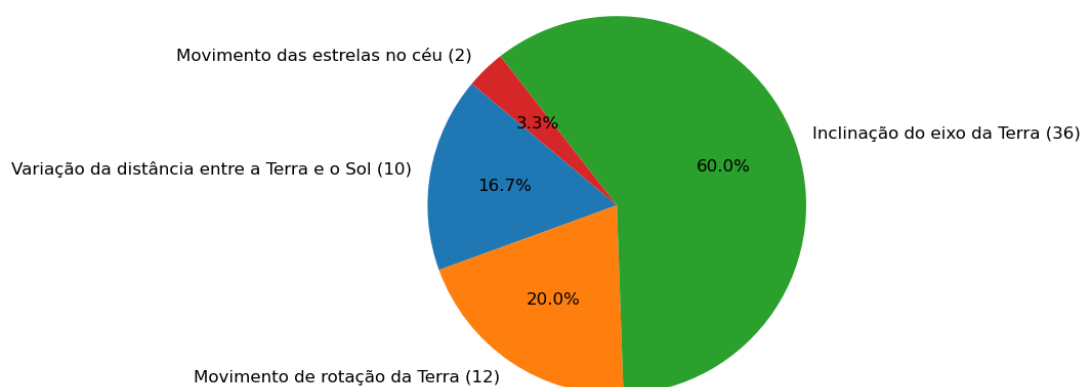
Análise e explicação dos dados

A maioria das pessoas (49 respostas) escolheu a opção correta, Rotação da Terra. A rotação da Terra em torno de seu próprio eixo é a principal responsável pelo movimento aparente do Sol ao longo do dia, esse movimento faz com que o Sol pareça se deslocar de leste para oeste ao longo do dia, quando, na realidade, é a Terra que está girando. Algumas pessoas escolheram outras opções, como Translação da Terra (6 respostas), o que indica uma possível confusão com o movimento anual do Sol no céu. A translação da Terra ao redor do Sol afeta a posição do Sol ao longo do ano, mas não é responsável pelo movimento diário observado. Respostas erradas como Movimento da Lua (2) e Inclinação do eixo terrestre (3) indicam a necessidade de reforço didático sobre esses conceitos. O movimento da Lua influencia as marés e eclipses, mas não afeta diretamente o movimento aparente do Sol ao longo do dia. A inclinação do eixo terrestre, por sua vez, é responsável pelas estações do ano e pela variação da altura do Sol no céu ao longo do ano, mas não causa o movimento diário do Sol.

Análise da Questão 02

Figura 65 - Dados da questão 2 do questionário final.

Qual é a principal razão para a ocorrência das estações do ano?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

A maioria (36 respostas, 60.0%) respondeu corretamente que a inclinação do eixo da Terra é o principal fator para a ocorrência das estações do ano.

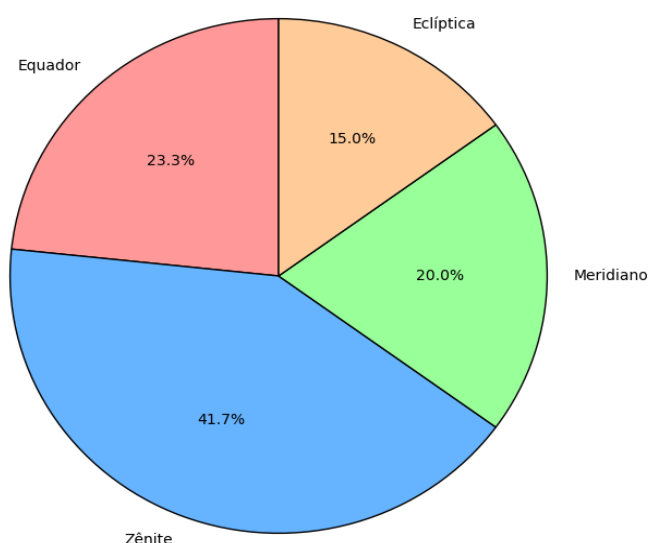
A Terra tem um eixo inclinado em aproximadamente $23,5^\circ$, o que faz com que diferentes regiões recebam diferentes quantidades de luz solar ao longo do ano, resultando nas estações do ano. Muitas pessoas acreditam que a distância entre a Terra e o Sol influencia diretamente, mas isso não é verdade, pois a órbita terrestre não é circular. O movimento de rotação da Terra influencia a alternância entre dia e noite, mas não as estações. Já o movimento das estrelas no céu não tem relação com esse fenômeno.

A inclinação do eixo da Terra é a principal razão para a ocorrência das estações do ano. Sem essa inclinação, não haveria verão, inverno, outono ou primavera, e o clima da Terra seria muito mais uniforme. A variação da distância entre a Terra e o Sol, a rotação do planeta e o movimento das estrelas não são fatores determinantes para as estações.

Análise da Questão 03

Figura 66 - Dados da questão 3 do questionário final.

O ponto mais alto que o Sol atinge ao meio-dia é chamado de:



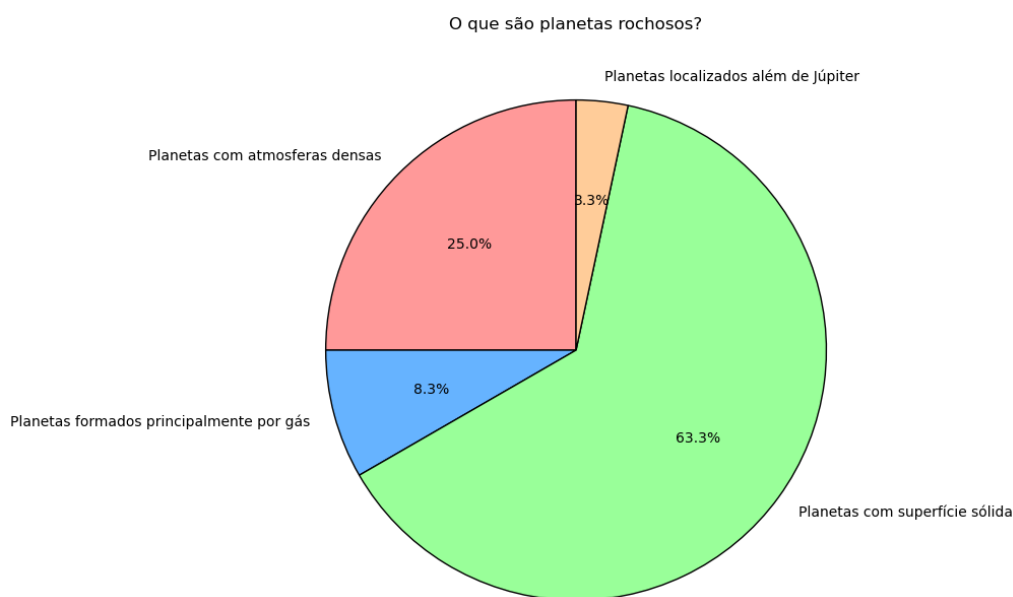
Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

Equador (14 votos) o equador é uma linha imaginária que divide a Terra em hemisfério norte e sul, mas não representa o ponto mais alto do Sol ao meio-dia. Zênite (25 votos) o zênite é o ponto diretamente acima da cabeça de um observador. Quando o Sol atinge esse ponto ao meio-dia (em regiões próximas ao equador), ele está no seu ponto mais alto. Essa é a resposta correta. Meridiano (12 votos) o meridiano é uma linha imaginária no céu que passa pelo polo celeste e pelo ponto sul e norte do horizonte do observador. Ele é usado para definir o momento em que o Sol atinge sua altura máxima no dia, mas não é o nome desse ponto. Eclíptica (9 votos) a eclíptica é o caminho aparente do Sol no céu ao longo do ano, mas não se refere ao ponto mais alto que ele atinge ao meio-dia.

Análise da Questão 04

Figura 67 - Dados da questão 4 do questionário final.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

Planetas com atmosferas densas (15 votos). Essa resposta pode causar confusão porque alguns planetas rochosos realmente possuem atmosferas densas, como Vênus e a Terra. No entanto, a definição de planeta rochoso não está relacionada à densidade da atmosfera, mas sim à composição da superfície. Alguns planetas rochosos (como Marte e Mercúrio) possuem atmosferas muito tênues ou quase inexistentes, o que invalida essa alternativa.

Planetas formados principalmente por gás (5 votos). Essa resposta está incorreta. Planetas formados principalmente por gás são conhecidos como gigantes gasosos, como Júpiter e Saturno. Planetas rochosos, por outro lado, são compostos majoritariamente de silicatos e metais, com uma crosta e manto sólido. A confusão pode ter surgido porque os planetas gasosos podem ter núcleos sólidos, mas a maior parte de sua massa é gasosa.

Planetas com superfície sólida (38 votos). Essa é a resposta correta. Os planetas rochosos são aqueles que possuem uma superfície sólida, composta principalmente por rochas e metais. No Sistema Solar, os planetas rochosos são Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Diferentemente dos planetas gasosos, que são

compostos majoritariamente por hidrogênio e hélio, os planetas rochosos possuem crosta, manto e núcleo metálico.

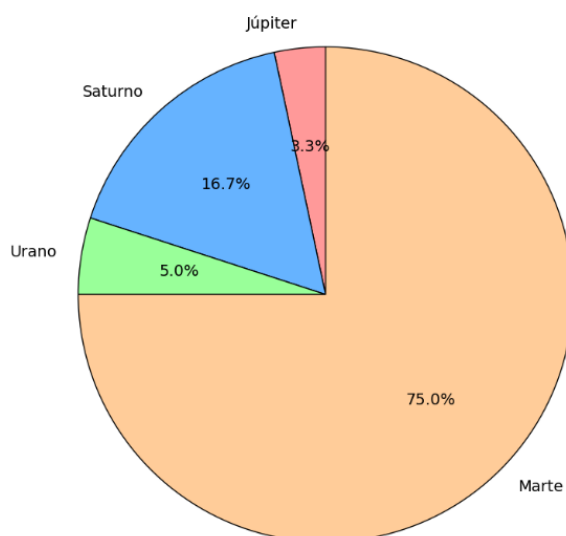
Planetas localizados além de Júpiter (2 votos). Essa resposta está incorreta. Além de Júpiter, encontramos planetas gasosos e gelados, como Saturno, Urano e Netuno. Os planetas rochosos do Sistema Solar estão localizados antes de Júpiter, entre o Sol e o cinturão de asteroides.

A maioria dos alunos (38 votos) respondeu corretamente que planetas rochosos são aqueles com superfície sólida. Algumas respostas incorretas indicam possíveis confusões, como associar planetas rochosos a atmosferas densas (15 votos) ou a localização no Sistema Solar (2 votos). Apenas 5 alunos escolheram a opção de que planetas rochosos são formados principalmente por gás, o que mostra uma compreensão geral correta do conceito. Isso sugere que, na aula, pode ser interessante reforçar a diferença entre planetas rochosos e gasosos, abordando a composição e localização de cada tipo.

Análise da Questão 05

Figura 68 - Dados da questão 5 do questionário final.

Qual dos planetas abaixo NÃO é classificado como gasoso?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

Júpiter (2 respostas) é um planeta gasoso, composto principalmente por hidrogênio e hélio. Ele tem uma estrutura sem superfície sólida e é o maior planeta do Sistema Solar. Como é um planeta gasoso, esta alternativa está incorreta.

Saturno (10 respostas), assim como Júpiter, Saturno também é um gigante gasoso. Ele tem uma composição semelhante e é conhecido pelo seu sistema de anéis impressionantes. Como Saturno não é um planeta rochoso, esta alternativa também está incorreta.

