



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Polo de Porto Velho - RO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

JOGOS DIDÁTICOS DE ASTRONOMIA COMO
ESTRATÉGIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO
ENSINO BÁSICO

Suelem Paula Colmam Lenz

Dezembro de 2019
Porto Velho/RO



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Polo de Porto Velho - RO



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

JOGOS DIDÁTICOS DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS
DO ENSINO BÁSICO COMO VETOR DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA A LUZ DAS APRENDIZAGENS
SIGNIFICATIVA E ATIVA

Suelem Paula Colmam Lenz

Dissertação apresentada ao curso mestrado nacional em ensino de física do Departamento de Física da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: *Prof. Dr. Ariel Adorno de Sousa*

Dezembro de 2019
Porto Velho/RO

C.D.D. 520 Lenz, Suelem Paula Colmam
JOGOS DIDÁTICOS DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO BÁSICO
COMO VETOR DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA A LUZ DAS APRENDIZAGENS
SIGNIFICATIVA E ATIVA.

Suelem Paula Colmam Lenz,

- Porto Velho: UNIR/MNPEF, 2019.

VII, 115 folhas : il., fig., tab.

Orientador: Ariel Adorno de Sousa

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Rondônia / Programa de Pós Graduação em Ensino de Física.
Dep. Física, 2019.

Referências Bibliográficas: f. 105-114

1. Ensino de Física. 2. Jogos. 3. Jogos Didáticos.

I. Ariel Adorno de Sousa, II. Universidade Federal de Rondônia,
Departamento de Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de
Física. III. Jogos Didáticos: Astronomia



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Polo de Porto Velho - RO



JOGOS DIDÁTICOS DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS
DO ENSINO BÁSICO COMO VETOR DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA A LUZ DAS APRENDIZAGENS
SIGNIFICATIVA E ATIVA

Suelem Paula Colmam Lenz

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Rondônia no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Prof. Dr. Ariel Adorno de Sousa
(Orientador)

Profa. Dra. Anilde Ferreira da Silva
(Examinadora Interna - UNIR)

Profa. Dra. Elrismar Auxiliadora Gomes Oliveira
(Examinadora Externa - UFAM)

Dezembro de 2019
Porto Velho/RO

*O que é mais assustador?
A idéia de extraterrestres em mundos estranhos,
ou a idéia de que, em todo este imenso universo,
nós estamos sozinhos?
Carl Sagan - (1934-1996)*

à meus pais, avós e Fernando, amor da minha vida!

Agradecimentos

- Agradeço ao criador do universo pela dádiva da vida, por me permitir a realizar tantas coisas nesta existência e pela força para superar as dificuldades;
- À meu orientador Professor Doutor Ariel Adorno, por toda paciência, dedicação, conhecimento, empenho e orientação para a realização desse trabalho. Não posso deixar de citar a sua esposa Juliana Lemes pois os dois me deram abrigo em sua residência para a conclusão desse trabalho;
- À meus pais em especial minha mãe dona Sulema por ter feito eu me tornar a mulher que sou, minha irmã Emillyn Lenz pelo incentivo e meus avós dona Leonilda e Wilson e dona Adélia pelas incasáveis orações e apoio para que eu controlasse minha ansiedade e concluir o presente estudo;
- À meu esposo Fernando, sem a presença dele em minha vida eu não conseguiria realizar tantos planos que foram feitos, seu apoio, amor, companheirismo e o incentivo para que eu me tornasse a melhor a cada dia;
- À todos meus companheiros de curso onde tivemos momentos de descontração, angústia e ensinamentos uns com os outros, não podendo deixar de falar do nosso amigo Décio Gomes por ter acolhido em sua residência eu e minhas amigas Geiliani Gasparini e Danielle de Matos, duas amigas que me acompanham desde a graduação nessa caminhada pelo conhecimento sem o apoio delas nos momentos difíceis seria mais complicado a conclusão dessa mestrado e pelas risadas, longas risadas nos momentos de descontração que fizeram desse estudo uma recordação inesquecível deixando a longa jornada menos árdua e não podendo deixar de falar do meu mais novo amigo Jean Carlos Rodrigues pela ajuda incansável e principalmente pelas explicações e conhecimentos adquiridos sobre os conceitos relacionados a Astronomia.
- À todos os Professores do programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino da Física por ter nos proporcionado mais conhecimentos em suas aulas;
- Aos gestores e Professores da E.E.E.F.M. Paulo Freire por terem aceito a proposta da formação continuada e disponibilizado um dia para a aplicação do curso;
- Ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física - PROFIS-MNPEF, pela oportunidade do curso; à Universidade Federal de Rondônia - UNIR e todos os professores que participaram da minha formação de maneira direta e indiretamente; à Sociedade Brasileira de Física - SBF, que busca melhorar o ensino de física no Brasil.

-
- O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. - This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Agradecimentos	vii
Lista de Figuras	xii
Resumo	xvi
Abstract	xvii
1 O ENSINO DA ASTRONOMIA	17
1.1 Astronomia como Divulgação Científica	18
2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL E JOSEPH DONALD NOVAK	20
2.1 Pragmatismo de John Dewey	22
2.2 Educação em Astronomia no Brasil e formação continuada de professores .	25
3 OS ASTRÔNOMOS: DOS ANTIGOS AOS ATUAIS	28
3.1 Internacionais	28
3.1.1 Tales de Mileto (624 – 546 a. C.)	28
3.1.2 Pitágoras (c. 572 – 497 a. C.)	28
3.1.3 Filolaus (c. 470 – 390 a. C.)	29
3.1.4 Eudócio de Cnidos (408 – 344 a. C.)	29
3.1.5 Aristóteles de Éstagira (384 – 322 a. C.)	29
3.1.6 Aristarco de Samos (310 – 230 a. C.)	29
3.1.7 Eratóstenes (276 a. C. – 194 a. C.)	30
3.1.8 Hiparco de Nicéia (160 a. C. – 125 a. C.)	30
3.1.9 Ptolomeu (85 d. C. – 165 d. C.)	30
3.1.10 Hipátia (351/370 - 415)	31

3.1.11	Nicolau Copérnico (1473 -1543)	31
3.1.12	Tycho Brahe (1546 - 1601)	32
3.1.13	Galileu Galilei (1564 - 1642)	33
3.1.14	Johannes Kepler (1571 - 1630)	34
3.1.15	Gian Domenico Cassini (1625 - 1712)	34
3.1.16	Christiaan Huygens (1629 - 1695)	34
3.1.17	Isaac Newton (1642 - 1727)	35
3.1.18	Edmond Halley (1656 - 1742)	36
3.1.19	William Herschel (1738 - 1822)	36
3.1.20	Albert Einstein (1879 - 1955)	36
3.1.21	Edwin Hubble (1889 - 1953)	37
3.1.22	Georges Lemaître (1894 - 1966)	37
3.1.23	Arno Penzias (1933) e Robert Wilson (1936)	38
3.1.24	Carl Sagan (1934 - 1996)	38
3.1.25	Cecilia Payne-Gaposchkin (1900 - 1979)	38
3.1.26	Nancy Grace Roman (1925 - 2018)	38
3.2	Nacionais	39
3.2.1	Mário Schenberg (1914 - 1990)	39
3.2.2	César Lattes (1924 - 2005)	39
3.2.3	Marcelo Gleiser (1959)	40
3.2.4	Duília de Melo (1963)	40
4	ASPECTOS ASTRONÔMICOS - UMA PERSPECTIVA FÍSICA	42
4.1	Esfera Celeste	42
4.2	Coordenadas astronômicas	43
4.2.1	Eixos coordenados	45
4.3	Tempo Solar vs Tempo sideral	46
4.4	Movimento diurno do Sol	47
4.5	Calendários	47
4.6	Movimento Anual do Sol	51
4.6.1	Posição característica do Sol	51
4.7	Movimentos da Lua	53
4.7.1	Eclipses	59
4.8	Planetas	61
4.9	As Leis de Kepler	64
4.9.1	Kepler	64
4.9.2	As três leis de Kepler	66
4.10	Galileu Galilei	67
4.11	A Via Láctea	70

5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
5.1	A Instituição de Ensino	72
5.2	Caracterização da Clientela Estudantil	74
5.3	Corpo Docente da Instituição Escolar	74
5.4	Projetos Desenvolvidos Pela Instituição de Ensino	78
5.5	Formação Continuada: Aplicação, Resultados e Perspectivas	79
5.6	Aplicação do Material aos Alunos	86
6	Conclusão e perspectivas futuras	102
	Referências Bibliográficas	104
7	Apêndice	
	Produto Educacional	114
	Apêndice - Produto Educacional	114
I	Produto Educacional - Jogos e Regras	117
8	Jogos e Regras	118
8.1	Introdução	118
8.2	Quebra-cabeça de astrofotografias	118
8.3	Regras do Jogo - Torta na Cara	120
8.4	Cartas para o Jogo - “Torta na Cara”	124
II	Produto Educacional - Manuais sobre astronomia e ciências da natureza	130
9	Ciências da Natureza e a Física	131
10	Ciência e Astronomia	133
11	O Nascimento da Astronomia	135
12	Sobre o dia e a noite	137
12.1	A nossa estrela - O Sol	137
12.2	Constituição Química do Sol	138
12.3	Estrutura Solar	139
12.3.1	Núcleo	139
12.3.2	Zona Convectiva	139
12.3.3	Fotosfera	139
12.3.4	Camada inversora	139

12.3.5	Cromosfera	139
12.3.6	Coroa	139
12.4	Principais Fenômenos Solares	140
12.4.1	Manchas Solares	140
12.4.2	Grãos	141
12.4.3	Fáculas	141
12.4.4	Espículos	141
12.4.5	Protuberâncias	141
12.5	A Lua	141
12.5.1	Sua Origem	141
12.5.2	Alguns aspectos da Lua	143
12.5.3	Fases da Lua	143
12.5.4	Eclipses Lunares e Solares	145
13	Influência da Lua nas Marés	147
14	Estações do Ano	148
15	Movimento de Translação e Rotação da Terra	150
15.1	Rotação	151
15.2	Translação	151
16	O Sistema Solar	153
16.1	A origem do Sistema Solar	154
16.2	Características principais dos planetas	155
16.2.1	Planetas Terrestres	155
16.2.2	Planetas Jovianos	162
16.2.3	Plutão - O planeta anão	166
17	Nossa Galáxia - Via Láctea	167
18	Para Onde Vamos?	169
19	Anexo 1	
	Astrofotografias	171
Anexo 1 - Astrofotografias		171
19.1	A Lua	172
19.2	Grande Nuvem de Magalhães	172
19.3	Pequena Nuvem de Magalhães	175
19.4	A via Láctea	175
19.5	Saturno	178
19.6	Marte	179

19.7 Andrômeda	181
19.8 As Pleiades - M45	181
19.9 Nebulosa de Eta Carinae	183
19.10Nebulosa de Orion	185
19.11Nebulosa de Cygnus	185
19.12Nebulosa da Lagoa e Trifda	188
19.13Complexo Nebular da constelação de Ophiuchus	188
19.14Constelação de Orion	190
20 Anexo 2	
Ficha de Aplicação do Jogo “Quebra-Cabeça - Puzzle”	192
Anexo 2 - Astrofotografias	192
21 Anexo 3	
Ficha de Aplicação do Jogo “Torta-na-cara”	193
Referências Bibliográficas	194

Lista de Figuras

4.1	Esfera celeste e a representação da abóboda celestes para um observador no hemisfério sul do planeta. Fonte: [91]	42
4.2	Círculos fundamentais da esfera celeste. Fonte: [54]	44
4.3	Sistema de coordenadas equatoriais escalonado na esfera celeste. Fonte: [94]	45
4.4	O Ângulo horário (H) é o ângulo entre o meridiano local (linha pontilhada) e o meridiano do astro (linha azul), contado no sentido do movimento diurno. O ângulo horário do astro somad o à sua ascensão reta (α), define a hora siudreal. Fonte: [54]	46
4.5	Os círculos diurnos do Sol em declinação entre -23.5° (solstício de verão para o hemisfério sul) e $+23.5^\circ$ (solstício de inverno para o hemisfério sul). Fonte: [54, 98]	48
4.6	Monumento de Stonehenge na Inglaterra. Fonte: [99]	48
4.7	Causa das estações do ano devido a inclinação de 23.5° entre o equador da terra e a eclíptica. Fonte: [54, 102]	51
4.8	Posição do Sol na eclíptica no início de cada estação. Nos equinócios de março e de setembro o sol se encontra em um dos dois pontos em que a eclíptica corta o equador celeste; nos solstícios de junho e de dezembro o Sol está em um dos dois pontos de máximo afastamento do equador. Fonte: [54, 103]	52
4.9	Analema dos planetas solares. Comparação de analemas que seriam observados nos planetas (no hemisfério norte do sistema solar). As escalas (A e h estão em graus (repare que as escalas são diferentes para cada planeta). A Terra, Marte Saturno e Netuno têm obliquidades semelhantes (e por isto apresentam o fenômeno de estações do ano de formaparecida). No eixo horizontal, 1 grau no azimute corresponde a 4 minutos de defasagem entre o Sol médio e o Sol verdadeiro. Fonte: [104]	54

4.10	Analema dos planetas solares. Fonte: [105]	54
4.11	Mês sinódico (em relação ao Sol) e sideral (em relação às estrelas fixas). O traço espesso (azul) representa o movimento na Lua no espaço. Fonte: [104]	55
4.12	Calendário das fases lunares para o mês de novembro de 2019. Fonte: [106]	57
4.13	Fases da Lua ao longo de um ciclo. Fonte: [107]	57
4.14	Datas da ocorrência de “Mini Lua” (painel acima) e “Super Lua” (painel abaixo) em um intervalo de tempo de 200 anos. O ponto preto indica a data e distância da Lua à Terra.: [104]	58
4.15	plano da órbita da Lua em torno da Terra não é o mesmo plano que o da órbita da Terra em torno do Sol. A figura representa as configurações Sol-Terra-Lua para as fases Nova e Cheia em quatro lunações diferentes, salientando os planos da eclíptica (retângulo maior) e da órbita da Lua (retângulos menores). Nas lunações (a) e (c), as fases Nova e Cheia acontecem quando a Lua está um pouco acima ou um pouco abaixo da eclíptica, e não acontecem eclipses. Nas lunações (b) e (d) as fases Nova e Cheia acontecem quando a Lua está nos pontos da sua órbita em que ela cruza a eclíptica, então acontece um eclipse solar na Lua Nova e um eclipse lunar na Lua Cheia. O plano da órbita da Lua está inclinado $5,2^\circ$ em relação ao plano da órbita da Terra. Portanto só ocorrem eclipses quando a Lua está na fase de Lua Cheia ou Nova, e quando o Sol está sobre a linha dos nodos, que é a linha de intersecção do plano da órbita da Terra em torno do Sol com o plano da órbita da Lua em torno da Terra. Fonte: [54, 108] .	59
4.16	Eclipse solar anular, a lua está em seu apogeu, impedindo o cobrimento total do sol, fazendo assim um “anel” quando está em sua máxima cobertura do eclipse. Fonte: [109]	60
4.17	Painel superior - Eclipse Lunar Penumbral, a Lua passa pela penumbra; Painel central - Eclipse Lunar Parcial, a lua passa pela umbra e Painel inferior - Eclipse Lunar Total, a Lua passa por completo na umbra. Fonte: [54, 108]	61
4.18	Os três modelos históricos para o sistema solar, a esquerda - O modelo geocentrico de Ptolomeu, ao centro - O modelo revolucionario de Copérnico que tira a Terra do centro do universo e a coloca como um planeta como os demais e a direita o modelo de Kepler com orbitas elipticas, onde o Sol está em um dos focos dessa elipse. Fonte: [110]	62
4.19	Infográfico - Distância entre o Sol e os planetas. Fonte: [113]	63
4.20	Elipse proposta para Kepler, onde o Sol ocupa um dos focos (F ou F'). Fonte: [54, 117]	65
4.21	Os pontos de afélio e periélio se localizam nas extremidades do exico maior da órbita elíptica. No periélio a distância do planeta ao Sol pé mínima (R_p) e no afélio é máxima (R_a). Fonte: [54, 117]	66

4.22	Telescópios de Galileo no Museo Galileo, em Florença. Fonte: [117]	68
4.23	Diferença das fases de Vênus do modelo Geocentrico e Heliocentrico. Fonte: [54]	69
4.24	Reprodução de um desenho de Galileu mostrando as manchas solares, em 23 de junho de 1612.. Fonte: [117]	70
4.25	Classificação morfológica de Hubble. Fonte: [122]	71
5.1	Imagens de satélite da geolocalização da E. E. E. F. M. Paulo Freire na cidade de Itapuã do Oeste - RO, Fonte: [125]	73
5.2	Gráfico representativo dos docentes que atuam na educação básica por nível de escolaridade. Fonte: [126]	75
5.3	Percentual de disciplinas que são ministradas por professores com formação superior de licenciatura na mesma área da disciplina nos anos iniciais, por município – Brasil – 2017 Fonte: Elaborado por Deed/Inep com base nos dados do Censo da Educação Básica. Fonte: [126]	75
5.4	Escolaridade dos docentes do ensino médio – Brasil – 2013-2017 Fonte: Elaborado por Deed/Inep com base nos dados do Censo da Educação Básica. Fonte: [126]	76
5.5	Indicador de Adequação da Formação Docente para o ensino médio – Brasil – 2017. Fonte: Elaborado por Deed/Inep com base nos dados do Censo da Educação Básica. Fonte: [126]	76
5.6	servidores da Escola Paulo Freire em comemoração aos seus 30 anos da instituição.	77
5.7	Caixa – Aprendendo com os Cosmos - foto a esquerda, fechada e a direita aberta. (a), (b)..... e (c).....	80
5.8	Cartões apresentados aos professores e alunos – frente e verso.	80
5.9	Quebra cabeça galáxia Andrômeda.	81
5.10	Quebra cabeça do tipo Puzzle com a nebulosa M45, comumente conhecida como Plêiades.	82
5.11	Nosso Lar - Via Lactea.	83
5.12	Momentos da aplicação do curso de formação continuada aos docentes da escola Paulo Freire.	84
5.13	Envolvimento dos docentes ao completar atividades referente ao curso de formação continuada da escola Paulo Freire.	84
5.14	Entrega do guia astronômico obsevando os conceitos sobre os organizadores prévios.	87
5.15	Concentração no momento da dica astronômica, após a resposta o aluno ganhador paga a prenda no oponente “Torta na cara”.	89
5.16	Interação entre alunos e professor mediador no momento do jogo “Torta na cara”.	89
5.17	Grupos que realizaram o jogo dos quebra-cabeça ‘puzzle’.	90

5.18	Professora mediadora apresentando e distribuindo os cartões de astrofotografias.	91
5.19	Alunos concentrados observando os registros e suas definições das astrofotografias.	91
8.1	a) Quebra-cabeça de Andromeda feito a partir de uma astrofotografia - Registro de Ariel Adorno. Fonte: [1]	120
8.2	b) Quebra-cabeça das Pléiades feito a partir de uma astrofotografia - Registro de Ariel Adorno. Fonte: [2]	121
8.3	c) Quebra-cabeça da Via-Láctea a partir de uma astrofotografia - Registro de Ariel Adorno. Fonte: [3]	122
12.1	Registro do Sol com uma pequena mancha.	138
12.2	Comparação entre as dimensões do Sol e dos planetas.	138
12.3	Representação do Sol com várias manchas solares.	140
12.4	Representação da Lua crescente com 91% de luminosidade.	142
12.5	Representação da Lua com suas oito fases.	143
12.6	Representação do Eclipse Lunar.	145
12.7	Representação do eclipse lunar.	145
12.8	Representação do Eclipse Solar.	146
12.9	Representação do Eclipse Solar.	146
14.1	Representação das Estações do Ano.	149
15.1	Representação do Movimento de Rotação e translação da Terra. Fonte: [37]	150
16.1	Representação do Sistema Solar apontando o Planeta mais distante do Sol.	153
16.2	Representação do planeta Mercúrio.	156
16.3	Representação do planeta Vênus.	157
16.4	Representação do Planeta Terra.	158
16.5	Representação da constituição da Terra.	160
16.6	Representação do planeta Marte.	161
16.7	Representação do planeta Júpiter.	162
16.8	Representação do Planeta Saturno.	163
16.9	Representação do Planeta Úrano.	164
16.10	Representação do Planeta Netuno.	165
16.11	Representação do Planeta Anão Plutão.	165
17.1	Registro fotográfico da Nossa Galáxia - Via Láctea.	167
19.1	Fases da Lua, iniciando na nova, passando pela quarta crescente, cheia, quarta minguante e finalmente nova novamente. Fonte: [69]	172

19.2	Registro feito por Ariel Adorno utilizando um telescópio CPC800, mosaico com 109 imagens, utilizando uma câmera dedicada ASI120MC + Barlow 3x Fonte: [71]	173
19.3	Registro feito por Ariel Adorno utilizando um telescópio CPC800, cratera Copérnius. Fonte: [72]	173
19.4	Lua na fase quarto minguante 50% iluminada. Registro feito por Ariel Adorno utilizando um telescópio CPC800 + Câmera DSLR T6i Canon. Fonte: [73]	174
19.5	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	174
19.6	Registro da Grande Nuvem de Magalhães na Cidade de Humaitá-AM por Ariel Adorno e Jean Carlos - Agosto de 2018. Canon 5D, lente 50mm F/1.4 @ 2.8. Fonte [75]	175
19.7	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	176
19.8	Registro da pequena Nuvem de Magalhães na em conjunto com tucunae 47 na de Cidade de Humaitá-AM por Ariel Adorno e Jean Carlos - Agosto de 2018. Canon 5D, lente 50mm F/1.4 @ 2.8. Fonte [78]	176
19.9	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	177
19.10	Via-Láctea. Registro feito por Ariel Adorno em Pontes e Lacerda - MT, equipamento, canon t6i, lente 10-18mm F/4.5 @ 4.5. Fonte: [79]	177
19.11	Saturno. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC. Fonte: [80]	178
19.12	Júpiter e suas quatro luas galileanas - Europa, Calisto, Ganimedes e Io. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC. Fonte: [81]	179
19.13	Marte e sua máxima aproximação com a terra, em julho de 2018. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC. Fonte: [82]	180
19.14	Sol. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC + Filtro Baader 99.99% block + filtro #21 laranja. Fonte: [83]	181
19.15	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	182
19.16	Galaxia de Andrômeda. Registro feito por Ariel Adorno em Humaitá-RO, equipamento, CPC800(guiagem), câmera 5D MKII em pigback, Lente 300mm F/4. Tempo total de exposição - 6h. Fonte: [1]	182
19.17	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	183
19.18	As Pleiades - M45. Registro feito por Ariel Adorno em Humaitá-AM, equipamento, CPC800(guiagem), câmera 5D MKII em pigback, Lente 300mm F/4. Tempo total de exposição - 1.5h. Fonte: [2]	184
19.19	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	184

19.20	Eta Carinae - NGC 3372. Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena-RS, equipamento, APO80mm tripleto, câmera dedicada ASI1600MM-C. Tempo total de exposição - 4.5h. Fonte: [89]	185
19.21	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	186
19.22	Nebulosa de Orion - NGC 1976 (M42). Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena-RS, equipamento, APO80mm tripleto, câmera dedicada QHY9m. Tempo total de exposição - 10h e 10m. Fonte: [93]	186
19.23	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	187
19.24	Nebulosa de Cygnus. Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena-RS, equipamento, câmera canon t1i modificada, lente 50mm F/1.8. Tempo total de exposição - 1h. Fonte: [96]	187
19.25	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	188
19.26	Nebulosa da Lagoa e Trifda, nebulosas próximo a região central da via láctea. Registro feito por Ariel Adorno em Trinfo-RO, equipamento, câmera canon 5D MKII, lente 300mm F/4. Tempo total de exposição - 2.5h. Fonte: [103]	189
19.27	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	189
19.28	Complexo de nuvens da constelação de Rho Ophiucus, região central da via Láctea na constelação de Escorpião. Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena - RS, equipamento, Nikkor 135mm F/2.8 @ F/4 ASI1600MM-C. Tempo total de exposição - 8h. Fonte: [104]	190
19.29	Software de simulação Stellarium. Fonte [74]	190
19.30	Complexo de nuvens da constelação de Orion. Registro feito por Ariel Adorno em Chapada dos Guimarães - MT, equipamento, Canon T6i, lente 50mm F/1.8 @ 2.5. Tempo total de exposição - 1.5h. Fonte: [105]	191

Resumo

Índices precários na educação básica indicados pelo último PISA 2018 (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) analisado a partir de avaliação mundial aplicado em diversos países com testes de ciências, matemática e leitura puderam chegar ao resultado principalmente do Brasil que obteve uma queda no ranking mundial de educação. Contudo devido a esses fatores professores, pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação no mundo todo levam a criar novas metodologias e conceitos educacionais interativos, alguns desses métodos são variações de outrora já estudados e/ou elaborados por outros pesquisadores. Neste trabalho, elaboramos um material baseado em aprendizagem significativa de David Ausubel, Joseph Novak e John Dewey, onde o aluno é o principal interlocutor e peça central nesse debate. Ele se baseia na necessidade de realizar uma formação continuada com professores da rede estadual de ensino como forma de instrução para a aplicação dos conceitos relacionados a astronomia observando que o tema não é muito abordado em sala de aula por quase nenhum docente e analisando também que os demais docentes de diversas áreas podem trabalhar esses conceitos em temas transversais. Composto por dois jogos para ser aplicado em sala de aula. O primeiro é o clássico torta na cara, onde os alunos se dividem em grupos e no final de cada rodada são pontuados por questões respondidas corretamente. O segundo, é um quebra cabeça do tipo Puzzle, onde novamente os alunos são divididos em grupos de no máximo três alunos por vez, onde tem que responder questões sobre astronomia com o resultado final da montagem do quebra cabeça. Neste trabalho elaboramos um material pedagógico para ser aplicado por professores de quaisquer disciplinas que façam uma abordagem interdisciplinar com a temática de astronomia. Os resultados obtidos foram excepcionais, a interação dos alunos e de outros professores com o material foi além das expectativas. Este trabalho mostra que sim, é possível abordar astronomia de um modo divertido e principalmente, dando significado as teorias fundamentais que norteiam a astronomia, assim como as aprendizagens significativas.

Palavras-chave: Astronomia, formação continuada, aprendizagem significativa, ensino de física, interdisciplinaridade.

Abstract

Precarious indices in basic education lead teachers, researchers, and undergraduate and graduate students willy-nilly the world to create new methodologies and interactive educational concepts, some of which are variations of what have been studied and/or developed by other researchers. In this work, we elaborate a system based on active and meaningful learning by David Ausubel, Joseph Novak and John Dewey, where the student is the main interlocutor and centerpiece in this moot. It is based on the need for continuing education with teachers from the state school system as a form of instruction for the application of concepts related to astronomy, noting that the subject is not much addressed in the classroom by almost any teacher and also analysing that Other teachers from different areas can work on these concepts in cross-cutting themes. In this work we propose two games to be applied in the classroom, the first one is the classic pie in the face, where the students are divided into groups and at the end of each round they are punctuated by correctly answered questions, and in the second, it is a puzzle type, where again students are divided into groups of up to three students at a time, where they have to answer astronomy questions with the final result of assembling the puzzle. Finally, we have prepared a teaching material to be applied by teachers of any subject that take a cross-cutting approach to astronomy. The results obtained were exceptional, the interaction of students and other teachers with the material was beyond expectations. This work shows that yes, it is possible to do astronomy in cross-cutting themes in a fun way and mainly, giving meaning to the fundamental theories that guide astronomy, as well as being active and peer instruction.

Key Words: Astronomy, continuing education, meaningful learning, active learning, physics learning, interdisciplinary.

O ENSINO DA ASTRONOMIA

A ausência do ensino de Astronomia aplicado à sala de aula pode estar relacionado a fatores como: a) má formação inicial dos professores ou pouca formação continuada e b) a falta de qualidade de um material didático e livros educativos que apresentam falhas conceituais.[2]

Além disso, observa também que o ensino de Astronomia nas escolas é muito escasso quando é averiguado, pois, em algumas escolas nada é ensinado [2]. A ausência de materiais de qualidade nessa área, entre tantos outros fatores, explica a péssima formação inicial dos professores, o que dificulta a formação continuada [1]. Dados apontam que no Brasil são oferecidos em alguns cursos superiores apenas disciplinas específicas sobre Astronomia e apenas parte deles estão presentes em cursos de licenciaturas [3].

Tópicos associados aos temas a Astronomia são apontados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de natureza regimental determina o conjunto fundamental e progressivo de aprendizagens indispensáveis que todos os alunos precisam desenvolver em seu processo das etapas e modalidades da educação básica. Dessa forma possam garantir seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento de acordo com o que se estabelece o Plano Nacional de Educação (PNE). [8]

Para encaminhar a elaboração dos currículos de ciências no ensino fundamental, esse documento organiza este componente curricular em três unidades temáticas que se reforçam durante todo o ensino fundamental, sendo elas: 1) “a unidade temática matéria e energia contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia”; 2) “a unidade temática vida e evolução propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de

formas de vida no planeta”; 3) “na unidade temática terra e universo, busca-se a compreensão de características da terra, do sol, da lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles” [8].

No ensino fundamental, os conceitos tratados no componente curricular ciências estão associados a vários campos científicos, tais como ciências da Terra, Biologia, Física e Química.

Seus princípios e teorias de cada um desses campos devem ser apresentados especialmente nos anos iniciais, objetivando a promoção às crianças os primeiros contatos, explicações sobre o mundo físico e social voltado aos conhecimentos das ciências da natureza. [5]

Na segunda versão da BNCC proposta em 2016, se observa uma organização do ensino médio, sendo composta também pelo componente curricular física, das quais são apresentadas seis unidades curriculares diferenciadas, que se reúnem por diversas temáticas ou áreas de conhecimento tratados nesse componente curricular. São elas: “Unidade curricular 1: movimentos de objetos e sistemas”; “Unidade curricular 2: energias e suas transformações”; “Unidade curricular 3: processos de comunicação e informação”; “Unidade curricular 4: eletromagnetismo; materiais e equipamentos”; “Unidade curricular 5: matéria e radiações; constituição e interações”; “Unidade curricular 6: terra e universo; formação e evolução”. [5, 6]

A presença de trabalhos relacionados ao ensino de astronomia é cada vez maior em eventos associados a essa temática. É um item a favor, uma vez que pode contribuir para o aumento na qualidade de ferramentas disponíveis para o ensino dessa ciência e colaborar para que os docentes planejem suas atividades. Porém para que se alcance aprendizagens satisfatórias em associação com a educação em astronomia, são necessárias mudanças gradativas. [1]

1.1 Astronomia como Divulgação Científica

O ensino a ciências é uma atividade social que vem sendo gradativamente desenvolvida e aumentada nos chamados espaços não-formais de educação e em lugares incomuns da mídia. Existe a importância e a necessidade de organização e estratégia de ensino que colabore para a clareza do conhecimento científico, por intermédio de experiências fora da instituição escolar. Porém, no Brasil essa técnica ainda é tímida, considerando as iniciativas de investigação que disponham por objetivo a divulgação científica e a educação não formal. [7]

Sobre os espaços não-formais de educação podemos dizer que está sendo um termo muito utilizado na atualidade por pesquisadores em educação, ou seja, professores de diversos ramos do conhecimento e profissionais que atuam com divulgação científica. [8]

A educação não-formal ocorre quando existe um propósito de certas pessoas em elaborar ou buscar determinados objetivos fora da organização escolar. É aquela que permite a

aprendizagem de conceitos da escolarização formal em ambientes como museus, centro de pesquisas, laboratórios de ciências, observatórios astronômicos, participação em eventos culturais, entre outros e que possibilite atividades desenvolvidas de forma bem orientada e com um objetivo traçado, a esses exemplos chamamos de lugares incomuns que são considerados para o âmbito escolar. [9, 10]

No ensino de ciências é fundamental não desenvolver metodologias de ensino baseadas em memorização, mas sim que promovam a formação de experiências intelectivas nos alunos. Espaços não-formais podem contribuir para que o público estudantil construa conhecimentos de ciências. [9, 10]

No Brasil, a denominação “divulgação científica” existe desde o século passado, especificamente em 1982, a partir do subtítulo da “Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência”. Desde então esse termo vem sendo progressivamente discutido, como podemos observar em dissertações e teses desenvolvidas no Instituto brasileiro de Informações em Ciência e Tecnologia (IBICIT) tal instituição focaliza a ciência e informação. [11] A divulgação científica faz parte de uma das linhas de exploração da ciência da informação. [12]

A divulgação científica presume a utilização de técnicas que melhorem a linguagem da informação científica e tecnológica visando a atingir a comunidade em geral e empregando diferentes grupos de comunicação em massa. Além disso é um instrumento de comunicação entre a ciência e a sociedade, marcando como presença fundamental o uso de linguagens adequadas para informar os fatos e fundamentos da ciência. [13]

A divulgação científica cumpre função primordial: democratizar o acesso ao conhecimento científico e estabelecer condições para a chamada alfabetização científica. Contribui, portanto, para incluir os cidadãos no debate sobre temas especializados e que podem impactar sua vida e seu trabalho, a exemplo de transgênicos, células tronco, mudanças climáticas, energias renováveis e outros itens. [14]

Por fim a divulgação científica busca consentir que pessoas desconhecedoras de determinados conteúdos possam entender, ainda que pouco, o universo em que habitam e, acima de tudo, compreender as novas descobertas, o aperfeiçoamento científico, com destaque no desenvolvimento do método da educação científica. [14]

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL E JOSEPH DONALD NOVAK

A educação é conceituada, dentre outros modos, como um movimento ordenado e interativo de troca de informações entre pessoas de diferentes costumes com o objetivo de auxiliar e elaborar conhecimentos e significados, conectando a sua estrutura cognitiva ao patrimônio cultural coletivo. [15]

A aprendizagem significativa ocorre quando o aluno percebe que o seu propósito de ensino condiz com seus próprios objetivos. O aluno aprende o que chama a sua atenção e traga significado prático para sua vida e, ao mesmo tempo, possa utilizar na resolução de problemas. A aprendizagem significativa é, obviamente, aprendizagem com significado, assim, é preciso entender que esse tipo de conhecimento se forma quando novos conceitos passam a significar algo para o aluno e, a partir daí, são capazes de explicar situações novas e resolver problemas. [16]

David Ausubel, (1918-2008), graduado em Psicologia, teve seu destaque maior nas áreas da psicologia do desenvolvimento, psicopatologia, psicologia educacional e desenvolvimento do ego. Sua maior contribuição foi a proposta de uma teoria que explica o processo de aprendizagem humana, constituída nos princípios organizacionais da compreensão, considerando o conhecimento e o entendimento de informações e não somente a memorização mecânica [15]. A aprendizagem significativa acontece quando o estudante considerado o aprendiz é apto a receber inovações desta forma racionalizando as informações, construindo um contato com o que se sabe anteriormente e o que acabou de aprender. [17, 18]

Esse processo de aprendizagem envolve a elaboração de novos significados e para a concepção de Ausubel para ocorrer em relação a determinados conceitos faz-se necessárias três situações: 1) “o material instrucional com conteúdo estruturado de maneira lógica”; 2)

“a existência na estrutura cognitiva do aprendiz de conhecimento organizado e relacionável com o novo conteúdo” e 3) “a vontade e disposição do aprendiz de relacionar a nova informação com o conhecimento já existente”. Essas ideias constantes e comparáveis já existentes são conhecidas como subsunçores ou também chamados de conceitos âncoras [19, 20]

Ausubel também salienta que esse processo de ensino e aprendizagem é de extrema importância na vida escolar do aluno, mas para que o estudante possa aprender significativamente o material que é introdutório é necessário que sua organização intelectual tenha uma agregação de conceitos relevantes que proporcionem a sua conexão com a recém informação a ser apreendida, a este fator chamamos de subsunçor em que uma ideia, conceitos ou sugestões que já existem na estrutura intelectual do aluno sirva como um “ancoradouro” para uma nova informação que está por vim, de maneira que possa adquirir assim um significado para o indivíduo. [18]