Urano (3 respostas) é classificado como um gigante gasoso, mas, ao contrário de Júpiter e Saturno, ele pertence à categoria dos gigantes gelados. Sua composição inclui uma grande quantidade de gelo de água, amônia e metano. Mesmo assim, ele não é um planeta rochoso, então esta alternativa também está incorreta.

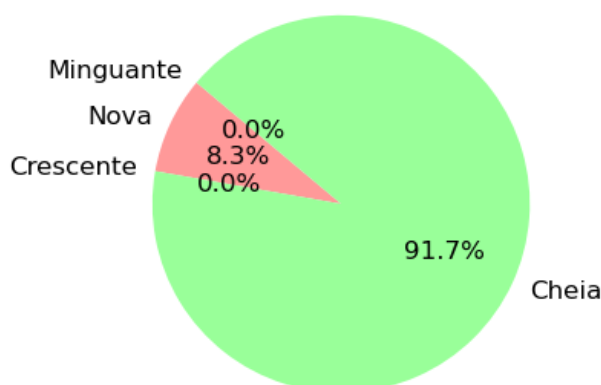
Marte (45 votos) é um planeta rochoso, ou seja, tem uma superfície sólida composta por rochas e minerais. Ele faz parte do grupo dos planetas terrestres (junto com Mercúrio, Vênus e Terra). Como a questão pede um planeta que não seja gasoso, esta alternativa está correta. O fato de a maioria dos alunos ter escolhido essa opção indica um bom nível de compreensão sobre a classificação dos planetas.

A grande maioria dos alunos acertou a questão, identificando corretamente que Marte não é um planeta gasoso. No entanto, houve alguns erros, com alguns alunos escolhendo Urano, Júpiter ou Saturno. Esses erros podem indicar uma confusão entre planetas gasosos e planetas rochosos ou uma falta de familiaridade com as classificações planetárias. Para reforçar o aprendizado, seria interessante revisar a composição dos planetas do Sistema Solar e talvez fazer atividades que envolvam a diferenciação entre planetas terrestres e gasosos.

Análise da Questão 06

Figura 69 - Dados da questão 6 do questionário final.

Em qual fase a Lua está completamente iluminada do ponto de vista da Terra?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

Alto índice de acerto: 55 dos 60 alunos (cerca de 91,7%) responderam corretamente que a fase cheia é quando a Lua está completamente iluminada. Isso demonstra um bom entendimento do conceito. Erros na fase Nova, 5 alunos (cerca de 8,3%) responderam erroneamente que a Lua Nova é completamente iluminada. Isso pode indicar confusão entre os conceitos de "nova" e "cheia", possivelmente por falta de observação prática ou confusão terminológica. Nenhum erro nas fases crescente e minguante, o fato de ninguém ter escolhido as opções "Crescente" e "Minguante" mostra que os alunos compreendem que essas fases representam transições, e não um estado de iluminação total.

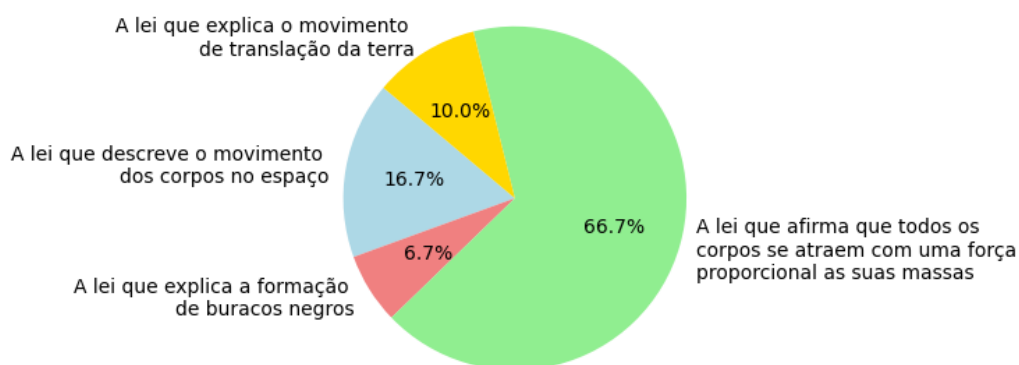
Sugestão pedagógica para reforçar esse conceito, seria interessante realizar atividades práticas como:

Observação direta, incentivar os alunos a acompanhar as fases da Lua por algumas semanas e registrar suas observações. Simulação com lanternas e esferas: Demonstrando como a posição do Sol, da Terra e da Lua afeta a iluminação observada. Uso de aplicativos de astronomia como Stellarium ou Sky View permitem visualizar as fases da Lua de forma interativa.

Análise da Questão 07

Figura 70 - Dados da questão 7 do questionário final.

O que é a Lei da Gravitação Universal de Newton?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

A Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton foi formulada no século XVII e é um dos pilares fundamentais da Física clássica. Ela estabelece que todos os corpos no universo exercem uma força de atração gravitacional entre si, que depende de suas massas e da distância entre eles. A fórmula matemática da Lei da Gravitação Universal é:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Onde:

F = força gravitacional entre os corpos.

G = constante gravitacional ($6,674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$).

m_1 e m_2 = massas dos corpos.

r = distância entre os centros de massa dos corpos.

A lei que afirma que todos os corpos se atraem com uma força proporcional às suas massas" (40 dos 60 alunos que corresponde 66,7%), responderam essa opção. Essa é a definição correta da Lei da Gravitação Universal. Segundo Newton, a força gravitacional aumenta quando as massas dos corpos são maiores e diminui à

medida que a distância entre eles cresce. Isso explica por que sentimos a gravidade da Terra fortemente, mas não sentimos a atração de objetos pequenos ao nosso redor.

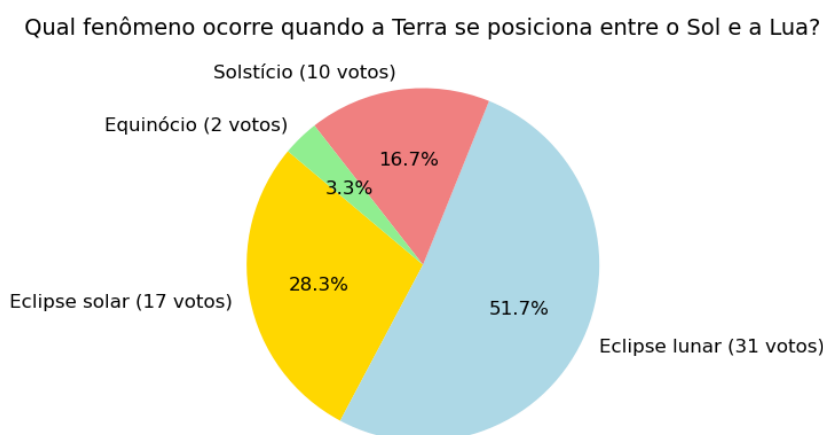
A lei que descreve o movimento dos corpos no espaço (10 dos 60 alunos que corresponde 16,7%). A Lei da Gravitação Universal descreve a força de atração entre os corpos, mas não explica diretamente o movimento deles. O estudo do movimento dos corpos no espaço envolve as Leis de Kepler e as Leis de Newton do Movimento.

A lei que explica a formação de buracos negros (4 dos 60 discentes que corresponde 6,7%). A formação de buracos negros envolve a Teoria da Relatividade Geral de Einstein, que expande a visão newtoniana sobre a gravidade. Newton não considerou efeitos como a curvatura do espaço-tempo, que é essencial para entender buracos negros.

A lei que explica o movimento de translação da Terra (6 dos 60 discentes que corresponde 10%). A translação da Terra ao redor do Sol ocorre devido à interação gravitacional, mas o movimento em si segue as Leis de Kepler e de Newton. A gravidade mantém a Terra em órbita, mas não é a própria definição da Lei da Gravitação Universal.

Análise da Questão 08

Figura 71 - Dados da questão 8 do questionário final.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

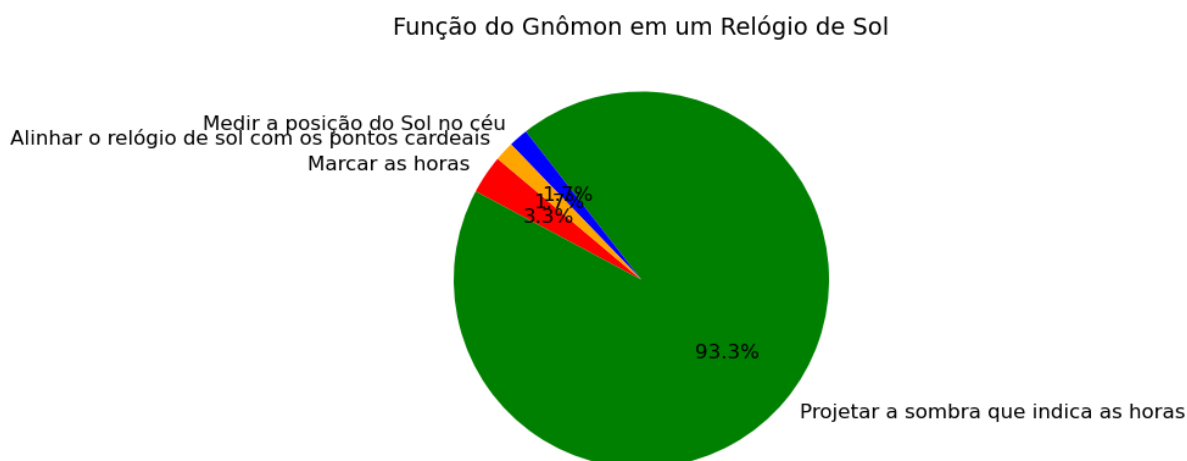
A alternativa correta é eclipse lunar, pois esse fenômeno ocorre quando a Terra se posiciona entre o Sol e a Lua, bloqueando a luz solar que chega à Lua e projetando sua sombra sobre ela.

Analisando as respostas dos alunos. 31 alunos acertaram a resposta correta, indicando um bom nível de conhecimento sobre eclipses. 17 alunos escolheram eclipse solar, confundindo-o com o eclipse lunar. O eclipse solar ocorre quando a Lua fica entre a Terra e o Sol, projetando sua sombra sobre a Terra. 10 alunos marcaram solstício, que é o momento do ano em que o Sol atinge sua maior ou menor altura no céu, determinando o dia mais longo ou mais curto do ano. 2 alunos selecionaram equinócio, que é o momento do ano em que o dia e a noite têm duração aproximadamente igual. O fato de 29 alunos terem errado sugere que há necessidade de reforçar o ensino sobre eclipses e suas diferenças.

Análise da Questão 09

O gráfico abaixo ilustra visualmente as respostas dos alunos, evidenciando que a maioria selecionou a alternativa correta.

Figura 72 - Dados da questão 9 do questionário final.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

Entendendo o gnômon e seu papel no relógio de sol. O gnômon é uma haste vertical ou inclinada que projeta uma sombra sobre uma superfície marcada com linhas horárias. Conforme o Sol se move no céu ao longo do dia, a posição da sombra

se altera, permitindo a leitura das horas. Os relógios de sol foram um dos primeiros instrumentos criados para medir o tempo, baseando-se na posição aparente do Sol. O alinhamento correto do gnômon é essencial para a precisão do relógio, pois a inclinação deve corresponder à latitude do local onde está sendo utilizado.