A teoria da aprendizagem significativa determina o conhecimento prévio do aprendiz como as informações que estão guardadas em nossas consciências e que podem ser ligadas quando necessitarmos, podendo ser um elemento fundamental e determinante na composição do ensino. Ausubel afirma, ainda, que se ele tivesse que diminuir toda psicologia didática a um só princípio, diria que o fator exclusivo que mais afeta a aprendizagem é aquilo que o educando já conhece. [20, 21, 22, 23] Ainda na teoria de Ausubel, o organizador prévio tem uma função de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber de tal forma em que o material possa ser aprendido de forma significativa. Os organizadores prévios são utilizados para facilitar a aprendizagem funcionando como “pontes cognitivas”. [24]

Em vista disso, o conhecimento prévio deve dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes e promovendo um contexto ideacional que possa ser usado para assimilação significativa dos novos conhecimentos. Além disso, é possível destacar que os organizadores prévios podem ser aplicados a partir de um filme, textos, mapas conceituais, perguntas, fotos entre outros, materiais esses que são apresentados ao aprendiz antes mesmo dos conteúdos aplicados pelo educador para que possa haver uma interação dos novos conceitos aprendidos, possibilitando o entender mais fácil da nova informação com a estrutura cognitiva já presente. [25]

Joseph Donald Novak, professor da Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, havia encerrado seus estudos relacionados às área da Psicologia Educacional, mas foi ele quem seguiu a verificação, o desenvolvimento e a testagem da teoria de aprendizagem de Ausubel. É coautor da segunda edição do livro básico sobre teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, por conseguinte, a “Teoria de Ausubel” deveria hoje ser chamada de “Teoria de Ausubel e Novak”. A proposta de Novak é ainda mais extensa, sendo a teoria da aprendizagem significativa parte do componente, originando da ideia de que a educação é o conjunto de experiências intelectual, afetiva e psicomotoras. [26, 27]

Joseph Novak, porém, tem uma sugestão mais abrangente, da qual a teoria da apren-

dizagem significativa é parte complementar. Seguindo da ideia de que a educação é um conjunto de experiências que contempla a parte dos conhecimentos, afetivas e que envolva aspectos motores e psíquicos, que possam contribuir para o engrandecimento do indivíduo para enfrentar o cotidiano da vida, podendo chegar assim no que chamamos de Teoria de Educação. A teoria de Novak tem como princípio básico acrescentar um sentido mais humano no conceito de aprendizagem significativa, pois segundo ele os seres humanos pensam, sentem e atuam e a teoria da educação deve relevar estes três elementos e auxiliar a explicar como se pode melhorar as maneiras que os seres humanos podem pensar, sentir e atuar [20, 27]

Elaborado na década de 1970 por Joseph Novak, os mapas conceituais são usado como método cognitivo para aprendizagem de maneira significativa, seguindo uma base de acordo com a teoria ausubeliana que consiste em uma estratégia pedagógica de grande importância no ensino para a elaboração de conceitos científicos pelos alunos, ajudando-os a assimilar e associar informações, atribuindo sentido a que estão estudando. Esse método é um estruturador do pensamento, uma maneira de organizar os conceitos e suas proposições de acordo com sua hierarquia, servindo como um suporte para a aprendizagem significativa [19, 28]

Os mapas conceituais tem como objetivo detalhar e descrever ideias que os envolvidos tem em determinado assunto, podendo ser representações de conceitos a partir de diagramas, pois retratam ideias e suas ligações na forma de um mapa. Esses conceitos em geral são apresentados por um símbolo ou uma palavra que geralmente são apresentados em figuras geométricas e ligados por frases compreensíveis que os associam, sendo nomeadas por proposição e evidenciadas a partir da relação conceitual com o seu significado. [20, 29, 30]

O mapeamento conceitual é um método muito flexível que permite o seu uso em diversas áreas, tais como a educação, os negócios. Dentro da área educacional, os mapas servem para ser usados para a obtenção e representação do conhecimento presente na mente dos aprendizes. Apresentando os conceitos hierárquicos ensinados durante as aulas, um curso ou uma unidade de estudo presente, podendo favorecer a aprendizagem significativa [20, 29, 30]

2.1 Pragmatismo de John Dewey

John Dewey (1859-1952), foi um filósofo-educador norte-americano que com seus pensamentos influenciou a educação no Brasil de diversas maneiras pois esteve presente nos debates acerca do cenário educacional, embora, mesmo antes disso já houvesse influenciado filósofos e educadores brasileiros, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento dos educadores brasileiros. [33, 34, 35]

A palavra pragmatismo deriva do termo grego “pragma” que tem por significado ação, do qual vem as nossas palavras: prática e prático, termos introduzidos pela primeira

vez em filosofia por Charles Peirce (1839-1914). Dewey centrou em um amplo conjunto de preocupações, envolvendo notavelmente o domínio da Filosofia, Educação, Psicologia, Sociologia e Política, motivo pelo qual é respeitado pelo seu comprometimento com a educação progressista sendo a principal função ensinar a criança como tal e políticas democráticas sendo uma preocupação constante de sua filosofia e também de sua pedagogia. [33, 34, 35]

O pragmatismo de Dewey tem por filosofia uma proposta que está relacionada ao instrumentalismo e que defende a ideia de que a ciência e o conhecimento em geral devem ser examinados como uma condição de atender as necessidades humanas. Destaca que na construção da metodologia da escola nova foram valorizados do aprendiz a atividade e o interesse, Dewey teve grande influência nessa ideia em que o conhecimento é desenvolvido pela ação, introduzindo o estudante no centro dos procedimentos de ensino e de aprendizagem. [36, 37, 38, 39]

Essa metodologia está no intuito de esclarecer o que se compreende por uma abordagem traçada em metodologias ativas de ensino e a didactologia de John Dewey está inclusa nessa estrutura metodológica, na qual o item principal para o encontro dessas abordagens tem relação para que não haja uma separação entre a educação e a vida, ressaltando que não está havendo preparação para a vida do aprendiz quando estão na escola e que estão na verdade vivendo quando não se encontram em ambiente escolar.[36, 37, 38, 39]

Ainda para esse autor, a educação se transforma sendo uma incessante à reconstrução de experiências, na qual suas ideias já se apontavam para que a escola proporcione oportunidades de aprendizagem que façam sentido para os alunos, permitindo experiências que sejam semelhantes as condições da vida do aprendiz e dessa forma os conteúdos devem abraçar o contexto do indivíduo para que ele possa refletir sobre ele. Assim, para o pensamento de Dewey é permitido ao aprendiz compreender os objetos, as situações e os atos do seu cenário social, proporcionando um envolvimento ativo nas atividades. [36, 37, 38, 39]

No século XIX e XX, a burguesia e a igreja católica seguiam um padrão de sistema educacional norte-americano no qual o método utilizado se baseava em técnicas de memorização e na transmissão de conhecimento. Dewey ao discutir esses contextos, inovou o sistema educacional da época promovendo novas técnicas pedagógicas que levaram a significativas modificações no modelo educacional do país. Essas ideias foram fundamentais para o pensamento liberal resultando assim em uma nova filosofia, conhecida como Escola Nova ou mesmo Escola Progressista. [65, 41]

Essas escolas marcaram o cenário educacional do país uma escolha ou mesmo uma contradição ao ensino tradicional em valia até então. O filósofo partia do princípio de que a escola tinha que atuar com um papel de instrumento para a sociedade na valorização das qualidades pessoais de cada ser, defendendo assim a educação como um fator para a humanização e transformação social, com essa nova proposta de Dewey teve um grande impacto na organização educacional da época [65, 41]

Dewey foi além da teorização em educação, ele também se identificou, e muito contribuiu pelas causas sociais, como a luta pelo voto feminino e pela criação de sindicatos de professores. Como fervoroso defensor da democracia, ainda chegou a criar uma universidade-exílio para acolher os estudantes perseguidos em países com regime totalitário, por este fato ele chegou a ser confundido como comunista, mas estas acusações logo foram retiradas. Esta postura social adotada o tornou muito conhecido publicamente como analista de temas contemporâneos. [65]

Com a teoria da Escola Nova, Dewey apresentou ao sistema tradicional de educação tal modelo de ensino-aprendizagem, que focalizado no aprendiz como sujeito, supõe que a aprendizagem deve surgir da problematização dos conhecimentos prévios que o aluno já tem. A ação da escola nova se contrapôs ao modelo tradicional de ensino utilizado até então, inovando os métodos na forma de trabalhar com o conhecimento, para o teórico não foi tão simples criar um novo método uma nova filosofia, pois é necessário abrir mãos de técnicas, tradições e costumes. [65, 42]

O filósofo ainda destaca que no processo de ensino e aprendizagem o conhecimento se torna significativo quando é adquirido por meio da experiência. [65, 42]

Pois tanto professores como alunos possuem experiências próprias e que devem ser aproveitadas no cotidiano escolar. Dessa maneira além dos conteúdos formais o aluno teria a disposição algo concreto para apreender. E através das experiências compartilhadas no ambiente escolar, a aprendizagem e a produção do conhecimento seriam coletivas. Pois quando se vivencia e experimenta a aprendizagem se torna educativa e um ato de constante reconstrução. [65]

Dewey criticou severamente a educação tradicional especialmente no que se refere ao fato tratável a memorização de conteúdo e fundamenta a necessidade de uma teoria que possa ser coerente a experiência para dar uma nova direção aos trabalhos da escola, uma vez que a educação tem a responsabilidade de possibilitar ao aluno condições para que o mesmo decida por si próprio seus problemas. Porém, para que isso se resolva é necessário que as instituições educacionais esqueçam modelos tradicionais e reestruturem as antigas ideias. [65, 42]

A título de curiosidade, John Dewey foi o orientador do notável brasileiro Anísio Teixeira. Teixeira foi um forte divulgador das ideias de Dewey no Brasil, chegando a ser o que é hoje secretário de educação do estado da Bahia, também foi um dos fundadores da Capes e em 1952 foi diretor do INEP que depois foi batizado com seu nome em homenagem aos belos trabalhos prestados a instituição.

2.2 Educação em Astronomia no Brasil e formação continuada de professores

O relato da Astronomia no Brasil se faz presente há algum tempo, antes mesmo da chegada dos colonizadores ao território, um exemplo da era dos índios que aqui habitavam e que carregavam consigo uma extensa carga de conceitos astronômicos que eram ensinados de herdeiros para herdeiros. Voltando um pouco mais no tempo, algumas pesquisas na área da arqueoastronomia brasileira observaram a visibilidade de anotações encontradas em rochas em que traziam informações sobre conhecimento astronômico datadas de 7.000 a 4.000 anos atrás. [43]

Muitos registros gráficos de cobras, lagartos, aranhas, pássaros, luas voadoras, estrelas cabeludas, estrelas e astros explosivos, em várias partes do mundo, podem ser representações mitológicas de temas astronômicos, tais como estrelas, planetas, Lua, Sol, eclipses, chuvas de meteoros, bólidos, cometas e supernovas. [44]

Os primeiros a trazer estudos relacionados ao conhecimento astronômico no Brasil foram os Jesuítas, contudo, Marquês de Pombal os expulsou em 1759 para substituí-los por um ensino criado pela coroa portuguesa em que cada disciplina era independente e o aprendiz se matriculava em quantas aulas almejasse. Em 1814 surge o primeiro livro texto de Astronomia para uso dos alunos da academia militar real, escrito por Manoel Ferreira Guimarães. Em 1827 D. Pedro I criou o decreto do Observatório Astronômico do Rio de Janeiro para fins estudantis dos alunos da escola militar, sendo o estudo de astronomia importante para grandes navegações e demarcações do território nacional. Devido as grandes discussões sobre localidade e das intenções do observatório sua construção, iniciou realmente em 1845 e o seu real funcionamento definitivo apenas em 1852. [43]

Assim seguindo por decorrer das décadas o ensino da Astronomia, em 1958 foi fundado o primeiro curso de graduação em Astronomia no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro. Já na década de 1960, instituições ofereciam cursos de graduação de Física, Engenharia e Matemática com o componente de Astronomia como optativa, assim sendo, quando chegaram as reformas educacionais os conteúdos astronômicos passaram a fazer parte de disciplinas como ciências e geografia no ensino fundamental e em física no ensino médio. [43]

O ensino dos conceitos relacionados à astronomia no Brasil atualmente tomou uma modesta retomada a esse ensino com certa popularização, tudo isso devido, entre outros fatores, ao aumento de trabalhos apresentados em eventos, tais como encontros, eventos em escolas públicas, em praças entre outros e em publicações na área. [45]

Um dos problemas enfrentados por professores para fixar o ensino a Astronomia é a carência de domínio de conteúdos básicos que são essenciais nesse campo por parte dos

educadores da área da ciência e devido a pouca ênfase que é lhe dada nos currículos escolares. [46]

É comum a insegurança de professores do campo das ciências no tratamento com temas relacionados à astronomia, fator esse que se dá por não possuírem uma base conceitual e metodológica dos temas, comprometendo a qualidade de trabalho dos professores. A escolha, então, é a de substituir muitas vezes tal temática por uma outra em que já tenha domínio, ou na intenção de cumprir com o currículo reproduzem erros conceituais por não saber ao certo, ou mesmo, por não reconhece-los. [47]

Devido ser um conteúdo estruturante e que possibilita uma aplicação pedagógica interdisciplinar, é de total importância que o professor tenha uma formação adequada e consistente sobre o assunto, proporcionando uma opinião sobre os materiais didáticos disponíveis nas escolas envolvidas e que possa utilizar outros meios tecnológicos com segurança quando pesquisados os conteúdos abordados. [48]

Para solucionar problemas como esses em que professores sentem dificuldades em dominar os conteúdos ou que não se sentem seguros é necessário que existam elementos que auxiliem os docentes ao ensino do conteúdo de ciências de maneira eficaz, como a elaboração de projetos de educação continuada, das quais conteúdos e metodologias devem condizer com a realidade do professor. [45]

Percebendo que a evolução do homem acontece no encadeamento da aprendizagem e reciprocamente, a formação é igualmente um método de desenvolvimento humano e, conseqüentemente, profissional. Na situação do docente principalmente este se desenvolve no contexto da sua ocupação exercida na instituição escolar no qual criam convivências fundamentalmente em estruturas complexas que as comprovam ou liberam sua alteração. Com esse intuito esperasse que a formação continuada colabore com a manutenção, criação e alteração dos vínculos estruturantes e organizados do desenvolvimento profissional do grupo de docentes da organização escolar. [49]

Dessa forma, cursos de curta extensão em astronomia, usualmente chamados de “formação continuada” buscam reduzir essa problemática, particularmente sob um questionamento expositivos de assuntos, sem levar em consideração, muitas vezes, a apuração da concretização da mudança da prática do docente em sala de aula no decorrer dos instantes posteriores ao curso, com desejo de averiguar o seu comportamento em sala de aula e sua atuação perante os conteúdos fundamentais quanto à astronomia essencial. [50, 51]

Ainda em relação à formação continuada de docentes em Astronomia, acredita-se que a criação de programas voltados para essa finalidade, no intuito de construir não somente o conhecimento dessa ciência, mas principalmente uma didática pedagógica mais adequada para o ensino-aprendizagem. [52]

A formação continuada é um entendimento largamente utilizado não somente na profissão educacional como professor mas também em setores relacionado a economia. [53]

Na maior parte dos casos, a formação continuada está voltada em cursos, oficinas, palestras e seminários que buscam satisfazer as carências pedagógicas mais presentes nos docentes, além disso foi considerada no Brasil como novo método de prática de formação no instante de implementação da nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996, devendo contribuir para a modificação educacional e a redefinição da estrutura docente, observando e preocupando com mais sentido qualitativo do que com quantitativo. [53]

É preciso ressaltar que as formações continuadas para professores servem como ferramenta de auxílio para o processo de ensino-aprendizagem de seus aprendizes, na procura de novas metodologias teóricas para o crescimento profissional e a modificação de suas práticas pedagógicas. Dessa maneira, a instituição escolar considerada um espaço de formação dos docentes deve proporcionar tempo para que os educadores possa desenvolver um processo de formação que possibilite sua melhoria no formar individual de cada docente. [49]

Dessa forma, para desejar um ensino mais ativo e efetivo, são indispensáveis cursos de formação continuada para que permita uma compreensão básica dos temas aplicados, seja em relação aos conteúdos, às metodologias aplicadas e aos recursos didáticos utilizados para o desenvolvimento e o ensino a Astronomia. [53]

OS ASTRÔNOMOS: DOS ANTIGOS AOS ATUAIS

3.1 Internacionais

Nesta seção trataremos de nomes relevantes para a construção da astronomia e astrofísica desde os primeiros registros históricos sobre a temática.

3.1.1 Tales de Mileto (624 – 546 a. C.)

Considerado um dos sete sábios da Grécia antiga, suas contribuições se envolveu além da filosofia da natureza, astronomia e matemática, especialmente para a cosmologia, que para explicar a estrutura e o funcionamento do cosmos, acreditou na existência de um princípio ou substância fundamental, a água. [54]

Em algumas viagens feita pelo Egito e outras regiões do Oriente veio de lá com alguns fundamentos que puderam contribuir para a astronomia. Estudou sobre as dimensões e a órbita do Sol e da Lua, estudou as estrelas e verificou também matematicamente o intervalo entre os solstícios. Traçou os princípios do pensamento teórico evolucionista, sustentando a ideia que o mundo evoluiu da água por alguns processos naturais, e pode explicar o eclipse solar ao observar que a Lua é iluminada por essa estrela. [55] Tales juntamente com seu discípulo Anaximandro foram os primeiros a apresentar modelos celestes baseados no movimento dos corpos celestes e não por ações divinas dos deuses. [54]

3.1.2 Pitágoras (c. 572 – 497 a. C.)

Filósofo grego, fundou a escola de filosofia e ciências ao sul da Itália, primeiro a perceber que a Terra é esférica e que estava presente no centro de um universo esférico,

assim como a Lua e outros corpos celestes. Investigou o movimento dos planetas e orientou ser o número a estrutura de todas as coisas, e fez uma comparação dos intervalos musicais com os períodos celestiais. Seus seguidores pitagóricos foram os primeiros a batizar o universo de “Cosmos”. [54, 56]

3.1.3 Filolaus (c. 470 – 390 a. C.)

A astronomia teve um impulso significativo na Grécia onde despertou muitos pesquisadores sendo um deles Filolaus de Cretona. O mesmo acreditava que em redor de uma bola de fogo que ele considerava sendo a fonte de toda a energia e luz, girava o Sol e a Terra. [57] Relatou a ideia do movimento da Terra e acreditava que a mesma girava em torno do seu próprio eixo.[54]

3.1.4 Eudóxio de Cnidos (408 – 344 a. C.)

Astrônomo grego, gênio da matemática, discípulo de Platão e dos sacerdotes de Heliópolis, se tornou criador do método para a explicação dos movimentos dos corpos celestes a partir de esferas, estabeleceu que as estrelas poderiam ser encontradas todas em uma mesma esfera pelo fato de não poder medir a sua distância até nós. Procurou explicar matematicamente as posições e movimento dos planetas que foram ideias vinda de Platão criando um inteligente esquema de sistema de esferas concêntricas, que giravam em torno da terra podendo representar os movimentos dos corpos celestes sendo a primeira teoria geocêntrica do movimento dos planetas. [56, 40] Primeiro a sugerir a duração do ano de 365 dias e 6 horas através do engenhoso esquema que criou de 27 esferas concêntricas que se moviam a velocidades diferenciadas em torno da terra que era fixa no centro. [54]

3.1.5 Aristóteles de Estagira (384 – 322 a. C.)

Discípulo de Platão, pensador grego das quais suas linhas de pensamento influenciou a civilização Ocidental no decorrer da idade média, estatuto de grande filósofo entre os gregos, expôs vários motivos para explicar a esfericidade da Terra, revelou que o disco da Terra tinha 400 mil estádios de perímetro, apesar de não haver detalhes sobre como ele chegou nesse resultado. [40] Apresentou explicações que as fases da Lua se baseia de quanto a face da lua está iluminada pelo Sol estando voltada para a Terra, explicou os eclipses, foi favorável a esfericidade da Terra afirmando que o universo é esférico e finito. [54]

3.1.6 Aristarco de Samos (310 – 230 a. C.)

Um pesquisador astrônomo grego sendo o primeiro a sugerir como pensamento o modelo heliocêntrico em que ele afirmava a Terra girar em torno do Sol.[59] Antecipou Copérnico em quase 2000 anos, organizou os planetas na ordem de distância do Sol que é

aceitável hoje. Considerado um astrônomo moderno nas soluções de problemas astronômicos ele pode desenvolver um método para estabelecer as distâncias relativas do Sol e da Lua a Terra e também o tamanho relativo da Terra e do Sol a Lua. Com suas pesquisas e estudos pode concluir que o Sol não poderia estar orbitando a terra uma vez que um corpo tão grande como o Sol não poderia orbitar um corpo tão pequeno como a Terra. [54]

3.1.7 Eratóstenes (276 a. C. – 194 a. C.)

Diretor da Biblioteca de Alexandria e bibliotecário foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra, na cidade egípcia de Siena hoje chamada atualmente de Aswân, percebeu que o sol atingia um certo ponto onde incidia perpendicularmente a Terra, já em Alexandria localizada ao norte de Siena isso não acontecia medindo o tamanho do sombra de um bastão vertical. Com esses acontecimentos percebeu que em Alexandria no mesmo dia e hora o Sol estava cerca de sete graus mais ao Sul. [54]

Em uma de suas medidas para a determinação da circunferência da Terra foi considerado por muitos historiadores de ciências como um dos dez mais importantes experimentos científicos já realizado. Compreende na obtenção da diferença das latitudes de dois lugares situados no mesmo meridiano, visto que uma vez encontrada essas distancias seria possível estabelecer a circunferência da Terra. [60]

3.1.8 Hiparco de Nicéia (160 a. C. – 125 a. C.)

Considerado um dos maiores astrônomos gregos da era pré-cristã, construiu o primeiro observatório na ilha de Rodes, onde fez muitas observações durante um período, criou o primeiro catálogo estelar com a posição no céu e a relevância de 850 estrelas, comprovou o comprimento do ano trópico também chamado de ano das estações ou ano solar, a dimensão e a distância da Lua e tentou fazer o mesmo com o Sol, apresentou a precessão dos equinócios assim como as diferenças no movimento da Lua. Aprimorou instrumentos astronômicos e também deduziu o valor correto da sombra da terra e o tamanho da Lua que estava a 59 vezes o raio da Terra de distância o valor correta atualmente é de 60, ele constatou a duração do ano com aproximadamente 6 minutos de erro. [54, 56, 40]

3.1.9 Ptolomeu (85 d. C. – 165 d. C.)

Cláudio Ptolomeu, grande matemático, geógrafo e astrônomo, um de seus maiores destaques está relacionado a uma obra que prevaleceu durante quinze anos após a sua morte, obra composta por treze livros que tem pelo nome de Almageste, esse nome por sua vez originalmente é chamado de megale syntaxis ou compilação matemática. [40, 61]

Afirmava que a abóbada celeste era redonda, concluiu que a Terra era esférica apontando três razões para esta indicação: primeiro o tempo local de um eclipse não é o

mesmo para todos observadores, segundo os observadores mais ao norte não podem ver estrelas mais ao sul que são observados por outros observadores e em terceiro referência a impossibilidade de ver os cascos dos navios muito afastados quando o mar está plano. [40, 61]

A sua principal obra mesmo foi o grande sistema astronômico que ficou conhecida como *Almagesto* na versão árabe, mas sua principal contribuição para o estudo da astronomia foi ter criado a teoria geocêntrica para o movimento dos astros. [56, 62]

3.1.10 Hipátia (351/370 - 415)

Nascida em Alexandria no Egito, professora de matemática e filosofia, filha de Theon matemático, filósofo e astrônomo muito influenciada intelectualmente por ele principalmente nos conhecimentos sobre astronomia e matemática, mas preferiu estudar geometria sendo chamada de “A Geômetra”, seu pai foi o último diretor do museu de Alexandria. É julgada a primeira mulher a ter trabalhos significativos na área da ciências exatas, apesar de ser muito bela nunca foi casada sua vida foi dedicada ao trabalho científico, declarava ser “casada com a verdade”. [61, 63, 64]

Alguns vestígios dos trabalhos realizados por Hipátia só foi possível obter algumas informações graças a seu discípulo Sinésio de Cirene amigo dela, naqueles tempos por ser mulher e estudiosa foi um dos fatores que levaram a atrair ódio de certos cristãos, e devido esse fator de ser estudiosa e sábia ela foi destroçada por seus assassinos, que fez dela vítima lembrada ao longo. Hipátia dava suas aulas abertamente ao público em plena rua. [64, 65]

Um dos trabalhos realizados por Hipátia em que ela demonstrou interesse, entre outros, foram relacionados as curvas, esse estudo foi através de um instrumento chamado de "O Cone de Apolônio", que por sua vez foi capaz de compreender, por exemplo, o movimentos que os planetas realizam. [64, 66]

3.1.11 Nicolau Copérnico (1473 -1543)

Principal personagem fundador da astronomia moderna, polonês, pós a morte de seu pai o mesmo ficou sob tutela de seu tio Lucas Watzelrode onde foi destinado para a carreira eclesiástica desde cedo. Estudou medicina, matemática e astronomia por três anos em 1491 no Collegium Maius, fez uso de instrumentos de medida que antecederam o telescópio inventado cem anos depois. Na cidade de Heilsberg elaborou suas ideias astronômicas e escreveu os primeiros rascunhos de seu livro. Em 1512 fez observações nas cidade de Frauenburgo com instrumentos construídos por ele mesmo. [67]

Copérnico concluiu depois de longos estudos que os planetas e o Sol não se moviam ao redor da terra, nesta época já existiam especulações a respeito de um universo heliocêntrico, em 1514 reviveu o modelo heliocêntrico, infelizmente publicado em 1543 após a sua morte, nesta publicação ele propôs um modelo para calcular as posições planetárias,

pois temia que a igreja o considerasse como alguém herege. Após alguns anos de estudo Copérnico se convenceu de que a Terra era apenas outro planeta qualquer e que o Sol era o centro de todo universo, esta ideia ficou conhecida como o modelo heliocêntrico. [67]

3.1.12 Tycho Brahe (1546 - 1601)

Três anos após a morte de Copérnico nasceu Tycho Brahe em 1546 em Knudstrup na Dinamarca, pai dele havia prometido que daria a Jorgen, tio paterno de Tycho, porém, como seu pai não cumpriu com o combinado, Jorgen o sequestrou logo depois do nascimento de um segundo filho de Otto, fato que o pai acabou aceitando devido à fortuna que o filho herdaria. Aos treze anos foi estudar Direito e Filosofia na universidade de Copenhague, nesse período ocorreu um eclipse parcial do Sol e ficou impressionado com a exatidão matemática do fenômeno ocorrido. [54, 68]

Aos dezesseis anos seu tio o enviou para Leipzig Alemanha para continuar estudando Direito, mas Tycho estava encantado pela astronomia comprando livros e instrumentos passando noites observando as estrelas. Em agosto de 1563 fez sua primeira observação, podendo observar Júpiter e Saturno passarem muito próximos em uma conjunção magnífica, observou que as tabelas de Copérnico houve um erro de previsão de alguns dias sobre a conjunção. Por isso elaborou cálculos exatos para novas tabelas astronômicas com uma observação mais precisa e uma organização do céu por um longo período podendo ter teorias mais precisas das posições dos planetas. [54, 68]

Em 1572 um evento importante aconteceu, Tycho notou uma nova estrela na constelação de Cassiopéia hoje conhecida como uma supernova um evento raro de acontecer, brilhava mais que Vênus, esta supernova pode ser observada por 18 meses, ele utilizou um quadrante de 5,4 m de raio, construído por ele mesmo, podendo permitir uma resolução superior a de Ptolomeu. [54, 68]

Comparando suas medidas com observações de outros astrônomos europeus, descobriu que esta nova estrela estava muito além da alta atmosfera da Terra, além da órbita lunar, contradizendo assim o dogma de Aristóteles e também dos cristãos da época onde acreditavam que a esfera celeste era imutável e demonstrou que a estrela tinha uma movimentação menor que a lua e os planetas em relação às outras estrelas, sendo assim, estava na esfera das estrelas. Em 1573 publicou suas observações no “*De Nova et Nullius Aevi Memoria Prius Visa Stella*” que tem como tradução “Sobre a nova e previamente nunca vista estrela”. [54, 68]

Em 1577 observou a passagem de um brilhante cometa, e em 1588 publicou “*Mundi Aetherei Recentioribus Phaenomenis*” traduzindo “Sobre o novo fenômeno no mundo etéreo” demonstrando nesta publicação que o cometa se movia entre as esferas dos planetas provando assim que o “céu não era imutável”. Propôs seu próprio modelo discordando de Aristóteles em alguns pontos considerados fundamentais em que adotou a tese do geocentrismo. [54, 68]

Seu modelo dizia em que todos planetas giravam em torno do Sol com exceção da

Terra, o Sol e a Lua giravam em torno da Terra, seu modelo foi aceito por longo tempo. No mesmo ano em que publicou a respeito do cometa, em 1588, veio a falecer o Rei Frederick II, e Tycho não foi muito atencioso com o novo Rei Christian IV tendo o corte de seus rendimentos que foram drásticos, e em 1597 deixou a Dinamarca com todos os seus equipamentos e estabeleceu em Praga. [54, 68]

Em 1599 o Imperador Rudolph II o nomeou matemático imperial podendo assim continuar suas observações. Em 1600 contratou Johannes Kepler para ser seu assistente, onde um ano mais tarde após a morte de Brahe herda o posto de matemático imperial. Tycho Brahe faleceu em 24 de dezembro de 1601 e está enterrado em Praga. Por completeza em uma das crateras da lua localizada nas colinas próximas ao polo sul, foi batizada em homenagem a esse astrônomo dinamarquês, esta cratera é considerada a maior, vista na parte visível e pode ser perfeitamente visualizada a olho nu durante a Lua Cheia. [54, 68]

3.1.13 Galileu Galilei (1564 - 1642)

Físico italiano, interessado aos estudos dos documentos escritos por Arquimedes, criou uma balança romana hidrostática, elaborou também teoremas a respeito do centro de gravidade dos sólidos, suas ideias era oposição as ideias de Aristóteles causando-lhe grandes dificuldades. [56, 40]

Em 1609, com a ajuda de um aparelho elaborado por ele, onde ouviu falar de um instrumento de olhar a distância que era semelhante ao do holandês Hans Lippershey, esse aparelho construído por ele aumentava 3 vezes mais que a de Hans, chamada de luneta, ou de telescópio, como seria chamada mais tarde, graças a esse instrumento construído por Galileu uma série de observações astronômicas ajudaria a formar uma nova imagem do universo. [56, 40]

A primeira grande colaboração dada por Galileu foi a teoria heliocêntrica, quando fez a descoberta dos satélites de Júpiter e percebeu que pelo menos alguma coisa não girava ao redor da Terra, vindo está afirmação dos Ptolomaicos, derrubando assim a ideia de que somente um sistema estacionário no caso a Terra poderia ser o centro do universo. [54, 69]

Uma outra grande colaboração que Galileu Galilei fez foi a descoberta das fases de Vênus, expondo que a variação de brilho que o astro fazia era devido a uma órbita em torno do Sol. Suas primeiras descobertas para a astronomia foram publicadas em 1610, na obra *Sidereus Nuncius* (A mensagem das estrelas), essas descobertas são: o relevo da Lua, as manchas solares, as fases de Vênus, os satélites de Júpiter são elas: Io, Europa, Ganimedes e Calisto, as observações de Marte, Vênus e suas fases e Mercúrio e as observações de Saturno e foi o primeiro a observar que a via láctea não era apenas uma macha de luz imensa, mas sim constituída por incontáveis estrelas “invisíveis”. [54, 69]

Em 1633 Galileu já com seus 70 anos de idade e barbas longas e brancas teve que enfrentar o Tribunal do Santo Ofício (Inquisição) romano, já com saúde fragilizada é dirigido até sete cardiais, para se pronunciar, pronunciamento esse que lhe concederá

mais alguns anos de vida, diante daquelas mesmas teses, essas que deixaram sua juventude praticamente estranha. Diante desses fatos Galilei só não foi queimado porque renunciou tudo o que disse e era muito adulator. [54, 69]

3.1.14 Johannes Kepler (1571 - 1630)

Matemática e astrônomo Alemão, um dos assistentes de Tycho Brahe, em 1597 publica seu primeiro livro onde o mesmo defendia o modelo heliocêntrico de Copérnico e ele propôs que o tamanho de cada trajetória planetária era estabelecido por um sólido geométrico localizado a sua orbita anterior. Quando convidado para trabalhar com Thyco ele sabia que precisava dos dados para solucionar as diferenças entre seus modelos e suas observações. [54]

Em 1601 Thyco morreu deixando para Kepler a missão de terminar o trabalho matemático que determinasse o sistema planetário tychoniano, dois dias depois o imperador que tinha contratado para ser assistente de Tycho o nomeou como matemático imperial, durante os seis primeiros anos estando nesta função ele descobriu suas duas primeiras leis do movimento planetárias e com os dados observacionais de Tycho sobre as posições de Marte pode chegar a uma conclusão que a sua orbita era uma elipse. [56, 40, 70, 71]

Em 1609 publica em seu segundo livro “Astronomia Nova” sobre suas duas primeiras leis, sendo elas: 1ª “Todos os planetas traça uma trajetórias elípticas em torno do sol, ocupando um dos focos da elipse” e 2ª “Em iguais intervalos de tempo uma linha reta que une o planeta ao Sol varre sempre áreas iguais”. [56, 40, 70, 71]

A terceira lei foi publicada só dez anos mais tarde em um livro repleto de misticismo onde só se aproveitava mesmo a sua terceira lei em que ela determina a conexão entre os períodos de revolução dos planetas com suas respectivas distâncias médias do Sol, ou seja, “A compreensão entre o período ao quadrado pela distância média do planeta ao Sol elevado cubo, é uma constante”. [56, 40, 70, 71]

3.1.15 Gian Domenico Cassini (1625 - 1712)

Astrônomo e professor de astronomia na universidade de Bologna, se tornou diretor do observatório de Paris convidado pelo rei Luis XIV que logo ganha confiança por ele, tornando cidadão francês e nunca mais retornando para a Itália. Quatro satélites de Saturno foram descobertos por ele, são eles: Iapetus (1671), Rhea (1672), Tethys e Dione (1684), também as divisões dos anéis que hoje é conhecida como a separação Cassini, elaborou um mapa grande da Lua e aprimorou os catálogos dos satélites de Júpiter. [54, 72]

3.1.16 Christiaan Huygens (1629 - 1695)

Estudou Direito e Matemática na Universidade de Leiden, na Astronomia deu grandes contribuições para o seu avanço, além da astronomia também podemos citar contribuições para a matemática, para a mecânica, para a ótica com lentes polidas que ele mesmo desenvolveu utilizando sua teoria ondulatória da luz, para a filosofia e para a astronomia a descoberta dos anéis de Saturno e a definição do período de Marte. [54, 73]

3.1.17 Isaac Newton (1642 - 1727)

Nascido um ano depois da morte de Galileu, foi o mais renomado cientista inglês, descobriu as leis fundamentais que regem todos os movimentos, podendo fazer abordagens diferentes pode deduzir três afirmações, conhecidas hoje como as três lei de Newton para o movimento observadas experimentalmente elas podem ser aplicadas a todas as forças e a todos os corpos. Pode mostrar também que as leis de Kepler não foi somente uma explicação observacional dos movimentos planetários, mas sim uma um efeito direto das leis da dinâmica. Podemos enunciar as Leis:[54, 40, 74, 75]

- 1ª Lei de Newton ou lei da inércia: *“Todo o corpo permanece no seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme se sobre ele não atuar qualquer força interior”*;
- 2ª Lei de Newton ou Princípio fundamental da dinâmica: *“Um corpo submetido à ação de uma força adquire uma aceleração da mesma direção e do mesmo sentido que a força e proporcional a esta força”*;
- 3ª Lei de Newton ou Princípio da igualdade e reação: *“Qualquer ação de um corpo sobre outro provoca da parte deste uma reação oposta e de grandeza igual à ação”*.