A questão apresentava quatro opções, com os seguintes resultados:

Marcar as horas (2 respostas que corresponde 3,3%). Projetar a sombra que indica as horas (56 respostas que corresponde 93,3%). Medir a posição do Sol no céu (1 resposta que corresponde 1,7%). Alinhar o relógio de sol com os pontos cardeais (1 resposta que corresponde 1,7%).

Alguns alunos podem ter entendido que o gnômon marca as horas, mas, na realidade, ele apenas projeta a sombra, enquanto as marcações horárias no mostrador do relógio de sol determinam o horário.

Projetar a sombra que indica as horas (56 respostas) no qual está correta, essa é a definição exata da função do gnômon. Ele não exhibe diretamente as horas, mas fornece a sombra que, ao ser analisada em relação às marcações no mostrador, permite a leitura do horário.

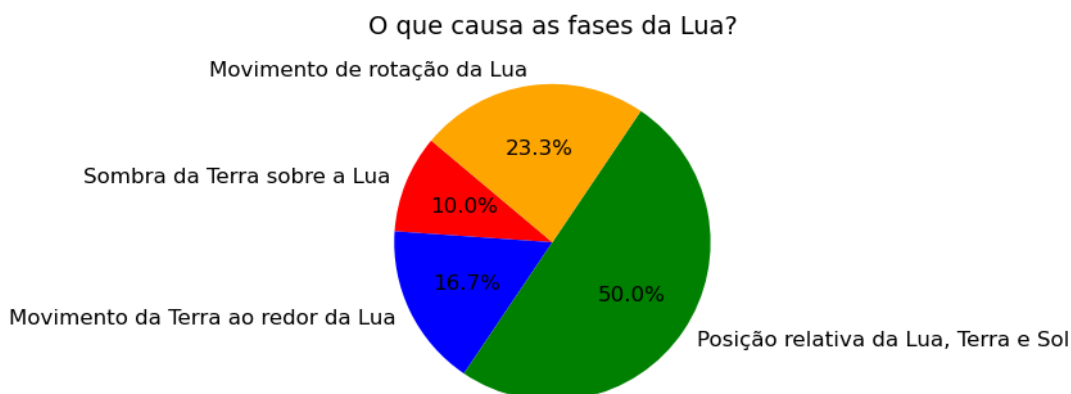
Medir a posição do Sol no céu (1 resposta), o gnômon pode ser usado indiretamente para estudar a posição do Sol, mas sua função principal não é essa. Ele serve para projetar a sombra que indica o horário.

Alinhar o relógio de sol com os pontos cardeais (1 resposta), o relógio de sol, como um todo, deve ser alinhado corretamente para funcionar, mas o gnômon em si não tem essa função.

93,3% dos alunos acertaram a alternativa correta, indicando que a maioria compreende bem a função do gnômon. No entanto, alguns alunos (6,7%) ainda demonstram dificuldades.

Análise da Questão 10

Figura 73 - Dados da questão 10 do questionário final.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter

Análise e explicação dos dados

A sombra da Terra sobre a Lua (6 respostas - 10%). Essa é uma concepção errônea comum. A sombra da Terra sobre a Lua acontece apenas durante um eclipse lunar, e não é responsável pelas fases da Lua. As fases são causadas pela iluminação da Lua pelo Sol em diferentes ângulos à medida que ela orbita a Terra.

O movimento da Terra ao redor da Lua (10 respostas - 16,7%). A Terra não orbita a Lua. Na verdade, a Lua orbita a Terra. Esse erro pode indicar uma confusão conceitual entre os movimentos da Lua e da Terra.

A posição relativa da Lua, Terra e Sol (30 respostas - 50%). Essa é a resposta correta. As fases da Lua ocorrem devido à posição relativa entre a Terra, a Lua e o Sol. Conforme a Lua orbita a Terra, diferentes porções iluminadas por luz solar se tornam visíveis da perspectiva terrestre.

O movimento de rotação da Lua (14 respostas - 23,3%). Embora a Lua tenha um movimento de rotação sincronizado com sua translação, essa rotação não é a causa das fases lunares. Esse erro pode indicar uma confusão entre a rotação da Lua e sua órbita ao redor da Terra.

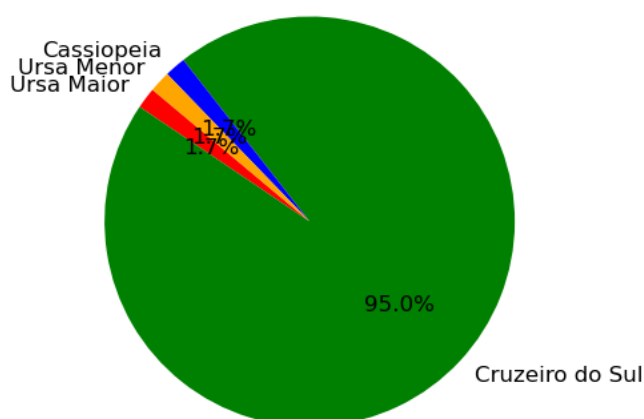
50% dos alunos acertaram a resposta correta, indicando que metade da turma compreende bem a causa das fases da Lua. No entanto, 50% ainda apresentam concepções errôneas.

Sugestões para reforço didático: Utilizar modelos físicos ou simuladores online para demonstrar como a luz do Sol incide sobre a Lua durante sua órbita. Fazer uma atividade prática com uma lanterna (Sol), uma bola (Lua) e a cabeça do aluno (Terra) para demonstrar as fases lunares. Reforçar a diferença entre eclipse lunar e fases da Lua, já que alguns alunos associam incorretamente as fases à sombra da Terra.

Análise da Questão 11

Figura 74 - Dados da questão 11 do questionário final.

Qual das opções corresponde a uma constelação visível no hemisfério sul?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

Ursa Maior (1 respostas - 1,7%). A constelação Ursa Maior é uma das mais conhecidas no hemisfério norte e contém a famosa formação do Grande Carro (ou Grande Caverna). No entanto, não é visível no hemisfério sul, pois está localizada no norte celestial.

Cruzeiro do Sul (57 respostas - 95%). Essa é a resposta correta. O Cruzeiro do Sul é uma das constelações mais importantes do hemisfério sul, pois auxilia na orientação noturna, sendo utilizado para identificar o polo sul celeste. Está presente na bandeira do Brasil e de outros países do hemisfério sul.

Cassiopeia (1 resposta - 1,7%). Cassiopeia é uma constelação do hemisfério norte, facilmente identificável pelo seu formato de "W" no céu. Assim como a Ursa Maior, não é visível no hemisfério sul.

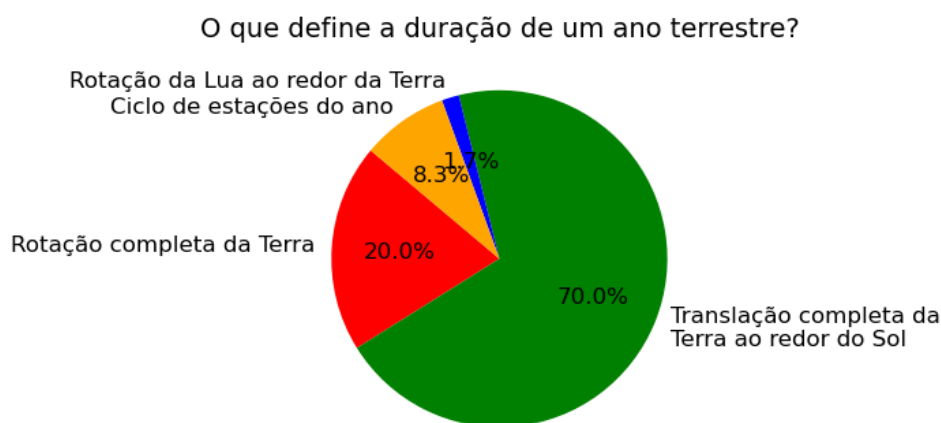
Ursa Menor (1 respostas – 1,7%). Ursa Menor é uma constelação do hemisfério norte, que contém a Estrela Polar (Polaris), usada como referência para encontrar o polo norte celeste. Não pode ser vista do hemisfério sul, a mesma não é visível no Hemisfério sul.

95% dos alunos acertaram a resposta correta, indicando um bom conhecimento sobre as constelações visíveis no hemisfério sul, no entanto, 5% ainda apresentaram dificuldades.

Sugestões para reforço didático como: utilizar aplicativos de realidade aumentada, como Stellarium ou Sky View, para que os alunos possam visualizar as constelações do hemisfério sul em tempo real. Apresentar imagens do céu noturno do hemisfério sul, destacando a posição do Cruzeiro do Sul e sua importância para a navegação. Comparar o Cruzeiro do Sul com constelações do hemisfério norte, como Ursa Maior e Cassiopeia, destacando as diferenças de visibilidade entre os hemisférios.

Análise da Questão 12

Figura 75 - Dados da questão 12 do questionário final.



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

Uma rotação completa da Terra (12 respostas – 20,0%). A rotação da Terra é o movimento que a Terra faz ao girar em torno de seu próprio eixo, o que define o ciclo de dia e noite. Esse movimento dura aproximadamente 24 horas e não está relacionado diretamente à duração do ano.

Uma translação completa da Terra ao redor do Sol (42 respostas - 70,0%). Essa é a resposta correta. A translação é o movimento da Terra ao redor do Sol, que dura cerca de 365,25 dias e define o ano terrestre. Essa pequena fração extra (0,25 dias) é compensada a cada quatro anos com um ano bissexto.

A rotação da Lua ao redor da Terra (1 resposta - 1,7%). A Lua leva cerca de 27,3 dias para completar uma volta ao redor da Terra. Esse movimento está relacionado às fases da Lua, mas não tem ligação direta com a duração do ano terrestre. A Lua leva cerca de 27,3 dias para completar uma volta ao redor da Terra em relação às estrelas, um período chamado de mês sideral. No entanto, devido ao movimento da Terra ao redor do Sol, o tempo que a Lua leva para voltar à mesma fase (por exemplo, de Lua Cheia a Lua Cheia) é um pouco maior, cerca de 29,5 dias, chamado de mês sinódico, esse tempo de 29,5 dias é o que usamos para definir os meses lunares no calendário.

O ciclo de estações do ano (5 respostas - 8,3%). O ciclo das estações do ano é consequência da inclinação do eixo da Terra durante a translação, mas não define a duração do ano. Algumas pessoas podem ter escolhido essa opção por associação, mas a translação da Terra é a verdadeira causa do ano terrestre.

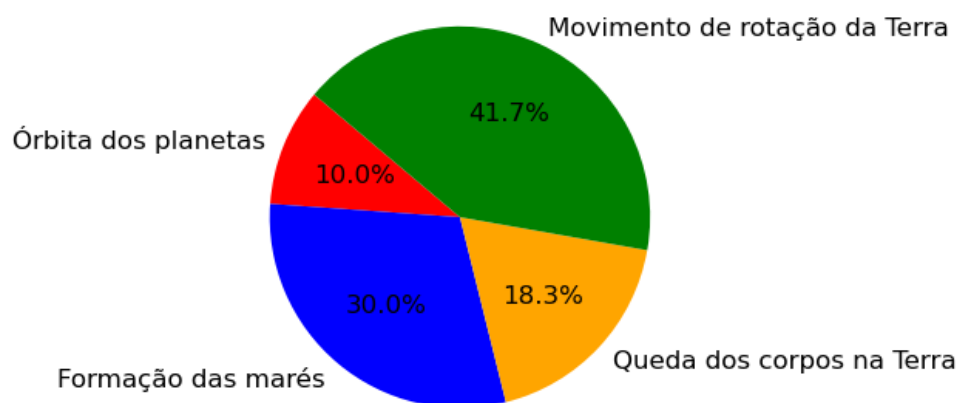
70,0% dos alunos acertaram a resposta correta, indicando um bom conhecimento sobre a translação da Terra. Por outro lado, 30,0% ainda confundem translação com outros fenômenos, como rotação da Terra e ciclo das estações.

Sugestões para reforço didático: Utilizar modelos físicos ou simulações digitais para representar rotação e translação da Terra separadamente. Mostrar animações para explicar a diferença entre dia/noite (rotação) e o ano terrestre (translação). Fazer experimentos com um globo e uma lanterna para ilustrar a translação da Terra e sua relação com as estações do ano.

Análise da Questão 13

Figura 76 - Dados da questão 13 do questionário final.

Qual dos fenômenos abaixo NÃO está relacionado à gravidade?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

A órbita dos planetas (6 respostas - 10,0%). A gravidade é a principal força que mantém os planetas em órbita ao redor do Sol. A Lei da Gravitação Universal de Newton explica que todos os corpos com massa se atraem, e essa atração mantém os planetas girando ao redor do Sol em suas órbitas elípticas. Alguns alunos podem ter pensado que a gravidade não afeta os movimentos orbitais, mas, na verdade, sem a gravidade os planetas se moveriam em linha reta e não orbitariam o Sol.

A formação das marés (18 respostas - 30,0%). As marés ocorrem devido à atração gravitacional da Lua sobre os oceanos da Terra. Essa força puxa a água dos oceanos, causando marés altas e baixas. O Sol também exerce influência nas marés, mas a principal responsável é a Lua. Alguns alunos podem não ter associado a formação das marés à gravidade, mas sem a força gravitacional da Lua, as marés não existiriam.

A queda dos corpos na Terra (11 respostas - 18,3%). A gravidade é a causa da queda dos objetos. Quando deixamos um objeto cair, ele acelera em direção ao solo devido à força gravitacional exercida pela Terra. A aceleração gravitacional média na superfície da Terra é $9,8 \text{ m/s}^2$. Como essa alternativa parece muito ligada à gravidade, a maioria evitou escolhê-la, mas alguns alunos podem ter se confundido com outros fatores que afetam a queda dos corpos, como a resistência do ar.

O movimento de rotação da Terra (25 respostas - 41,7%). Essa é a resposta correta. A rotação da Terra ao redor de seu eixo não é causada pela gravidade, mas sim pela conservação do momento angular. A Terra gira porque, durante sua formação, o momento angular foi preservado, e não há força suficiente no espaço para interromper essa rotação. Possível erro dos alunos que escolheram outra resposta: Alguns podem pensar que a gravidade influencia diretamente a rotação da Terra, mas, na verdade, o que mantém a Terra girando é a inércia, não a gravidade.

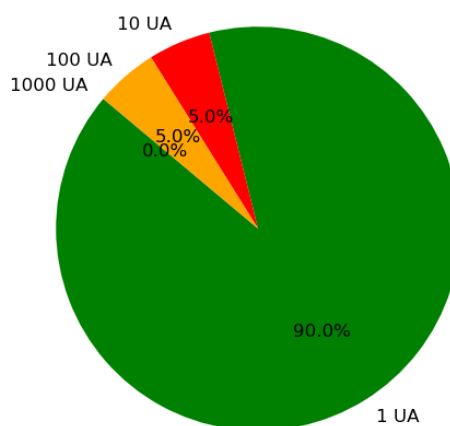
41,7% dos alunos acertaram a resposta correta, indicando um bom entendimento sobre a relação entre gravidade e os movimentos terrestres, no entanto, 58,3% dos alunos associaram erroneamente a gravidade a fenômenos que realmente são causados por ela, como órbitas planetárias, formação das marés e quedas de corpos.

Sugestões para reforço didático: Demonstrar, com animações ou simulações, como a gravidade mantém os planetas em órbita e afeta as marés. Explicar a diferença entre forças gravitacionais e o momento angular, mostrando que a rotação da Terra não é causada pela gravidade. Realizar um experimento simples, como deixar objetos caírem para ilustrar a gravidade e discutir o que aconteceria se a gravidade deixasse de existir.

Análise da Questão 14

Figura 77 - Dados da questão 14 do questionário final.

Quantas unidades astronômicas (UA) correspondem à distância média entre a Terra e o Sol?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

1 UA (54 respostas - 90,0%). A Unidade Astronômica (UA) é definida como a distância média entre a Terra e o Sol, aproximadamente 149,6 milhões de quilômetros. Esta unidade é amplamente utilizada na Astronomia para medir distâncias dentro do Sistema Solar. A grande maioria dos alunos (90,0%) acertou a resposta correta, demonstrando um excelente nível de compreensão sobre o conceito de Unidade Astronômica.

10 UA (3 respostas - 5,0%). Essa alternativa está incorreta porque 10 UA equivale a uma distância 10 vezes maior que a média entre a Terra e o Sol, o que colocaria um objeto muito além da órbita de Marte.

100 UA (3 respostas - 5,0%). Essa alternativa também está incorreta. Uma distância de 100 UA nos levaria muito além de Netuno, próximo à região onde começa a Nuvem de Oort interna. Alguns alunos podem ter confundido a UA com distâncias interestelares.

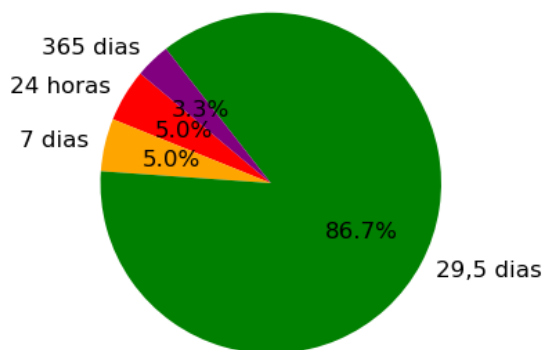
1000 UA (0 resposta - 0,0%). Uma distância de 1000 UA ultrapassaria o limite do Sistema Solar, alcançando a Nuvem de Oort, onde acredita-se que se originam muitos cometas de longo período.

90,0% dos alunos responderam corretamente, demonstrando uma compreensão sólida do conceito de Unidade Astronômica, no entanto, 10,0% dos alunos escolheram respostas incorretas, o que indica que alguns alunos podem ter dificuldades em diferenciar escalas astronômicas dentro e fora do Sistema Solar. Sugestões para reforço didático: Comparar a UA com outras medidas, como anos-luz e parsecs, para reforçar a ideia de escala no Universo. Utilizar modelos em escala do Sistema Solar para ajudar os alunos a visualizarem essas distâncias. Mostrar a localização de planetas e objetos no Sistema Solar em unidades astronômicas (por exemplo, Marte $\approx 1,5$ UA, Júpiter $\approx 5,2$ UA).

Análise da Questão 15

Figura 78 - Dados da questão 15 do questionário final.

Qual é o período aproximado de um ciclo lunar completo?



Fonte: Elaboração própria com auxílio de ChatGPT (2025), utilizando Python (Jupyter Notebook).

Análise e explicação dos dados

29,5 dias (52 respostas - 86,7%). O ciclo lunar completo, conhecido como lunação, corresponde ao tempo que a Lua leva para percorrer todas as suas fases (Nova, Crescente, Cheia e Minguante) e retornar à mesma fase. Esse período tem duração média de 29,5 dias e é chamado de mês sinódico. A maioria dos alunos acertou a resposta correta, demonstrando um bom entendimento do ciclo lunar.

24 horas (3 respostas - 5,0%). O período de 24 horas corresponde ao ciclo diário da Terra (rotação), e não ao ciclo lunar. Embora a Lua pareça mudar de posição no céu ao longo do dia, suas fases ocorrem em um intervalo muito maior.

7 dias (3 respostas - 5,0%). A duração de 7 dias não corresponde ao ciclo lunar completo, mas sim ao tempo médio entre fases lunares principais (exemplo: de Lua Nova para Quarto Crescente ou de Quarto Crescente para Lua Cheia).

365 dias (2 respostas - 3,3%). O período de 365 dias corresponde ao ano terrestre (tempo que a Terra leva para dar uma volta completa ao redor do Sol). A Lua completa mais de uma dezena nesse período.

86,7% dos alunos responderam corretamente, indicando um alto nível de compreensão sobre o ciclo lunar. Entretanto, 13,3% dos alunos escolheram respostas

incorretas, sugerindo que alguns ainda confundem o ciclo lunar com períodos menores (24 horas, 7 dias) ou com a translação da Terra (365 dias).

Sugestões para reforço didático: Explicar a diferença entre o movimento diário da Lua (devido à rotação da Terra) e o ciclo completo de fases lunares. Utilizar um calendário lunar e pedir para os alunos registrarem as fases da Lua ao longo de um mês. Demonstrar o ciclo lunar usando modelos físicos, como uma lâmpada (representando o Sol) e uma bola (Lua girando ao redor da Terra).

8.4.2 Questões Dissertativas

Na análise dos dados das questões dissertativas, relatadas pelos 60 discentes, foram selecionadas, no máximo, cinco respostas de cada questão respondida pelos alunos para a análise.

Análise da Questão 16: Explique como a inclinação do eixo terrestre influencia as estações do ano.

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) A inclinação do eixo faz com que a luz do Sol incida de forma diferente em cada hemisfério ao longo do ano.
- 2) Quando um hemisfério está inclinado para o Sol, é verão; o outro, inverno.
- 3) A inclinação altera a duração do dia e da noite em diferentes épocas do ano.
- 4) A inclinação muda a intensidade da luz solar recebida em cada hemisfério.
- 5) Marca os pontos em que o Sol está diretamente sobre o Equador ou nos trópicos.

As respostas mostram que os discentes compreenderam bem o papel da inclinação do eixo terrestre nas estações do ano, destacando conceitos como a diferença de incidência solar nos hemisférios, variação na duração dos dias e noites, e intensidade da luz solar. Eles também reconheceram fenômenos importantes, como o posicionamento do Sol nos equinócios e solstícios. No entanto, algumas respostas poderiam ser mais específicas, relacionando diretamente esses fatores às estações do ano em diferentes períodos. No geral, há boa compreensão, mas é possível reforçar a explicação sobre a interação entre inclinação, movimento de translação e as estações.

Análise da Questão 17: Descreva o que é um eclipse solar e como ele ocorre.

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) O eclipse solar ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol, bloqueando a luz solar.
- 2) A sombra da Lua projeta-se na Terra, causando o eclipse.
- 3) Acontece somente na fase de Lua Nova.
- 4) Pode ser total, parcial ou anular, dependendo do alinhamento.
- 5) Sol, Lua e Terra precisam estar alinhadas.

As respostas mostram uma boa compreensão dos conceitos básicos sobre o eclipse solar, abordando o bloqueio da luz solar pela Lua, a projeção de sua sombra na Terra e a necessidade de alinhamento entre Sol, Lua e Terra. A menção à fase de Lua Nova e às diferentes classificações (total, parcial, anular) demonstra conhecimento adicional. No entanto, algumas respostas poderiam incluir mais detalhes sobre a geometria das sombras (umbra e penumbra) para maior precisão. No geral, os discentes apresentam uma explicação clara e objetiva, mas há espaço para aprofundar aspectos técnicos.

Analise da Questão 18: Por que a Lua apresenta fases diferentes quando observada da Terra?