Newton compreendeu que a queda dos corpos partiria da ideia da atração da Terra sobre os corpos, não sendo um fenômeno notável da atração do Sol sobre os planetas, até mesmo a própria Lua no seu movimento em torno da Terra teria que sofrer esta mesma atração da mesma natureza. [54, 40, 74, 75]

Utilizando suas três leis e também as três leis de Kepler enunciou uma lei geral incluindo todos os corpos do universo, lei hoje conhecida pela lei da atração universal, determina que: “Entre dois corpos existe uma força de atração diretamente proporcional ao produto das massas dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado das distâncias entre eles”. Essa Lei pode ser resumida matematicamente da seguinte maneira: [54, 40, 74, 75]

$$F = G \left(\frac{m_1 m_2}{r^2} \right) \quad (3.1)$$

Outro trabalho de Isaac Newton executado a sério foi a reconstituição no estudo da teoria das cores, demonstrando que a luz branca era uma formação de várias cores, onde um

prisma desviava cada componente em sentidos diferentes, observando que esse fenômeno não acontece apenas com o prisma. Graças a seus avanços no campo da óptica ele pode desenvolver um telescópio que substituiria a luneta, que hoje leva seu nome o telescópio newtoniano [54, 40, 74, 75]

3.1.18 Edmond Halley (1656 - 1742)

Astrônomo inglês, foi um grande descobridor. Em 1705 fez cálculos que foi capaz de perceber que um cometa brilhante era frequente e iria fazer outra aparição em 1758. O cometa apareceu como antevisto e foi dado o seu nome de cometa Halley em homenagem ao astrônomo, infelizmente ele veio a óbito e não pode ver sua previsão se tornar realidade. Pode observar as “duas nebulosas” próximas da via láctea que são as nuvens de Magalhães. Em 1678 na Inglaterra publicou seu catálogo de 341 estrelas austrais, fez estudo intenso relacionado ao magnetismo terrestre, também das marés e correntes e grandes avanços para o entendimento de fenômenos meteorológicos, inclusive a definição do ciclo de evaporação, formação de nuvens, evaporação e precipitação. [54, 76]

3.1.19 William Herschel (1738 – 1822)

Astrônomo e músico alemão, se dedicou aos estudos e construções de telescópios e polia seus próprios espelhos. O porão de sua casa servia como uma fábrica onde ele fazia diversos experimentos com metais diferenciados com a intenção de polir seus espelhos. Durante observações feitas pelos seus telescópios descobriu o sétimo planeta a partir do Sol, historicamente o primeiro descoberto pelo homem utilizando suas abordagens, Urano é o terceiro maior do sistema solar. Herschel, observou ele em 13 de março de 1781 no começo até supôs que se tratava de um cometa brilhante tornando conhecido mundialmente por ter descoberto um planeta. Uma outra grande contribuição de Herschel que possibilitou o avanço de incontáveis tecnologias foi a descoberta da radiação infravermelha, hoje as aplicações está presente em várias tecnologias modernas, podendo ser usadas em áreas como a medicina veterinária, no monitoramento ambiental, na geologia, na investigação de doenças, em aplicações militares entre outros, fez pesquisas também relacionadas a ótica, fazendo-o se aprofundar ainda mais em astronomia, foi fabricando seus telescópios refratores e depois de um certo tempo mudou para os telescópios refletores devido as aberrações cromáticas presentes nos refratores. [77, 78]

3.1.20 Albert Einstein (1879 – 1955)

Matemático e Físico teórico, o universo de Newton foi modificado pelo de Einstein no início do século XX, hoje vivemos no universo de Einstein quer percebamos ou não, suas colaborações para entendimentos sobre o tempo e seus trabalhos para reunir a física das partículas com a física do espaço. Em 1905 cinco artigos científicos publicados, dos

quais o da teoria especial da relatividade e um acréscimo que dizia que a energia contida por um corpo é igualmente a sua massa vezes a velocidade da luz ao quadrado, podemos descrever matematicamente:

$$E = mc^2 \tag{3.2}$$

Em 1911 elaborou o princípio da equivalência que assemelha gravidade e aceleração, na teoria geral da relatividade seria como uma pedra angular. Já em 1916 publicou seu mais popular artigo: “O fundamento da teoria da relatividade geral”, em 1921 ganhou o prêmio Nobel pelo seu trabalho sobre efeito fotoelétrico. [79, 80]

3.1.21 Edwin Hubble (1889 – 1953)

Astrônomo Americano, em 1924 usando um recém telescópio montado no monte Wilson o telescópio de Hooke de 100 polegadas, aproximadamente 2,5 metros, utilizando para a observação de bilhões de outras galáxias além da nossa própria via láctea conseguindo enxergar e medir as estrelas individuais na galáxia andrômeda, sendo ela bem mais distante que a dimensão de nossa galáxia, comprovando precisamente que nossa galáxia não é a única no sistema solar. [54, 81]

Em 1929 demonstrou observando o deslocamento para o vermelho nas linhas espectrais das galáxias observadas por Milton La Salle Humason e podendo medir ele próprio suas distancias e chegando a uma conclusão de que as galáxias estariam se afastando de nós com velocidades equivalentes às suas distancias, ou seja, quanto mais distante for a galáxia sua velocidade será maior de afastamento. [54, 81]

Depois dessas observações Hubble pode publicar seus resultados para 24 galáxias em 1929 e dois anos mais tarde juntamente com Humason continuou seus resultados por um fator de 18 em distância. Isso pode constituir a primeira evidência relacionado a expansão do universo, que já foi prevista pelo Russo Alexander Alexandrovich Friedmann e pelo Belga Georges-Henri Édouard Lemaître. [54, 81]

3.1.22 Georges Lemaître (1894 – 1966)

Belga, padre, engenheiro civil e cosmólogo, certamente foi o primeiro a desenvolver hipóteses e observações do Big Bang com as equações de campo de Einstein fato ocorrido em 1927. Após estas observações ele detectou desvios espectrais em nebulosas propondo assim que o universo está em expansão e que tudo formou a partir do que ele chama de “Átomo primordial” e que esse átomo se dividiu em inúmeros pedaços, separando cada vez mais, até produzir o átomo presente em nosso universo, acontecido em uma grande fissão nuclear. [54]

Esse modelo não pode ser exato pois não obedece as leis da relatividade e estrutura da matéria, mas inspirou em modelos modernos. Independente de Lemaître o meteorologista e matemático russo Alexander Alexandrovitch Friedmann (1888-1925) já havia descoberto

toda uma grande quantidade de soluções das equações da Teoria da Relatividade Geral. Graças as soluções desenvolvida por Friedmann e Lemaître sobre a relatividade geral que descreve um universo em expansão foram chamados de os pais da cosmologia. [54]

3.1.23 Arno Penzias (1933) e Robert Wilson (1936)

Uma descoberta acidental da radiação de micro-ondas do fundo do universo em 1964 foi dado por dois radioastrônomos, Arno Penzias e Robert Wilson com sua antena corneta de Holmdel em que descobriu o excesso de energia correspondente a radiação cósmica do fundo do universo fazendo a utilização de um amplificador maser de baixíssimo ruído que eles mesmo haviam desenvolvido no laboratório Bell Labs, ganharam prêmio nobel em 1978 por reforçar a teoria do Big Bang, divulgaram seus resultados do excesso de emissão observado no *Astrophysical Journal* em 1965. Essa radiação do fundo do universo é o sinal eletromagnético originário das regiões mais distantes do universo. [54, 82]

3.1.24 Carl Sagan (1934 - 1996)

Professor de astronomia e ciências espaciais na Universidade Cornell, um dos fundadores das disciplinas moderna de ciências planetárias e da exobiologia que estuda as possibilidades e habilidades de ambientes extraterrestre para abrigar seres vivos. Graças a seus vários estudos foi considerado um brilhante educador que foi capaz de despertar interesses públicos sobre a ciência. [83, 84]

Seus trabalhos ao longo da vida estavam relacionados com a interpretação do nosso sistema planetário, para buscar vida fora da Terra e para repassar a emoção da exploração científica para a geração posterior. Dentre muitas atividades como cientista ele colaborou para a evidenciação de que a atmosfera de Vênus extremamente quente e densa e encontrou indícios de que a lua de Saturno, Titã possuem oceanos abastecidos com metano, participou do envio de sondas para outros planetas e grandes radiotelescópios de escuta para sinais de alienígenas inteligentes. Sua notável capacidade de explicar provocou que aproximadamente um bilhão de pessoas entendessem o cosmo melhor em que vivemos. [83, 84]

3.1.25 Cecilia Payne-Gaposchkin (1900 - 1979)

Após a grande guerra ganhou uma bolsa para a Newnham College com a intenção de estudar seu assunto principal, botânica, mas logo a física e a astronomia dominou a sua vida, depois de um certo tempo se tornando astrofísica. Em 1925 produziu uma tese de doutorado inesquecível publicado como uma monografia em Harvard tendo como titulação “*Atmosferas Stellar – Uma contribuição para o estudo de observações de alta temperatura nas camadas de inversão de estrelas*”. Dito por Otto Struve como a tese de PhD mais brilhante em astronomia já escrito. [85]

3.1.26 Nancy Grace Roman (1925 - 2018)

Segundo o site da NASA de fevereiro de 2019, astrônoma pela Universidade de Chicago em 1949, ingressou na NASA em 1959 primeira chefe de astronomia no escritório de ciência espacial da NASA é a primeira mulher a ocupar um cargo executivo, ela supervisionou a preparação e o desenvolvimento de programas, sendo eles, o Cosmic Background Explorer e o Telescópio Espacial Hubble. [86]

3.2 Nacionais

3.2.1 Mário Schenberg (1914 - 1990)

Na seção cientistas brasileiros notáveis do canal ciência portal de divulgação científica e tecnologia apresentam o físico Mário Schenberg que desenvolveu diversos trabalhos na área da mecânica quântica, termodinâmica e astrofísica. Compreendia a ciência oriental, preparava catálogos, mas sua paixão mesmo e dedicação era pela Física. [87]

Durante a sua carreira se destacou em um estudo que permitiu compreender o choque entre estrelas supernovas que chamou de processo urca uma de suas fundamentais pesquisas em 1940. Divulgou centenas de estudos e trabalhos que envolviam a fundamentos da física, física teórica, astrofísica, mecânica estatística, mecânica quântica, física experimental, relatividade, teoria quântica do campo, além do mais, muitos trabalhos envolvendo a matemática. Fundou o laboratório de sólidos da USP, introduziu o primeiro computador da universidade e mais tarde criou o curso de computação. [87]

3.2.2 César Lattes (1924 - 2005)

Na seção de cientistas notáveis do CNPq, Cesare Mansueto Lattes conhecido como César Lattes recebe um local de destaque dos quais podemos destacar a própria plataforma Lattes. Cientista brasileiro um dos mais radiantes de sua época, com 23 anos juntamente com outros cientistas, tais como, o inglês Cecil Frank Powell e o italiano Giuseppe Occhialini encontraram uma outra partícula no interior de um núcleo atômico que confirma a coesão do átomo chamando esta partícula de Méson pi. [88]

Com apenas 19 anos se graduou em física e matemática, destinou seus estudos a física atômica juntamente com o professor russo Gleb Wataghin. Nesse mesmo período estudiosos do mundo todo se perguntavam como que no núcleo de um átomo os prótons se mantinham unidos, desinquieto com essa indagação em 1946 foi para Universidade de Bristol, Inglaterra, se reunindo com Occhialini e Powell. [88]

Em 1947 convicto da utilidade dos raios cósmicos em vez dos aceleradores de partículas mudou para Chacaltaya uma montanha que pertence a Bolívia sendo um dos picos mais alto dos Andes bolivianos, local esse em que são mais intensos os raios vindos do espaço. Ele expôs nesse local chapas fotográficas que recebiam raios cósmicos, quando revelados

pode ter a observação dos traços de nova partícula subatômica que foi chamada de méson pi. [88]

Essa descoberta lhe trouxe muitas premiações e foi o marco para o início da chamada física de partículas elementares ou mesmo de física de altas energias, apesar de receber convites para trabalhar em universidades estrangeiras preferiu seguir carreira no Brasil em 1949, abrindo assim o campo à ciência brasileira e fundador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Em 1951 teve relevante participação para criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) graças a esse conselho a ciência e tecnologia no Brasil teve um novo estímulo. Mesmo depois de seu falecimento em 2005 ainda é centro de muitas homenagens por organizações públicas ou privadas tanto no Brasil quanto no exterior.[88]

3.2.3 Marcelo Gleiser (1959)

No site tecmundo uma seção chamada gênios do Brasil é apresentado o professor, físico, astrônomo e escritor Marcelo Gleiser nascido em 1959 um nome muito atual no que diz respeito a ciência brasileira sendo um prestígio para o mundo inteiro. [89]

Seus setores de estudos estão relacionados a área de interação entre a cosmologia que analisa o universo como um todo, a física de partículas que examina as menores matérias presentes no universo e o início da vida na Terra. Autor de oito livros onde ele explicava teorias científicas de um jeito comum, como por exemplo, o livro A dança do universo, O fim da terra e do céu e criação perfeita todos traduzidos para vários idiomas, vencedor de vários prêmios, membro da Academia Brasileira de Filosofia e da American Physical Society, ele estuda o aparecimento de estruturas obscuras da natureza para desvendar o sentido do mundo e o nosso verdadeiro lugar no esquema das grandes coisas já existentes escrevendo dezenas de textos e uma centena de artigos citados tanto em formato impresso quanto digital. [89]

Com isso ele foca em questões muito fundamentais no qual ele chama de “três origens”, sendo elas, “o cosmos, a vida e a mente”. Desde 1991 é professor de física e astronomia na Dartmouth College nos EUA. Já fez partes de séries televisivas mostrando as diversas teorias científicas complexas em que estão ligadas ao nosso dia a dia, sendo apenas não só um informador da ciências, mas sim um divulgador da importância da ciência.[89]

3.2.4 Duília de Melo (1963)

Em sua auto biografia publicada no site mulher das estrelas Duília de Mello se apresentada sendo um dos nomes mais conhecidos principalmente quando se diz respeito a ciência brasileira e no exterior. Formada em astronomia pela UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1985, pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE fez seu Mestrado em 1988 e Doutorado em 1995 pela Universidade de São Paulo – USP. [90]

Hoje professora de física e astronomia na Universidade Católica de Washington, escritora do livro Vivendo com as Estrelas além disso de mais 100 artigos científicos como

também é pesquisadora filiada do Goddard Space Flight Center da NASA. Entre suas importantes descobertas podemos citar a Supernova 1997D e as Bolhas Azuis, em 2013 foi nomeada uma das dez mulheres que transformaram o Brasil e uma das 100 pessoas mais célebres do Brasil em 2014, escolhida pela revista época. [90]

Para o presente momento falaremos apenas destes brasileiros notáveis para a astronomia, mas lembramos que existiram muitos outros que contribuíram para o desenvolvimento da ciência astronômica, trazendo diversos estudos que nos levou a ver os cosmos de outras maneiras.[90]

ASPECTOS ASTRONÔMICOS - UMA PERSPECTIVA FÍSICA

Dentro deste capítulo iremos abordar uma parte bem pequena da astronomia na perspectiva da descrição física. Trataremos desde a esfera celeste ao qual é realizado as observações diurnas e noturnas as principais leis que regem a astronomia atual.

4.1 Esfera Celeste

Podemos definir por esfera celeste, todo o céu observável por sua abóboda. A esfera celeste é um desenho geométrico imaginário, centrado na terra que gira em torno do seu próprio eixo, ou seja, o eixo de rotação da terra. [54]

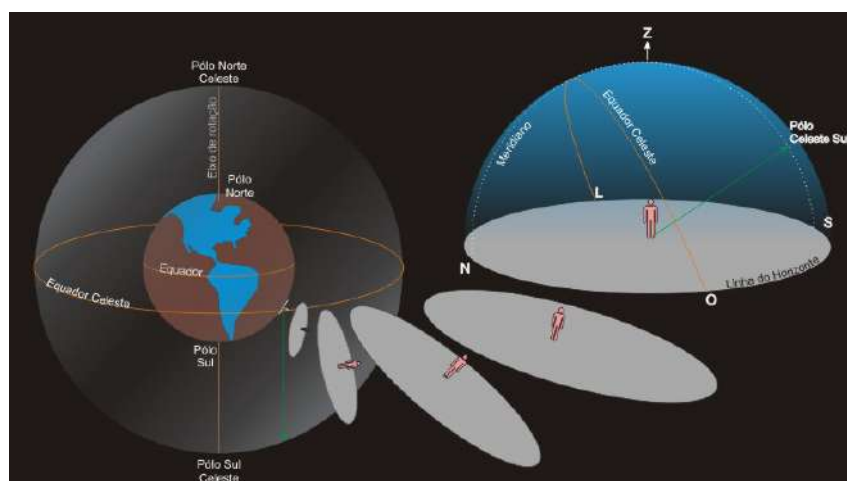


Figura 4.1: Esfera celeste e a representação da abóboda celestes para um observador no hemisfério sul do planeta. Fonte: [91]

Como podemos notar, a esfera celeste tem vários elementos que iremos discriminar um a um.

- **Horizonte:** Horizonte plano tangente à Terra no lugar em que se encontra o observador. Como o raio da Terra é desprezível frente ao raio da esfera celeste, considera-se que o horizonte é um círculo máximo da esfera celeste, ou seja, que passa pelo centro da esfera, dividindo a esfera celeste em dois hemisférios, o das estrelas visíveis e o das invisíveis, naquele momento e naquele lugar.
- **Zênite:** Ponto no qual a vertical do lugar (perpendicular ao horizonte) intercepta a esfera celeste, acima da cabeça do observador. A vertical do lugar é definida por um fio a prumo.
- **Nadir:** Ponto diametralmente oposto ao zênite.
- **Equador Celeste:** Círculo máximo em que o prolongamento do equador da Terra intercepta a esfera celeste.
- **Polo Celeste Norte:** Ponto em que o prolongamento do eixo de rotação da Terra intercepta a esfera celeste, no hemisfério norte.
- **Polo Celeste Sul:** Ponto em que o prolongamento do eixo de rotação da Terra intercepta a esfera celeste, no hemisfério sul.
- **Círculo Horário ou meridiano:** Qualquer círculo máximo da esfera celeste que contém os dois polos celestes. É também chamado **meridiano**. O meridiano que passa pelo zênite se chama **Meridiano Local**.¹

4.2 Coordenadas astronômicas

Para realizar uma observação astronômica, é fundamental para o observador conhecer a geografia local e a geografia celeste. A geografia celeste é o que definimos como coordenadas astronômicas. Através das coordenadas astronômicas é possível localizar os astros com muito mais facilidade, auxiliando no alinhamento e na preparação dos equipamentos para um sucesso garantido na observação ou registro fotográfico. Se olharmos para o céu em uma noite escura podemos ver a olho nú cerca de 3000 estrelas, alguns planetas (dependendo da época do ano), (eventualmente) alguns meteoritos, três galáxias (uma se você estiver observando no hemisfério norte e duas se for um observador do hemisfério sul) e (muito mais raramente) algum cometa ou supernova. [93]

Como citado na seção anterior, a esfera celeste é uma figura geométrica imaginária, logo, existe uma infinidade de geometrias possíveis para fazer a descrição matemática

¹Adaptado das referências [54, 92]

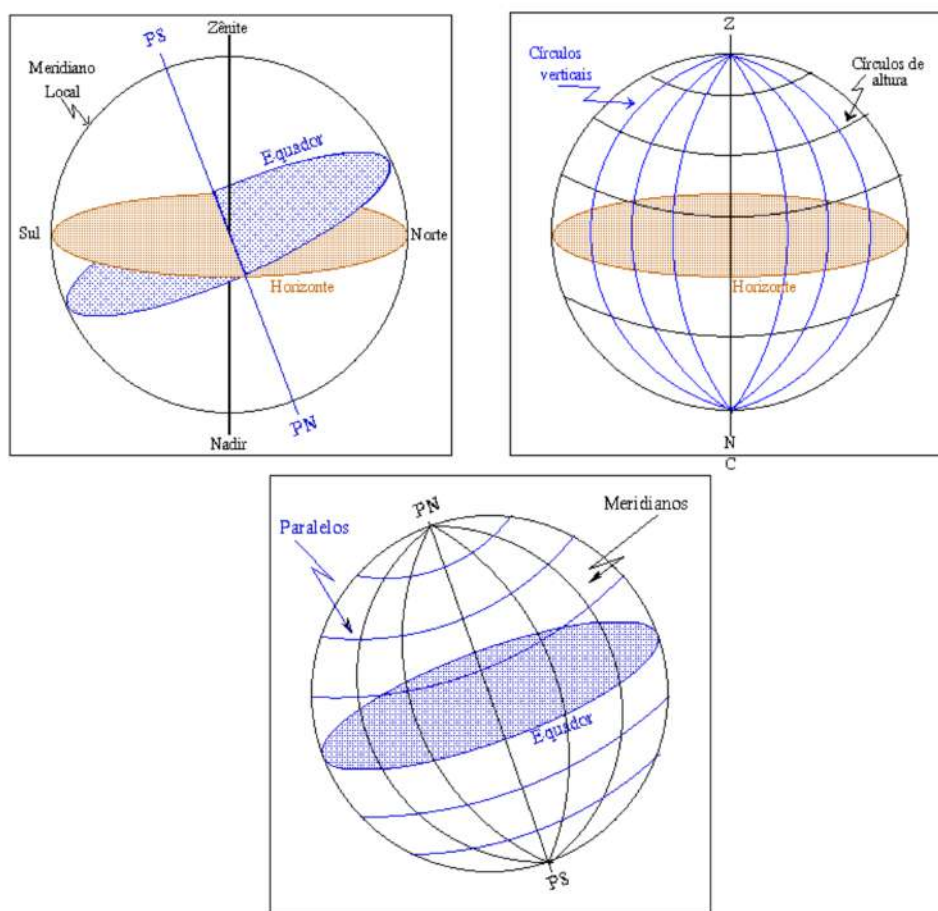


Figura 4.2: Círculos fundamentais da esfera celeste. Fonte: [54]

dessa esfera. Aqui vamos nos ater a explanar as mais usuais no mundo da astronomia, o chamado sistema equatorial. No sistema de coordenada equatorial, temos basicamente dois elementos fundamentais, o eixo de declinação, contendo a abreviação “DEC” e o eixo de ascensão reta com a abreviação “A.R.”, os seus símbolos na literatura é usualmente δ e α , respectivamente. [93]

Para um observador situado sobre a superfície da Terra, as estrelas parecem girar a cada 23 horas e 56 minutos. Temos a impressão, então, que o sistema de coordenadas equatoriais também gira com esta mesma taxa. No entanto, sabemos que é a Terra que está girando e as estrelas permanecem fixas. Deste modo, o sistema de coordenadas equatoriais também permanece fixo e dizemos que a ascensão reta e a declinação formam um sistema de coordenadas fixo para as estrelas (veremos mais tarde que a precessão da Terra modifica estas coordenadas lentamente ao longo do tempo). Tecnicamente, para definir ascensão reta e declinação dos corpos celestes precisamos usar os círculos horários, que são grandes círculos que passam através dos polos celestes e cruzam perpendicularmente o equador celeste. [93, 94]

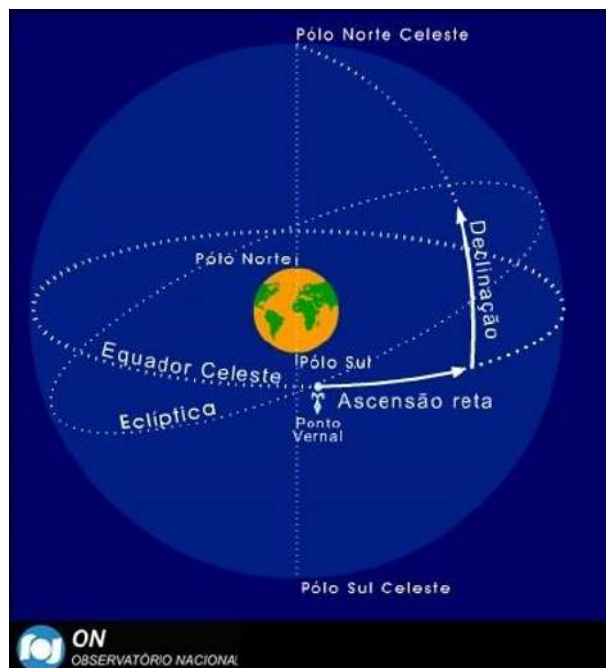


Figura 4.3: Sistema de coordenadas equatoriais escalonado na esfera celeste. Fonte: [94]

4.2.1 Eixos coordenados

A Ascensão Reta (A.R.)

A ascensão reta (α) é obtida pela projeção das linhas de longitude. A longitude zero sobre a Terra é arbitrariamente designado como sendo dada pelo meridiano que passa pela cidade de Greenwich, na Inglaterra (isso por convenção). Entretanto, é a Terra quem gira em relação à esfera celeste. Evidentemente, do ponto de vista da Terra é a esfera celeste que está rodando. Um ponto sobre a esfera celeste deve ser escolhido para representar a longitude zero. Este ponto é chamado de equinócio vernal. A ascensão reta varia entre 0h e 24h (ou entre 0° e 360°) aumentando para leste. [54, 93, 94]

$$0h \leq \alpha \leq 24h$$

A Declinação (DEC)

A declinação (δ) de uma estrela é a sua distância angular medida para o norte ou para o sul do equador celeste, análogo, como dissemos acima, à latitude sobre a Terra que é medida a partir do equador terrestre. A declinação é medida em graus, minutos e segundos. Assim, a declinação é a posição angular de um objeto celeste, para o norte (+) ou para o sul (-), medida a partir do equador celeste ao longo do seu círculo horário. O complemento da declinação se chama distância polar (Δ). ($\delta + \Delta = 90^\circ$) [54, 93, 94]

$$-90^\circ \leq \delta \leq +90^\circ$$

$$0^\circ \leq \Delta \leq 180^\circ$$

Por conseguinte, o sistema equatorial celeste é fixo na esfera celeste. Isso faz com que suas coordenadas não dependam da localização e instante da observação, e sim da posição celeste. o A.R. e o DEC de um astro permanece por um longo período de tempo praticamente inalterado. [54]

4.3 Tempo Solar vs Tempo sideral

Em geral, o entendimento de tempo solar e tempo sideral se confundem, no entanto as definições para cada qual são distintas. Definimos de tempo solar é determinado pela posição do sol em relação à Terra. Posição do sol no ponto mais alto no horizonte corresponde à hora solar igual a 0:00. Neste ponto, no hemisfério oposto é exatamente 24:00 horas. Indo de oeste para leste a tempo no ponto de partida adicionar mais segundos, minutos, horas. [95]. Já o tempo sideral diz exatamente o tempo do movimento aparente de uma estrela (nesse contexto, podemos incluir o sol). A unidade fundamental da hora solar é um dia: o tempo que o Sol leva para percorrer os 360 graus ao redor do céu, devido a rotação da Terra. [96]

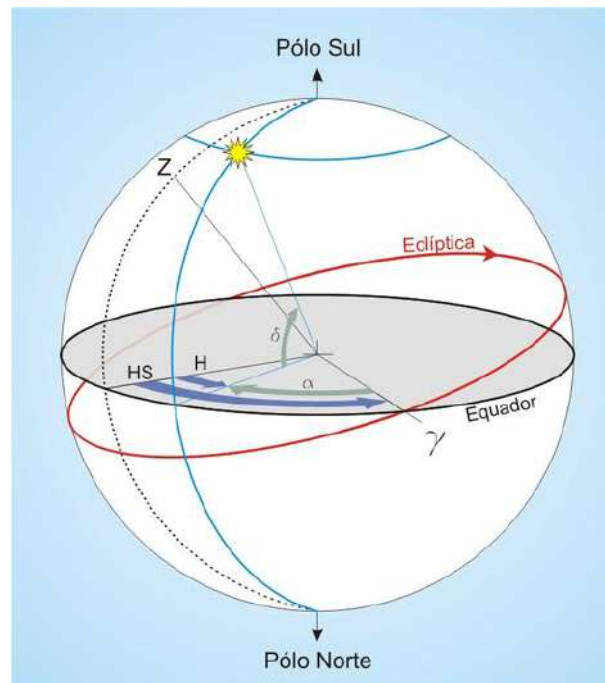


Figura 4.4: O Ângulo horário (H) é o ângulo entre o meridiano local (linha pontilhada) e o meridiano do astro (linha azul), contado no sentido do movimento diurno. O ângulo horário do astro somado à sua ascensão reta (α), define a hora sideral. Fonte: [54]

Em linha geral, o ângulo horário do ponto Áries pode ser medida a partir de qualquer estrela através da relação: [54]

$$HS = H_{\star} + \alpha_{\star}$$

Estes dois tempos são distintos em razão do Sol se mover dia a dia em relação às estrelas, isso na verdade é devido ao movimento da Terra em sua órbita em torno do Sol. Assim, vemos a cada noite um céu “diferente” à medida que a Terra realiza seu movimento de revolução ao redor do Sol. Se considerarmos que, durante um ano sideral, a Terra dá uma volta completa em torno do Sol, e que este ano tem a duração de 365,2564 dias solares, concluímos que, em cada dia, o Sol se move $360/365,2564=0,985609$ graus por dia solar, o que corresponde ao intervalo de tempo de 3m56.56s siderais: [97]

$$\frac{0,985609}{x} = \frac{360}{24} \rightarrow x = 3''56.55'$$

A relação entre os dois é, portanto: 24 horas solares=24 horas siderais + 3m56.56s siderais

A razão entre os dois é: 24h3m56.56s/24 h=1.002737963. [97]

4.4 Movimento diurno do Sol

Desde a antiguidade, ou por melhor dizer, nosso calendário foi definido inicialmente pelo movimento diário do sol, isso significa que a Terra deu uma volta em torno do seu próprio eixo em um determinado período de tempo, esse tempo de rotação o conhecemos como dia. O Sol então percorre 360° em 24h e sua velocidade aparente é de: [54]

$$v = \frac{360^{\circ}}{24h} = 15^{\circ}/h$$

O movimento diurno do Sol, assim como o de todos os outros astros, é de leste para oeste, pois é reflexo do movimento de rotação da Terra. Mas, ao contrário das “estrelas fixas”, o círculo diurno do Sol varia de dia para dia, no ciclo de um ano, se afastando ou se aproximando do equador celeste dependendo da época do ano. Isso é o que define as estações do ano. Assim como o Sol, a lua e os planetas também variam sua posição diária entre as estrelas ao longo do ano, fazendo com que também não mantenham o círculo diurno fixo como as estrelas. [54]

4.5 Calendários

Desde as mais antigas histórias que temos registros, os sumérios já faziam de algum modo a medida do tempo. Pelos registros em cavernas e papirus que encontramos ainda hoje, é notório que eles definiam muito bem a quantidade - dia, mês e ano. Os dias eram definidos pelo Sol, os meses pelo ciclo lunar e o ano pelo ciclo estelar. De certo modo, eles não estavam totalmente longe do que temos atualmente como calendário.



Figura 4.5: Os círculos diurnos do Sol em declinação entre -23.5° (solstício de verão para o hemisfério sul) e $+23.5^\circ$ (solstício de inverno para o hemisfério sul). Fonte: [54, 98]

Os egípcios que historicamente fizeram trabalhos extremamente relevantes no que diz respeito ao calendário, tem datado de mais de quatro milênios da era cristã, ou seja, por volta de seis milênios dos dias atuais. Baseado nas mesmas observações dos sumérios, os egípcios chegaram em um ano de 360 dias, o ano deles sempre iniciavam na cheia do rio Nilo. Mais tarde, quando o desvio do Sol ficou mais claro e evidente, fora adicionados mais cinco dias, chegando a um calendário muito próximo do que temos hoje de 365 dias. [54]



Figura 4.6: Monumento de Stonehenge na Inglaterra. Fonte: [99]

Ainda nessa perspectiva da antiguidade com seus calendários, não podemos deixar de fora o monumento de Stonehenge na Inglaterra. Stonehenge é, sem dúvida, o marco

pré-histórico mais famoso da Inglaterra. Os primeiros arquitetos desse local começaram a trabalhar na sua construção por volta de 3000 a. C., dando lugar a mais de 5.000 anos de muitos mitos e hipóteses em torno da sua misteriosa utilidade. [99] Mas a verdade é que pouco se sabe da real utilidade do monumento para a época, no entanto, tem uma relação estreita com o calendário daquela civilização local.

Existe uma quantidade enorme de outros calendários que vamos omitir aqui por razões óbvias, mas que foram fundamentais para antigas civilizações, muitas delas com grande proximidade de nosso país, tais como os Incas, Maias e os Astécas. [100]

Segundo a revista Galileu de janeiro de 2016, atualmente existe oito calendários em vigor no mundo. Iremos fazer uma breve descrição desses calendários nesse momento. [101]

1. **Calendário Gregoriano:** O Calendário Gregoriano foi promulgado pelo Papa Gregório XIII, em fevereiro de 1582. O marco inicial é o nascimento de Jesus Cristo, no ano 0 a.C. O uso internacional deste calendário não tem motivações religiosas. Como a Europa era a maior exportadora de cultura na Idade Média, convencionou-se usar a marcação de dias estabelecida no Vaticano para facilitar o relacionamento entre as nações. É um calendário solar, ou seja, leva em consideração o ciclo solar. Como o ciclo solar tem 365 e 6 horas, estas horas que “sobram” são acumuladas por quatro anos até serem suficientes para acrescentar um dia num ano, o chamado ano bissexto, que tem 366 dias;
2. **Calendário Juliano:** O Calendário Juliano foi implementado pelo imperador romano Caio Júlio César, em 46 a.C. É basicamente o calendário romano, utilizado até então, com algumas alterações. O imperador pediu para que novo calendário fosse criado porque as festas em comemoração às flores, que deveria acontecer em março – primeiro mês do ano, à época –, contraditoriamente aconteciam no inverno. Assim, o astrônomo Sosígenes sugeriu que os meses Januarius e Februarius passassem a ser os primeiros do ano e que os meses Unodecembri e Decembri foram criados para encerrar o ano. O calendário Juliano está sempre 13 dias atrás do Gregoriano e ainda é usado por alguns cristãos ortodoxos.
3. **Calendário Chinês:** O Calendário Chinês é lunissolar, ou seja, leva em consideração os ciclos do Sol e da Lua. É o mais antigo registro cronológico que se tem registro em toda a história, tendo começado nos primeiros anos de governo do imperador Huang Di, também chamado de Imperador Amarelo, que reinou na China entre 2697 a.C. a 2597 a.C. Além de contar o tempo em anos, o calendário também considera ciclos. Cada ciclo tem doze anos, que recebem os nomes dos animais do horóscopo chinês: Boi, Cão, Carneiro, Cavalo, Coelho, Dragão, Galo, Macaco, Porco, Rato, Serpente, Tigre.
4. **Calendário Judaico:** O Calendário Judaico foi estabelecido pelos hebreus na época do Êxodo, aproximadamente no ano 1447 a.C. Também é lunissolar, já que

leva em consideração o ciclo lunar e o ciclo solar, fazendo com que os anos se alternem entre doze e treze meses. É usado pelo povo de Israel há mais de três milênios para a determinação de datas festivas, aniversários, mortes e serviços religiosos. Atualmente, está no ano 5780.