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) As fases da Lua ocorrem devido à posição da Lua em relação à Terra e ao Sol.
- 2) Vemos partes diferentes da Lua iluminadas pelo Sol.
- 3) As fases seguem um ciclo de aproximadamente 29,5 dias.
- 4) Quando a Lua está oposta ou alinhada com o Sol, temos Lua cheia ou nova.

As respostas demonstram uma compreensão geral sobre as fases da Lua, destacando corretamente a relação entre a posição da Lua, Terra e Sol, bem como a iluminação variável da Lua observada da Terra. A menção ao ciclo lunar de 29,5 dias reforça o conhecimento temporal das fases. A explicação sobre Lua cheia e nova mostra entendimento básico, mas falta maior detalhamento sobre os quartos crescentes e minguantes. No geral, as respostas estão claras e objetivas, mas poderiam incluir mais precisão sobre como a perspectiva terrestre influencia a visualização das fases.

Analise da Questão 19: Quais são as principais características dos planetas gasosos e dos planetas rochosos no Sistema Solar?

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

Planetas gasosos:

1. São feitos principalmente de gases como hidrogênio e hélio.
2. São muito maiores que os planetas rochosos.
3. Possuem anéis e muitas luas.
4. Não têm uma superfície sólida definida.

Planetas rochosos:

1. São formados por rochas e metais.
2. São menores e mais densos.
3. Possuem uma superfície sólida e variada.
4. Têm poucas luas ou nenhuma.

As respostas mostram que os alunos têm uma boa compreensão das diferenças fundamentais entre os planetas gasosos e rochosos. Eles corretamente destacam a composição e o tamanho dos planetas gasosos, além da ausência de uma superfície sólida. Para os planetas rochosos, as respostas apontam corretamente a presença de uma superfície sólida, menor tamanho e maior densidade. A menção às luas e anéis está bem colocada, mas seria interessante incluir informações sobre a distância desses planetas do Sol ou outros detalhes como a atmosfera.

Análise da Questão 20: Como o conceito de gravidade de Newton pode ser observado no movimento dos planetas ao redor do Sol?

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) O Sol exerce uma força de atração sobre os planetas, mantendo-os em órbita.
- 2) A gravidade faz com que os planetas se movam em trajetórias elípticas ao redor do Sol.
- 3) A gravidade age como uma força centrípeta, mantendo os planetas em movimento circular.
- 4) A gravidade também influencia a velocidade dos planetas em suas órbitas.
- 5) A gravidade explica as leis de Kepler sobre o movimento dos planetas.

As respostas mostram uma boa compreensão dos conceitos básicos da gravidade de Newton aplicados ao movimento dos planetas. A atração gravitacional do Sol sobre os planetas e a manutenção de suas órbitas estão corretamente descritas. A explicação sobre o movimento elíptico e a comparação com a força centrípeta também estão precisas, embora o movimento dos planetas seja elíptico, não circular. A influência da gravidade na velocidade orbital foi abordada corretamente, mas a relação direta com as leis de Kepler poderia ser mais detalhada. No geral, as respostas são claras e demonstram entendimento básico dos princípios envolvidos.

Análise da Questão 21: Explique como funciona um relógio de sol e qual a importância do alinhamento correto com os pontos cardeais.

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) O relógio de sol usa a sombra de um gnômon para marcar as horas.
- 2) A sombra muda de posição ao longo do dia conforme o Sol se move.
- 3) Deve estar alinhado com os pontos cardeais para funcionar com precisão.
- 4) O gnômon precisa estar inclinado conforme a latitude do local.
- 5) A posição da sombra indica o horário solar.

As respostas mostram que os alunos possuem uma boa compreensão do funcionamento básico de um relógio de sol, destacando o uso da sombra de um gnômon e a relação com o movimento aparente do Sol. A importância do alinhamento com os pontos cardeais foi corretamente mencionada, mostrando a necessidade de precisão na orientação. A inclinação do gnômon conforme a latitude é um ponto técnico bem abordado, demonstrando um entendimento mais avançado. No entanto, poderia ser aprofundada a explicação sobre a relação entre o horário solar e o horário convencional, além das limitações do relógio de sol em diferentes condições climáticas. No geral, as respostas são claras e abrangem os aspectos principais básicos.

Análise da Questão 22: Qual a diferença entre a rotação e a translação da Terra? Relacione esses movimentos com a alternância de dias e noites e o ciclo anual.

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) Movimento da Terra ao redor de seu próprio eixo, causando dias e noites.

- 2) Movimento da Terra ao redor do Sol, resultando no ciclo anual.
- 3) A rotação define a alternância entre dia e noite.
- 4) A translação, junto com a inclinação do eixo, define as estações do ano.
- 5) A rotação dura 24 horas, e a translação, cerca de 365 dias.

As respostas mostram uma compreensão sólida das diferenças entre os movimentos de rotação e translação da Terra, com explicações claras e objetivas. A relação entre a rotação e a alternância de dias e noites foi corretamente destacada, assim como a conexão da translação com o ciclo anual e as estações do ano, incluindo a influência da inclinação do eixo terrestre. A duração de cada movimento foi mencionada de forma precisa. No entanto, poderia ser incluída uma explicação mais detalhada sobre como a inclinação do eixo interage com a translação para criar as variações sazonais. No geral, as respostas demonstram bom domínio do conteúdo.

Análise da Questão 23: O que são constelações e como elas foram utilizadas por antigas civilizações?

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) Conjuntos de estrelas que formam figuras no céu.
- 2) Eram usadas para orientar viagens e localização.
- 3) Ajudavam a marcar épocas do ano e ciclos agrícolas.
- 4) Inspiraram mitos e lendas em diversas civilizações.
- 5) Facilitavam a divisão do céu em regiões.

As respostas mostram uma compreensão clara do conceito de constelações e de sua importância histórica. A definição como "conjuntos de estrelas que formam figuras no céu" está correta e serve de base para as demais explicações. Os usos práticos das constelações, como orientação para viagens e marcação de ciclos agrícolas, estão bem destacados, demonstrando o entendimento de sua relevância para antigas civilizações. A conexão cultural com mitos e lendas enriquece as respostas, mostrando a influência das constelações no imaginário humano. No entanto, poderia ser mencionado como as constelações variam de acordo com a localização geográfica. As respostas são concisas e abrangem os aspectos principais da pergunta.

Analise da Questão 24: Discuta a importância da observação astronômica para o desenvolvimento da ciência ao longo da história.

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) Ajudou na criação de calendários e organização do tempo.
- 2) Facilitou viagens marítimas com base na posição dos astros.
- 3) Inspirou descobertas como o heliocentrismo e a gravidade.
- 4) Impulsionou a criação de telescópios e instrumentos científicos.
- 5) Expandiu o conhecimento sobre a Terra e o cosmos.

As respostas destacam de forma consistente a relevância da observação astronômica para avanços científicos e culturais. A criação de calendários e o auxílio à navegação demonstram sua importância prática nas civilizações antigas. Descobertas como o heliocentrismo e a gravidade mostram como a observação astronômica impulsionou teorias fundamentais na ciência. A menção ao desenvolvimento de telescópios e instrumentos reflete o impacto da astronomia no progresso tecnológico. Por fim, a ampliação do conhecimento sobre a Terra e o cosmos reforça sua contribuição para a compreensão do universo. As algumas respostas foram objetivas e bem direcionadas pergunta.

Analise da Questão 25: Como o estudo da astronomia pode contribuir para a compreensão do nosso lugar no Universo e para o desenvolvimento de novas tecnologias?

Algumas das respostas dissertadas pelos discentes.

- 1) Ajuda a entender a posição da Terra no Universo.
- 2) Incentiva avanços em viagens e descobertas espaciais.
- 3) Impulsiona o desenvolvimento de satélites e telescópios.
- 4) Contribui para estudos sobre a formação do Universo e vida.
- 5) Estimula tecnologias aplicadas em outros campos, como comunicação.

As respostas refletem uma boa compreensão da importância da astronomia tanto para o entendimento científico quanto para o avanço tecnológico. A menção ao posicionamento da Terra no Universo destaca a relevância da astronomia para nossa perspectiva cósmica. Os avanços em exploração espacial e tecnologias, como satélites e telescópios, apontam para sua aplicação prática e impacto no cotidiano. A

contribuição para estudos sobre a formação do Universo e da vida demonstra o papel da astronomia em questões fundamentais. Além disso, a ligação com outras áreas tecnológicas, como comunicação, reforça sua influência interdisciplinar. As respostas foram bem simples mais conectadas a pergunta.

As análises das questões mostram que os alunos possuem um bom entendimento dos conceitos astronômicos fundamentais e sua aplicação histórica, prática e tecnológica. As respostas tendem a ser diretas, abordando os temas principais com clareza, mas poderiam ser mais detalhadas em alguns casos, como nas explicações sobre as leis de Kepler ou a relação entre a gravidade e o movimento dos planetas.

Em temas como as fases da Lua, o eclipse solar e os movimentos de rotação e translação da Terra, os alunos destacam corretamente os conceitos principais, como a influência da gravidade na manutenção das órbitas e o alinhamento dos corpos celestes, mas poderiam expandir um pouco mais suas explicações, contextualizando essas relações de maneira mais profunda.

As questões sobre constelações, o funcionamento do relógio de sol e a importância da observação astronômica ao longo da história foram bem respondidas, com os alunos focando nos aspectos essenciais, como a utilidade prática da astronomia para antigos povos, a contribuição para a navegação, a organização do tempo e o desenvolvimento de novas tecnologias. Em geral, as respostas são concisas e refletem um bom conhecimento básico, mas uma maior profundidade em algumas explicações poderia enriquecer ainda mais o aprendizado.

Por fim, o entendimento sobre como a astronomia contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias e para a nossa compreensão do lugar da Terra no Universo está bem contemplado, demonstrando que os alunos conseguem perceber a relação direta entre a ciência astronômica e suas aplicações no avanço tecnológico e na exploração espacial.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como propósito contribuir com o ensino de Astronomia na Educação Básica, mais especificamente no 2º ano do Ensino Médio, por meio da elaboração, aplicação e análise de um manual didático acessível, interdisciplinar e alinhado às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e

do Novo Ensino Médio. O trabalho se fundamentou nos princípios da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, buscando integrar os conteúdos astronômicos à realidade dos alunos de forma contextualizada, crítica e reflexiva.

Durante a pesquisa, verificou-se que, apesar da Astronomia possuir grande potencial motivador e formativo, ela nem sempre é efetivamente abordada nas aulas. Essa lacuna se deve, em grande parte, à ausência de formação específica dos docentes, à fragmentação dos saberes científicos e à escassez de materiais didáticos adequados à prática pedagógica. Nesse sentido, o manual desenvolvido buscou minimizar essas limitações, oferecendo uma abordagem didática prática, teórica e interdisciplinar, capaz de promover o interesse dos alunos e apoiar o trabalho dos professores.

A aplicação da sequência didática composta por treze aulas, realizada na Escola Estadual CETI – Professor Manuel Vicente Ferreira Lima, no município de Coari, demonstrou resultados significativos. As atividades práticas e experimentais propostas – como a construção de relógios solares, observações do céu noturno e uso de softwares como o Stellarium – mostraram-se eficazes na promoção da aprendizagem significativa, estimulando a curiosidade, o pensamento científico e a articulação entre ciência e cotidiano. O ambiente de aprendizagem tornou-se mais dinâmico e participativo, favorecendo o desenvolvimento da autonomia e do raciocínio crítico dos estudantes.