5. **Calendário Islâmico:** O calendário Islâmico também é conhecido como calendário hegírico, por ter seu marco inicial na Hégira, a fuga do profeta Maomé da cidade de Meca para Medina, no ano de 622 d.C. É um calendário lunar, composto por doze meses de 29 ou 30 dias, formando um ano de 354 ou 355 dias. Os muçulmanos ortodoxos celebram datas religiosas e festivas, como mês do Ramadã ou o Ano Novo Islâmico, de acordo com este calendário. O calendário islâmico está, atualmente, no ano 1441.
6. **Calendário Juche:** Este calendário é utilizado somente na Coreia do Norte, que segue a ideologia Juche, uma mistura de marxismo, leninismo e kimilsunismo (as ideias de Kim Il-sung, primeiro-comandante do país). Os meses, semanas e dias têm a mesma marcação do calendário Gregoriano. A contagem cronológica do Calendário Juche começou em 1912, ano do nascimento de Kim Il-Sung, cultuado quase como uma divindade no país. Os anos anteriores ao nascimento do ex-comandante são grafados com o número, precedido da expressão a.J. Atualmente, o calendário Juche está no ano 108.
7. **Calendário Etíope:** A Etiópia é um país no extremo leste africano, localizado na região conhecida como Chifre Africano. A nação também tem um calendário próprio, que começa no dia 11 de setembro do Calendário Gregoriano. O Calendário Etíope é uma variação do Calendário Juliano e tem doze meses de 30 dias e um mês com apenas seis dias. Outra curiosidade é que a primeira hora do dia, de acordo com o horário etíope, é o nascer do sol.
8. **Calendário Maia:** O famoso e apocalíptico Calendário Maia divide-se em dois: o tzolk'in e o haab'. O tzolk'in era um calendário de 260 dias divididos em 20 meses, utilizado para marcar rituais e datas festivas ou religiosas. O calendário haab' era utilizado no cotidiano maia, além de servir para marcar as estações para uso na agricultura. Era composto por dezoito meses de vinte dias e um período de cinco dias conhecido como Wayeb', em que os maias acreditavam que os portais entre os mundos dos vivos e dos mortos se dissolviam e toda a sorte de coisas ruins poderia acontecer. O haab' ainda é utilizado por algumas sociedades maias modernas no interior da Guatemala. ²

Atualmente, o calendário comum, ou calendário gregoriano possui 1 ano tropical, e tem a precisão de 365,2422, decompondo em fração, podemos expressar como:

²Dados adaptados da ref. [101]

$$365,2422 = 365 + 1/4 - 1/100 + 1/400 - 1/3300$$

resolvendo essa fração, percebemos que atualmente temos a precisão de $\pm 0,0003$ dias a cada 3300 anos. [54]

4.6 Movimento Anual do Sol

Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, o Sol aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada Eclíptica. A Eclíptica é um círculo máximo que tem um inclinação de $23^{\circ}27'$ em relação ao equador celeste. É esta inclinação que causa as estações do ano. [54]

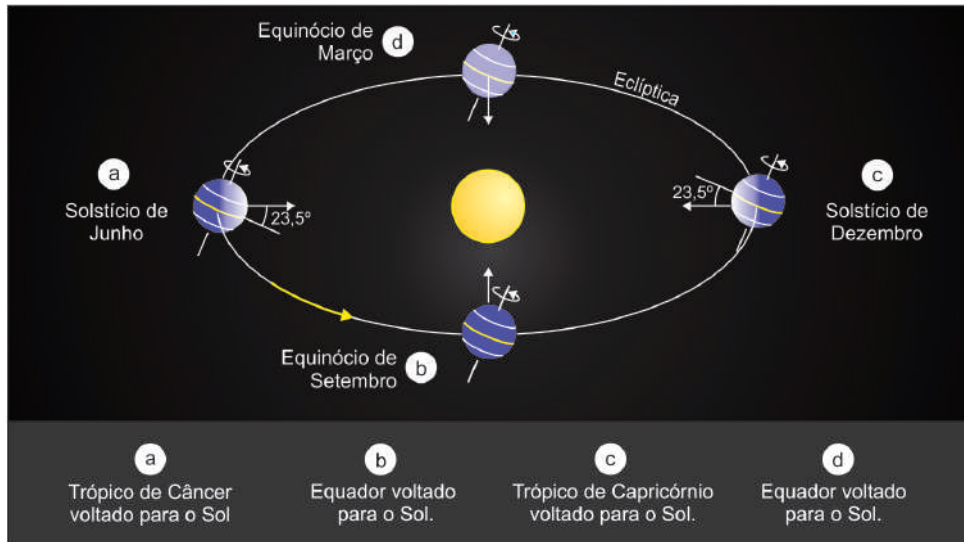


Figura 4.7: Causa das estações do ano devido a inclinação de 23.5° entre o equador da terra e a eclíptica. Fonte: [54, 102]

4.6.1 Posição característica do Sol

Ao longo do ano, o sol ocupa 4 posições importantes na eclíptica:

1. **Equinócio de março:** ≈ 21 de março: Sol cruza o equador, indo do Hemisfério Sul para o Hemisfério Norte:
 - ascensão reta $\alpha_{sol} = 0^h$
 - declinação $\delta_{sol} = 0^{\circ}$
 - o dia e a noite duram 12 hr em toda a Terra (contados a partir do centro do Sol, e não pela definição usual de borda superior do Sol no nascer e borda inferior no pôr-do-sol). nos pólos, 24 hr de crepúsculo.

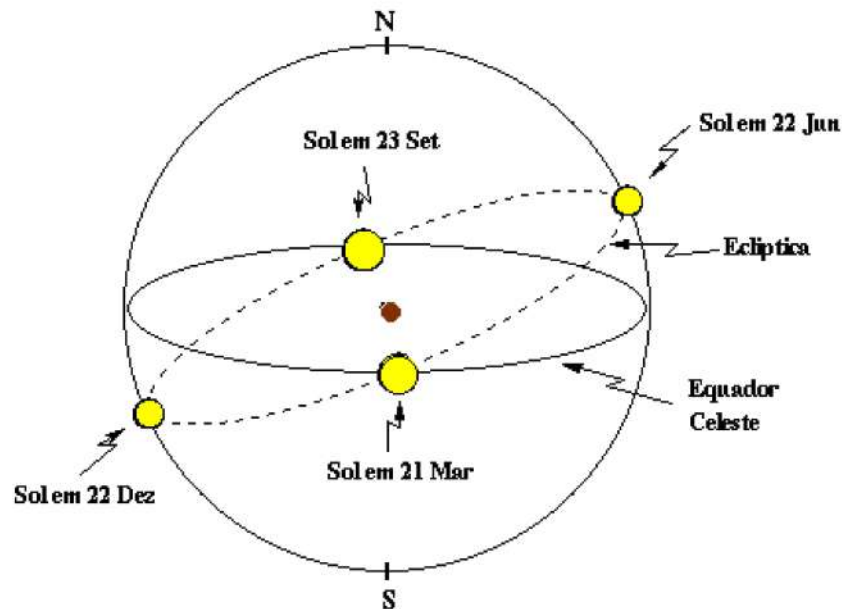


Figura 4.8: Posição do Sol na eclíptica no início de cada estação. Nos equinócios de março e de setembro o sol se encontra em um dos dois pontos em que a eclíptica corta o equador celeste; nos solstícios de junho e de dezembro o Sol está em um dos dois pontos de máximo afastamento do equador. Fonte: [54, 103]

- Equinócio (lat: equi=igual+nox=noite) de Outono no HS.
- Equinócio de Primavera no HN.

2. **Solstício de junho:** \approx 22 de junho: Sol está na máxima declinação norte, incidindo diretamente na região do Trópico de Câncer na Terra:

- $\alpha_{sol} = 6h$
- $\delta_{sol} = +23,5^\circ$
- o dia mais curto do ano no HS, dia mais longo do ano no HN.
- no pólo S, Sol sempre abaixo do horizonte.
- no pólo N, Sol sempre acima do horizonte.
- Solstício (lat: Sol+sticium=parado) de
- Inverno no HS

3. Equinócio de setembro: \approx 23 de setembro:

- $\alpha_{sol} = 12h$
- $\delta_{sol} = 0^\circ$
- o dia e a noite duram 12 hr em toda a Terra.
- nos pólos, 24 hr de crepúsculo.
- Equinócio de Primavera no HS.
- Equinócio de Outono no HN.

4. Solstício de dezembro: \approx 22 de dezembro:

- $\alpha_{sol} = 18h$
- $\delta_{sol} = -23,5^\circ$
- o dia mais longo do ano no HS, dia mais curto do ano no HN.
- no pólo S, Sol sempre acima do horizonte.
- no pólo N, Sol sempre abaixo do horizonte.
- Solstício de Verão no HS.
- Solstício de Inverno no HN.

Todos esses dados apresentados sobre estações do ano, só acontece porque o planeta Terra tem uma inclinação de $-23,5^\circ$ da linha do equador em relação a sua eclíptica. Mas além das estações do ano, existe outras implicações observacionais possíveis devido essa inclinação? A resposta é sim, existe uma definição posicional para isso a qual chamamos de **Analema Solar**. A Analema Solar é o deslocamento vertical do movimento aparente do sol. [104] Em outros planetas também tem suas próprias Analemas Solares, uma vez que cada um tem um eixo de inclinação distinto, elas podem ser observadas na Fig. 4.9, e a inclinação dos eixos de cada planeta em relação a sua eclíptica está exibido na Fig. 4.10.

4.7 Movimentos da Lua

A Lua é um grande astro próximo da Terra, em seu ciclo mensal ela sai do seu apogeu (posição mais longe em relação aos dois astros), de aproximadamente 406.400km a seu perigeu (posição mais próxima em relação aos dois astros), com aproximadamente 356.800km. A distância média entre os dois astros é de 384.000km. A Lua assim como nosso planeta também não é uma esfera perfeita, ela possui uma excentricidade orbital de 0.0549. O plano orbital lunar tem uma inclinação de $5^\circ 9'$ em relação à eclíptica. Apesar desse ângulo permanecer quase constante, o seu plano orbital não é. O movimento completo em torno da eclíptica é de 18,6 anos. Em relação ao eixo da Terra que já possui

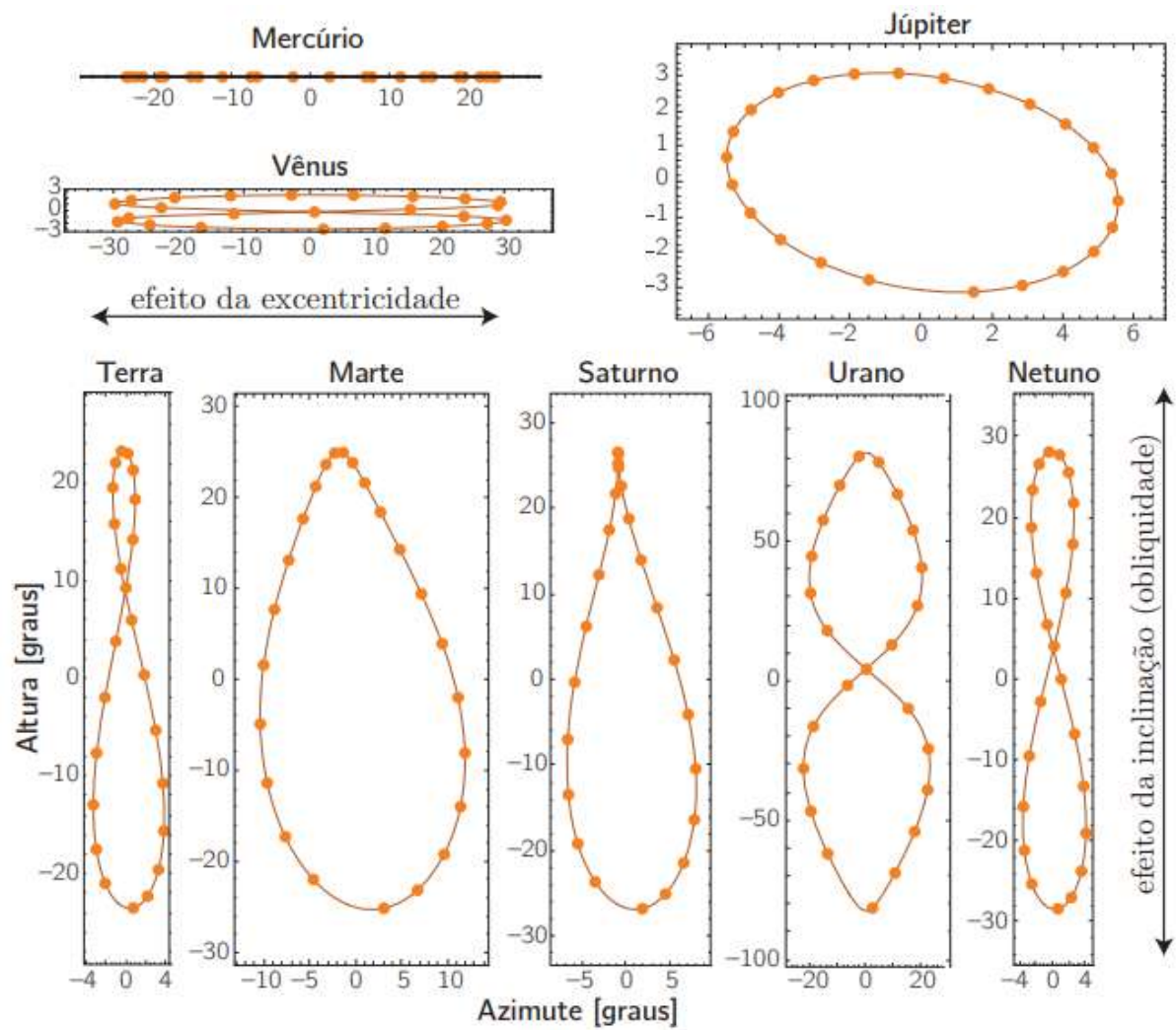


Figura 4.9: Analema dos planetas solares. Comparação de analemas que seriam observados nos planetas (no hemisfério norte do sistema solar). As escalas (A e h estão em graus (repare que as escalas são diferentes para cada planeta). A Terra, Marte Saturno e Netuno têm obliquidades semelhantes (e por isto apresentam o fenômeno de estações do ano de formaparecida). No eixo horizontal, 1 grau no azimute corresponde a 4 minutos de defasagem entre o Sol médio e o Sol verdadeiro. Fonte: [104]

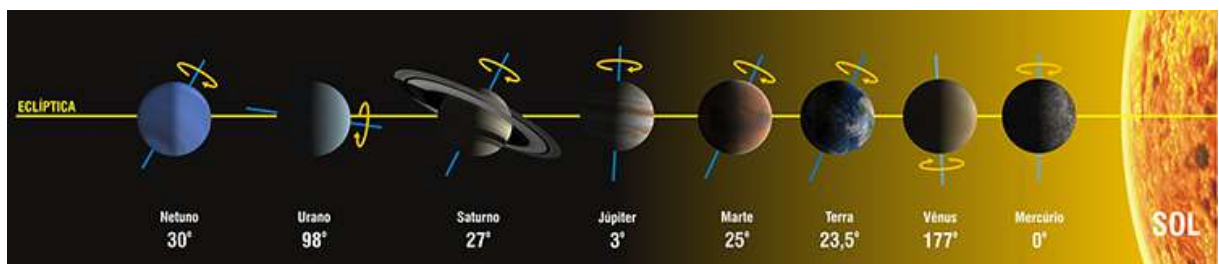


Figura 4.10: Analema dos planetas solares. Fonte: [105]

uma inclinação de $23,5^\circ$, então a variação da Lua em relação a esse eixo é entre $18,4^\circ$ e $28,7^\circ$. [54, 104]

Da mesma forma que a translação da Terra define o ano, a translação da Lua em torno da Terra deu origem ao mês. Devemos notar, contudo, que o movimento da Lua é extremamente complexo e as irregularidades no seu movimento muito mais importantes do que, por exemplo, o movimento de translação terrestre. [104] Com isso nasce a definição de **mês sinódico**. O mês sinódico por definição é o período que a Lua demora para sair de uma fase e voltar nela mesmo, ou seja, de uma Lua nova a nova, ou de uma Lua cheia a cheia. Assim, o mês sinódico é o intervalo de tempo entre duas fases iguais da Lua. Atualmente, o mês sinódico tem a duração de 29,53059 dias (29 dias, 12h, 44m e 2,9s). [104]

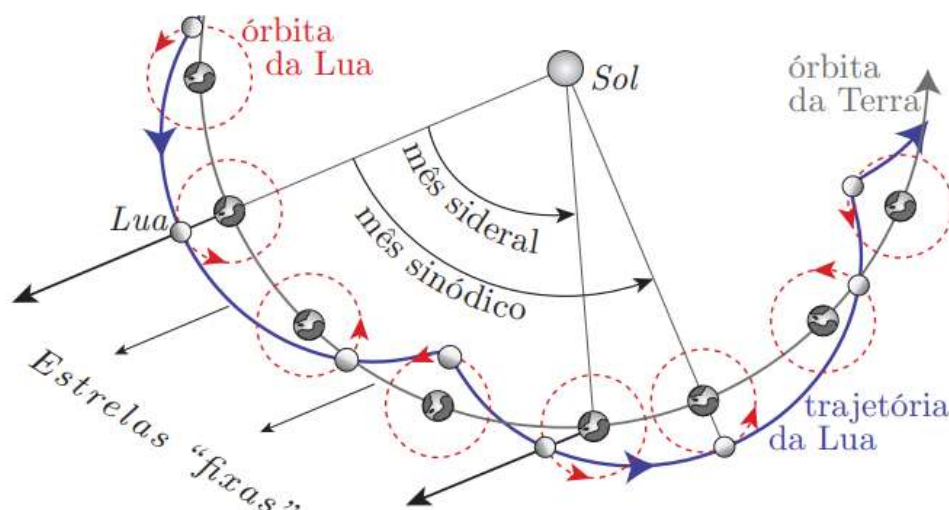


Figura 4.11: Mês sinódico (em relação ao Sol) e sideral (em relação às estrelas fixas). O traço espesso (azul) representa o movimento na Lua no espaço. Fonte: [104]

Por outro lado, temos o **dia lunar**, nesse caso é o movimento puro da Lua em torno da Terra. A Lua se move $360^\circ/27,3d \approx 13^\circ$ para leste por dia em relação às estrelas. O mês sideral lunar é de 27,32166 dias. como a Terra se move em torno do Sol $\approx 1^\circ$ por dia à leste, o movimento aparente da Lua de um observador na terra será de 12° em relação a esfera celeste. Esse valor faz com que a Lua cruze o meridiano local ≈ 50 minutos mais tarde do que no dia anterior. Como isso, concluímos que o dia lunar tem portanto, 24h e 48m. [54]

Em seu movimento mensal, a Lua nos apresenta pelo menos quatro fase bem distintas, faremos uma breve descrição dessas quatro fases nesse momento.

1. **Lua Nova:** O mês lunar começa a ser contado a partir da dessa fase da Lua

- Lua e Sol, vistos da Terra, estão na mesma direção;
- A Lua nasce $\approx 6h$ e se põe $\approx 18h$.

A Lua Nova acontece quando a face visível da Lua não recebe luz do Sol, pois os dois astros estão na mesma direção. Nessa fase, a Lua está no céu durante o dia, nascendo e se põe aproximadamente junto com o Sol. Durante os dias subsequentes, a Lua vai ficando cada vez mais a leste do Sol e, portanto, a face visível vai ficando crescentemente mais iluminada a partir da borda que aponta para o oeste, até que aproximadamente 1 semana depois temos o Quarto-Crescente, com 50% da face iluminada.

2. **Lua Quarto-Crescente:** Lua com 7 dias após a lua nova.

- Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de 90° .
- a Lua está a leste do Sol e, portanto, sua parte iluminada tem a convexidade para o oeste.
- a Lua nasce \approx meio-dia e se põe \approx meia-noite

A Lua tem a forma de um semi-círculo com a parte convexa voltada para o oeste. Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de aproximadamente 90° . A Lua nasce aproximadamente ao meio-dia e se põe aproximadamente à meia-noite. Após esse dia, a fração iluminada da face visível continua a crescer pelo lado voltado para o oeste, até que atinge a fase Cheia.

3. **Lua Cheia:** Lua com 14 dias após a lua nova.

- Lua e Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados de 180° , ou 12h.
- a Lua nasce \approx 18h e se põe \approx 6h do dia seguinte.

Na fase cheia 100% da face visível está iluminada. A Lua está no céu durante toda a noite, nasce quando o Sol se põe e se põe no nascer do Sol. Lua e Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados de aproximadamente 180° , ou 12h. Nos dias subsequentes a porção da face iluminada passa a ficar cada vez menor à medida que a Lua fica cada vez mais a oeste do Sol; o disco lunar vai dia a dia perdendo um pedaço maior da sua borda voltada para o oeste. Aproximadamente 7 dias depois, a fração iluminada já se reduziu a 50%, e temos o Quarto-Minguante.

4. **Lua Quarto-Minguante:** Lua com 21 dias após a lua nova.

- a Lua está a oeste do Sol, que ilumina seu lado voltado para o leste
- a Lua nasce \approx meia-noite e se põe \approx ao meio-dia

A Lua está aproximadamente 90° a oeste do Sol, e tem a forma de um semi-círculo com a convexidade apontando para o leste. A Lua nasce aproximadamente à meia-

noite e se põe aproximadamente ao meio-dia. Nos dias subsequentes a Lua continua a minguar, até atingir o dia 0 do novo ciclo lunar. ³

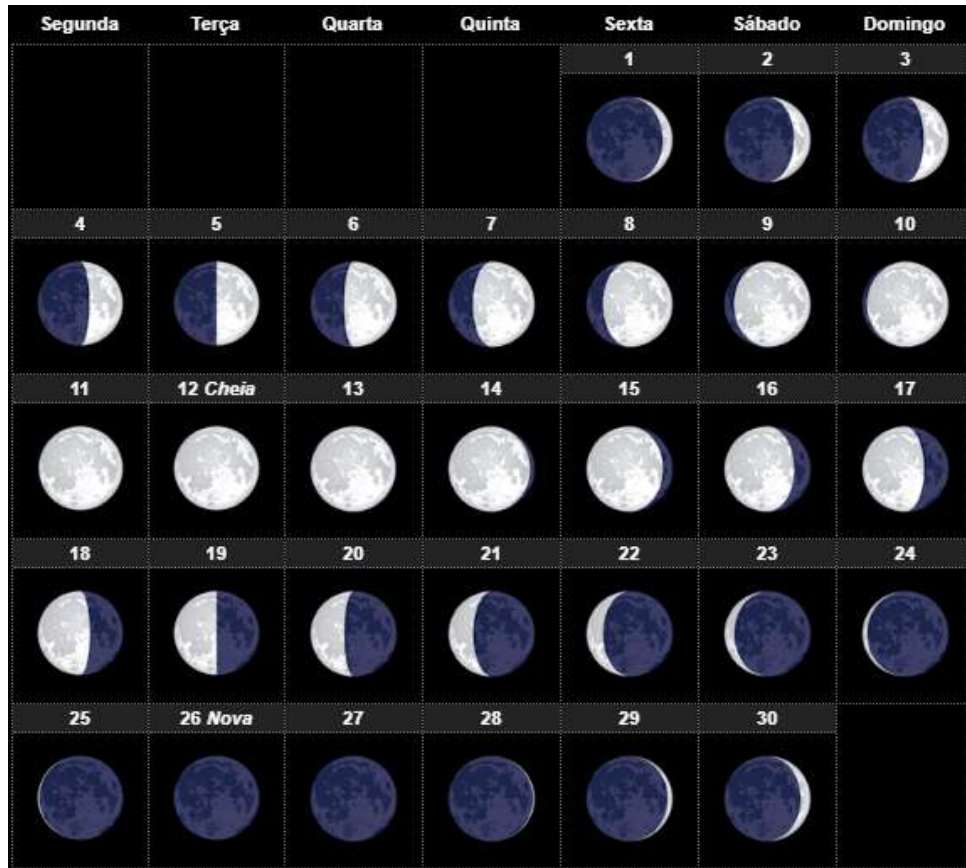


Figura 4.12: Calendário das fases lunares para o mês de novembro de 2019. Fonte: [106]



Figura 4.13: Fases da Lua ao longo de um ciclo. Fonte: [107]

³Texto adaptado da Ref. [54]

É natural a mídia vez ou outra noticiar algo como, “acontecerá uma super-lua na próxima semana”, ou “teremos uma lua de sangue (ou azul)”. Mas o que de fato significa isso para a astronomia? Como falamos anteriormente, a Lua a cada ciclo em torno da Terra, ela passa pelo perigeu e seu apogeu, e esse ciclo é repetido todos os meses, no entanto não passa na mesma fase seguidas vezes, isso faz com que tenhamos em alguns casos a Lua cheia em seu perigeu. Nesse caso é o que normalmente a mídia ou não conhecedores da astronomia a chamam de “super lua”. A chamada “Super Lua” tem um tamanho aparente maior e um brilho maior que na maioria das vezes. Como o tamanho aparente é proporcional ao quadrado da distância e tomando a distância média da Lua como 384.399 km, a área aparente da Lua é cerca de 14% maior quando esta está próxima do perigeu (os menores valores do perigeu são em torno de 356.500 km). [104] Por outro lado, temos o que é comumente chamado de “mini-Lua”, nesse caso acontece quando a Lua cheia está em seu apogeu, ou seja, a Lua vai estar em sua máxima alongação em relação a Terra, consequentemente o tamanho aparente e seu brilho também serão menores do que em outras Luas cheias. Muito didaticamente, o autor da Ref. [104] trás uma tabela com essas “mini lua” e “Super Lua”, conforme a Fig. 4.14.

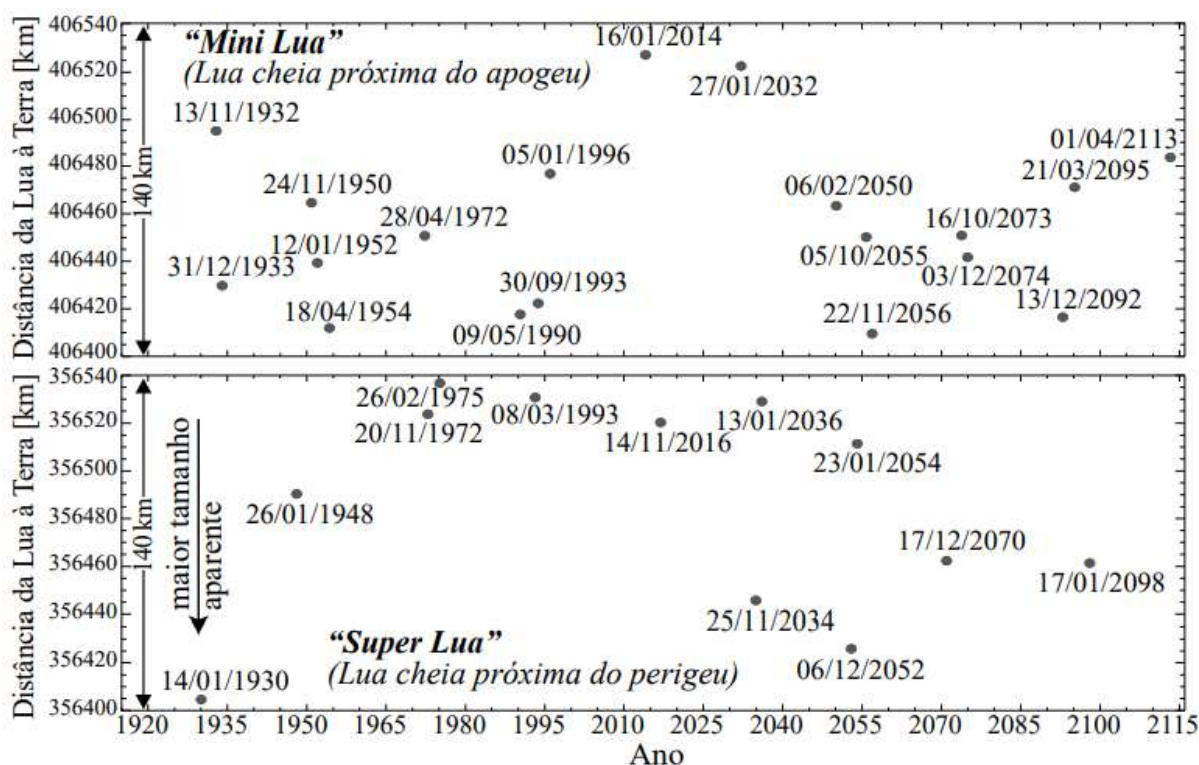


Figura 4.14: Datas da ocorrência de “Mini Lua” (painel acima) e “Super Lua” (painel abaixo) em um intervalo de tempo de 200 anos. O ponto preto indica a data e distância da Lua à Terra.: [104]

4.7.1 Eclipses

Eclipses sempre é um grande evento astronômico, civilizações passadas, tinham como uma maldição dos deuses para sua sociedade. Está no misticismo popular impregnado desde que conhecemos o ser humano como sociedade. Mas o que é uma eclipse? Um eclipse nada mais é do que quando a Lua e a Terra ficam alinhadas com o Sol e projetam a sobram (penumbra ou umbra), sobre o outro, isso acontece totalmente ou parcialmente.



Figura 4.15: plano da órbita da Lua em torno da Terra não é o mesmo plano que o da órbita da Terra em torno do Sol. A figura representa as configurações Sol-Terra-Lua para as fases Nova e Cheia em quatro lunações diferentes, salientando os planos da eclíptica (retângulo maior) e da órbita da Lua (retângulos menores). Nas lunações (a) e (c), as fases Nova e Cheia acontecem quando a Lua está um pouco acima ou um pouco abaixo da eclíptica, e não acontecem eclipses. Nas lunações (b) e (d) as fases Nova e Cheia acontecem quando a Lua está nos pontos da sua órbita em que ela cruza a eclíptica, então acontece um eclipse solar na Lua Nova e um eclipse lunar na Lua Cheia. O plano da órbita da Lua está inclinado $5,2^\circ$ em relação ao plano da órbita da Terra. Portanto só ocorrem eclipses quando a Lua está na fase de Lua Cheia ou Nova, e quando o Sol está sobre a linha dos nodos, que é a linha de intersecção do plano da órbita da Terra em torno do Sol com o plano da órbita da Lua em torno da Terra. Fonte: [54, 108]

Eclipses do Sol e da Lua

Um **eclipse solar** ocorre quando a Lua está entre a Terra e o Sol. Se o disco inteiro do Sol está atrás da Lua, o eclipse é total. Caso contrário, é parcial. Se a Lua está próxima de seu apogeu (ponto mais distante de sua órbita), o diâmetro da Lua é menor que o do Sol, e ocorre um eclipse anular. [54]

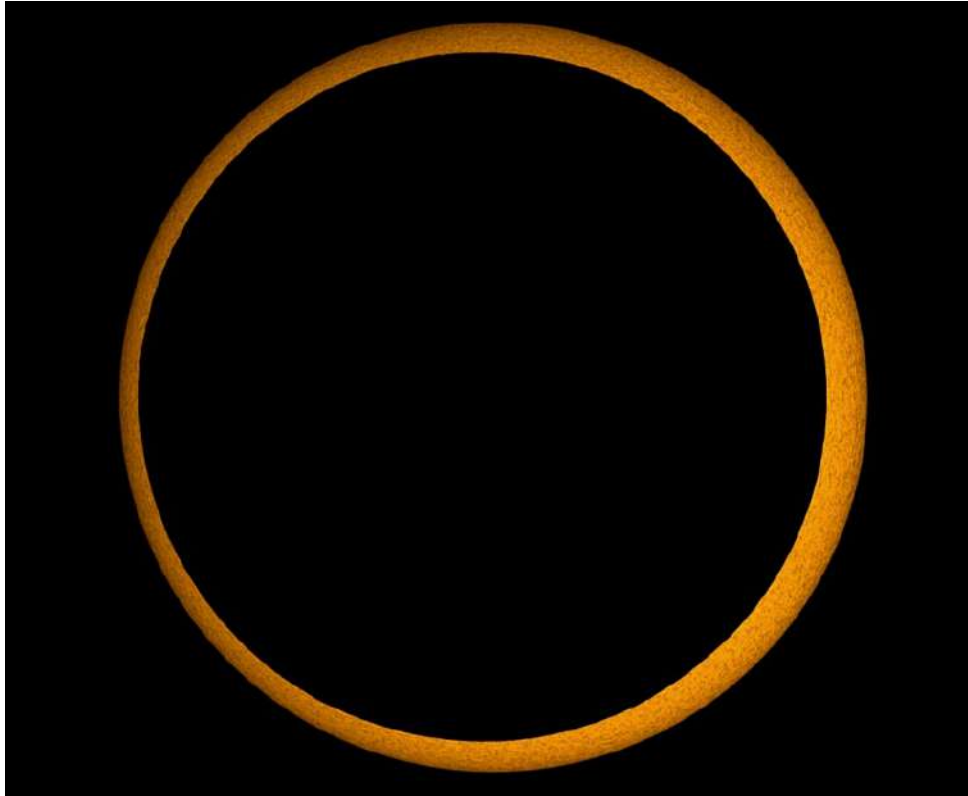


Figura 4.16: Eclipse solar anular, a lua está em seu apogeu, impedindo o cobrimento total do sol, fazendo assim um “anel” quando está em sua máxima cobertura do eclipse. Fonte: [109]

Um **eclipse lunar** ocorre quando a Lua entra na sombra da Terra. A distância média da Lua, 384.000 km, a sombra da Terra, que se estende por 1,4 milhões de km, cobre aproximadamente 3 luas cheias. Em contraste com um eclipse do Sol, que só é visível em uma pequena região da Terra, um eclipse da Lua é visível por todos que possam ver a Lua. Como um eclipse da Lua pode ser visto, se o clima permitir, de toda a parte noturna da Terra, eclipses da Lua são muito mais frequentes que eclipses do Sol, de um dado local na Terra. A duração máxima de um eclipse lunar é 3,8 hr, e a duração da fase total é sempre menor que 1,7 hr. [54]

O que conhecemos como **Saros** e a repetição da posição relativa do Sol, Terra e Lua. O Sol e o nodo ascendente ou descendente da Lua estão na mesma direção uma vez cada 346,62 dias. Dezenove de tais períodos (=6585,78 dias = 18 anos 11 dias) estão próximos em duração a 223 meses sinódicos. Isto significa que a configuração Sol-Lua e os eclipses se

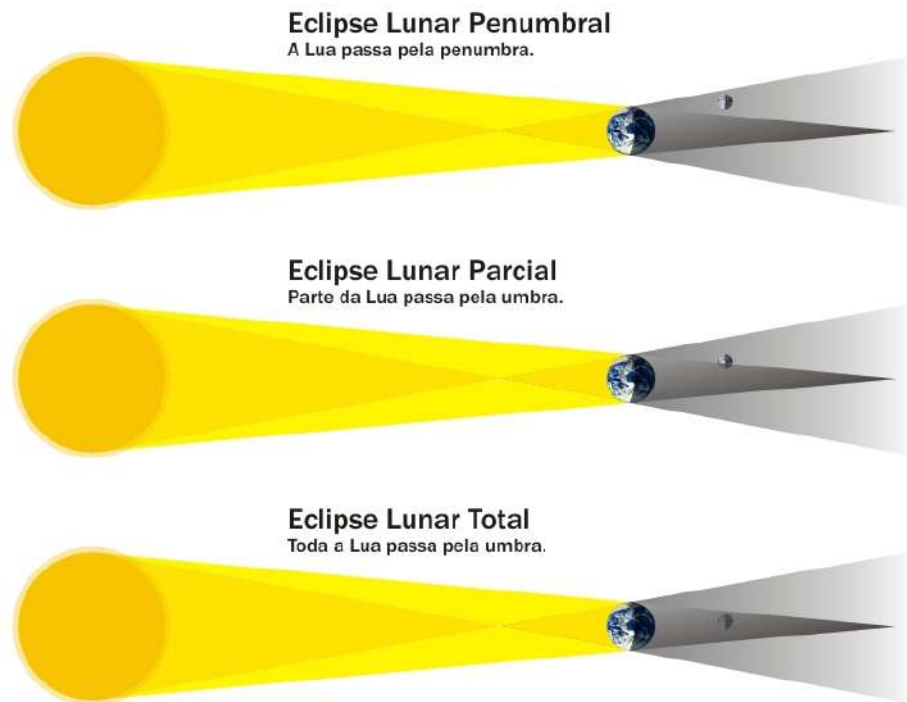


Figura 4.17: Painel superior - Eclipse Lunar Penumbral, a Lua passa pela penumbra; Painel central - Eclipse Lunar Parcial, a lua passa pela umbra e Painel inferior - Eclipse Lunar Total, a Lua passa por completo na umbra. Fonte: [54, 108]

repetem na mesma ordem depois deste período. Este ciclo já era conhecido pelos antigos Babilônios, e por razões históricas, é conhecido como Saros, que significa repetição em grego. [54, 108]

4.8 Planetas

Os planetas estão infinitamente mais próximos da Terra do que qualquer estrela fora o Sol. Assim como a Terra que orbita em torno do Sol, os demais planetas também orbitam nossa estrela. O que muda é a distância, tempo de translação, período de evolução, inclinação dos eixos (já discutido e apresentado).

Por um longo período na história da humanidade, tínhamos por razões religiosas que a Terra era o centro do universo, e que todos os demais astros é que nos orbitavam. Essa concepção prevaleceu por mais de 1400 anos a contar da proposta de Ptolomeu sobre a formação e movimento dos astros, até Nicolau Copérnico propor um modelo muito parecido com o que a comunidade científica defende atualmente. Nessa proposta, Copérnico “retira” essa exclusividade da Terra de ser o centro do universo e a coloca como um planeta como um outro qualquer que orbitava o Sol. A justificativa dele é que não

faria muito sentido um astro de massa infinitamente menor ser orbitado por um astro de massa tão grande quanto o Sol. Com essa proposta ele resolve um problema que intrigava os cientistas da época que era o problema do movimento retrógrado dos planetas internos, Mercúrio e Vênus. O modelo de Ptolomeu não respondia muito bem, com isso, obrigou os astrônomos a fazer uma proposta de movimento eliocidal em torno do eixo para justificar esse movimento retrógrado, que hoje sabemos que não faz o menor sentido.

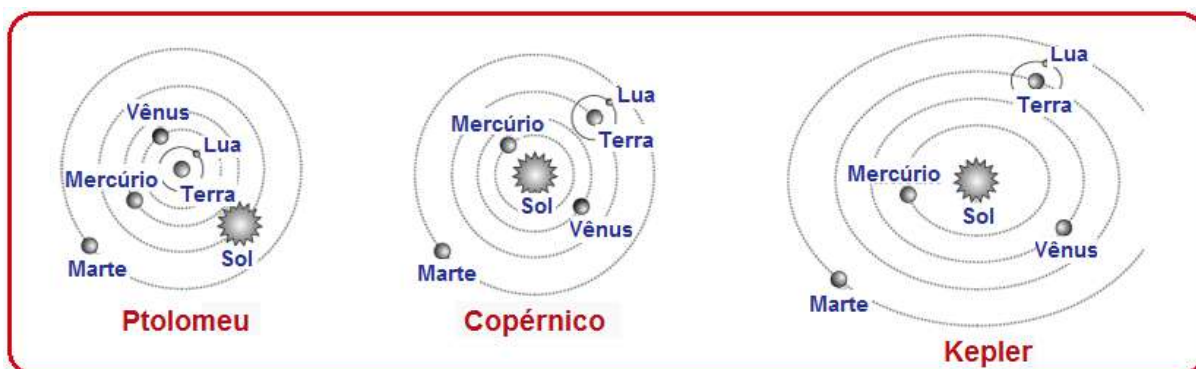


Figura 4.18: Os três modelos históricos para o sistema solar, a esquerda - O modelo geocêntrico de Ptolomeu, ao centro - O modelo revolucionário de Copérnico que tira a Terra do centro do universo e a coloca como um planeta como os demais e a direita o modelo de Kepler com órbitas elípticas, onde o Sol está em um dos focos dessa elipse. Fonte: [110]

Os planetas até nas primeiras observações por instrumentos óticos conhecidos eram: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno, respectivamente a partir da proximidade com o Sol. Os planetas Urano e Netuno foram os dois primeiros planetas descobertos com auxílio de um telescópio. O planeta Urano foi o primeiro a ser descoberto por William Herschel em 1781. Netuno foi descoberto em 23 de setembro de 1846 após cálculos matemáticos. As suspeitas da existência de um planeta começaram a partir de inesperadas mudanças na órbita de Urano, que levaram os astrônomos a deduzir que sua órbita estava sujeita à perturbação gravitacional de planeta desconhecido. No final da polêmica, ficou definido que Urbain Le Verrier e John Couch Adams mereciam o crédito em conjunto. Contudo, com a descoberta recente de novos documentos no final de década de 90, esta autoria está sendo contestada, e alguns historiadores afirmam que Le Verrier é quem realmente teria descoberto o planeta. [56, 112]

Existe dois grupos de planetas, o primeiro os planetas terrestres e segundo os planetas jovianos. Vamos deixar essa discussão para o Produto Educacional, lá deixaremos uma descrição mais clara sobre as diferenças básicas entre esses dois grupos de planetas, bem como suas morfologias.



Figura 4.19: Infográfico - Distância entre o Sol e os planetas. Fonte: [113]

4.9 As Leis de Kepler

Após a reviravolta histórica da proposta de Nicolau Copérnico de 1500, a teoria por ele proposta não foi tão divulgada nos meios acadêmicos e de comunicação por uma razão bem simples, Copérnico faleu um mês antes do seu livro *Revolutionibus orbium coelestium* ser publicado, acabou que perdeu muita publicidade em razão disso, deixando no ostracismo histórico suas ideias. Isso não significa que as ideias foram enterradas, em meados dos anos de 1570 Giordano Bruno, um frade nascido em Noli na Italia “comprova” as ideias de Copérnico, apesar de considera-lo um simples matemático que teve a sorte de ter descoberto por pura sorte a verdade mais profunda do universo. Diferentemente do que Copérnico propunha, Bruno colocava sobre a mesa ideias filosóficas que intrigavam a todos que ele prega sobre esse novo conceito heliocêntrico. Obviamente que isso não agradou em nada a igreja católica, ele foi condenado por heresia e queimado em praça pública em Roma em 17 de fevereiro de 1600. [114, 115]

Paralelamente a isso tudo, na Dinamarca existia um astrônomo muito famoso amigo do Rei Frederic II (1534-1588), chamado de Tycho Brahe (1546-1601). Tycho como é comumente conhecido, nasceu 3 anos após a prematura morte de Copérnico, pela sua amizade com o Rei, conseguiu um observatório bancado pela corte. Em suas observações sem instrumentos óticos, diga-se de passagem, foi o último dos astrônomos observacional sem telescópios, fez relatos importantes sobre a posição dos planetas e estrelas com precisão maiores de 1 minuto de arco ($1/30$ do diâmetro do Sol). Contudo, Tycho não acreditava ou defendia as ideias de Copérnico da teoria heliocêntrica. Após a morte do rei Frederic II, Tycho não teve muito espaço dentro da corte dinamarquesa e teve de se mudar para Praga. Em Praga no ano de 1600, um ano antes de sua morte, Tycho contratou um exímio matemático alemão chamado Johannes Kepler para o auxiliar em suas observações astronômicas. Mesmo com as teorias de Copérnico, das ideias filosóficas de Giordano Bruno e das observações de Tycho, ainda a previsibilidade ou a dinâmica de um planeta (Lua), não era muito bem descrita matematicamente. Como já citado, Kepler um excelente matemático se empoderou de todos esses conhecimentos prévios e entrega o que conhecemos como as três leis de Kepler para o movimento dos astros, algo que dá uma descrição com uma precisão muito alta, chegando em alguns casos a exatidão mesmo nos dias de hoje. [54, 114, 115, 116]

4.9.1 Kepler

Johannes Kepler (1571-1630), estudou inicialmente para seguir carreira teológica. Na Universidade ele leu sobre os princípios de Copérnico e logo se tornou um entusiasta e defensor do heliocentrismo. Em 1594 conseguiu um posto de professor de matemática e astronomia em uma escola secundária em Graz na Áustria, mas poucos anos depois, por pressões da Igreja Católica, foi exilado, e foi então para Praga trabalhar com Tycho Brahe. Quando Tycho morreu, Kepler “herdou” seu posto e seus dados, a cujo estudo

se dedicou pelos 20 anos seguintes. [54] O planeta que Kepler tinha mais dados para fazer suas pesquisas era Marte, com isso ele determina com ótima precisão matemática as posições da Terra em relação a Marte em cada um dos períodos siderais. Relacionando o movimento desses dois astros, ele percebeu que o Sol deveria ficar afastado um pouco do centro desse sistema em uma órbita um pouco excêntrica. [54, 116]

Elipses Kepleanas

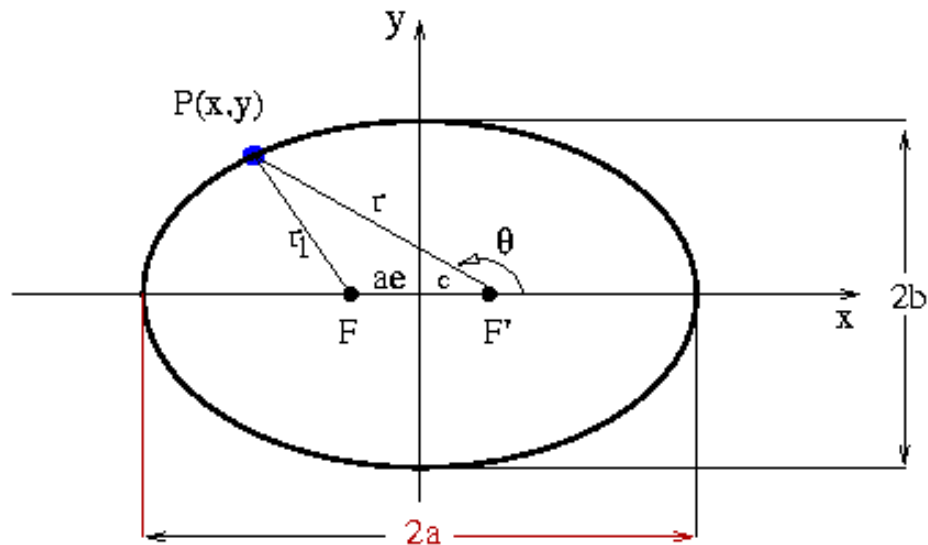


Figura 4.20: Elipse proposta para Kepler, onde o Sol ocupa um dos focos (F ou F'). Fonte: [54, 117]

Propriedades das Elipses

- Em qualquer ponto da curva, a soma das distâncias desse ponto aos dois focos é constante. Sendo F e F' os focos, P um ponto sobre a elipse, e a o seu semi-eixo maior, então:

$$FP + F'P = 2a$$

- Quanto maior a distância entre os dois focos, maior é a excentricidade (e) da elipse. Sendo c a distância do centro a cada foco, a o semi-eixo maior, e b o semi-eixo menor, a excentricidade é definida por;

$$e = \frac{c}{a} = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$

já que quando o ponto está exatamente sobre b temos um triângulo retângulo, com $a^2 = b^2 + c^2$

- Se imaginamos que um dos focos da órbita do planeta é ocupado pelo Sol, o ponto da órbita mais próximo do Sol é chamado periélio, e o ponto mais distante é chamado afélio. A distância do periélio ao foco (R_p) é:

$$R_p = a - c = a - a \cdot e = a(1 - e)$$

e a distância do afélio ao foco (R_a) é:

$$R_a = a + c = a + a \cdot e = a(1 + e)$$

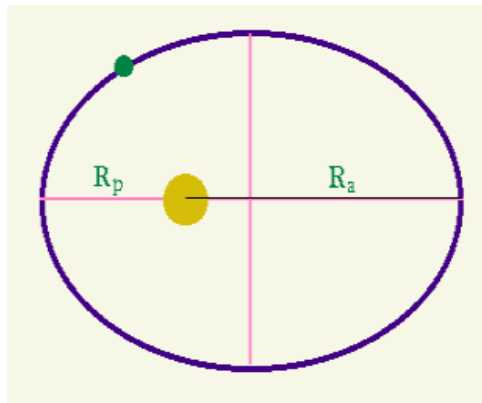


Figura 4.21: Os pontos de afélio e periélio se localizam nas extremidades do eixo maior da órbita elíptica. No periélio a distância do planeta ao Sol é mínima (R_p) e no afélio é máxima (R_a). Fonte: [54, 117]

4.9.2 As três leis de Kepler

- Lei das órbitas elípticas (Astronomia Nova, 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.
- Lei das áreas (1609): A reta unindo o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. O significado físico desta 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, esta lei estabelece que a velocidade areal é constante.
- Lei harmônica (Harmonices Mundi, 1618): O quadrado do período orbital dos planetas é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol. Esta 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. Sendo P o período sideral do planeta, a o semi-eixo maior da

órbita, que é igual à distância média do planeta ao Sol, e K uma constante, podemos expressar a terceira lei como:

$$P^2 = Ka^3$$

Se medimos P em anos (o período sideral da Terra), e a em unidades astronômicas (a distância média da Terra ao Sol), então $K = 1$, e podemos escrever a terceira lei como:

$$P^2 = a^3$$

A tabela abaixo mostra como fica a terceira Lei de Kepler para os planetas visíveis a olho nu. ⁴

Tabela 4.1: A tabela a seguir mostra como fica a terceira lei de Kepler para os planetas visíveis a olho nu. Fonte: [54]

Planeta	Semi-eixo Maior (UA)	Período (anos)	a ³	P ²
Mercúrio	0,387	0,241	0,058	0,058
Vênus	0,723	0,615	0,378	0,378
Terra	1	1	1	1
Marte	1,524	1,881	3,537	3,537
Júpiter	5,203	11,862	140,8	140,7
Saturno	9,534	29,456	867,9	867,7

4.10 Galileu Galilei

Galileu Galilei foi um importante cientista, físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano, conhecido também como o pai da astronomia moderna, essa referência se dá devido ser o primeiro na história a ter utilizado um equipamento ótico para observar o céu. Sua contribuição científica iniciou uma nova era na história da astronomia, Defendeu o conceito de que a Terra não era o centro do universo. [118]. Além de astronomia, ele fez importantes contribuições na lei da inércia e de aceleração de corpos em quedas livres que não dependiam de suas massas. Esses estudos forma mais tarde incorporadas nas três leis da dinâmica de Sir Isaac Newton. [54]

Galileu começou suas observações em 1609 com lunetas construídas por ele mesmo. Muitas das vezes as pessoas confundem e atribuem erroneamente a invenção do telescópio a

⁴Adaptação da Ref. [54]

Galileu Galilei, um ano antes dele produzir seu telescópio, o Holandês Hans Lippershey tivera patenteado. Sem conhecer o equipamento de Lippershey, Galileu construiu um telescópio com a capacidade de aumento inicialmente de três vezes, melhorando a técnica, ele chegou a construir telescópios com aumento efetivo de até trinta vezes. [54]



Figura 4.22: Telescópios de Galileu no Museo Galileo, em Florença. Fonte: [117]

Principais descobertas de Galileu Galilei

- descobriu que a Via Láctea era constituída por uma infinidade de estrelas.
- descobriu que Júpiter tinha quatro satélites, ou luas, orbitando em torno dele, com períodos entre 2 e 17 dias. Esses satélites são chamados "galileanos", e são: Io, Europa, Ganimedes e Calisto. Desde então, mais 75 satélites foram descobertos em Júpiter. Essa descoberta de Galileu foi particularmente importante porque mostrou que podia haver centros de movimento que por sua vez também estavam em movi-

mento; portanto o fato da Lua girar em torno da Terra não implicava que a Terra estivesse parada.

- descobriu que Vênus passa por um ciclo de fases, assim como a Lua.

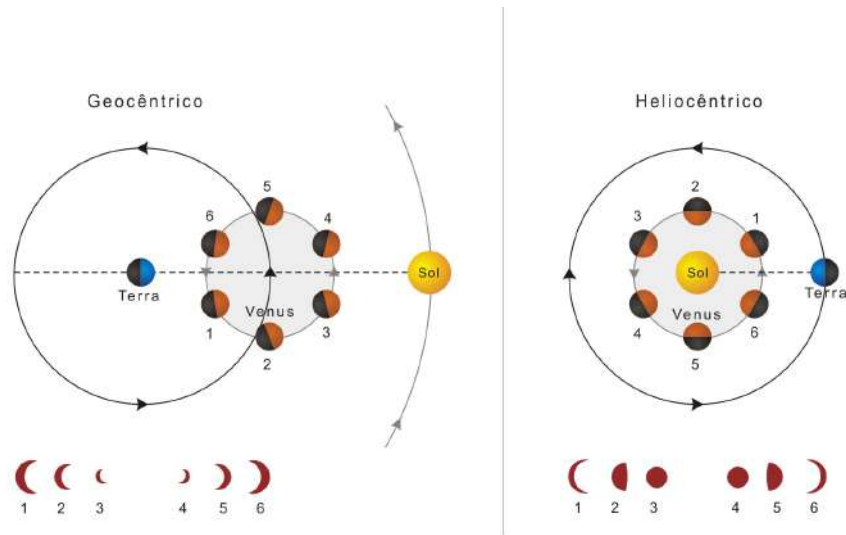


Figura 4.23: Diferença das fases de Vênus do modelo Geocêntrico e Heliocêntrico. Fonte: [54]

Essa descoberta também foi fundamental porque, no sistema ptolomaico, Vênus está sempre mais próximo da Terra do que o Sol, e como Vênus está sempre próximo do Sol, ele nunca poderia ter toda sua face iluminada voltada para nós (fase cheia) e, portanto, deveria sempre aparecer como nova ou no máximo crescente. Ao ver que Vênus muitas vezes aparece em fase quase totalmente cheia, Galileu concluiu que ele viaja ao redor do Sol, passando às vezes pela frente dele e outras vezes por trás dele, e não revolve em torno da Terra.

- descobriu a superfície em relevo da Lua, e as manchas do Sol. Ao ver que a Lua tem cavidades e elevações assim como a Terra, e que o Sol também não tem a superfície lisa, mas apresenta marcas, provou que os corpos celestes não são esferas perfeitas, mas sim têm irregularidades, assim como a Terra. Portanto a Terra não é diferente dos outros corpos, e pode ser também um corpo celeste.

5

⁵Texto adaptado das Ref. [54, 117]

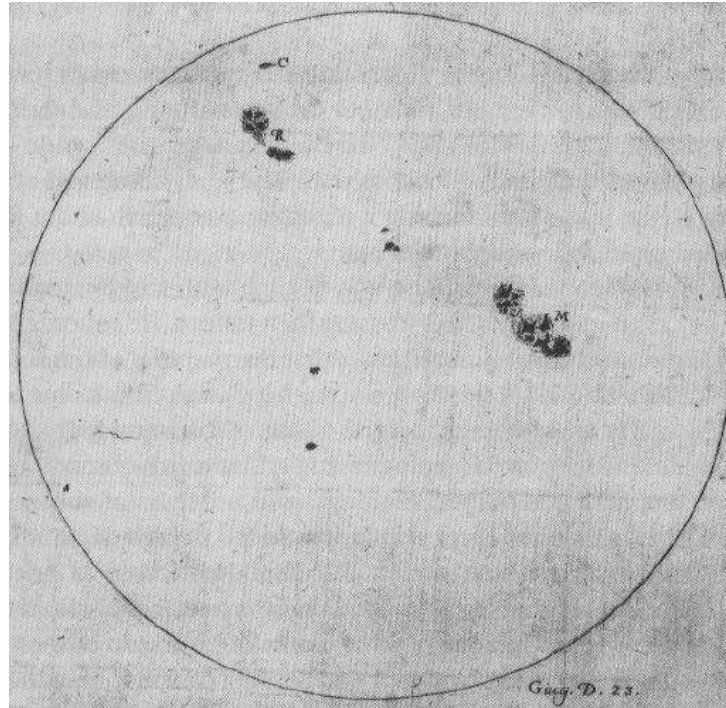


Figura 4.24: Reprodução de um desenho de Galileu mostrando as manchas solares, em 23 de junho de 1612.. Fonte: [117]

4.11 A Via Láctea

A Via Láctea é nossa galáxia, é onde nosso sistema solar está contido. Podemos dizer que em um grupo local de aglomerado estelar, uma galáxia é o maior dos entes físicos. Existem várias classificações de galáxias na literatura, a mais conhecida é a de Hubble. Desde as primeiras observações, mesmo antes que as galáxias fossem reconhecidas como sistemas extragalácticos, era evidente a grande diversidade de formas que elas apresentam. Uma das formas de se procurar entender a física que governa estes sistemas é construir um esquema de classificação a partir de propriedades observacionais que, esperamos, leve a uma compreensão mais profunda destes objetos. O sistema de classificação mais popular, e ainda utilizado de forma generalizada, é a classificação morfológica de Hubble, representada pelo diagrama de diapasão. [119, 120, 121]

Ao contrário do que lemos em muitos livros, Hubble não propôs o diagrama do “diapasão” como uma sequência evolutiva das galáxias, mas sim uma sequência de complexidade. As elípticas seriam as galáxias mais simples que as lenticulares, enquanto que as espirais, com braços cada vez mais abertos, são as mais complexas do ponto de vista morfológico. As galáxias à esquerda do diagrama são chamadas “precoce” e a direita, “tardia”. A ideia de uma evolução de precoce para tardia já havia sido abandonada em meados da década de 1920. [119, 120, 121]

Como a classificação de Hubble, existe várias outras, com excelentes qualidades, vamos deixar isso a cargo do leitor. Uma vez que não é o objeto de estudo dessa dissertação

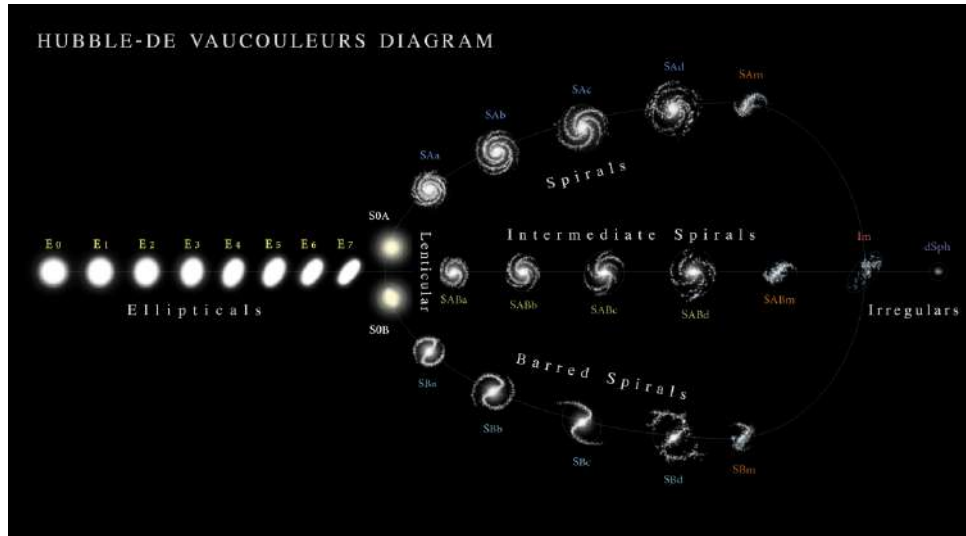


Figura 4.25: Classificação morfológica de Hubble. Fonte: [122]

sistemas galácticos em sua essência fundamental.

Tratando agora de nossa casa, a via láctea, longe de centros urbanos com alta densidade populacional e grande poluição luminosa, entre os meses de maio e setembro, é bem fácil de observar a via láctea quando não se tem uma Lua com mais de 50% iluminada. Com o avanço da tecnologia de miniaturização e dispositivos eletrônicos, hoje em dia é possível obter registros da via Láctea com qualidade relativamente aceitável até com aparelhos celulares. No entanto, por outro lado, a tecnologia para telescópios também tem tido um aumento considerável. Hoje em dia é possível com um valor relativamente baixo de investimento comprar equipamentos fotográficos capazes de realizar registros da via Láctea com alto grande grau de qualidade.

Estima que nossa galáxia possa ter entre 100 bilhões à 1 trilhão de estrelas, esse número não é exato devido a dificuldade de fazermos um mapeamento claro de toda a vastidão da galáxia, sem falar que várias nebulosas, estrelas, e outros astros impedem uma observação mesmo fora da atmosfera terrestre.

A primeira estimativa do tamanho da via láctea foi feita no início do século XX, pelo astrônomo holandês Jacobus Kapteyn (1851-1922). Kapteyn fez contagem das estrelas registradas em placas fotográficas e determinou as distâncias das estrelas próximas medindo suas paralaxes e movimentos próprios. Concluiu que a via láctea tinha a forma de um disco com 20000 parsecs de diâmetro com o Sol no centro. Logo após a publicação do modelo de Kapteyn, Harlow Shapley (1885-1972) publicou um modelo diferente, baseado na distribuição de sistemas esféricos de estrelas chamados aglomerados globulares. Shapley mediu as distâncias de 150 aglomerados a partir das estrelas RR Lyrae neles presentes e assim pode mapear a sua localização na Galáxia. [54, 123]

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a finalidade de analisar e qualificar a aplicabilidade e a possível eficácia desse produto educacional construído como uma sequência didática a partir de conceitos relacionados à astronomia, tendo como interesse na construção de conhecimentos obtidos pelos alunos e professores participantes da pesquisa. Neste capítulo discutiremos resultados obtidos na aplicação do material didático, com base em dados coletados a partir de um questionário aplicado e observação dos outros materiais utilizados, bem como também sobre o local de aplicação, sendo uma instituição de ensino estadual, e seus aspectos geográficos, ambientais, projetos desenvolvidos entre outros.

5.1 A Instituição de Ensino

As atividades dessa dissertação foram aplicadas na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Paulo Freire no município de Itapuã do oeste, que se localizada no pequeno município a 110 km da capital Porto Velho, na rua Ayrton Senna, centro, número 1655. No último censo foi estimada uma população de 10.458 habitantes, conforme dados da última operação realizada no ano de 2019 e possui uma área de aproximadamente 4.081 km^2 . [124]

A escola está situada na região central do município, numa área de diversos órgãos públicos como: unidade mista de saúde, emater, Eletrobrás, escola municipal de educação infantil e ensino fundamental sossego da mamãe e prefeitura municipal.

Inaugurada em 10 de maio de 1989 para atender uma das principais necessidades da população da época, esta que diz respeito a “Oferta da Educação Formal”, ainda nesta data a mesma contava com apenas cinco salas de aula e algumas dependências de apoio. O nome da escola surgiu a partir do consenso entre o colegiado de professores, e no meio de várias sugestões se optou por homenagear o pedagogo Paulo Freire, pelo efetivo trabalho

desenvolvido em todo Brasil.

Segundo informações adquiridos pelo PPP (Projeto Político Pedagógico) da escola hoje se trata de uma escola conservada, limpa, organizada, possuímos uma sala dos professores, local onde são feitas as reuniões bimestrais, chamadas conselho de classe entre outras, dois banheiros para professores e dois para alunos, salas administrativas: supervisão, orientação, direção e secretaria, possui três salas que fornecem o atendimento a alunos com interesse a mediação tecnológica, projeto elaborado e aplicado pelo estado de Rondônia, cozinha com refeitório climatizado para melhor atender o momento de refeição aos estudantes, biblioteca e sala de leitura com amplo acervo literário e livros didáticos, pátio e quadra de lazer onde são oferecidos jogos como futsal, vôlei, basquete entre outros. Possui dez turmas de 8^o e 9^o anos do ensino fundamental, oito turmas de 1^o ao 3^o anos do ensino médio, três turmas da mediação tecnológica do ensino médio e três turmas da educação de jovens e adultos (EJA) do ensino médio.

No geral o levantamento patrimonial material da escola vem atendendo as necessidades e se encontra em bom estado de conservação, principalmente no tocante ao material de apoio ao trabalho docente, dispondo de computadores, internet, impressoras, data shows, scanner, enfim a escola oferece materiais suficientes para a realização de ações satisfatórias.

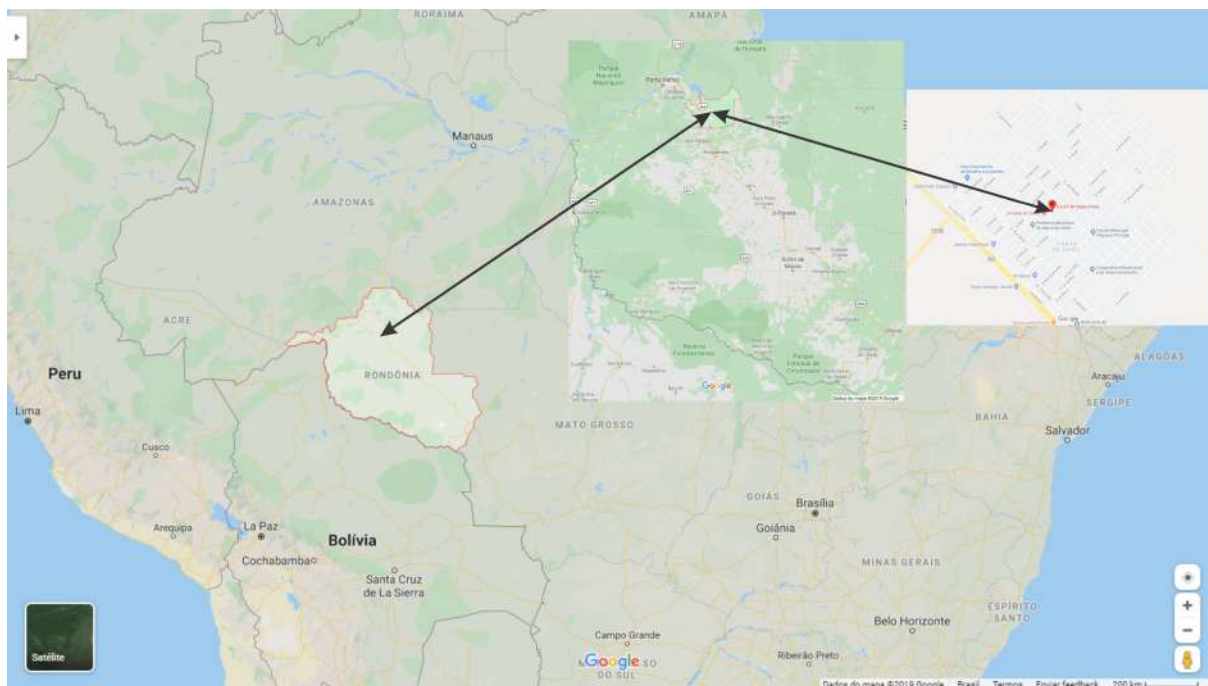


Figura 5.1: Imagens de satélite da geolocalização da E. E. E. F. M. Paulo Freire na cidade de Itapuã do Oeste - RO, Fonte: [125]

5.2 Caracterização da Clientela Estudantil

Dados obtidos pelo PPP (Projeto Político Pedagógico) da escola nos mostram algumas informações, a instituição possui 625 estudantes contando com todos os turnos: matutino, vespertino e noturno, tendo um total de 24 turmas de ensino fundamental e médio. Apesar de contarmos com um grande percentual de alunos residentes na área rural o maior quantitativo ainda se concentra na área urbana de Itapuã do Oeste. A locomoção dos estudantes da escola rural até a unidade de ensino ocorre a partir de transporte escolar (ônibus), através de uma parceria do estado com o município, por essa razão, em determinados períodos do ano (período chuvoso), os alunos da área rural enfrentam dificuldades, em razão da má qualidade das estradas que dão acesso às suas residências. Em se tratando de faixa os estudantes da escola estão entre 13 e 60 anos, pois além do ensino fundamental é fornecido atendimento aos Jovens e Adultos na modalidade EJA.

5.3 Corpo Docente da Instituição Escolar

Atualmente a escola conta com um total de 21 (vinte e um) docentes sendo que 03 (três) deles atuam como tutores nas turmas de mediação tecnológica, os demais trabalham com ensino fundamental e médio regular e educação de jovens e adultos. Os mesmos integram a faixa etária de idade entre 26 a 60 anos, dos quais a maior parte possuem habilitação em nível superior e ainda pós-graduação (especialização). Ressaltamos que nem todos esses docentes fazem parte do quadro efetivo da escola, contamos com alguns que trabalham em regime de contrato temporário (não concursados). O quadro efetivo de Professores da Escola conta com profissionais habilitados em Letras (Língua Portuguesa e Língua Inglesa), Matemática, Química, Biologia, História, Educação Física, Física e Geografia. Mas, ainda enfrentamos dificuldades com os componentes curriculares: Arte, Sociologia e Filosofia.

De acordo com o censo escolar da educação básica realizado pelo INEP (2018) o mesmo constatou que apenas 78,4% dos professores que atuam na educação básica possuem nível superior completo e 94,7% desses docentes com graduação tem o curso de licenciatura.[126]

Outro fator interessante a ser mostrado e abordado é com relação à formação continuada de professores, nos estados do Espírito Santo, Paraná e Santa Catarina eles se destacam com o maior número de municípios com elevado percentual de docentes que desempenham cursos de formação continuada, um pouco mais de 30% no Espírito Santo e no Paraná realizam esses cursos e em Santa Catarina ocorre em 97,6% dos municípios.

No Ensino médio contamos com 513,4 mil professores atuantes em 2018, desse total 93,9% tem nível superior completo, sendo 88,6% em grau de licenciatura e 5,3% bacharelado e 3,3% estão cursando nível superior. Observe o gráfico abaixo:

De acordo com um levantamento feito a nível Brasil (INEP) sobre a adequação da formação de docentes para a etapa do ensino médio, o pior resultado é observado no

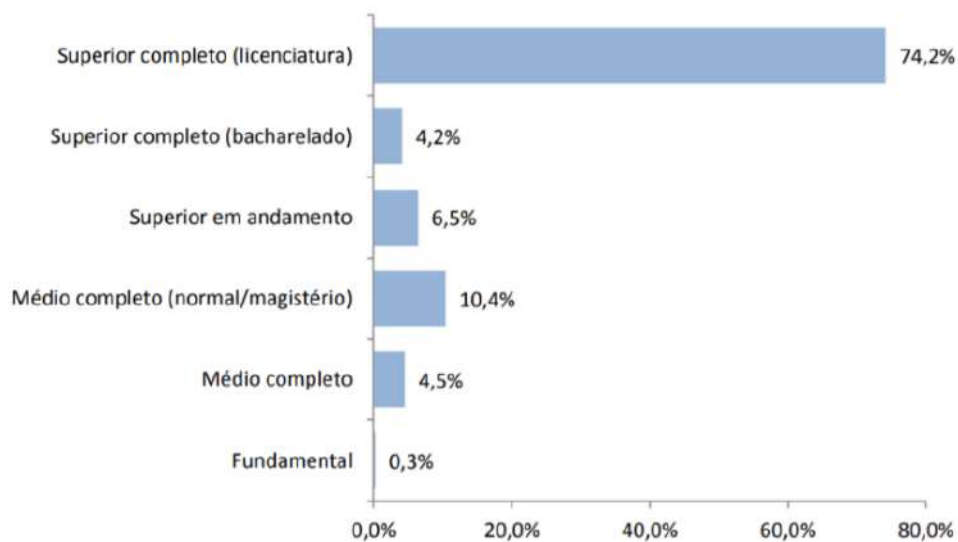


Figura 5.2: Gráfico representativo dos docentes que atuam na educação básica por nível de escolaridade. Fonte: [126]

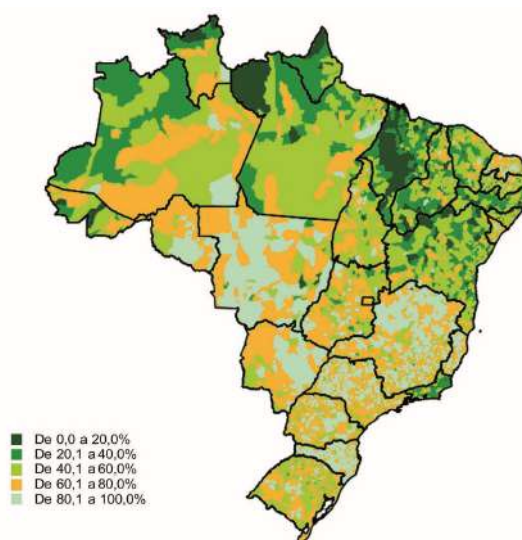


Figura 5.3: Percentual de disciplinas que são ministradas por professores com formação superior de licenciatura na mesma área da disciplina nos anos iniciais, por município – Brasil – 2017 Fonte: Elaborado por Deed/Inep com base nos dados do Censo da Educação Básica. Fonte: [126]

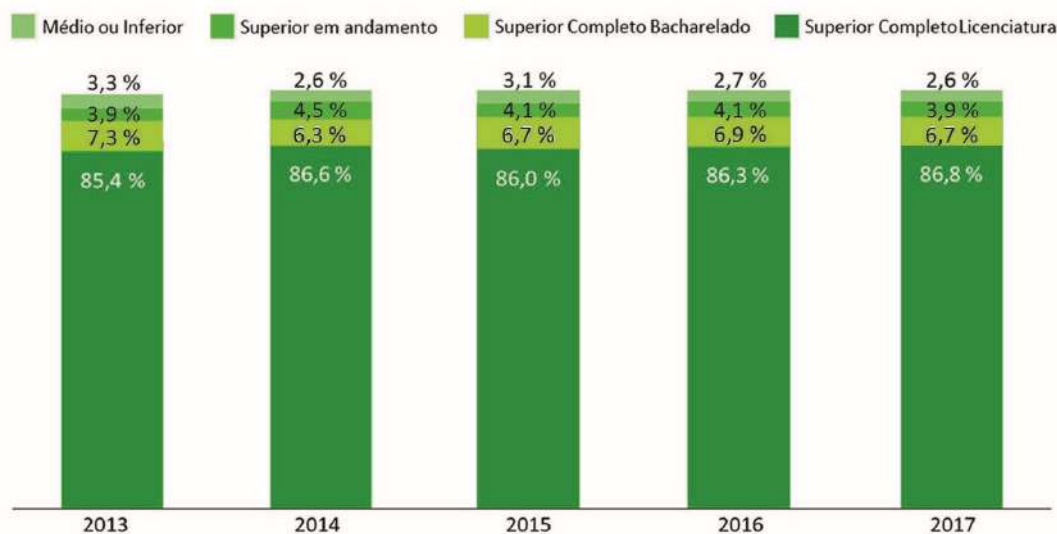


Figura 5.4: Escolaridade dos docentes do ensino médio – Brasil – 2013-2017 Fonte: Elaborado por Deed/Inep com base nos dados do Censo da Educação Básica. Fonte: [126]

componente curricular de Sociologia. De todas disciplinas de ensino médio apenas 28,4% são ministradas por professores com a formação adequada. Os melhores resultados obtidos nesse levantamento para a formação de docente são observados para os componentes curriculares de Biologia, Língua Portuguesa, Educação Física, Matemática, Geografia e História com percentuais acima de 70%.