A análise dos questionários aplicados antes e depois da intervenção pedagógica evidenciou avanços relevantes no nível de compreensão dos alunos, especialmente em temas como os movimentos da Terra, as fases da Lua, a estrutura do Sistema Solar e a Lei da Gravitação Universal. Os resultados revelaram também uma melhora substancial na argumentação científica dos estudantes, demonstrando o impacto positivo do uso de metodologias ativas e recursos didáticos significativos.

O questionário final, além de aferir o domínio conceitual, funcionou como instrumento de reflexão tanto para alunos quanto para professores, permitindo reavaliar compreensões e práticas pedagógicas. A valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes e a construção de novas aprendizagens de forma significativa, conforme propõe Ausubel, foram elementos centrais para o êxito da proposta.

Em termos de contribuição para a prática docente, o manual elaborado representa uma ferramenta pedagógica acessível, replicável e adaptável a diferentes realidades escolares. Ele se configura como um instrumento que pode auxiliar professores de Ciências e Física no ensino da Astronomia, promovendo uma abordagem mais integrada, contextualizada e atrativa. Além disso, a experiência destaca a importância da formação continuada e da ampliação de investimentos em materiais e tecnologias educacionais.

Conclui-se, portanto, que o trabalho realizado reafirma a importância da Astronomia como componente essencial da educação científica, capaz de encantar, desafiar e ampliar a visão de mundo dos estudantes. Espera-se que os resultados aqui apresentados sirvam de inspiração para novas práticas docentes, para o desenvolvimento de produtos educacionais inovadores e para o fortalecimento de políticas públicas que promovam uma educação mais inclusiva, interdisciplinar e transformadora.

10. REFERÊNCIAS

- ABEL, E. (1995). *História da Astronomia. Lisboa: Edições 70.*
- AFONSO, G. B. O céu dos índios do Brasil. In: Reunião Anual da SBPC, 66a, 2014, Rio Branco. Anais da 66a reunião anual da SBPC. Acre: SBPC, 2014.
- AGUIAR, Márcia; TUTTMAN, Malvina T. Políticas educacionais no Brasil e a Base Nacional Comum Curricular: disputas de projetos. *Em Aberto*, v. 33, n. 107, 2020.
- ALBRECHT, E.; VOELZKE, M.R. Construção de Histórias em Quadrinho nas aulas de física: Uma prática didática. In: VII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 2009, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 2009.
- AMARAL, P.; LARANJEIRAS, C. C.; Utopia: Tudo que você sempre quis saber sobre Astronomia, mas não tinha a quem perguntar. *UnB*, v(3), 2008.
- ARAÚJO, D. C. C. Astronomia no Brasil: Das grandes descobertas à popularização. Monografia (graduação), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625 p.

AUSUBEL, David Paul. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BNCC. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2024

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2024

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2024

BRASIL. Novo Ensino Médio. 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>. Acesso em: 20 jan. 2024

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM+). 2002. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2024

Bretones, P. S. (2006). *Astronomia na Educação Básica: Reflexões e Propostas*. São Paulo: Livraria da Física.

BRETONES, Paulo Sergio. Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil. 1999. Tese de Doutorado. [sn].

CAMINO, N. Aprender a imaginar para compensar a compreender. Revista Alambique. [versión electrónica], 42, 2004.

Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1978

CANIATO, R. O céu. 3ª ed., volume I do Projeto Brasileiro para o Ensino de Física.

CARVALHO, A.; SOUZA, R. Uso de Simulações no Ensino de Astronomia. Revista de Ensino de Ciências, v. 23, n. 2, p. 45-60, 2021.

CHAVES, Maria P. S. R. *Uma experiência de pesquisa-ação para gestão comunitária de tecnologias apropriadas na Amazônia: o estudo de caso do assentamento de*

Reforma Agrária Iporá. 2001. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

CHAVES, Maria R.; BARROSO, Silvana C.; LIRA, Talita M. Populações tradicionais: manejo dos recursos naturais na Amazônia. *Revista Praia vermelha*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 111-122, jul./dez. 2009.

CRESWELL, Jhon W. Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativos, quantitativo e misto. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAMINELI, A.; STEINER, J. O Fascínio do universo. São Paulo: Odysseus Editora, 2010.

FARIA, R. P. Fundamentos de astronomia. Papirus Editora, 1987.

FERREIRA, M. A Física dos Foguetes no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Educação Científica*, v. 15, n. 1, p. 112-130, 2020.

FERREIRA, Máximo; ALMEIDA, Guilherme. Introdução à astronomia e às observações astronômicas, 7ª edição. Lisboa. Plátano. 2004.

FERREIRA, O. R. CTS-Astro: Astronomia no enfoque da ciência, tecnologia e sociedade e estudo de caso em educação a distância. Dissertação (Mestrado em ensino de Física), Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

FILHO, K. S. O.; SARAIVA, M. F. O. Astronomia e Astrofísica. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

FRÓES, A. L. D. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol.36, n.3, p.3504-1 - 3504-15, 2014.

GEBARA, M. J. A Formação Continuada de Professores de Ciências: Contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar. Tese de doutorado, 336 p. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP, 2009.

GERBALDI, M. In-service astronomy education of teachers. In: PASACHOFF, J. M.; PERCY, J. R. Teaching and learning astronomy: effective strategies for educators worldwide. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 146-152.

GIL, Antonio Carlos et al. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

GUERRA, Francisco. *O cálculo e a física de Newton: uma abordagem histórica e didática*. São Paulo: Edusp, 2012.

HANSEN, Taís Regina. Softwares educativos e o ensino de astronomia na educação básica: possibilidades e limitações. 2019.

HECHT, Eugene. *Óptica*. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2017.

IACHEL, G. Os caminhos da formação de professores e da pesquisa em ensino de astronomia. 2013. 201f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) -UNESP, Bauru, 2013

ITOKAZU, Anastasia Guidi. 1609: da astronomia tradicional ao nascimento da astrofísica. *Ciência e Cultura*, v. 61, n. 4, p. 42-45, 2009.

KUHN, Thomas S. *A Revolução Copernicana: a astronomia planetária no desenvolvimento do pensamento ocidental*. São Paulo: Perspectiva, 2006.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre as concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.28, n.2, p.373-399, 2011

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

LANGHI, Rodolfo. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. 2004.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Astronomia nos anos finais do ensino fundamental: uma proposta com base em situações-problema. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 613-630, 2009.

LEITE, P. S. C. Proposta de avaliação coletiva de materiais educativos em mestrados profissionais na área de ensino. *Campo Abierto*, v. 38, n. 2, p. 185-198, 2019.

LIMA NETO, José Martins de et al. *Pintura e corpo na Filosofia de Merleau-Ponty*. 2011.

MACHADO, D. I; SANTOS, C. dos. O entendimento de conceitos de astronomia por alunos da educação básica de uma escola pública. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, São Carlos, n. 11, p. 7-29, 2011.

MARAN, Stephen P. *Astronomia para Leigos*. Tradução de Ricardo Sanovick. 2ª Edição. Rio de Janeiro. Alta Books. 2012.

Mendes, M. E., & Lopes, R. S. (2005). *Influência da fase da Lua na ocorrência de partos: estudo retrospectivo*. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, 27(10), 622-626.

MOREIRA, A. F.; SILVA, T. T. Currículo, cultura e sociedade. São Paulo: Cortez, 1994.

MOREIRA, M. A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E.S. Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Ed. Moraes, 1982, 7-52 p.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. Revista brasileira de ensino de física. São Paulo. Vol. 22, n. 1 (mar. 2000), p. 94-99, 2000.

MOURÃO, R. R. F. Atlas celeste. 8ª ed. Petrópolis: Vozes, 1997

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION.

NETO, José Augusto da Silva Pontes. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, 2006.

NEWTON, Isaac. *Princípios matemáticos da filosofia natural*. Tradução de Ildeu Moreira de Castro et al. São Paulo: Edusp, 1999.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. Astronomia e Astrofísica. Livraria da Física: São Paulo, 2004.

OLIVEIRA, C. et al. Desafios do Ensino de Astronomia nas Escolas Brasileiras. Caderno de Educação Científica, v. 12, n. 1, p. 90-105, 2019.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. Teorias de Aprendizagem. Porto Alegre: Evangraf, 2011.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. Investigações em ensino de ciências, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PADILHA, Luana Natalie. O Ensino de Astronomia: Uma Proposta de Material Didático Temático Para o 9º Ano do Ensino Fundamental. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Licenciatura em Física) - Departamento Acadêmico de Física - DAFIS, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba, 2019.

PEIXOTO, DENIS EDUARDO. Astronomia como disciplina integradora para o Ensino de Ciências. 2018. Tese de Doutorado. Tese, (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PELIZZARI, A; et al. Teoria de aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba, 2001- 2002. V. 2, n.1, p.37-42.

PIETROCOLA, M. (2001, org.), Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora, Editora da UFSC/INEP, 2001. PILETTI, N. - Psicologia Educacional. 8 ed. São Paulo: Ática. 1990.

PINTO, Nivaldo Robson et al. Aprendizagem baseada em projetos no ensino de física e astronomia. 2020.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.30, n.4, p. 4601 – 4601-9, 2008.

Resolução n 466 de 12 de dezembro de 2012: diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília (DF): MS; 2012. Brasil.

RETONES, P. S. Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, UNICAMP, 1999.

ROSA, P. R. S. Instrumentação para o ensino de ciências. Campo Grande: Ed. UFMS, 2008.

SAMPIERI, Roberto Hernández, COLLADO, Carlos Fernández, LUCIO, María del Pilar Baptista. Metodologia de Pesquisa. 5 ed. Porto Alegre: Penso: 2013.

SANTOS JÚNIOR, Edson; BASTOS FILHO, Jenner Barretto. Reconstruindo a gravitação universal e seus fundamentos epistemológicos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 17, n. 3, p. 233–242, 1995. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol17a28.pdf>. Acesso em: 23 maio 2025.

SANTOS, Ivanildo Costa dos. A importância do ensino de Astronomia na formação científica e cultural dos alunos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 3, p. 25-40, 2020.

SILVA, Erika Gracyele da; ARAÚJO, Matheus Levy Costa Viana de. Guia didático para iniciantes em astronomia. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. *Revista conceitos*, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. *Física para Cientistas e Engenheiros: Mecânica, Oscilações e Termodinâmica*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

VEIGA, C. H. Cosmologia da origem ao fim do universo. Rio de Janeiro: 2015.

WERLANG, R. B.; SCHNEIDER, R. S.; SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de física de fluidos com o uso de novas tecnologias no contexto de uma escola técnica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.30, nº1, 2008, São Paulo.

ANEXOS

ANEXO A – Carta de Anuência



SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO E DESPORTO ESCOLAR DO
AMAZONAS
ESCOLA ESTADUAL CETI – PROFESSOR MANUEL VICENTE FERREIRA
LIMA
CETI COARI - AM



Coari, 16 de setembro de 2024

Ao
Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – CEP/UFAM

AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA

Declaramos para os devidos fins, que estamos de acordo com a pesquisa intitulada “MANUAL PRÁTICO DE COMO ENSINAR ASTRONOMIA PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL E DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO” seja realizada nessa instituição, tendo como pesquisado o professor mestrando Valcileo Pinheiro da Silva.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta Instituição está ciente de sua corresponsabilidade como instituições coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessárias para garantia de tal segurança e bem-estar.

Ciente e de acordo

gov.br Documento assinado digitalmente
GERLANE LIMA DA SILVA
Data: 16/09/2024 10:37:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gestora da Escola CETI Coari - AM

Gerlane Lima da Silva
GESTORA
Port. GS 4324 / 21
Escola Est. CETI P. M. V. F. L.