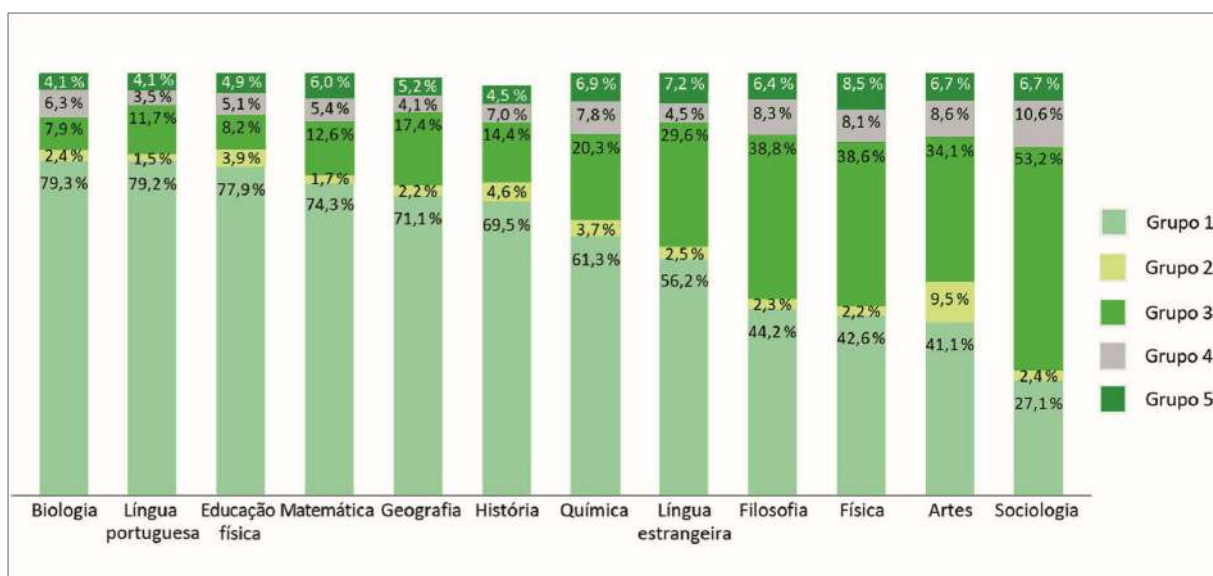


Figura 5.5: Indicador de Adequação da Formação Docente para o ensino médio – Brasil – 2017. Fonte: Elaborado por Deed/Inep com base nos dados do Censo da Educação Básica. Fonte: [126]



Figura 5.6: servidores da Escola Paulo Freire em comemoração aos seus 30 anos da instituição.

5.4 Projetos Desenvolvidos Pela Instituição de Ensino

Expondo o projeto político pedagógico (PPP) da escola que está adequado para atingir todo público de discentes, a E. E. E. F. M. Paulo Freire além disso desfruta de alguns projetos específicos para incrementar o desenvolvimento e o crescimento de determinados públicos de estudantes. Podemos destacar:

- PROJETO DE OPERACIONALIZAÇÃO DO HORÁRIO DE PLANEJAMENTO – Momentos de racionalização, organização e coordenação do trabalho docente;
- PROJETO DE FORMAÇÃO CONTINUADA - Com foco na melhoria da formação dos professores e conseqüentemente dos alunos;
- PROJETO DE ESTUDOS DE RECUPERAÇÃO – Por meio da IPP - Intervenção Pedagógica Processual - (Ação de recuperação destinada aos alunos que, ao longo do processo de ensino, não apresentaram domínio necessário dos conteúdos) e da Recuperação Inter período Anual realizada após a conclusão do 4º Bimestre;
- PROJETO JIPAFRE (JOGOS INTERNOS DA PAULO FREIRE) - Atividades de esporte e lazer com finalidades educativas e com vistas ao envolvimento da comunidade escolar interna e externa;
- PROJETO DE OPERACIONALIZAÇÃO DA PROGRESSÃO E RETENÇÃO PARCIAL – Se entende por progressão parcial o regime de oferta educacional em que o estudante poderá cursar o ano escolar subsequente, mesmo não tendo sido aprovado no ano escolar anterior; se entende por retenção parcial o regime de matrícula destinado a estudantes retidos no terceiro ano da etapa final ensino médio regular e EJA – Educação de Jovens e Adultos, para cursar no ano letivo posterior apenas os componentes curriculares em que não obteve aprovação. Todas as escolas da rede pública estadual de ensino deverão ofertar progressão parcial e retenção parcial, conforme seu projeto político pedagógico e regimento escolar, nos componentes curriculares da base nacional comum, a estudantes que delas necessitem. A progressão parcial visa atender a estudantes retidos, em até 03 (três) componentes curriculares da base nacional comum por insuficiência de aproveitamento, nos seguintes casos: (1) estudantes retidos do 6º ano do ensino fundamental ao 2º ano do ensino médio, regulares; e (2) estudantes retidos do 5º ano do ensino fundamental ao 2º ano do ensino médio do curso semestral na modalidade educação de jovens e adultos - EJA. O estudante interessado em se submeter ao regime de progressão parcial deverá ser matriculado no ano escolar subsequente e, no ano escolar em que se deu a retenção, cursando concomitantemente os dois anos escolares, conforme portaria nº 604/2017/SEDUC-GCAE.

- PROJETO FEIRA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – elaborado com o intuito de desenvolver habilidades, aptidões e conhecimentos dos alunos voltado na área da biologia, física e química.

Além desses projetos tradicionais da escola a mesma recebeu outros projetos externos, tais como:

- Programa Caminho das Estrelas: uma viagem do passado ao futuro: executado em 2017/2018, com foco em astronomia e astrofotografia foi idealizado pelo Prof. Dr. Ariel Adorno da Universidade Federal de Rondônia (UNIR);
- Atividade Acadêmica proposta pela Professora Suelem Paula Colmam Lenz, acadêmica do MNPEF UNIR PVH, apresentado a partir de uma formação continuada a professores da instituição escolar, com o tema: “JOGOS DIDÁTICOS DE ASTRONOMIA COMO ESTRATÉGIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO”;
- Projeto “Trilhando Rumo ao Enem” #Agoravai: alunos dos terceiros anos recebem o Kit Enem composto de quatro volumes das áreas de ciências humanas, ciências da natureza, linguagens e redações e matemática disponibilizado pelo governo do Estado de Rondônia por meio da Secretaria Estadual de Educação (SEDUC), os conteúdos dos kits também são apresentados nas plataformas digitais que só reforçam o aprendizado.

5.5 Formação Continuada: Aplicação, Resultados e Perspectivas

O método de formação continuada de professores não é novidade, vários autores apresentam discussões sobre este assunto e ressaltam a importância para os profissionais do ensino relacionando a necessidade de mudança na escola. A formação continuada passa a ser um quesito básico para a renovação do professor, pois é através do estudo, da pesquisa, da reflexão e do ininterrupto contato com novas concepções proporcionado por cursos de formação que é possível a mudança. A dificuldade em mudar seu modo de pensar sobre o seu fazer pedagógico será maior se o mesmo não tiver a oportunidade de experimentar e vivenciar novas experiências, novas pesquisas e novas formas de observar a escola. Ela vem sendo entendida como um processo permanente de aperfeiçoamento dos conhecimentos necessários a atividades profissionais que são realizados logo após a formação inicial, com o principal objetivo de garantir um ensino de melhor qualidade aos estudantes. [127]

Para o processo de formação continuada de professores apresentamos três aspectos fundamentais: (1) a escola como local de formação, (2) a valorização do conhecimento do docente e (3) a etapa de vida dos professores. Isto tudo significa dizer que esse processo primeiro precisa se apoiar nas necessidades reais da rotina escolar do professor e

depois a valorização do saber docente, isto é, o saber curricular e/ou disciplinar e o saber da experiência, enfim, valorizar e resgatar a cultura do docente desenvolvido na prática pedagógica, ou seja, teoria e prática. [128]

Com base nessas citações elaboramos um curso de formação continuada com jogos didáticos acompanhado de um guia astronômico com informações básicas, apresentado e exposto em um sábado letivo no período matutino e vespertino aos professores da rede básica de ensino da escola Paulo Freire.

Primeiro apresentaremos o produto educacional que foi elaborado e organizado para a apresentação do curso de formação continuada:

(1) Uma caixa personalizada com os materiais didáticos dentro;

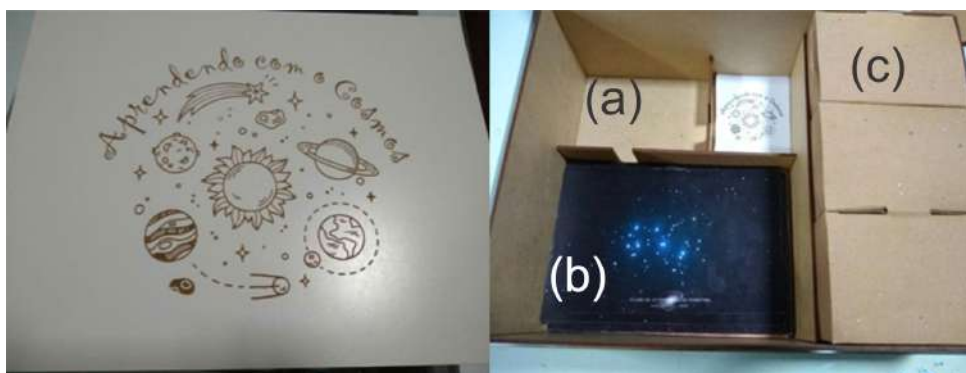


Figura 5.7: Caixa – Aprendendo com os Cosmos - foto a esquerda, fechada e a direita aberta. (a), (b)..... e (c).....

(2) Guia astronômico para professores e alunos da rede básica de ensino;

(3) Vinte e três cartas com dicas astronômicas referente ao guia para a realização do jogo “Torta na Cara”;

(4) Dezoito cartões de Astrofotografia – cartões astronômicos e suas definições fig. ??



Figura 5.8: Cartões apresentados aos professores e alunos – frente e verso.

(5)Três quebra cabeça com imagens da astrofotografia que estão presentes nos cartões astronômicos.

Primeiro quebra cabeça: Galáxia Andrômeda exposto na Fig. 5.9, conhecida também como M31;

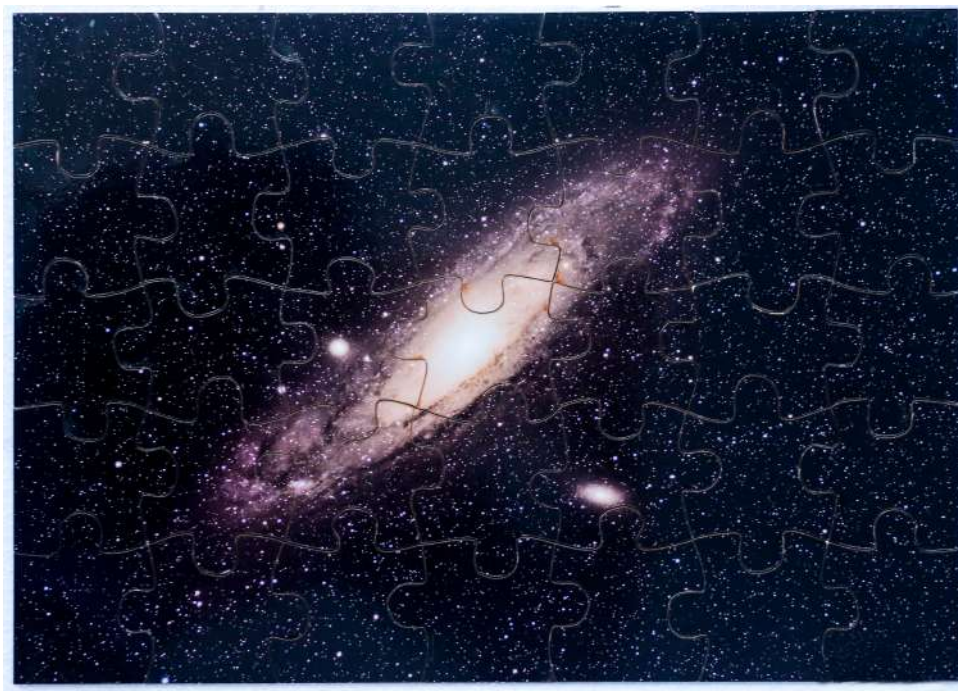


Figura 5.9: Quebra cabeça galáxia Andrômeda.

Segundo quebra cabeça: As Plêiades conhecida também como M45, exibido na Fig. 5.10;

Terceiro quebra cabeça: Nossa galáxia - A Via Láctea - nosso lar, ilustrada na Fig. 5.11;

Os materiais acima foram apresentados e ministrados pela autora desse trabalho. Abaixo será mostrado imagens do dia do curso na instituição de ensino e ao fim o levantamento de resultados obtidos após um questionário aplicado para avaliar o produto.

Após todo curso de formação continuada houve a apresentação, a interação e a empolgação de todos os docentes envolvidos com todo material aplicado e demonstrado, como um método de poder levar o ensino da astronomia de forma dinâmica e divertida a partir de materiais interessantes, lembrando que os conceitos relacionados são interdisciplinares e podem ser ministrados por qualquer docente que tenha um nível superior.

Para fins de resultados ao final do curso aplicamos um questionário que é dividido em conceitos relacionados a motivação, são eles: atenção, relevância, confiança, satisfação, e desafio. Questionário esse aplicado a onze professores da rede de ensino, o mesmo é composto por dezessete perguntas, ele serviu para qualificar o material apresentado no curso, também possui perguntas que foram respondidas pelos docentes em uma escala de



Figura 5.10: Quebra cabeça do tipo Puzzle com a nebulosa M45, comumente conhecida como Plêiades.

1 a 5, onde 1 é insatisfatório e 5 muito satisfatório e aos demais números podemos definir como 4 para satisfatório, 3 para regular e 2 para pouco satisfatório.¹

Após a aplicação do formulário aos professores, apresentados nas tabelas 5.1 e 5.2, para finalizar o curso de formação analisamos as respostas e obtivemos alguns resultados que foram averiguados a partir de porcentagens, ao tópico sobre: **Atenção:** pergunta **a)** Para algo interessante que chamou a atenção do professor no início do material, identificamos 82% das respostas no quesito 5 para muito satisfeitos; **b)** o design da caixa é atrativo, 37% dos professores optaram por muito satisfatório, 36% acharam que foi regular e 27% consideraram satisfatório; **Relevância:** **c)** os conteúdos apresentados na caixa incorporaram mais conhecimentos e diminuíram dúvidas com os conceitos que eu já sabia, 54% dos professores optaram pela opção 4 de satisfatório, 37% por muito satisfatório e apenas 9% por regular nessa pergunta abordada; **d)** o material foi tão atrativo que gostaria de aprender mais sobre os assuntos abordados, 73% dos professores acharam muito satisfatório, 18% optaram por regular e apenas 9% satisfatório; **e)** os tópicos da caixa são de relevância para meus interesses, 37% escolheram por muito satisfatório, ou seja, os conceitos abordados são essenciais para seus conhecimentos, acompanhado por 27% e 27% de satisfatório e regular sobre o que foi proposto na pergunta; **Confiança:** **f)** o que foi proposto na apresentação da caixa com a formação foi mais difícil do que eu gostaria, 45% optaram por ter sido algo regular, acompanhado de 28% que escolheram por pouco satisfatório, ou seja, não acharam os elementos da caixa tão difíceis assim, 18% para satisfatório e 9% para muito satisfatório os que encontraram dificuldades nos temas abordados;

¹O formulário com os questionários está no final desse capítulo para o leitor ter um acesso mais fácil.

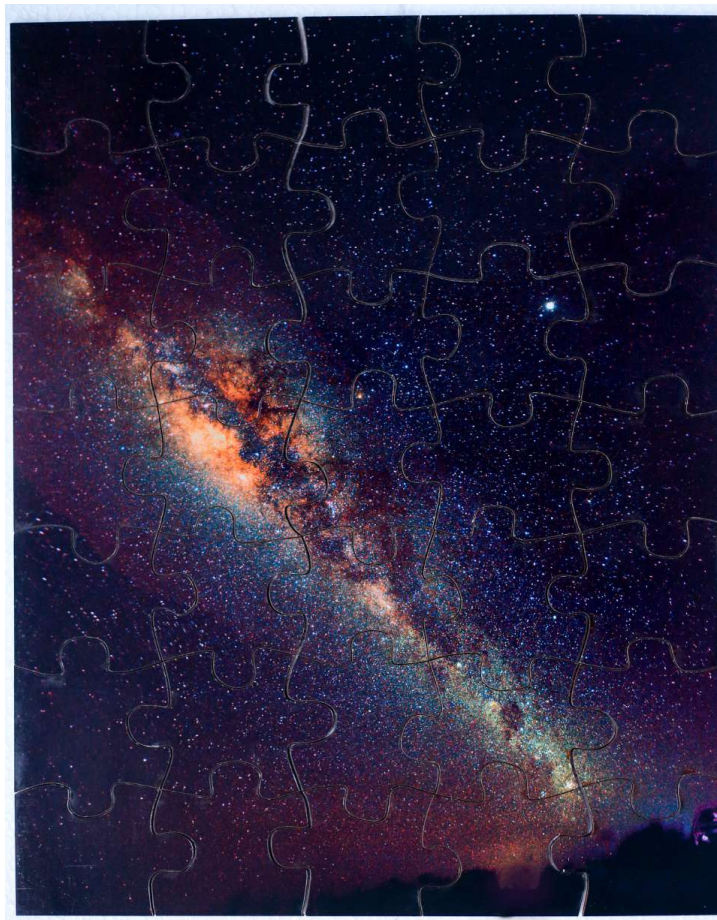


Figura 5.11: Nosso Lar - Via Lactea.

g) a caixa possui muita informação que foi difícil poder identificar e lembrar dos pontos principais, para 37% dos professores acharam satisfatório, ou seja, houve uma pequena parte que identificou uma certa dificuldade e 36% já optaram por pouco satisfatório, ou seja, não concordaram com a pergunta feita pois não encontraram tanta dificuldade, 18% escolheram por regular e 9% por muito satisfatório, isto é, obtiveram muita dificuldade; h) as atividades propostas na caixa foram aumentando a dificuldade no decorrer do curso, 37% dos docentes optaram por satisfatório, ou seja, acharam que teve uma dificuldade, 27% regular para a pergunta feita e 27% para pouco satisfatório, isto é, não concordaram com a pergunta e acharam que não houve nada de dificultoso; i) não consigo compreender uma boa parte do material, 55% citou por satisfatório, isto é, que não conseguiram assimilar uma parte dos conceitos aplicados, 18% para muito satisfatório que não conseguiram compreender quase nada, 18% para pouco satisfatório e 9% para insatisfatório, ou seja, houve sim uma assimilação aos conceitos propostos. **Satisfação:** j) aprendemos coisas com a caixa que foram surpreendentes ou inesperadas, 64% dos professores optaram por muita satisfação nesse quesito, 18% por satisfeitos e 18% por regular ao questionamento abordado; k) sentimos bem ao completar as atividades propostas na caixa, 64% se sentiram muito satisfeitos com o questionamento feito 18% para satisfeitos e 18% por regular;



Figura 5.12: Momentos da aplicação do curso de formação continuada aos docentes da escola Paulo Freire.



Figura 5.13: Envolvimento dos docentes ao completar atividades referente ao curso de formação continuada da escola Paulo Freire.

Tabela 5.1: Formulários de respostas dos professores.

Motivação											
a	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4
b	3	3	3	5	5	5	5	4	3	4	4
Relevância											
c	1	5	5	4	5	4	4	5	4	4	3
d	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	3
e	5	2	5	5	5	3	3	4	3	4	4
Confiança											
f	3	4	2	4	5	3	3	3	3	2	2
g	5	4	4	3	2	4	4	3	2	2	2
h	5	4	2	3	3	4	4	4	2	2	3
i	5	4	2	2	5	4	4	4	4	1	4
Satisfação											
j	5	4	3	4	5	5	5	5	4	4	3
k	5	5	5	5	5	4	4	5	3	5	3
l	5	5	5	4	5	4	4	5	3	5	3
m	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	4
Desafio											
n	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4
o	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4
p	5	4	5	4	5	4	4	4	2	4	4
q	5	5	3	5	5	5	5	4	3	4	4

l) para obter ótimos resultados houve um esforço para os conceitos abordados, 55% e 27% optaram por muito satisfatório e satisfatório, ou seja, houve um excelente empenho da maioria para a ocorrência desse quesito e apenas 18% acreditou ter sido regular; **m)** me senti muito entusiasmado ao aprender com o material aplicado, 82% e 9% das respostas apresentadas foram de muito satisfatório e satisfatório, isto é, pouco mais de 90% ficaram empolgados na apresentação do material e uma minoria com apenas 9% ficaram pouco satisfeitos com o entusiasmo referente ao material; **Desafio: n)** apreciei o material e não me senti estressado ou aborrecido, 82% e 9% optaram por muito satisfatório e satisfatório, isto é, houve uma ótima admiração pelo material e apenas 9% decidiu que era regular; **o)** o material me manteve animado a continuar utilizando, 73% e 18% acharam que foi

muito satisfatório e satisfatório, então o material os deixaram empolgados e apenas 9% optou por ter sido regular; **p)** minhas capacidades melhoraram gradativamente com a superação dos desafios propostos no curso de formação; 63% e 28% escolheram ser muito satisfatório e satisfatório, isto é, suas capacidades, técnicas e metodologias foram modificadas no decorrer dos desafios apresentados da caixa e 9% apenas optaram por ter sido pouco satisfatório, ou seja, que não houve melhoria em nada; **q)** os jogos ofereceram novos desafios em um ritmo adequado, 55% e 27% optaram por muito satisfeito e satisfeitos, isto é, o jogo tem um ritmo interessante e apenas 18% acreditaram que seria algo regular. Assim com tudo que foi apresentado podemos chegar a uma conclusão sobre o que foi exposto na formação continuada. Aos elementos referentes a atenção, relevância satisfação e desafio ocorreu uma maior satisfação no resultados obtidos, já no quesito confiança as porcentagens não foram tão positivas pois acreditamos que devido à pouca duração do curso algumas coisas não foram totalmente absorvidas pelos docentes.

5.6 Aplicação do Material aos Alunos

A caixa aprendendo com os cosmos e seus materiais também foram apresentados a alunos do ensino médio, mas especificadamente a três turmas dos 1^o anos do período matutino e vespertino da escola Paulo Freire, no total de 61 alunos. Primeiro foi entregue a cada estudante o guia astronômico para fins de estudos obedecendo os conceitos relacionados as aprendizagens significativas de David Ausubel, podemos citar como exemplos os organizadores prévios que servirá de material introdutório, ou seja, que deveram ser demonstrados antes dos conteúdos abordados. Conforme mostra a Fig. 5.14.

A aprendizagem significativa de Ausubel proposta em 1960 nos traz caminhos para que possamos elaborar estratégias de ensino que facilite a aprendizagem do estudante de forma significativa. Uma de suas principais contribuições é poder mostrar claramente a diferenciação entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. Podemos citar três condições essenciais para haver a aprendizagem significativa: (1) ofertar novos conhecimentos organizados de maneira lógica, (2) conhecimentos que já existem na estrutura cognitiva que possibilite uma ligação com o novo conhecimento apresentado e (3) a atitude esclarecedora de aprender e unir a sua compreensão com aquele que pretender absorver. A esses conhecimentos prévios podemos chamar também de conceitos subsunçores ou apenas conceitos âncora. [129]

A todos os alunos foram entregues a eles o material para estudos antes durante e depois do que foi apresentado sobre os conceitos relacionado a astronomia, o mesmo servio também como um material introdutório, logo depois, realizamos um jogo interativo com cada sala separada em equipes “A” e “B”, a esse jogo chamamos de “Torta na cara”, a partir de informações dadas pelo professor mediador através das cartas com dicas astronômicas. A equipe ganhadora ao final do jogo ganharam premiações que ficou a critério do professor. No item 1.3 do produto educacional se apresenta as regras do jogo para melhor realização



Figura 5.14: Entrega do guia astronômico observando os conceitos sobre os organizadores prévios.

Tabela 5.2: Formulários de respostas dos professores em %.

Motivação					
Notas	1	2	3	4	5
a	0%	0%	9%	9%	82%
b	0%	0%	36%	27%	37%
Relevância					
c	0%	0%	9%	54%	37%
d	0%	0%	18%	9%	73%
e	0%	9%	27%	27%	37%
Confiança					
f	0%	28%	45%	18%	9%
g	0%	36%	18%	37%	9%
h	0%	27%	27%	37%	9%
i	9%	18%	0%	55%	18%
Satisfação					
j	0%	0%	18%	18%	64%
k	0%	0%	18%	18%	64%
l	0%	0%	18%	27%	55%
m	0%	9%	0%	9%	82%
Desafio					
n	0%	0%	9%	9%	82%
o	0%	0%	9%	18%	73%
p	0%	9%	0%	63%	28%
q	0%	0%	18%	27%	55%

e orientação.

Abaixo fotos das turmas participante no momento do jogo “Torta na cara” Fig. 5.15 e 5.16, momento esse de concentração, interação e conhecimentos que já foram adquiridos.

Ao termino do jogo “Torta na cara” proposto e aplicado pelo professor mediador das aulas todos os alunos participantes desenvolveram um papel fundamental para a realização desse evento todos se sentiram empolgados, houve uma interação entre os colegas de classe, entre professor e aluno e ao fim podemos perceber que o resultado foi satisfatório, pois, todos adquiriram um pouco mais de conhecimentos e conheceram o que realmente é o ensino a astronomia. Alguns alunos depois de um certo tempo disseram ter pesquisado



Figura 5.15: Concentração no momento da dica astronômica, após a resposta o aluno ganhador paga a prenda no oponente “Torta na cara”.



Figura 5.16: Interação entre alunos e professor mediador no momento do jogo “Torta na cara”.

outros assuntos aprofundados relacionados aos conteúdos aplicados e que se sentem muito empolgado quanto a tal conceitos.

Ainda sobre os materiais da caixa foram produzidos três quebra-cabeça do tipo puzzle de astrofotografia que foram distribuídos para a sala em grupos de aproximadamente três alunos, conforme ilustrado na 5.17, um aluno media as peças, outro entrega e o último monta as peças formando o registro astrofotografia ganha quem finalizar primeiro, identificar qual registro e responder a cinco perguntas referente a cada imagem, observando que cada resposta correta haverá uma pontuação. O professor mediador para a realização desse jogo deve seguir as seguintes regras que estão localizadas no produto educacional em anexo a esse trabalho no seu capítulo 1, seção 1.2 “quebra-cabeça de astrofotografias”.

Os resultados observados no momento do jogo foi a competitividade entre os grupos para ver quem realmente seria o campeão, ninguém queria ficar para trás, ou seja, sair como perdedor, mas ao fim apenas um saiu campeão. A importância desse jogo foi o comportamento na empolgação e na persistência, eles se mantiveram bem concentrados para a manipulação das peças com um olhar bem focado na observação e de onde aquela pequena peça poderia ser encaixada. A equipe vencedora ganhou uma premiação que foi estipulada pelo professor mediador.



Figura 5.17: Grupos que realizaram o jogo dos quebra-cabeça 'puzzle'.

Para fins de informação, curiosidades, conhecimentos aprofundados do céu e interação entre os alunos os mesmos receberam em mãos cartões astronômicos com astrofotografias que são apenas registros do céu feito por astrônomos amadores ou profissionais, exibido nas

Fig. 5.18 e 5.19. Os registros disponibilizados foram feitos por e pertencem ao Professor Dr. Ariel Adorno, ao acadêmico em Física Jean Carlos Rodrigues de Souza e do astrônomo amador Rafael Compassi. No capítulo 12 do produto educacional anexo 1 – “Astrofotografia” temos detalhes sobre os nomes citados suas formações entre outros e detalhamento sobre as imagens demonstradas e que foram elaborados os cartões astronômicos.



Figura 5.18: Professora mediadora apresentando e distribuindo os cartões de astrofotografias.



Figura 5.19: Alunos concentrados observando os registros e suas definições das astrofotografias.

Analisando os momentos ocorrido nas imagens acima podemos notar a atenção, concentração e interação entre os alunos sobre cada registro de astrofotografia apresentado e demonstrado, todos ficaram muitos curiosos e perguntando se realmente aqueles registros

maravilhosos existiam. O resultado foi de excelência pois houve uma comunicação entre os alunos envolvidos.

Para completeza desses resultados e discussões para todas as turmas foram aplicados um questionário ao término de todo o produto aplicado para levantamento de dados e informações se houve ou não uma qualidade no material aplicado. Abaixo na tabela 5.3 mostraremos as respostas de cada aluno participante mas sem mostrar sua identificação para que todos pudessem responder com tranquilidade sem medo de se prejudicar, observando que isto seria um fator que não aconteceria.

Tabela 5.3: Formulários de respostas da turma A.

Motivação																						
a	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5		
b	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5
Relevância																						
c	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	
d	1	1	5	3	5	5	5	5	5	5	1	5	3	4	4	5	5	5	4	4	5	5
e	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5
Confiança																						
f	5	5	1	3	5	5	4	5	5	3	5	5	4	3	5	5	5	5	4	5	4	2
g	1	1	1	5	5	5	4	1	1	3	1	4	4	4	4	5	5	4	3	5	2	
h	5	5	1	5	5	4	4	1	4	3	5	4	3	5	5	3	4	5	4	5	5	4
i	5	5	1	3	5	4	2	1	5	3	5	5	3	5	3	5	5	5	4	4	5	1
Satisfação																						
j	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
k	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	3	5	3	5	5	5	5	4	5	5
l	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5	4	4	5	3	4	5	5	4	5	5	4
m	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	3	5	5
Desafio																						
n	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5
o	5	5	5	4	5	4	3	5	5	4	1	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5
p	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5
q	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	2	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5

Analisando a tabela do formulário de respostas da **TURMA A** descritos na Tab. 5.3 que corresponde no total de vinte e dois alunos podemos fazer os seguintes levantamentos

para as respostas obtidas, lembrando que está dentro de uma escala de 1 a 5, no qual 1 é para insatisfatório e 5 muito satisfatório. As perguntas fazem parte do questionário que se encontra em anexo na página trinta e sete do produto educacional. Para conceitos sobre **Atenção**: a pergunta **a**) se observa um maior quantitativo de respostas de número 5 (dezenove alunos) e 4 (três alunos), ou seja, houve algo de muito interessante que realmente prendeu sua atenção no decorrer do material apresentado; **b**) reparasse um maior quantitativo de respostas nos números 5 (15 alunos) e no 4 (sete alunos), e devido a esse fator podemos dizer que o design de caixa é de ótima atração; aqui destacamos perguntas referente a:

Relevância: **c**) para a maioria a resposta foi de número 5 (dezessete alunos), 4 (quatro alunos) e 3 (1 aluno), para eles ficou mais claro os conceitos na caixa com coisas que os alunos já sabiam; **d**) obtivemos a maior resposta no número 5 (treze alunos), e um pouco menos no número 4 (quatro alunos), 3 (dois alunos) e 1 (três alunos), apesar de haver um pequeno número de alunos insatisfeitos ainda assim prevalece a satisfação pelos alunos no quesito de ter gostado do material e que gostaria muito de aprender mais sobre os temas abordados; **e**) se obtém maior quantitativo de resposta no número 5 (dezoito alunos), 4 (três alunos) e 3 (um aluno), devido a isso podemos destacar que a maior parte dos discentes ficaram muito satisfeitos com o conteúdo da caixa além do mais destacando ser de grande interesse para eles;

Confiança: **f**) sobre os elementos pertencente a caixa se eles acharam mais difíceis do que gostaria a maioria respondeu 5 (treze alunos), 4 (quatro alunos), 3 (três alunos), 2 (um aluno) e 1 (um aluno); **g**) referente as informações na caixa, havia muita informação para que pudesse ser lembrado e identificado principalmente dos pontos importante, analisamos e obtivemos as respostas da seguinte maneira 5 (seis alunos), 4 (sete alunos), 3 (dois alunos), 2 (um aluno) e 1 (seis alunos) a maioria optou por satisfatório a pergunta, mas também obtivemos uma parte de alunos que se sentiram insatisfatório; **h**) em relação as atividades propostas na caixa e seu grau de dificuldade houve um quantitativo de resposta maior para o número 5 (onze alunos), e um menor para os números 4 (sete alunos), 3 (três alunos) e 1 (dois alunos); **i**) sobre o aluno não conseguir entender uma boa parte do material aplicado, obtivemos respostas maiores no quesito 5 (onze alunos) e uma menor quantidade nos números 4 (três alunos), 3 (quatro alunos), 2 (um aluno) e 1 (três alunos); **Satisfação**: **j**) a respeito de ter aprendido algo com a caixa que foram surpreendente ou incomuns, a maioria optou por ser muito satisfatório 5 (dezenove alunos) e satisfatório 4 (três alunos); **k**) se eles se sentiu bem ao completar a caixa, a maior parte respondeu que foi muito satisfatório número 5 (dezessete pessoas), 4 (um aluno) para satisfatório e 3 (quatro alunos) para regular; **l**) referente aos esforços obtidos para que tivessem bons resultados no material, obtivemos maior resultados no quesito 5 (quatorze alunos) muito satisfatório e para os demais 4 (seis alunos) satisfeitos com o esforço e 3 (dois alunos) para regular; **m**) sobre o estímulo ao aprender com o material apresentado, as respostas referente a isso foi de muita satisfação obtendo o maior número de respostas para o número

5 (dezoito pessoas) e alguns se sentiram satisfeitos 4 (três pessoas) e 3 (uma pessoa) apenas uma pessoa achou regular no estímulo do material.

Desafio: **n)** sobre gostar do material e não se sentir ansioso ou entediado, uma grande maioria constatou grande satisfação obtendo resposta ao número 5 (treze pessoas) e também satisfeitos resposta número 4 (nove pessoas); **o)** se sentiu motivado para continuar utilizando o material, analisando as respostas atribuídas atingimos um maior quantitativo para as respostas de número 5 (treze pessoas) muito satisfatório e para o número 4 (sete pessoas) satisfeitos aos demais 3 (uma pessoa) e 1 (uma pessoa) achou que foi regular e insatisfeito; **p)** a melhoria nas habilitações ao superar os desafios, muito satisfeitos a maioria com uma quantia para o número 5 (dezesesseis pessoas), satisfeitos 4 (quatro pessoas) e 3 (duas pessoas) regular; **q)** o jogo apresentado na caixa oferece novos desafios no decorrer do processo de apresentação, a essa última pergunta obtivemos um maior resultado para o número 5 (quinze alunos), ou seja, houve muita satisfação, ao número 4 (seis alunos) apenas satisfatório e uma pessoa achou pouco satisfatório 2 (uma pessoa).

Finalizando esses dados obtidos podemos observar que a maior parte das perguntas relacionadas a atenção, relevância, satisfação e desafio houve um grande somatório quando se diz respeito a muito satisfatório (5) e satisfatório (4) os demais números 3 para regular, 2 para pouco satisfatório e 1 para insatisfatório uma pequena parte optou por essas respostas. No quesito relevância acreditamos que houve uma má interpretação dos alunos ao responder pois os dados apontados apresentou se a maior parte como muito satisfatório, mas que na verdade deveria apresentar pouco satisfatório ou insatisfatório.

Examinando as respostas obtidas ao formulário de respostas da **TURMA B** disponível na Tab. 5.4, que também corresponde de vinte e dois alunos podemos observar e analisar os seguintes dados:

Atenção: **a)** se verificou que houve algo de muito interessante no início do material que prendeu sua atenção, para as respostas obtidas o índice de maior resposta foi a de número 5 (dezenove alunos) constatou muita satisfação e alguns ficaram satisfeitos resposta de número 4 (três alunos); **b)** o desenho do produto é chamativo, verificou um grande quantitativo para muito satisfatório de número 5 (treze alunos), satisfatório 4 (quatro alunos), regular 3 (quatro alunos) e apenas uma pessoa para pouco satisfatório 2 (um aluno).

Relevância: **c)** foi averiguado pelos alunos que os conteúdos da caixa estava relacionado com algumas coisas que eles já sabiam, obtendo um maior quantitativo de resposta para o número 5 (dezesesseis alunos) sendo muito satisfatório, para outra parte acharam satisfatório 4 (quatro alunos) e uma pequena parte regular 3 (um aluno) e insatisfatório 1 (um aluno); **d)** gostou tanto do material que apreciaria saber mais sobre os assuntos abordados, a este fator analisamos e obtivemos um resultado para muito satisfatório de número 5 (dezesesseis alunos) uma outra parte satisfatório com o número 4 (três alunos) e uma pequena parte para regular 3 (duas pessoas) e insatisfatório 1 (uma pessoa); **e)** os temas abordados na caixa é importante para meus conhecimentos e interesse, para este questionamento os

alunos responderam como muito satisfatório uma grande parte deles número 5 (dezenove alunos) e uma reduzida parte aos números 4 (um aluno) satisfatório, 3 (um aluno) regular e 2 (um aluno) pouco satisfatório;

Tabela 5.4: Formulários de respostas da turma **B**.

Motivação																						
a	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
b	5	4	5	5	5	4	3	2	5	4	5	5	5	4	3	3	3	5	5	5	5	5
Relevância																						
c	5	5	4	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	4	4	5	5
d	5	4	3	5	1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5
e	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
Confiança																						
f	5	5	4	5	5	3	2	5	3	5	4	5	1	2	4	3	2	5	2	2	4	4
g	4	4	4	4	1	3	1	3	2	1	1	1	1	4	4	5	4	1	3	3	4	4
h	3	5	3	4	5	3	2	3	4	4	4	1	1	2	4	5	2	1	3	2	4	4
i	5	3	3	5	5	3	1	3	5	5	3	1	1	2	4	5	2	1	3	3	2	1
Satisfação																						
j	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	3	3	4	5	3	5	5	5	5	5
k	5	3	3	5	3	3	5	5	4	5	5	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
l	4	3	4	4	5	5	5	5	4	3	3	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
m	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Desafio																						
n	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
o	5	5	4	5	1	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3
p	5	5	4	5	3	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
q	5	5	5	5	2	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5	3	5	5	5	5	5

Confiança: f) o material na caixa apresentado foi mais difícil do que eu gostaria, aqui os alunos acharam que foi difícil obtendo como resposta a maior parte para o número 5 (oito alunos) muito satisfatório, uma outra parte achou satisfatório 4 (cinco alunos), regular 3 (três alunos), pouco satisfatório 2 (cinco alunos) e insatisfatório 1 (um aluno). Então podemos dizer que uma parte achou difícil e a outra quase não achou; **g)** muita informação que foi difícil poder distinguir e lembrar de todos pontos consideráveis, para esta informação o maior número respondido foi de número 4 (nove alunos) e de número 1

(sete alunos), ou seja, respectivamente temos satisfação e insatisfação, os demais foi uma pequena parte, são eles, 5 (um aluno), 3 (quatro alunos) e 2 (um aluno); **h**) as atividades propostas pela caixa foram muito difíceis, o maior índice de resposta foram referentes ao número 4 (sete alunos) sendo satisfatório a pergunta, as demais respostas se dividiram em 5 (três alunos) muito satisfatório, 3 (cinco alunos) regular, 2 (quatro alunos) pouco satisfatório e 1 (três alunos) insatisfatório; **i**) sobre não ter conseguido entender os temas propostos e abordados da caixa, o maior índice de resposta esteve presente no número 3 (sete alunos) que considerou regular, logo depois no número 5 (seis alunos) e no 1 (cinco alunos) sendo respectivamente muito satisfatório e insatisfatório e outros 4 (um aluno) achou satisfatório e pouco satisfatório (2) para três alunos.

Satisfação: **j**) conheci coisas na caixa que são admiráveis e extraordinário, com as respostas dadas observamos um maior índice na de número 5 (quinze alunos) se sentiram muito satisfatório com o que foi perguntado e também para satisfatório com o número 4 (quatro alunos) e Regular 3 (três alunos); **k**) qual a sensação de ter completado e participado da caixa e do material proposto, o maior número de resposta se obteve no número 5 (quinze alunos) considerando muito satisfatório e depois alguns optaram por Regular 3 (quatro alunos) e aos demais uma minoria optou pelos números 4, 2 e 1 observando um quantitativo de um aluno para cada, e respectivamente consideraram satisfatório, pouco satisfatório e insatisfatório; **l**) esforço para que pudesse ter bons resultados no material apresentado, para os alunos houve muita satisfação na realização desse esforço utilizando do número 5 (quatorze alunos) para representar a satisfação e do número 4 (quatro alunos) para satisfeito, outros consideraram regular 3 (três alunos) e apenas um aluno considerou insatisfatório; **m**) me senti estimulado ao aprender com o material aplicado, os dados obtidos foram de muita satisfação e satisfação obtendo respectivamente os números 5 (dezesesseis alunos) e 4 (cinco alunos) e apenas um aluno se sentiu insatisfeito (1);

Desafio: **n**) apreciei o material e não me senti entediado, houve um excelente resultado para este tópico pois os dados obtidos nos mostra que foi de muita satisfação e satisfeitos, respectivamente 5 (dezesesseis alunos) e 4 (seis alunos); **o**) mantive motivado para continuar utilizando os materiais da caixa, muita satisfação para este ponto apresentado e também uma parte ficaram satisfeitos, respectivamente temos para o número 5 (dezesesseis alunos) e para o número 4 (três alunos), houve uma minoria que optou por regular e insatisfeito, 3 (dois alunos) e 1 (um aluno), nessa ordem; **p**) com a superação dos desafios minhas habilidades melhoraram, aqui os dados adquiridos foram para muito satisfatório, satisfatório e regular, observando um maior número para o 5 (dezoito alunos), 4 (três alunos) e 3 (regular), nessa ordem; **q**) os jogos apresentados oferecem instigações em um nível apropriado, dados analisados e obtivemos uma relação maior para o quesito de muita satisfação acompanhado de alunos que acharam regular e depois para aqueles que ficaram satisfeitos e pouco satisfeitos, na devida ordem temos as numerações 5 (dezoito alunos), 3 (dois alunos) 4 (um aluno) e 2 (um aluno).

Concluindo esses dados obtidos e apresentados chegamos a uma análise para os tópicos

sobre atenção, relevância, satisfação e desafio um grau de muita satisfação e satisfação para a maioria das respostas dadas, ainda assim também obteve respostas de nível regular e uma minoria para poucos satisfeitos e insatisfeitos. Da mesma forma apresentada na TURMA A acreditamos que as perguntas referente a confiança também houve uma má interpretação trazendo muitos resultados negativos.

Tabela 5.5: Formulários de respostas da turma C.

Motivação																		
a	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	
b	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	
Relevância																		
c	5	4	4	5	4	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	1	
d	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	3	
e	5	4	4	3	3	3	4	5	3	4	5	5	4	4	5	5	5	
Confiança																		
f	1	5	3	3	2	2	4	3	2	3	4	1	1	2	1	4	2	
g	3	5	2	2	1	1	4	4	1	3	3	1	1	1	3	4	3	
h	3	5	3	1	1	1	4	4	1	4	4	1	2	2	3	4	3	
i	1	5	3	1	1	1	3	3	2	4	4	1	2	2	1	4	1	
Satisfação																		
j	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	4	3	5	4	5	4	1	
k	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	
l	5	5	5	3	3	3	5	4	3	4	5	5	4	4	5	5	5	
m	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	3	5	5	5	5	4	3	
Desafio																		
n	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
o	3	3	5	5	5	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	1	
p	5	4	5	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	5	5	1	
q	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	3	

Averiguando os dados extraídos e observados da **TURMA C**, apresentado na Tab. 5.5, pelo formulário de respostas vamos identificar e analisar cada item, lembrando que os estudantes não são identificados em suas respostas, esta turma está composta por dezessete alunos e acreditamos que foi a turma que obteve melhores resultados. Analisando os dados para:

Atenção: **a)** existiu algo de interessante no material que chamou minha atenção, para as respostas apresentadas pelos alunos houve muitas satisfações e satisfações sobre o que foi proposto, por essa ordem apresentamos número 5 (treze alunos) e 4 (quatro alunos); **b)** o modelo da caixa foi atraente para meus olhos, aqui também obtivemos grande êxito nas respostas em que houve muita satisfação e satisfação no que foi proposto, mostramos dessa forma os números 5 para quinze alunos e 4 para dois alunos. Então ocorreu muita satisfação nesse tópico;

Relevância: **c)** as coisas que eu já sabia ficaram mais claras com os conceitos que a caixa apresentou, os alunos responderam com maior índice o de número 5 (nove alunos), ou seja, muito satisfeito com o que foi apresentado, mas também temos alunos que responderam que foi satisfatório 4 (seis alunos), e uma minoria para regular e insatisfatório um aluno para cada opção; **d)** aprovei tanto o material que adoraria aprender mais sobre os conteúdos abordados na caixa, as respostas dadas apresentam que houve muita satisfação, satisfação e uma minoria para regular, desta forma temos respectivamente, os números representados 5 (doze alunos), 4 (quatro alunos) e 3 (um aluno); **e)** os conteúdos apresentados pela caixa são de grande importância para meus conhecimentos, resultados observados chegamos a análise que existiu muita satisfação, satisfação e uma pequena parte achou regular, nesta ordem temos os seguintes números para 5 (sete alunos), para 4 (seis alunos) e para 3 (quatro alunos);

Confiança: **f)** parte da caixa foi mais difícil do que esperava, as respostas mostradas aqui demonstra que não é fato essa questão abordada, os números apresentados são 2 (cinco alunos) para pouco satisfatório, 3 (quatro alunos) para regular, 4 (três alunos) para satisfatório e um aluno para os números 5 e 1, logo podemos afirmar que houve um balanço nas respostas dada pois alguns acharam que foi pouco satisfatório esse tópico abordado e outros acharam que foi Regular; **g)** muita informação no material apresentado dificultando lembrar de tópicos importantes, para as respostas dadas se observa que a maior parte optou por insatisfatório 1 (seis alunos) e regular 3 (cinco alunos) analisando assim que este tópico para a maioria também não foi verídico o que foi apresentado e também alguns acharam que foi regular, e para a minoria obtivemos os números 5 (um aluno) muito satisfatório, 4 (três alunos) satisfatório e 2 (dois alunos) para pouco satisfatório; **h)** as práticas da caixa foram muito difíceis, as respostas obtida mostra que a maioria ficou insatisfeito com a pergunta mencionada, ou seja, não concordaram com o que foi dito mas também uma parte ficou satisfeito com o que foi dito e regular. Para isso temos como respostas as numerações 1 (cinco alunos) para insatisfeitos, 4 (cinco alunos) para satisfeitos, 3 (quatro alunos) regular, 2 (dois alunos) para pouco satisfeito e 5 (um aluno), logo, podemos dizer que a maioria não concorda com o que foi mencionado na pergunta; **i)** não consigo entender uma boa parte do material apresentado, o levantamento das respostas pode ser analisado e percebido que um pouco mais da maioria não concordam com o que foi dito e uma pequena parte acharam regular e concordável com o que foi mencionado. Temos os seguintes levantamento para insatisfeitos 1 temos no total de sete

alunos junto com os que acharam pouco insatisfatório 2 temos três alunos, no que se refere a regular 3 apresentam quatro alunos e cinco para satisfatório e apenas um para muito satisfatório;

Satisfação: j) compreendi coisas da caixa que foram inesperado e admirável, respostas como muito satisfatório e satisfatório foi o que deu destaque pois os alunos observou e concordou com o que foi dito na pergunta, os números são 5 (oito alunos), 4 (sete alunos), 3 e 1 (um aluno). Nos números 3 e 1 são alunos que acharam que foi regular e o outro insatisfatório no que foi dito; **k)** se sentiu muito bem ao completar as tarefas exigidas pela caixa, esse item é o de melhor qualidade pois o índice é de muito satisfatório e satisfatório não havendo nenhuma outra opinião. Para o número 5 onze alunos responderam e para a de 4 seis alunos responderam; **l)** houve um esforço da minha parte para que obtivesse bons resultados no material, resultados como muito satisfatório, satisfatório e regular foram obtidos, no qual o de maior numeração foi o quesito de número 5 (nove alunos), 4 (quatro alunos) e 3 (quatro alunos). No mais foi de ótima satisfação os dados observados; **m)** me senti instigado ao aprender com o material apresentado, a observação dos dados apresentados nos mostra a grande satisfação pelos alunos, pois obtivemos os resultados maiores nos números 5 (dez alunos) para muito satisfeito e 4 (cinco alunos) para satisfeito, um mínimo de alunos respondera regular 3 (dois alunos);

Desafio: n) apreciei o material por não ter me deixado entediado, aqui nessa pergunta também obtivemos resultados de grande satisfação pelos alunos pois apresenta apenas os números 5 (onze alunos) para muito satisfeito e 4 (seis alunos) para satisfeito. Pela empolgação dos mesmo observado nos jogos apresentados da caixa; **o)** os conteúdos e os jogos apresentados me deixaram motivados a continuar utilizando no decorrer das aulas, neste tópico a maioria optou pela opção de regular sendo de número 3 (nove pessoas), outros resultados como muito satisfatório 5 (cinco alunos) e satisfatório 4 (dois alunos) também foram apresentados pelos alunos e apenas um aluno optou pelo número 1 de insatisfeito; **p)** melhorei minhas habilidades no decorrer da superação dos desafios, as opções foram de satisfatório e muito satisfatório para bem mais da maioria, os números são 4 (nove alunos) satisfatório e 5 (cinco alunos) para muito satisfatório e também para regular 3 (duas pessoas) e 1 (um aluno) para insatisfeito; **q)** em um compasso apropriado o jogo oferece desafios apropriados, os dados obtidos nessa pergunta também foram de excelência e qualidade grande parte dos alunos consideraram de muito satisfatório 5 (nove alunos) a satisfatório 4 (sete alunos) a pergunta feita a eles e apenas um aluno disse ter sido regular os desafio apropriados propostos.

Findando os levantamentos de todos os dados obtidos pelas turmas **A** Tab. 5.3, **B** Tab. 5.4 e **C** Tab. 5.5, podemos aqui considerar que a turma **C** obteve um melhor desempenho nas respostas oferecidas pelo questionário aplicado pois no tópico referente a confiança os grupos **A** Tab. 5.3 e **B** Tab. 5.4, relataram uma mal interpretação e desentendimento na hora de responder, ou seja, em classificar corretamente a numeração exigida no formulário, e a turma **C** Tab. 5.5, conseguiram interpretar corretamente as

perguntas e preencher corretamente a numeração, portanto, os tópicos sobre atenção, relevância, confiança, satisfação e desafio foram de muito satisfeito e satisfeitos o maior índice apresentado seguido de regular, e uma parte também para os poucos satisfeitos e os insatisfeitos.



QUESTIONÁRIO PARA APLICAÇÃO DA CAIXA “APRENDENDO COM O COSMOS”

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é insatisfatório, e 5 muito satisfatório.

MOTIVAÇÃO

Atenção

- a) Houve algo interessante no início do material que chamou minha atenção. _____
- b) O design da caixa é atraente. _____

Relevância

- c) Ficou claro como o conteúdo da caixa está relacionado com as coisas que eu já sabia. _____
- d) Eu gostei tanto do material que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado nele. _____
- e) O conteúdo da caixa é relevante para meus interesses. _____

Confiança

- f) Os elementos da caixa foi mais difícil do que eu gostaria. _____
- g) A caixa tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes. _____
- h) As atividades de caixa foram muito difíceis. _____
- i) Eu não consigo entender uma boa parcela do material. _____

Satisfação

- j) Eu aprendi algumas coisas com a caixa que foram surpreendentes ou inesperadas. _____
- k) Eu me senti bem ao completar a caixa. _____
- l) Me esforcei para ter bons resultados no material. _____
- m) Me senti estimulado ao aprender com o material. _____

Desafio

- n) Eu gostei do material e não me senti ansioso ou entediado. _____
- o) O material me manteve motivado a continuar utilizando-o. _____
- p) Minhas habilidades melhoraram gradualmente com a superação dos desafios. _____
- q) O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado. _____

Adaptado de: SAVI, Rafael et al. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. **Renote**, v. 8, n. 3, 2010.

Conclusão e perspectivas futuras

Considerada a ciência mais antiga já existente, utilizada pela civilização para a observação do céu com a finalidade de melhor se orientar, a astronomia tem até os dias atuais o poder de mexer com o imaginário de crianças à adultos. Quando olhamos o céu noturno nos questionamos, instigamos e contemplamos a formosura do universo, questionamento que se refere as perguntas de para onde vamos e da onde viemos, onde estamos e provável que tentamos buscar respostas sobre essas questões existenciais. E é exatamente para isso que esse trabalho nasceu, nele propusemos uma abordagem de educação continuada com o viés de divulgação científica.

Aplicamos o produto educacional a um volume de alunos, na abordagem para os alunos, podemos dizer que ficou voltada para os dois jogos em anexo a essa dissertação. Os resultados dos alunos em relação a aceitação foram de fato algo muito bom pela proposta inicial do trabalho. No tocante à educação continuada, foram realizadas reuniões com o colegiado de professores a apresentado para eles como uma extensão escolar o material de astronomia com uma abordagem em temas transversais. Houve a priori uma pequena resistência de alguns professores, no entanto podemos afirmar que o resultado final na curva normal esperada, foi acima das expectativas.

Esses resultados acima dessas expectativas que obtivemos, podemos julgar pelo fato de políticas públicas e/ou projetos extensionistas das Universidades para com cidades distantes de grandes centros como Porto Velho - RO por exemplo. Este programa do Mestrado Nacional tem estreitado essas distâncias, possibilitando chegar conhecimento em alto nível mesmo em comunidades distantes até mesmo de centros geofísicos como São Paulo e Rio de Janeiro, coisa que a dez anos atrás era simplesmente inimaginável.

Tentamos em todo o tempo não fugir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e dos Parâmetros Nacionais do Ensino médio (PCN+) no que diz respeito a aplicação de astronomia para a disciplina de física.

Alguns dos resultados importantes desse trabalho foi a possibilidade de atender crianças fora do contexto da escola, que é algo que já desejávamos desde o início. Levamos o trabalho a FEROCIT, que é uma das maiores feiras de ensino médio do país, estivemos presentes no *Space Apps Brazil*, *Nasa Challenge*, *Brazil phases*, evento organizado pela Nasa e de ampla divulgação em todo o mundo, em eventos de praça pública tanto em Porto Velho quanto em Itapuã do Oeste. No final foram atendidos mais de dez mil alunos de forma direta e indireta com o material.

Deixamos como expectativas futuras para novos mestrados e outros programas em ensino de ciências que esse trabalho seja ampliado, com novos jogos didáticos e aplicação para um maior volume de alunos e como forma de educação continuada para outros tantos professores que se dispuserem. Isso pode acontecer de modo até através de cursos a distâncias disponibilizados pelas Universidades Federais.

Referências Bibliográficas

- [1] DAMASCENO, Julio Cesar Gonçalves. O ENSINO DE ASTRONOMIA COMO FACILITADOR NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM. **2016**;
- [2] LANGHI, Rodolfo. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores. **2009**;
- [3] BRETONES, Paulo Sérgio. Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil. Campinas: IG/UNICAMP, **1999**, 187 p. Dissertação de Mestrado;
- [4] BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versao-final_site.pdf>. Acesso em: 02 junho **2019**;
- [5] BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Segunda versão revista. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, **2016**. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 02 novembro 2018;
- [6] BITTENCOURT, Jane. A base nacional comum curricular: uma análise a partir do ciclo de políticas. In: XIII Congresso Nacional de Educação. Anais do EDUCERE. Paraná. **2017**;
- [7] MARANDINO, Martha et al. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, **2004**;
- [8] JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. Em extensão, v. 7, n. 1, **2008**;

- [9] VIEIRA, Valéria; BIANCONI, M. Lucia; DIAS, Monique. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 21-23, **2005**;
- [10] SOARES, Leonardo Marque. Apropriação e domínio de instrumentos para o ensino de astronomia. Belo Horizonte: UFMG, **2010**. Dissertação de Mestrado;
- [11] MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu. A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 20. *História, Ciências, Saúde–Manguinhos*, p. 627-651, **1998**;
- [12] PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro; LOUREIRO, José Mauro Matheus. Traçados e limites da ciência da informação. *Ciência da informação*, v. 24, n. 1, **1995**;
- [13] LOUREIRO, José Mauro M.; LOUREIRO, M. L. N. M. Museus e divulgação científica: singularidades da transferência da informação científica em ambiente museológico. *Encontro Nacional de Ensino e Pesquisa da Informação (CINFORM)*, v. 7, **2007**;
- [14] BUENO, Wilson Costa. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. *Informação & Informação*, v. 15, n. 1esp, p. 1-12, **2010**;
- [15] GOMES, Andréia Patrícia et al. A educação médica entre mapas e âncoras: a aprendizagem significativa de david ausubel, em busca da arca perdida. *Revista brasileira de educação médica*, v. 32, n. 1, p. 105-11, **2008**;
- [16] MOREIRA, Marco Antônio. Linguagem e aprendizagem significativa. conferência de encerramento do iv encontro internacional sobre aprendizagem significativa, MARAGOGI, al, Brasil. **2003**;
- [17] MANCINI, Aryta Alves. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, **2005**;
- [18] MONTEIRO, Bruno de S. et al. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. **2006**. p. 388-397;
- [19] TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. *Brazilian Journal of Computers in Education*, v. 18, n. 02, p. 04, **2010**;
- [20] ALEGRO, Regina Célia et al. Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no Ensino Médio. **2008**;

- [21] GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *química nova na escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, **2009**;
- [22] MOREIRA, Marcos Antônio, 1942. *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel* / marco a.moreira elcle f. salvano masini- são paulo ; moraes **1982**;
- [23] PRÄSS, Alberto Ricardo. Teorias de aprendizagem: *journal of chemical information and modeling*, v. 57, n. 9, p. 1689-1699, **2012**;
- [24] MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores prévios e aprendizagem significativa (Advanced organizers and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente significativas*1, p. 30, **2012**;
- [25] DE CARVALHO Rutz da Silva, Sani; SCHIRLO, Ana Cristina. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL: REFLEXÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA ANTE A NOVA REALIDADE SOCIAL. *Imagens da Educação*, v. 4, n. 1, **2014**;
- [26] MENDONÇA, Conceição Aparecida Soares; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciência do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental. *Revista Práxis*, v. 4, n. 7, **2012**;
- [27] OLIVEIRA, M. M., de Oliveira Frota, P. R., & da Conceição Martins, M. (2011). A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e os Mapas Conceituais de Novak na Formação de Professores Pedagogos. *Colóquio Internacional de Educação*, 1(1);
- [28] CARABETTA JÚNIOR, Valter. A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e inter-relação de conceitos. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 37, n. 3, p. 441-447, **2013**;
- [29] GAVA, Tânia Barbosa Salles; MENEZES, CS de; CURY, Davidson. Aplicações de mapas conceituais na educação como ferramenta metacognitiva. In: III International Conference on Engineering and Computer Education-ICECE. **2003**;
- [30] LOURENÇO, Ariane Baffa et al. O USO DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E INTEGRAÇÃO RECONCILIATIVA PARA A ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS REFERENTE AO TEMA MATÉRIA: UM ESTUDO INICIAL DA TEORIA DE AUSUBEL THE USE OF PROGRESSIVE DIFFERENTIATION AND INTEGRATIVE. **2007**;
- [31] VALENTE, José Armando. *Aprendizagem Ativa no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida*. Puc. São Paulo, **2014**;

- [32] BARBOSA, Eduardo Fernandes; DE MOURA, Dácio Guimarães. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, v. 39, n. 2, p. 48-67, **2013**;
- [33] SCHMIDT, Ireneu Aloisio. John Dewey e a educação para uma sociedade democrática. *Revista Contexto & Educação*, v. 24, n. 82, p. 135-154, **2009**;
- [34] CARVALHO, Viviane Batista. As influências do pensamento de John Dewey no cenário educacional brasileiro. *Redescrições*, v. 3, n. 1, **2011**;
- [35] DE SOUZA, Rodrigo Augusto. A filosofia de John Dewey e a epistemologia pragmatista. *Redescrições*, v. 2, n. 1, **2010**;
- [36] TIBALLI, Elianda Figueiredo Arantes. Pragmatismo, experiência e educação em John Dewey. Trabalho apresentado na REUNIÃO ANUAL DA ANPED, v. 26, **2003**;
- [37] CUNHA, Marcus Vinicius da. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção de movimento. *Revista Brasileira de Educação*, p. 86-99, **2001**;
- [38] DOS SANTOS, Maria Cristina Ferreira. A noção de experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências. **2011**;
- [39] FALCÃO, Clóvis. O PRAGMATISMO ESTÉTICO E SOCIAL DE JOHN DEWEY. *Revista Acadêmica*, Vol. 85, Nº1, **2013**;
- [40] PEREIRA, Eliana Alves et al. A contribuição de John Dewey para a educação. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 3, n. 1, p. 154-161, **2009**;
- [41] DA CUNHA, Marcus Vinicius; DA COSTA, Viviane. John Dewey, um comunista na Escola Nova brasileira: a versão dos católicos na década de 1930. *História da Educação*, v. 6, n. 12, p. 119-142, **2002**;
- [42] DE SOUZA, Rodrigo Augusto; MARTINELLI, Telma Adriana Pacifico. Considerações históricas sobre a influência de John Dewey no pensamento pedagógico brasileiro. *Revista HISTEDBR On-Line*, v. 9, n. 35, p. 160-172, **2009**;
- [43] LANGHI, Rodolfo. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **2004**;
- [44] BARRETO, P. Possíveis representações pré-históricas de eocos (earth orbit crossing objects). In: ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA, 4, Bahia. *Anais. Salvador: Copydesk*, **2001**. 190p. p.81-94;

- [45] LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 2, p. 75-91, **2005**;
- [46] LIMA, Ariela Batista de Souto. *Astronomia no Ensino de Ciências: a construção de uma sequência didático-pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de ciências*. **2018**;
- [47] LANGHI, Rodolfo. *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. **2009**;
- [48] FERREIRA, Dirceu; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. Desafios e possibilidades no ensino de Astronomia. *Cadernos PDE. Paraná*, v, I, p. 2356-8, **2008**;
- [49] ALVARADO PRADA, Luis Eduardo; FREITAS, Thaís Campos; FREITAS, Cinara Aline. Formação continuada de professores: alguns conceitos, interesses, necessidades e propostas. *Revista Diálogo Educacional*, v.10, n. 30, p. 367-387, **2010**;
- [50] LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 205-224, **2010**;
- [51] BRETONES, Paulo Sergio et al. A astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu. **2006**;
- [52] BRETONES, P. S., MEGID-NETO, J.; CANALLE, J.B. A educação em astronomia nos trabalhos das reuniões anuais da Sociedade Astronômica Brasileira. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, vol.26, n.2, p.55-72, **2006**;
- [53] LIMA, Ariela Batista de Souto. *Astronomia no Ensino de Ciências: a construção de uma sequência didático-pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de ciências*. **2018**;
- [54] OLIVEIRA FILHO, K. S. ; SARAIVA, M. F. O. *Astronomia e Astrofísica*. p. 43 à 460. 4^o ed. Porto Alegre, 27 de março **2017**;
- [55] CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito; VIADANA, Adler Guilherme. Fundamentos históricos da geografia: contribuições do pensamento filosófico na Grécia antiga. *Em Geografia*, p. 11, **2010**;
- [56] CANALLE, João Batista Garcia. *Oficina de astronomia*. Rio de Janeiro: UERJ, s/d., **1998**;
- [57] LUCIZANI, Angelo Cezar. *Aplicação da astronomia no ensino da matemática*. **2016**. Trabalho de Conclusão de Curso;

- [58] RODRIGUES, Alfredo Gonçalves. O movimento retrógrado dos planetas. Universidade do Porto. Reitoria, **2000**;
- [59] BASSALO, José Maria Filardo. A crônica da gravitação. Parte I: das primeiras civilizações à Grécia antiga. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 7, p. 70-81, **1990**;
- [60] PEREIRA, Paulo Cesar R. Revivendo Eratóstenes. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 3, p. 19-38, **2006**;
- [61] COSTA, Felipe Sérvulo Maciel. A INSTRUMENTAÇÃO NA TEORIA DO BIG BANG E A EXPANSÃO DO UNIVERSO;
- [62] DOS SANTOS COSTA, Daniel. ASTRONOMIA E TRIGONOMETRIA: AS CORIDAS DE PTOLOMEU;
- [63] STEINDORF, Vanessa; FRANCO, Simone Munari; DO CARMO PINHEIRO, Eliana. MULHERES NA MATEMÁTICA: CONHECENDO SOBRE O MARCO QUE DEIXARAM NA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS. 1º Encontro Nacional PIBID – Matemática, **2012**;
- [64] DE SOUZA GOMES, Vanessa. A Vida de Hipátia de Alexandria. **2018**;
- [65] OLIVEIRA, Loraine. Vestígios da vida de Hipácia de Alexandria. Revista Perspectiva Filosófica, v. 43, n. 1, p. 3-20. **2016**;
- [66] SÁEZ BONDÍA, María José; CLAVERO PAGÉS, Nathalie. Hipatia de Alejandria: La Dama de las Ciencias. Una propuesta interdisciplinar en primaria a través del uso de textos. **2016**;
- [67] SANTOS, Maciel de Melo. Gênios da Ciência: A visão de mundo de Nicolau Copérnico, Galileu Galilei e Johannes Kepler. Centro Universitário Metropolitano de São Paulo – UNIMESP, Novembro, **2006**;
- [68] SILVA, V. A., SILVA, J. C., SANTOS, L. R., & Cruz, F. A. O. (2018). Olhando o passado da Astronomia com o auxílio das TIC: Refazendo (e completando) os passos de Tycho Brahe para a declinação de Marte. Latin-American Journal of Physics Education, 12(2), 2;
- [69] VIDEIRA, Antônio Augusto Passos. As descobertas astronômicas de Galileu. In: Alicia Ivanissevich; Carlos Alexandre Wuensche; Jaime Fernando Villas da Rocha. (Org.). Astronomia Hoje. Rio de Janeiro, **2010**. v. 1, p. 8-17;
- [70] ÁVILA, Geraldo. Kepler e a órbita elíptica. Revista do Professor, **1989**;
- [71] TOSSATO, Claudemir Roque; MARICONDA, Pablo Rubén. O método da astronomia segundo Kepler. Scientiae Studia, v. 8, n. 3, p. 339-366, **2010**;

- [72] CASSINI, Anna. Gio Domenico Cassini: um cientista do século XVII . Município de Perinaldo, **2003**;
- [73] ABRAHAM, Michael R. Metodologia e política em ciência: o destino da proposta de Huygens de 1673 para adoção do pêndulo de segundos como um padrão internacional de comprimento e algumas sugestões educacionais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 18, n. 1, p. 7-25, **2001**;
- [74] PONTONE JUNIOR, Renato. A vida de Isaac Newton. **2001**;
- [75] ZANOTELLO, Marcelo; ALMEIDA, M. J. P. M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 437-446, **2007**;
- [76] disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap960706.html>, acessado em 09/11/2019;
- [77] DA SILVA, Ana Paula Bispo; DE OLIVEIRA, Rilavia Almeida. Herschel e os raios invisíveis de calor: experimentos históricos e as tecnologias atuais. **2014**;
- [78] CALANI, Rubens Eduardo Prestes; JÚNIOR, Jaury Prado. A MÚSICA DOS CÉUS DE WILLIAM HERSCHEL, **2016**;
- [79] BRENNAN, Richard P. Gigantes da Física. Zahar, **1996**;
- [80] CRAWFORD, Paulo. Albert Einstein: uma biografia muito breve. Disponível in: [http://cosmo.fis.fc.ul.pt/crawford/artigos/Albertz% 20Einstein1b. pdf](http://cosmo.fis.fc.ul.pt/crawford/artigos/Albertz%20Einstein1b.pdf), acesso em, v. 6, n. 08, **2009**., acessado em 09/11/2019;
- [81] disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/story/the_story.html, acessado em 09/11/2019;
- [82] DE SOUZA OLIVEIRA FILHO, Kepler. O Universo. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, p. 698-722, **2010**;
- [83] disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap961226.html>, acessado em 09/11/2019;
- [84] MORRISON, David. Carl Sagan. **2014**;
- [85] WAYMAN, Patrick A. Cecilia Payne-Gaposchkin: astronomer extraordinaire. Astronomy & Geophysics, v. 43, n. 1, p. 1.27-1.29, **2002**;
- [86] disponível em: <https://www.nasa.gov/image-feature/dr-nancy-grace-roman-astronomer>, acessado em 09/11/2019;

- [87] disponível em: http://www.canalciencia.ibict.br/notaveis/mario_schenberg.html ,
acessado em 09/11/2019;
- [88] disponível em: http://www.canalciencia.ibict.br/personalidades_ciencia/Cesar_Lattes.html, acessado em 09/11/2019;
- [89] disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/128553-genios-brasil-2-marcelo-gleiser-fisico-busca-origem-vida.htm>, acessado em 09/11/2019;
- [90] disponível em: <http://mulherdasestrelas.com/duilia-de-mello.html?m>, acessado em 09/11/2019;
- [91] disponível em: http://www.if.ufrgs.br/fatima/fis2016/aulas/aula2_files/esfel2.jpg, acessado em 08/11/2019;
- [92] disponível em: http://www.virtual.ufc.br/solar/aula_link/SOLAR_2/Curso_de_Graduacao_a_Distancia/LFIS/I_a_P/Introducao_a_Astronomia/aula_03/01.html#7 acessado em 08/11/2019;
- [93] disponível em: http://pousadavilatur.com.br/observatorio/documents/AstrofisicaEstelarON/c02_os_sistemas_coordenadas.pdf, acessado em 08/11/2019;
- [94] disponível em: http://www.on.br/daed/pequeno_cientista/conteudo/revista/pdf/calendario.pdf, acessado em 08/11/2019;
- [95] disponível em: <http://www.timeadate.eu/pages/pt/solar-time-pt.html>, acessado em 08/11/2019;
- [96] disponível em: https://docs.kde.org/trunk5/pt_BR/extragear-edu/kstars/ai-sidereal.html, acessado em 08/11/2019;
- [97] disponível em: http://www.if.ufrgs.br/riffel/notas_aula/ensino_astro/roteiros/Tempos.htm, acessado em 08/11/2019;
- [98] disponível em: http://www.if.ufrgs.br/fatima/fis2016/aulas/mov_apar_astro.htm, acessado em 08/11/2019;
- [99] disponível em: <https://www.tricurioso.com/2019/08/28/8-curiosidades-fascinantes-sobre-stonehenge/>, acessado em 08/11/2019;
- [100] disponível em: http://www.on.br/daed/pequeno_cientista/conteudo/revista/pdf/calendario.pdf, acessado em 09/11/2019;
- [101] disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Cultura/noticia/2016/01/oito-tipos-de-calendarios-usados-pelo-mundo.html>, acessado em 08/11/2019;

- [102] disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>, acessado em 08/11/2019;
- [103] disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/sol/sol.htm>, acessado em 08/11/2019;
- [104] GASTÃO B. L. Neto, Astronomia de Posição, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG), Universidade de São Paulo (USP), **2019**;
- [105] disponível em: <https://geomestrepedia.blogspot.com/2016/08/inclinacao-dos-planetras-eixo-de-rotacao.html>, acessado em 09/11/2019;
- [106] disponível em: <https://pt.tutitempo.net/lua/fases-novembro-2019.htm>, acessado em 09/11/2019;
- [107] disponível em: <https://umbelarte.blogspot.com/2017/05/as-fases-da-lua-2017.html>, acessado em 09/11/2019;
- [108] disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>, acessado em 09/11/2019;
- [109] disponível em: <http://www.astronoo.com/pt/artigos/eclipse-anular.html>, acessado em 09/11/2019;
- [110] disponível em: <https://fisicaevestibular.com.br/novo/universidades-2015/exercicios-resolvidos-da-unicamp-2015/resolucao-comentada-da-unicamp-2015/>, acessado em 09/11/2019;
- [111] disponível em: <https://www.todamateria.com.br/planeta-urano/>, acessado em 09/11/2019;
- [112] disponível em: <https://br.historyplay.tv/hoje-na-historia/e-descoberto-o-planeta-netuno>, acessado em 09/11/2019;
- [113] disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sistema-solar/>, acessado em 09/11/2019;
- [114] disponível em: <https://www.wdl.org/pt/item/3164/>, acessado em 09/11/2019;
- [115] disponível em: http://www.ccvalg.pt/astronomia/historia/giordano_bruno.htm, acessado em 09/11/2019;
- [116] disponível em: <https://www.todamateria.com.br/johannes-kepler/>, acessado em 09/11/2019;
- [117] disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/movplan2/movplan2.htm>, acessado em 09/11/2019;
- [118] disponível em: <https://www.infoescola.com/biografias/galileu-galilei/>, acessado em 09/11/2019;

- [119] G. B. L. Neto, *Astronomia Extragaláctica*, Instituto de Astronomia, Universidade de São Paulo (USP), **2018**;
- [120] Hubble E., **1934**, *ApJ* 79, 8;
- [121] Hubble E., **1929**, *Proc.Nat.Acad.Sci.* 15, 168;
- [122] disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble_-_de_Vaucouleurs_Galaxy_Morphology_Diagram.png, acessado em 09/11/2019;
- [123] disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/vialac/vialac.htm>, acessado em 09/11/2019;
- [124] disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_-_2019/estimativa_dou_2019.pdf, acessado em 10/11/2019;
- [125] disponível em: www.maps.google.com, acessado em 10/11/2019;
- [126] disponível em: <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484154/Resumo+-+T%C3%A9cnico+-+Censo+da+Educa%C3%A7%C3%A3o+B%C3%A9sica+-+2017/66ea001f-1744-4b70-bd03-bfcbd686befa?version=1.0>, acessado em 10/11/2019;
- [127] CHIMENTÃO, Lilian Kemmer. O significado da formação continuada docente. In: CONGRESSO NORTE PARANAENSES DE EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR. 2009;
- [128] CANDAU, V. M. F. Formação continuada de professores: tendências atuais. In: CANDAU, V. M. (Org.). *Magistério: construção cotidiana*. Petrópolis: Vozes, **1997**, p.51-68;
- [129] PELIZZARI, A., KRIEL, M. D. L., BARON, M. P., FINCK, N. T. L., DOROCINSKI, S. I. **2002**. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. revista PEC, 2(1), 37-42.