ANEXO B – Folha de Rosto para pesquisa envolvendo seres humanos



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: Ensino de Astronomia e Física			
2. Número de Participantes da Pesquisa: 100			
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra			
PESQUISADOR			
5. Nome: VALCILENO PINHEIRO DA SILVA			
6. CPF: 850.366.682-00		7. Endereço (Rua, n.º): Rua Chalon Cagi, Número 263 Urucu Casa COARI AMAZONAS 69460000	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO	9. Telefone: 97991889227	10. Outro Telefone:	11. Email: valcileno.silva@gmail.com
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p>			
Data: 16 / 09 / 2024		 Assinatura	
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
12. Nome: Universidade Federal do Amazonas - UFAM		13. CNPJ:	14. Unidade/Órgão: Instituto de Saúde e Biotecnologia - ISB
15. Telefone: (97) 3561-3025		16. Outro Telefone:	
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>			
Responsável: Vera Lúcia Imbiriba Bentes		CPF: 495 985 382 49	
Cargo/Função: Diretora		 Universidade Federal do Amazonas Instituto de Saúde e Biotecnologia Profa. Dra. Vera Lúcia Imbiriba Bentes Retiro - Portaria 08 1º 205 de março de 2023.	
Data: 16 / 09 / 24		Assinatura	
PATROCINADOR PRINCIPAL			
Não se aplica.			

ANEXO C – Parecer consubstanciado do Cep

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Ensino de Astronomia e Física**Pesquisador:** VALCILENO PINHEIRO DA SILVA**Área Temática:****Versão:** 1**CAAE:** 83995624.9.0000.5020**Instituição Proponente:** Instituto de Saúde e Biotecnologia - ISB**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.188.097**Apresentação do Projeto:**

A Astronomia, nascida da curiosidade humana, sempre auxiliou na vida das civilizações com seu desenvolvimento impressionante. Hoje, é uma ciência vital que impacta diretamente a vida cotidiana e a educação, incentivando a interdisciplinaridade e o pensamento crítico. No entanto, sua presença no ensino básico tem diminuído, motivando pesquisas para entender como inserir assuntos astronômicos nas escolas. A história da astronomia revela que as primeiras observações sistemáticas ocorreram na Mesopotâmia, Grécia antiga e China, marcando o início do estudo científico dos astros. A astronomia é considerada uma das ciências mais antigas, fascinando gerações e revolucionando a ciência e a sociedade. No contexto educativo, a astronomia promove motivação e curiosidade entre os alunos, mas enfrenta desafios como a falta de formação adequada dos professores e recursos limitados. Documentos oficiais como a BNCC e os PCNEM+ reconhecem a importância da astronomia no currículo, mas há necessidade de maior preparação e material didático apropriado para os educadores. Propostas para melhorar o ensino incluem a criação de um manual prático de astronomia para professores, a formação continuada e a integração de atividades experimentais e interdisciplinares.

Critério de Inclusão: Pessoas na faixa etária de 08 a 60 anos; discentes devidamente**Endereço:** Rua Teresina, 4950**Bairro:** Adrianópolis**UF:** AM**Município:** MANAUS**Telefone:** (92)3305-1181**CEP:** 69.057-070**E-mail:** cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 7.188.097

matriculados no Ensino fundamental e Médio que estejam regularmente matriculados na Escola municipal Henoc Siqueira Cavalcante e escola estadual CETI ζ Professor Manuel Vicente Ferreira Lima e docentes do quadro efetivo ou temporário das escolas, e que atue a mais de um ano como professor. Os discentes selecionados serão convidados a fazer parte do projeto e devem ter disponibilidade, pontualidade, tranquilidade e vontade de responder o questionário. Critério de Exclusão: Não participarão da referida pesquisa os indivíduos que apresentarem algum problema notório que possa interferir na referida análise, como cefaleia, alergias, gripe, problemas gástricos, ou outro que possa comprometer o bem-estar do participante. Além disso, estarão excluídos os participantes que não assinarem o TCLE. Além disso:- Alunos e alunas que estejam fora do município na fase de aplicação do questionário da pesquisa; - Alunos e alunas que estejam afastados das aulas por algum motivo de doença como: cefaleia, alergias, gripe, problemas gástricos e outros. - Professores e professoras que estejam afastados por algum motivo de doença ou licença.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Elaborar um manual didático de astronomia para professores de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio.

Objetivo Secundário: - Identificar e listar os conceitos fundamentais de astronomia que são relevantes para o currículo da educação básica;- Adequar o conteúdo de astronomia para diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos na educação básica;- Promover a formação continuada em Astronomia para docentes de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio por meio do manual prático, visando promover a formação de líderes locais para continuar a educação astronômica;- Aplicar o manual prático em uma escola da rede estadual na zona urbana e uma escola municipal da zona rural, destacando as conexões entre a astronomia e a vida cotidiana dessa comunidade com atividades como a pesca, agricultura e caça;- Ensinar a construção de instrumentos práticos, como relógios solares simples e a criação de uma horta lunar, plantando culturas de acordo com as fases da Lua;

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 7.188.097

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Este projeto de pesquisa, assim como todos os outros envolvendo seres humanos, pode ocasionar algum risco para os sujeitos envolvidos em tipos e gradações variadas com possibilidade de danos a dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano. Neste estudo, os riscos poderão ser: possíveis desconfortos ao responder o questionário e podem ocorrer constrangimento em relação as respostas sobre a Elaboração do Manual Prático de Astronomia relacionados aos pontos negativos dos capítulos e da aplicação do projeto. Os professores poderão não se sentir aptos a responderem sobre suas perspectivas em relação ao material elaborado. Tais riscos, no entanto, serão minimizados com esclarecimentos de cada participante com ética profissional resguardando a integridade física e o sigilo das informações pessoais. Haverá a garantia do anonimato de cada participante. Todas as atividades ocorrerão de forma presencial e será baseado na Resolução 466/2012-CNS, 510/2016-CNS e demais resoluções complementares.

Benefícios: Cabe também destacar, os benefícios da pesquisa - geração de novas informações sobre a temática; contribuir para reflexão sobre o tema, e chegar a respostas para problemática levantada pela Elaboração do Manual prático de Astronomia de ensino investigativo e promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos do Ensino Fundamental e Médio.

Metodologia de Análise de Dados: Etapa de Análise e Consolidação do Estudo - nesta etapa serão realizadas atividades de organização e sistematização dos dados e consolidação da abordagem analítica crítica. As atividades são: a) Organização das informações - o conteúdo das informações coletadas será organizado através da sistematização em banco de dados; b) Análise dos dados qualitativos e a técnica de análise de dados a ser utilizada nesta pesquisa é a Análise de Conteúdo, conforme Bardin (1977); c) Análise dos dados quantitativos - envolve a organização e representação dos dados através de tabelas de frequência, gráficos com cálculo de medidas e cálculos de medidas de variação. Enfim, os dados obtidos serão tabulados, de modo a apresenta-los sob a forma de percentual e de número absoluto. Além disso, também poderá ser aplicado, sobre o material coletado, uma análise qualitativa sobre a aprendizagem em ciência no ensino fundamental e física no Ensino Médio. Os dados obtidos serão submetidos as análise estatística calculando a média utilizando o software da Microsoft® (versão 2020) e elaborando o manual em forma de apostila.

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Telefone: (92)3305-1181

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 7.188.097

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se da primeira submissão do projeto de pesquisa Ensino de Astronomia e Física sob responsabilidade do pesquisador VALCILENO PINHEIRO DA SILVA apresentado ao Polo 64 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para qualificação e desenvolvimento da dissertação de mestrado e orientação do Dr. Adriano Pereira Guilherme. O "Manual Prático de como Ensinar Astronomia para Professores de Ciências do Ensino Fundamental e de Física do Ensino Médio" é um material didático destinado a professores da Educação Básica e amadores de astronomia, visando proporcionar um recurso acessível e de baixo custo que facilite a compreensão e aplicação de conceitos astronômicos. Sua elaboração inclui identificar conceitos fundamentais de astronomia para o currículo básico, criar o produto educacional, formar professores através do manual e aplicá-lo em escolas urbanas e rurais, conectando astronomia com atividades cotidianas como pesca, agricultura e caça, além de ensinar a construção de instrumentos práticos como relógios solares. Espera-se que o manual se torne um recurso pedagógico interdisciplinar e crítico, alinhado às diretrizes da BNCC e do Novo Ensino Médio, oferecendo uma leitura simples e fluida, com recursos tecnológicos e imagens de aplicativos como o Stellarium, contribuindo para a divulgação e popularização da astronomia.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram observados óbices éticos.

Considerações Finais a critério do CEP:

Não foram observados óbices éticos. Nosso parecer é pela aprovação do protocolo de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2382003.pdf	17/09/2024 21:21:12		Aceito
Outros	fichadosprofessores.pdf	17/09/2024	VALCILENO	Aceito

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Telefone: (92)3305-1181

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM**



Continuação do Parecer: 7.188.097

Outros	fichadosprofessores.pdf	21:16:47	PINHEIRO DA SILVA	Aceito
Outros	fichadosalunos.pdf	17/09/2024 21:14:39	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
Outros	questionarioparaosalunos.pdf	17/09/2024 21:12:27	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
Outros	questionarioparaprofessores.pdf	17/09/2024 21:04:59	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	cartaanuenciaescola1.pdf	17/09/2024 20:46:04	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	cartaanuencia2.pdf	17/09/2024 20:44:59	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEPROFESSORES.pdf	17/09/2024 20:42:10	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEPais.pdf	17/09/2024 18:23:32	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	dissertacaovalcilenos.pdf	17/09/2024 18:19:41	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	17/09/2024 18:19:20	VALCILENO PINHEIRO DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Telefone: (92)3305-1181

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 7.188.097

MANAUS, 27 de Outubro de 2024

Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo De Consentimento Livre e Esclarecido - Alunos



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Saúde e Biotecnologia

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa intitulada: **manual de orientações para o ensino de astronomia no 2º ano do ensino médio**, sob a responsabilidade dos pesquisadores professor Valcileo Pinheiro da Silva, mestrando da Universidade Federal do Amazonas e docente na Escola Estadual CETI – Professor Manuel Vicente Ferreira Lima, situado na Estrada Coari/Mamiá s/n, com endereço eletrônico valcileo.silva@gmail.com e telefone (97) 99188-9227 e professora Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi, docente no Instituto de Saúde e Biotecnologia do Amazonas – ISB, da Universidade Federal do Amazonas (CNPJ 04.378.626/0001-97), situado na Estrada Coari/Mamiá s/n, com endereço eletrônico klenicy@gmail.com e telefone 97-98806-0819. O estudo pretende apresentar um Manual de Orientações de Astronomia, como uma estratégia para a compreensão da física e astronomia no cotidiano buscando promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma abordagem bibliográfica aprofundada acerca das metodologias aplicadas no ensino de física e astronomia; além disso, visa apresentar os recursos tecnológicos atualmente disponíveis para professores e alunos. Para enriquecer ainda mais o conteúdo, será elaborado um manual prático de ensino de astronomia em forma de apostila que consolidará as descobertas e análises, oferecendo uma fonte acessível e abrangente para aqueles interessados no tema. Sua participação é voluntária e se dará por meio do preenchimento de um Questionário abordando questões relacionadas à validação do produto educacional. Este projeto de pesquisa, assim como todos os outros envolvendo seres humanos, pode ocasionar algum risco para os sujeitos envolvidos em tipos e gradações variadas, com possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano. Neste estudo, os riscos poderão ser: possíveis desconfortos ao responder o questionário e podem ocorrer constrangimento em relação às respostas sobre as possíveis dificuldades na atuação nas escolas e/ou disciplina de Física e/ou Ciências. Os participantes poderão sentir-se constrangidos em preencher o questionário e/ou sentir desconforto por não conseguirem preencher dados sobre a avaliação das aulas. Tais riscos, no entanto, serão minimizados com a garantia do anonimato de cada participante. A aplicação do questionário da pesquisa será realizada de maneira presencial, onde os participantes serão abordados pessoalmente para fornecer suas respostas. Será realizado o ressarcimento financeiro caso ocorram eventuais despesas do participante da pesquisa, quando necessário ao estudo. Além do mais, será assegurado o direito a indenização e cobertura material para reparação a dano causado pela pesquisa ao participante da

pesquisa, além do direito de assistência integral gratuita devido a danos indiretos e imediatos decorrentes da participação no estudo. Se você aceitar participar, estará contribuindo para pesquisas relacionadas ao ensino de Física/Ciências no Amazonas. Por meio dos resultados, poderão existir propostas de intervenção que irão auxiliar o ensino de Física no Amazonas, atuando também na sensibilização da educação de base para o futuro profissional dos discentes. Se depois de consentir em sua participação o Sr. (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo à sua pessoa. O Sr. (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o Sr. (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço (Estrada Coari-Mamiá, nº305 - Bairro: Espírito Santo – UFAM), pelo telefone 92-36452448, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone 3305-1181, ramal 2004, e-mail: cep.ufam@gmail.com. Esse termo será elaborado em duas vias: um para o convidado a participar da pesquisa e outro para o pesquisador.

Consentimento Pós-Informação.

Eu, _____, li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do Participante



Assinatura do(a) pesquisador(a)

IMPRESSÃO DACTILOSCÓPICA
(Polegar Direto, Caso Necessário)

Data: ____/____/____



APÊNDICE B - Termo De Consentimento Livre e Esclarecido - Pais

Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Saúde e Biotecnologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**(Responsável legal de estudantes menores de 18 anos)**

Estamos convidando o menor de idade pelo qual o(a) senhor(a) é responsável a participar do projeto de pesquisa intitulado: **manual de orientações para o ensino de astronomia no 2º ano do ensino médio**, sob a responsabilidade dos pesquisadores professor Valcileo Pinheiro da Silva, mestrando da Universidade Federal do Amazonas e docente na Escola Estadual CETI – Professor Manuel Vicente Ferreira Lima, situado na Estrada Coari/Mamiá s/n, com endereço eletrônico Valcileo.silva@gmail.com e telefone 97-99188-9227 e professora Doutora Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi, docente no Instituto de Saúde e Biotecnologia do Amazonas – ISB, da Universidade Federal do Amazonas (CNPJ 04.378.626/0001-97), situado na Estrada Coari/Mamiá s/n, com endereço eletrônico klenicy@gmail.com e telefone 97-98806-0819. O estudo pretende Elaborar um Manual Orientações de Astronomia, como uma estratégia para a compreensão da física e astronomia no cotidiano buscando promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos do Ensino Fundamental Ensino Médio. Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma abordagem bibliográfica aprofundada acerca das metodologias aplicadas no ensino de física e astronomia; além disso, visa apresentar os recursos tecnológicos atualmente disponíveis para professores e alunos. Para enriquecer ainda mais o conteúdo, será Elaborado um Manual de Orientações de Astronomia que consolidará as descobertas e análises, oferecendo uma fonte acessível e abrangente para aqueles interessados no tema. Sua participação é voluntária e se dará por meio do preenchimento de um Questionário abordando questões relacionadas à validação do produto educacional. Este projeto de pesquisa, assim como todos os outros envolvendo seres humanos, pode ocasionar algum risco para os sujeitos envolvidos em tipos e gradações variadas, com possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano. Neste estudo, os riscos poderão ser: possíveis desconfortos ao responder o questionário e podem ocorrer constrangimento em relação às respostas sobre as possíveis dificuldades na atuação nas escolas e/ou disciplina de Física e/ou Ciências. Os participantes poderão sentir-se constrangidos em preencher o questionário e/ou sentir desconforto por não conseguirem preencher dados sobre a avaliação das aulas. Tais riscos, no entanto, serão minimizados com a garantia do anonimato de cada participante. A aplicação do questionário da pesquisa será realizada de maneira presencial, onde os participantes serão abordados pessoalmente para fornecer suas respostas. Será realizado o ressarcimento financeiro caso ocorram eventuais despesas do participante da pesquisa, quando necessário ao estudo. Além do mais, será assegurado o direito a indenização e cobertura material para reparação a dano causado pela pesquisa ao participante da pesquisa, além do direito de assistência integral gratuita devido a

danos indiretos e imediatos decorrentes da participação no estudo. Antes de decidir se deseja que ele(a) participe (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida permitir a participação, você será solicitado(a) a assiná-lo e receberá uma cópia do mesmo. Seu filho(a) (ou outra pessoa por quem você é responsável) também assinará um documento de participação. O Sr.(a) e seu filho (a) não terão nenhuma despesa e também não receberão nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas a identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Se você aceitar, estará contribuindo para pesquisas relacionadas ao ensino de física/Ciências no Amazonas. Por meio dos resultados poderão existir propostas de intervenção que irão auxiliar o ensino de física no Amazonas, atuando também na sensibilização da educação de base para o futuro profissional dos discentes. Se depois de consentir com a participação do seu filho/menor no qual o Sr. é responsável, o Sr.(a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Qualquer outra informação, o Sr. (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço (Estrada Coari-Mamiá, nº305 - Bairro: Espírito Santo – UFAM), pelo telefone 92-36452448, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone 3305-1181, ramal 2004, e-mail: cep.ufam@gmail.com. Esse termo será elaborado em duas vias: um para o convidado a participar da pesquisa e outro para o pesquisador. Antes de assinar, faça perguntas sobre tudo o que não tiver entendido bem. O pesquisador responderá às suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo).

Consentimento Pós-Informação.

Eu, _____, por
responsável Legal _____, após receber a
explicação completa dos objetivos do estudo e dos procedimentos envolvidos nesta pesquisa concordo voluntariamente em consentir que ele(a) faça parte deste estudo. Este Termo de Consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao senhor(a).

() aceito que ele(a) participe () não aceito que ele(a) participe

Assinatura do Participante _____

Data: ____/____/____



APÊNDICES C - Ficha de avaliação do Produto educacional - Professores



FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO EDUCACIONAL

Instituto de Saúde e Biotecnologia – ISB					
Mestrando: Valcileo Pinheiro da Silva					
Título da Dissertação: MANUAL DE ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO.					
Orientador: Prof. Dr. Adriano Pereira Guilherme					
Coorientadora: Profa. Dra. Klenicy de Lima Yamaguchi					
FICHA DE VALIDAÇÃO DE PRODUTO EDUCACIONAL (PE)					
Legenda: Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC.					
	Juízes especialistas (n=10)				
	CT	CP	DP	DT	IC(%)
Estética e organização do material educativo					
1. O Produto Educacional promove o diálogo entre o texto verbal e o visual, além de apresentar um texto atrativo e de fácil compreensão.					
2. A estrutura do Produto Educacional está bem organizada, favorecendo a compreensão para aplicação em sala de aula.					
3. As figuras/ilustrações no Produto Educacional são relevantes.					
Manual de Orientações de Astronomia					
4. O Produto Educacional apresenta capítulos interligados e coerentes					
5. (Contextualização teórica), aborda todos os conceitos necessários para facilitar a compreensão do Produto Educacional					
6. As atividades práticas descritas na Etapa “Metodologia” da proposta didática são adequadas e executáveis					
7. Quanto à avaliação da aprendizagem dos alunos, está descrita de forma clara e coerente com os alunos do ensino fundamental I e II e alunos do Ensino Médio.					
Estilo da escrita					
8. O Produto Educacional apresenta conceitos e argumentos claros, explicando todos os termos técnicos e expressões científicas.					

9. Apresenta escrita acessível, estruturando as ideias, evitando palavras desnecessárias e difíceis de entender, respeitando as normas gramaticais.					
Conteúdo do material didático					
10. O conteúdo abordado está alinhado com os objetivos de aprendizagem estabelecidos.					
11. O material contribui para o desenvolvimento das habilidades e competências esperadas.					
12. O material aborda tópicos relevantes e aplicáveis à realidade dos estudantes.					
13. As explicações são claras e compreensíveis para o público-alvo?					
Análise da proposta didática					
14. Metodologia proposta contribui para o desenvolvimento das competências e habilidades pretendidas.					
15. A proposta utiliza abordagens inovadoras que estimulam o interesse e a participação dos alunos.					
16. As atividades propostas são contextualizadas e relevantes para a aplicação prática do conhecimento?					
17. A proposta estimula a reflexão crítica e a transferência de aprendizado para diferentes contextos.					
Criticidade do material					
18. O material apresenta diferentes perspectivas e abordagens sobre o tema.					
19. Incentiva os alunos a questionar, analisar e avaliar as informações apresentadas.					
20. Este produto educacional atende às expectativas do professor de Ciência e de Física que atuam no Ensino Fundamental e Ensino Médio.					
Instituição de Ensino do Professor Avaliador do: _____ <div style="text-align: center;"> ASSINATURA DO PROFESSOR </div>					

APÊNDICES D - Ficha de avaliação do Produto educacional - Alunos



FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO EDUCACIONAL

Instituto de Saúde e Biotecnologia – ISB

Mestrando: Valcileo Pinheiro da Silva

Título da Dissertação: MANUAL DE ORIENTAÇÕES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Pereira Guilherme

Coorientadora: Profa. Dra. Klenicy de Lima Yamaguchi

FICHA DE VALIDAÇÃO E TESTAGEM DE PRODUTO EDUCACIONAL (PE)

Legenda: Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC.

Instituição de

Ensino: _____

Nome: _____

Idade: _____ **Turma:** _____

Data: ____/____/____

Gênero: Mas. () Fem. ()

	Alunos (n=50)				
	CT	CP	DP	DT	IC(%)
Apresenta um texto atrativo e de fácil compreensão?					
1. O design do texto contribui para uma experiência agradável de leitura.					
2. O texto é claro e de fácil compreensão, utilizando uma linguagem acessível.					
Apresenta linguagem acessível, evitando palavras desnecessárias e difíceis de entender?					
4. O texto utiliza palavras simples e familiares ao seu nível de estudo.					
5. A contextualização auxiliou você a estabelecer uma conexão entre o conteúdo e suas próprias experiências.					
6. A linguagem está ajustada ao nível de compreensão de você.					

O conteúdo apresentado no Manual de Orientações de Astronomia é atrativo e estimula a leitura?					
7. A apresentação visual do Manual Prático de Astronomia é atraente e bem organizada.					
8. Existem recursos que estimulam a participação ativa durante a leitura.					
9. O Manual Prático de Astronomia promove a reflexão individual e a colabora para sua compreensão do conteúdo de física e astronomia.					
Como você avalia o PE /Manual de Orientações de Astronomia no processo de ensino-aprendizagem?					
10. Os conceitos físicos e astronômicos são apresentados de maneira clara e compreensível.					
11. Há exemplos ou exercícios que ajudaram vocês a relacionar a teoria com situações reais.					
12. Os exemplos e aplicações são relevantes e conectados aos seus interesses.					