CAPÍTULO 7

Apêndice Produto Educacional

Produto educacional com dois jogos interativos sobre Astronomia e Guia Astronômico para formação continuada de professores da rede básica de ensino

Desenvolvido por: Ariel Adorno de Sousa & Suelem Paula Colmam Lenz

Autora:

Prof. Suelem Paula Colmam Lenz

Orientador:

Prof. Dr^o Ariel Adorno de Sousa

Universidade Federal de Rondônia (Unir)

Programa Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) - Polo 40

Suelem Paula Colmam Lenz e Ariel Adorno de Sousa – 2019

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

Parte I

Produto Educacional - Jogos e Regras

8.1 Introdução

Neste produto educacional trouxemos temas relacionados a nossa dissertação com uma abordagem simples de modo que os professores possam aplicar em suas salas de aulas sem perderem muito tempo estudando a temática. Proposmos dois jogos, um para ser feito em grupos do tipo “torta na cara” e outro, um quebra cabeça com astrofotografias. Primeiro apresetaremos o quebra-cabeça em seguida o jogo interativo de torta na cara. Faremos aqui a descrição de como é desenvolvido cada um dos jogos e suas regras, bem como as cartas que envolvem a realização do mesmo.

8.2 Quebra-cabeça de astrofotografias

Foram criados três quebra-cabeça do tipo “puzzle”, eles são distribuídos para a sala em grupos de no máximo 3 alunos. Um aluno media as peças, outro entrega e o último monta as peças. A regra é bem simples, quem finalizar primeiro e identificar qual é a imagem ganha a rodada. Como a sala de aula tem sempre muito mais de nove alunos, então é criado três grupo por cores, ficando mais simples o gerenciamento pelo professor mediador. O ideal é que todos os quebra-cabeças passem por todos os grupos, e esses grupos não devem falar entre si para não “entregar” a imagem e suas características. O professor tem em seu poder uma ficha que o aluno deve entregar preenchida no final de cada rodada sobre as características da foto, tais como: ¹

1. Principais características física (morfologia - que objeto é?);

¹ficha para entregar aos alunos no anexo 2 desse produto educacional.

2. Distância média até a terra;
3. Qual época do ano que esse objeto é mais visível no céu;
4. Qual é a região mais provável no céu para se ver esse objeto;
5. É possível fazer a observação desse objeto a olho nu;

Regras para o professor mediar e aferir as notas. Essas regras devem ser passadas para todos os alunos antes de iniciar as atividades.

- O Grupo terá quatro minutos para montar o quebra-cabeça;
- O grupo que finalizar a montagem do quebra-cabeça corretamente primeiro soma cinco pontos (5 pts);
- O grupo que finalizar a montagem do quebra-cabeça corretamente em segundo lugar soma três pontos (3 pts);
- O grupo que finalizar a montagem do quebra-cabeça corretamente em terceiro lugar soma um ponto (1 pt);
- O grupo que não finalizar a montagem do quebra-cabeça corretamente durante o tempo preestabelecido não soma nenhum ponto (0 pt);
- No final de cada rodada, o aluno irá entregar ao professor a ficha preenchida com as respostas dos itens acima descritos, para cada item certo o grupo somar-se-à dois pontos (2 pts), para cada resposta errada, será subtraído um ponto (-1 pt);
- Os alunos terão dois minutos para responder a ficha sobre a imagem montado do quebra-cabeça. Esse tempo só será iniciado a contagem após os quatro minutos da montagem do quebra-cabeça.
- O preenchimento da ficha só deve ser iniciado depois de finalizar a montagem correta do quebra-cabeça;
- Ganha o jogo o grupo que obtiver a maior pontuação no final de todas as rodadas.

Em casos onde a sala de aula tem mais de nove alunos, o professor deve previamente dividir os grupos de acordo com seu melhor entendimento. Uma rodada se finaliza após seis minutos. Acabando a primeira rodada, os alunos que jogaram, esperam em local sem poder interagir com os alunos que agora estão jogando, bem como os alunos que ainda não jogaram, não devem ter contato com nenhum dos alunos que estão jogando ou que já jogaram.

É recomendado tanto aos alunos quanto aos professores que forem utilizar o material que leiam o guia disponível na parte dois desse material. Nesse guia tem todas as dicas para se ter sucesso na aplicação desse jogo.

Com a finalidade de facilitar a jogabilidade, definimos **a)** como Andrômeda (M31), **b)** como as Pléiades (M45) e **c)** a Via-Láctea.

As respostas da ficha que está no anexo 2 que o professor deverá considerar são:

1. **a)** Andrômeda ou M31 **b)** Pleiades ou M45 **c)** Via Láctea;
2. **a)** 2,5 milhões de anos luz, **b)** 440 anos-luz, **c)** estamos na via láctea, a medida de distância não é determinístico;
3. **a)** de Agosto a Janeiro **b)** entre Outubro e Abril **c)** entre maio e setembro;
4. **a)** ao Norte **b)** localizada na constelação de touro, nasce no leste, se põe no oeste **c)** O dorso principal da via láctea fica na constelação de sargitário ela se estende de norte ao sul;
5. **a)** é possível somente em locais sem nenhuma poluição luminosa - **b)** Sim, mesmo em locais com poluição luminosa media/severa **c)** É possível em locais com baixa poluição luminosa, em grandes cidades, somente na periferias.

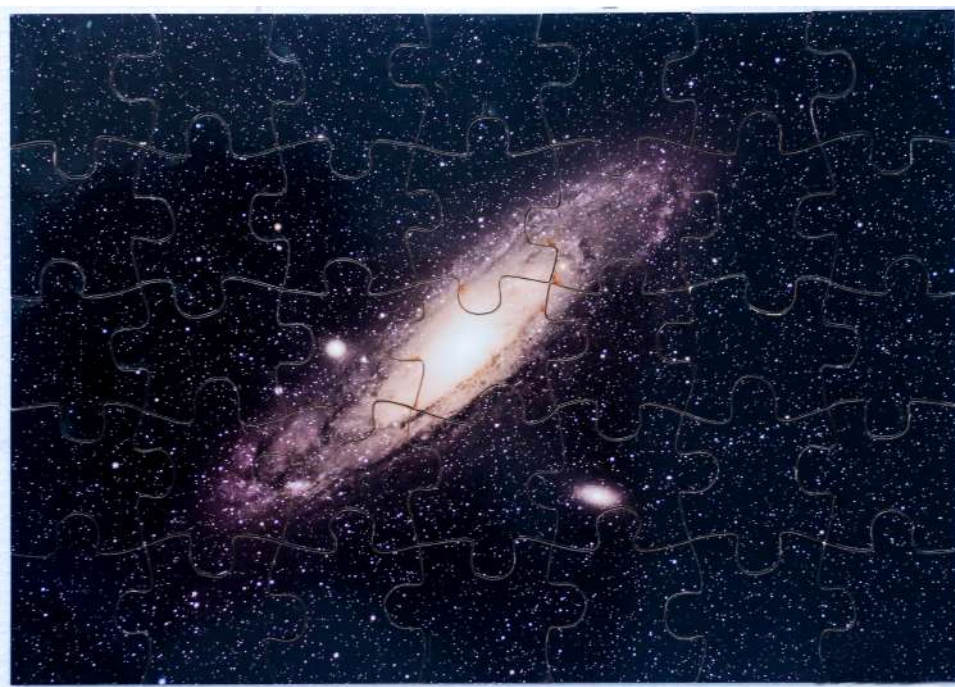


Figura 8.1: a) Quebra-cabeça de Andrômeda feito a partir de uma astrofotografia - Registro de Ariel Adorno. Fonte: [1]

8.3 Regras do Jogo - Torta na Cara

Para a realização do jogo é: ²

²disponível no anexo 3 desse produto educacional.



Figura 8.2: b) Quebra-cabeça das Pléiades feito a partir de uma astrofotografia - Registro de Ariel Adorno. Fonte: [2]

- Distribuído para cada aluno um guia astronômico em que os mesmos ficavam responsáveis pelo seu próprio estudo, caso venha a apresentar alguma dúvida, o aluno deverá procurar o professor mediador;
- A eles foram determinado um prazo de trinta dias para estudo individual e contestar dúvidas caso exista, a este método chamamos de aprendizagem ativa;
- Junto com o guia é passado 23 (vinte e três) cartas com 5 (cinco) dicas astronômicas que apenas o professor mediador tem acesso. Depois desse período de estudo realiza-se o jogo;
- Cada sala foi distribuída em duas equipes A e B;
- Feito um sorteio de cada membro da equipe para se preparar a responder as dicas dadas;
- Torta de glacê para o competidos que errar a resposta;
- Um competidor de cada lado ouve a dica dada pelo professor, a primeira dica tem o maior grau de dificuldade se comparda com as demais, se nenhum dos competidores souber a resposta vai para a segunda dica, se ainda permanecer sem resposta correta, segue-se para a terceira, quarta e quinta dica. A última dica é a mais fácil de levar o competidor a obter a resposta correta;

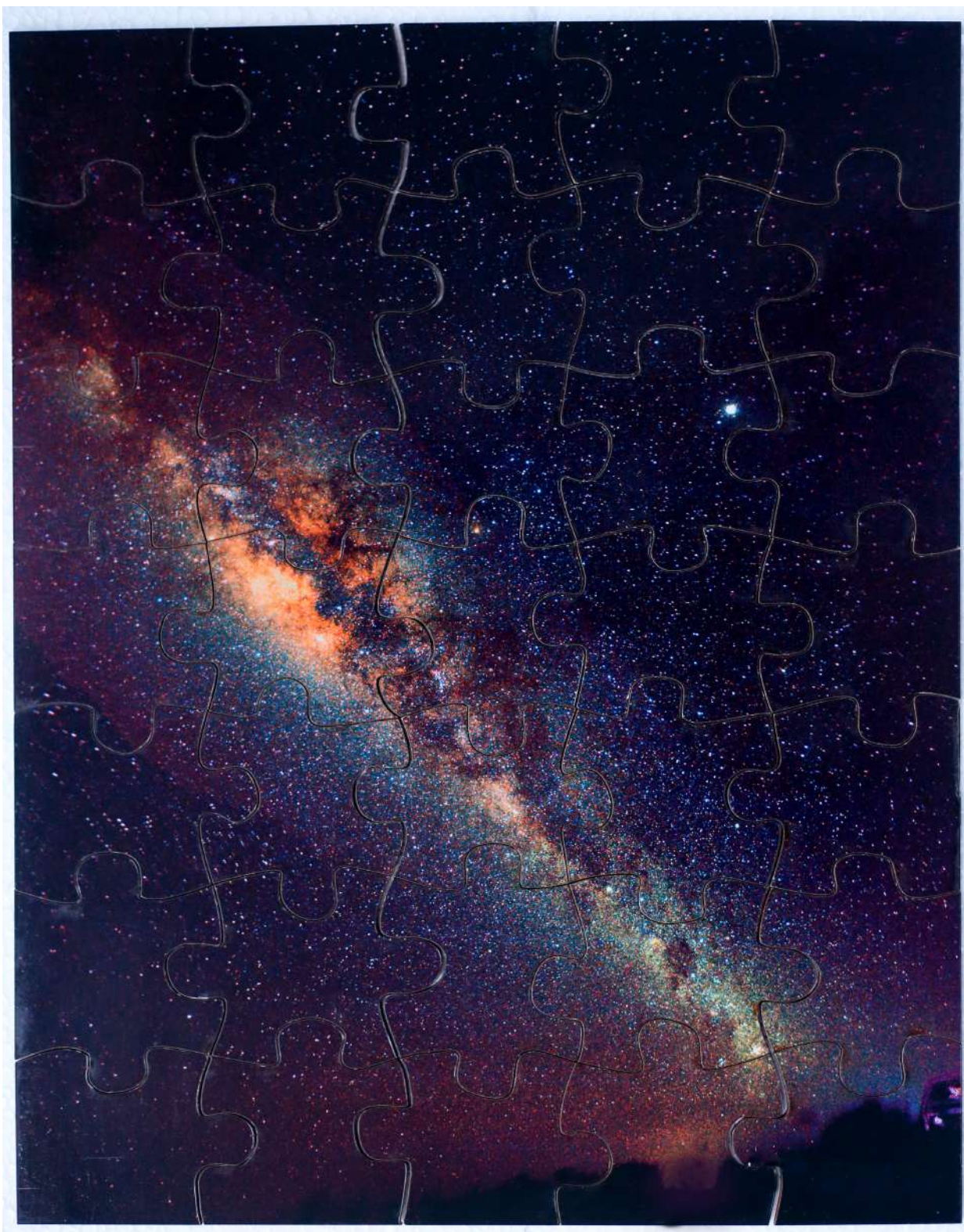


Figura 8.3: c) Quebra-cabeça da Via-Láctea a partir de uma astrofotografia - Registro de Ariel Adorno. Fonte: [3]

- Após responder corretamente o aluno vencedor da rodada, poderá pegar a torta de glacê e pagar a prenda em seu oponente (“torta na cara”);
- Ao final a equipe campeã ganhara sua premiação, que poderá ficar a critério de cada professor orientador, deixamos como sugestões: medalhas, troféus, livros, doces, um passeio em algum local interessante na cidade, dentre outros.

8.4 Cartas para o Jogo - “Torta na Cara”

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none">1. É a ciência mais antiga da humanidade;2. Utilizada pela civilização grega para determinar a passagem do tempo;3. Está presente no ensino da Ciência e da Física;4. Tem a finalidade de compreender a estrutura, a formação e o desenvolvimento do Universo;5. É o estudo dos corpos celestes, sua origem composição, forma e movimento dentre outros aspectos; <p>Resposta: Astronomia 1)</p>	<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none">1. É uma estrela;2. Em seu interior apresenta um estado denominado plasma;3. Distância média da Terra 149.600.000 Km;4. Encontra-se em estado gasoso sendo constituído principalmente de Hidrogênio e Hélio;5. Sua massa corresponde a 99,9% da massa do sistema solar <p>Resposta: O sol 2)</p>
--	--

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none">1. São formações escuras;2. É um fenômeno fotosférico podendo ser notável e visível;3. Possuem duas características em sua região a umbra região central mais escura e a penumbra região menos escura que envolvem a umbra;4. Na umbra pode atingir uma temperatura da ordem de 2500 a 4500 °C;5. Com o aparecimento desse fenômeno foi possível definir o período de rotação do Sol <p>Resposta: Manchas solares 3)</p>	<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none">1. Assim como a Terra não se tem uma conclusão da sua origem;2. Uma de suas Teorias aceita mais recente é a Teoria da grande colisão, em geral chamada de “Big Splash”;3. Sua distância da Terra pode variar entre 356.800 Km a 406.400 Km;4. É o único satélite natural da Terra5. Tradicionalmente temos quatro fases: Nova, quarto crescente, cheia e quarto minguante; <p>Resposta: A lua 4)</p>
--	--

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tem por significado a palavra "O chão"; 2. É o terceiro planeta que faz parte do sistema solar; 3. É o quinto maior planeta do sistema solar; 4. Encontra-se a uma distância de aproximadamente 150 milhões de quilômetros do Sol; 5. Pode ser esquematizada por quatro divisões principais: a Atmosfera, a Crosta, o Manto e o Núcleo; Resposta: Terra <p>Resposta: Terra 9)</p>	<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A Terra pode ser esquematizada por quatro divisões principais: a Atmosfera, a Crosta, o Manto e o Núcleo 2. Assim como a hidrosfera, a atmosfera da Terra pode se evoluir com sua formação. 3. A atmosfera é a camada gasosa que envolve a superfície da Terra; 4. Ela pode ser dividida em algumas regiões: a Troposfera, a Tropopausa, a Estratosfera, a Ionosfera e a Exosfera, entre outras; 5. Todas estas informações junto nos traz a resposta. <p>Resposta: Constituição da Terra 10)</p>
--	--

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sugerida em 1755 por Immanuel Kant e desenvolvida pelo matemático francês Laplace; 2. O corpo que domina é o Sol; 3. É composto pela nossa estrela o Sol e os oito planetas com suas luas e anéis, os asteroides, os planetas anões e os cometas; 4. todos os planetas giram em torno do sol, e quase todos giram em torno de seu próprio eixo; 5. O Sol se originou a partir da massa de gás rodante que assumiu uma forma discoidal com uma concentração central, já os planetas teriam formado a partir do material do disco <p>Resposta: O Sistema Solar 11)</p>	<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eles possuem um pequeno núcleo sólido rochoso no seu interior; 2. Planetas gasosos formados especificamente por gás, o Hidrogênio, Hélio e Metano; 3. Os planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno fazem parte; 4. Sua formação foi atrair um gás a seu redor crescendo ainda mais por agregação de grande quantidade de hidrogênio e hélio da nebulosa solar; 5. Seu nome está relacionado aos planetas gasosos; <p>Resposta: Planetas Jovianos 12)</p>
---	---

DICAS ASTRONÔMICAS

1. São os planetas mais próximo do Sol;
2. Os planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte fazem parte;
3. Os Planetesimais cresceram com o aumento de massa por aglomeração de materiais, chamado de agregação, dando origem assim aos planetários.
4. Todos eles possuem núcleo, um manto rochoso e uma crosta sólida;
5. São formados principalmente por rochas e metais.

Resposta: Planetas terrestres 13)

DICAS ASTRONÔMICAS

1. É um astro que se desloca em torno de uma estrela;
2. Seu significado vem do latim que quer dizer "errante";
3. Copérnio propôs que eles giravam em torno do sol no século XVI
4. Depois de um certo tempo o significado da palavra se modificou, atualmente essa palavra diz respeito a corpos de massa inferior;
5. Giram em torno do Sol, ou aqueles que existem e possam girar em torno de outras estrelas.

Resposta: Os Planetas 14)

DICAS ASTRONÔMICAS

1. É o planeta que se encontra mais próximo do Sol;
2. Sempre visível próximo ao horizonte leste, antes do nascer do Sol, ou depois do pôr do Sol acima do horizonte ao oeste.
3. Constituída principalmente por Hidrogênio e Hélio, possui muitas crateras semelhantes a da lua. Sua temperatura varia de 550 °C acima de zero e 180 °C abaixo de zero.
4. Encontrando-se entre a Terra e o Sol, ele apresenta fases semelhantes às observadas com a lua;
5. Não é o planeta mais quente do nosso sistema solar, esta característica pertence à sua vizinha Vênus;

Resposta: Mercúrio 15)

DICAS ASTRONÔMICAS

1. É o segundo planeta próximo do Sol;
2. É o que mais se aproxima da Terra e o mais similar em estrutura e tamanho;
3. É o planeta mais quente do sistema solar, sendo capaz de derreter o chumbo em sua superfície;
4. Pode ser observada antes do nascer do Sol ou após o pôr do Sol, é fácil de reconhecer no céu, pois é o astro mais brilhante;
5. Conhecida como "Estrela Dalva".

Resposta: Vênus 16)

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sua atmosfera é pouco densa e constituída basicamente por 95% de gás carbônico e pequenas quantidades de nitrogênio, vapor de água e outros gases; 2. É o quarto planeta do sistema solar a partir do Sol; 3. Ele é um astro deserto, poeirento e frio, sua atmosfera é extremamente fina e rarefeita; 4. Sua temperatura na superfície durante o dia é de 30 °C e de noite pode atingir a -120°C; 5. É o planeta mais visitado no sistema solar além da Terra. <p>Resposta: Marte 17)</p>	<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tem um diâmetro cerca de 11,2 vezes maior que o da Terra. 2. Duas vezes mais massivo que todos os outros planetas reunidos do sistema solar 3. É o quinto planeta e o maior de todo sistema solar; 4. Possui atualmente de 79 Luas catalogadas; 5. E suas principais são as luas galileanas, descobertas por Galileu Galilei em 1610, são elas: Io, Calisto, Europa e Ganimedes. <p>Resposta: Júpiter 18)</p>
---	--

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Assim como Júpiter também é constituído de principalmente de Hidrogênio e Hélio; 2. Possui cerca de 60 luas, tendo como principal o maior satélite natural, descoberto por Huygens em 1655, Titã 3. Possui anéis em torno de si, mas não é o único que os possui; 4. É o sexto planeta e o segundo maior do sistema solar; 5. Seu maior satélite foi descoberto por Huygens em 1655, Titã; <p>Resposta: Saturno 19)</p>	<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É o sétimo planeta; 2. É muito frio e ventoso; 3. Seu nome refere-se ao deus da Grécia que personifica o céu; 4. Sua distância é de 2,9 bilhões de quilômetros da Terra; 5. Foi o primeiro planeta a ser descoberto com telescópio. <p>Resposta: Urano 20)</p>
--	---

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É o oitavo e mais distante planeta do sistema solar; 2. Ele é escuro, frio e maltratado pelos ventos supersônicos em sua superfície; 3. O seu maior satélite é chamado de "TRITON"; 4. A temperatura desse planeta pode atingir na sua atmosfera -218°C; 5. É chamado de Gigante de Gelo. <p>Resposta: Netuno 21)</p>	<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Foi descoberto em 1930, por Clyde Tombaugh, através de fotografias obtidas por com um telescópio no Observatório; 2. É um mundo complexo e misterioso pois possui montanhas, vales, planícies, crateras e talvez geleiras; 3. Sua temperatura pode ser tão baixo chegando a -226°C a -240°C; 4. Durante muito tempo ele foi considerado um planeta; 5. É chamado de Planeta anão; <p>Resposta: Netuno 22)</p>
---	--

<p>DICAS ASTRONÔMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seu nome foi dado pelos povos antigos pois à sua aparência lembrava um caminho esbranquiçado de leite; 2. Seu nome foi denominada pelos romanos; 3. Também sido chamada de Galáxia Kiklos pelos gregos da antiguidade; 4. Pode-se ver claramente no céu uma faixa de lindas nebulosas que atravessam o hemisfério celeste de um lado para o outro. 5. Está galáxia é onde o nosso sistema solar está localizado, ela tem a forma de um espiral; <p>Resposta: Nossa Galáxia – Via Láctea</p> <p style="text-align: center;">23</p>
--

Parte II

Produto Educacional - Manuais sobre astronomia e ciências da natureza

Ciências da Natureza e a Física

As temáticas referentes a astronomia prendem a atenção das pessoas seja qual for sua idade, além do mais, esses conceitos fazem parte hoje da matriz curricular proposta na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) dos ensinos fundamentais e médio. Todavia percebe-se que a grande parte dos estudantes da rede pública de ensino deixam a sequência de ensino de estudos sem entendimentos de assuntos de Astronomia que são importantes na sua formação. [4]

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), propõem para o Ensino da Ciências da Natureza conhecimentos em função de sua importância social, o significado da importância para os alunos e de sua extrema relevância científico-tecnológico. Os PCN organizam-se em quatro eixos temáticos, sendo eles: “Vida e Ambiente”, “Ser humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade” e “Terra E Universo”. [5]

Na série final do ensino fundamental se inicia o ensino do Componente Curricular Física, em geral os conteúdos abrangidos nesse ano estão relacionados à mecânica e, quase sempre, limitam-se ao estudo da cinemática dando uma ênfase maior aos cálculos físicos.[6]

São as ciências da natureza que tem em comum a investigação da natureza e dos avanços tecnológicos, são elas: Biologia, Física, Química e Matemática que compõem uma mesma área do conhecimento e fazem parte das diretrizes e parâmetros do ensino médio, compõem a cultura científica e tecnológica fazendo parte de toda cultura humana sendo resultado e instrumento da evolução social e econômica, isso hoje na atualidade e ao longo de toda história. [7]

A Base Nacional Comum Curricular(BNCC)[8], apresenta a Física como sendo os conceitos e modelos que podem nos ajuda a descrever e a interpretar o mundo à nossa volta, podendo ser sistemas naturais ou equipamentos tecnológicos. Ela também está presente em tantas coisas, como os eletrodomésticos, da telefonia celular à Internet, de

sensores óticos a equipamentos médicos, da prospecção de minerais à radioastronomia que não poderia estar fora da cultura provida pela educação escolar.

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais [7], a área de Física se apresenta como um conjunto de capacidades específicas que permitam perceber e lidar com fenômenos naturais e a tecnologia que estão presentes na nossa rotina quanto na compreensão do universo além de envolver princípios tais como: leis e modelos por ela levantado. A Física tem uma linguagem própria que faz o uso de conceitos e terminologia bem definidos e também suas formas de expressão que envolvem na maioria das vezes tabelas, gráficos e até mesmo relações matemáticas. O ensinamento da Física vem deixando de se centralizar na simples memorização de de equações matemáticas ou repetição de procedimentos matemáticos, em situações abstratas ou artificiais, tendo consciência de que é preciso dar um significado as equações e seus fenômenos, apresentando seu sentido já na própria escola. Observando esses fatores nosso desafio é buscar meios de proporcionar e concretizar novos horizontes, novas formas de ensino, em especial dentro da realidade escolar. O desafio é como conseguir realizar tanto com pouquíssimo, espaço, tempo, falta de materiais, condições de trabalho de professores entre outros.

Astronomia é uma das mais antigas ciências, sendo considerada o primeiro conhecimento humano organizado de forma sistemática. É o estudo dos corpos celestes, sua origem, composição, forma e movimentos, dentre outros aspectos. Também tem a finalidade de compreender a estrutura, a formação e o desenvolvimento do Universo. [9]. Era utilizada pela civilização grega para determinar a passagem do tempo, já na idade média os árabes desenvolveram essa ciência e fizeram muitas descobertas sobre o movimento dos corpos celestes. [10]

É um tema motivador que está presente no ensino da Ciências e da Física, também sendo considerado um tema interdisciplinar, podendo envolver os componentes de Geografia, História, Artes, Linguagens, conteúdos que podem estar presentes na sala de aula no livros didáticos, interagindo um dos eixos dos Parâmetros Curriculares Nacionais, “Terra e Universo”. [9]

O ensino de Astronomia vem recebendo cada vez mais atenção especial uma vez que nas BNCC tem acentuada está frente da ciência no ensino fundamental, isso se deve a quantidade de trabalhos relacionado na temática que tem claramente vários pesquisadores desenvolvendo atividades mais importantes e fundamentais. [11]

No decorrer dos séculos a astronomia pôde proporcionar grandes avanços e desenvolvimento em outras ciências com descobertas que impactaram nas diferentes áreas do conhecimento. Existem hoje muitas tecnologias que são empregadas e podem apresentar algumas contribuições da Astronomia, como por exemplo, alimentos que são preservados por um período maior de tempo, tendo a necessidade de o homem sobreviver em sua viagem ao longo do espaço. [12]

Aprendemos conceitos básicos de Astronomia quando começamos a entender o universo, desenvolvendo o interesse a curiosidade e a apreciação pela ciência de forma geral. Só quando começamos a aprender a astronomia que percebemos a nossa pequenez di-

ante deste vasto universo, e passamos a compreender que somos os únicos seres a tentar nos aprofundar nele com nossa inteligência, numa busca pelo conhecimento. Com essas percepções passamos a entender que a Astronomia é apaixonante por mim mesmo, começando a observar apenas um céu estrelado a olho nu ou até mesmo com telescópios, binóculos ou até mesmo as fantásticas imagens astronômicas. Na escola o papel da Astronomia é promover um excitante papel de motivação para a ciência, tanto para alunos como para professores, pois quando tocamos nesse assunto os jovens passam a desencadear perguntas uma atrás da outra, como por exemplo: existe vida extraterrestres? O que são buracos negros? Qual é a origem do universo? Entre outras várias perguntas. O ensino da astronomia é de extrema importância pois pode desmistificar algumas ideias de senso comum sobre fenômenos do céu que podem causar alguns temores, como por exemplo: a formação dos eclipses e o que eles causam, o aparecimento de objetos brilhantes no céu, o impacto de um asteroide e/ou meteoro na Terra, as chamadas “estrelas cadentes” entre outros temores.[13]

Ao nos deparar com o tema Astronomia em escolas públicas percebemos que é um conceito não muito explicado nem mesmo entendido por professores e alunos da rede pública de ensino do estado de Rondônia. Langhi 2009 nos traz indagações a respeito dos conceitos, tais como, “para que ensinar astronomia nas escolas? ” – “Sendo uma ciência que estuda os astros tão distante de nós, que benefícios a astronomia poderia trazer aos humanos, enquanto seres tão relativamente minúsculos sobre a superfície deste planeta?” [13]

Entretanto por estes motivos e muitos outros o Ensino a Astronomia deve ser trabalhado na educação básica, esse ensino desperta a curiosidade e o interesse a ciência e nos ajuda a compreender a natureza humana e nos desperta para outras realidades.

O Nascimento da Astronomia

A astronomia é julgada a mais antiga dentre todas as ciências, sendo certo que para a sobrevivência do homem eles deveriam observar os fenômenos que ocorriam em sua volta, como a variação do dia e da noite, ou melhor, a diferenciação entre o claro e o escuro, possibilitou a atividade da vida sobre a Terra, mas mesmo assim o homem demorou perceber que o sol era o causador da iluminação. E depois de muitos milênios que passou o homem demorou a perceber a presença da Lua e suas características. O Sol foi o primeiro a chamar a atenção do homem, surgindo a necessidade de se proteger na sombra de uma árvore nas horas mais quentes ou mesmo se expor ao sol nas manhãs de frio. Essas razões se somaram para as definições do dia e da noite. Com o entendimento da Lua a mesma funcionou como a primeira grande medida do tempo, a propósito, continua a ser, possibilitando a caça ou o caminhar encontrando seu caminho em certas noites.[14] [15]

Com o passar dos anos o homem obteve evoluções, podendo ter sido percebida muito depois, como a utilização das estrelas e demais astros para sua orientação em viagens sobre a superfície da Terra e sobre o mares. Essa descoberta levou a capacidade ao homem pastorear os seus animais.[15]

Próximo aos nossos dias obtiveram os primeiros registros de observações ou lendas. Essas tradições mais antigas estão ligadas aos povos como os chineses, caldeus, babilônicos e os mais recentes gregos e egípcios. Os babilônicos deram origem aos significados e lendas sobre as figuras (constelações), formadas pelas estrelas. Durante um milênio os babilônicos acumularam uma grande quantidade de conhecimentos e observações feitas do céu. Observaram e perceberam que algumas estrelas possuíam comportamentos diferenciados de todas as demais presentes no céu. Mais tarde, essas estrelas foram chamadas de errantes, nos dias atuais são chamados de planetas.[16]

Assim como a poesia, a Astronomia tem uma grande dose de encanto, sendo um conhecimento que pode ser prático. Com o passar do tempo o homem percebeu que a

natureza de forma geral, especialmente no reino vegetal quem possui um comportamento natural. observaram que todos os anos a vegetação voltava a se repetir, como exemplo, as folhas que caíam, as folhas novas que nasciam, as flores e os frutos entre outros.[16]

Esses comportamentos tão especiais relacionados as estrelas só podiam ser atos dos deuses, e assim foram chamadas. Os babilônios então pensaram e adotaram a iniciativa de transferir os seus deuses para o céu. E é aos babilônicos que se deve a criação do zodíaco, divisão do caminho do Sol pelo céu em doze regiões, ocupada e configurada pelas estrelas.[15]

12.1 A nossa estrela - O Sol

Assim como os pontos brilhantes no céu noturno, o Sol também é uma estrela, dessa forma sendo a mais próxima de nós, o Sol é nossa principal fonte de energia e é a que mais conhecemos. Fica situada a uma distância média da Terra de 149.600.000 Km, seu diâmetro aparente é semelhante ao da lua na ordem de $0,5^\circ$, seu diâmetro é de aproximadamente 1.400.000 Km cerca de 109 vezes o diâmetro da Terra, o seu volume é de aproximadamente 1.300.000 vezes ao volume da Terra e possui uma massa da ordem de 333.000 a massa terrestre, sua densidade média é de $1,41\text{g/cm}^3$ devido a sua grande massa e ao seu enorme volume. Sua massa corresponde a 99,9% da massa de todo o sistema solar. [17]

O Sol possui um intenso campo gravitacional ao seu redor devido a sua massa ser muito grande, por esses fatores é o astro central do sistema solar no qual giram os planetas e demais astros. Ele é uma esfera enorme de gás incandescentes, no seu núcleo acontece a geração de energia com reações termonucleares, sua aparência é tão grande e brilhante, é de 200 bilhões de vezes maior que o de Sírius que é a estrela mais brilhante do céu noturno, mas na verdade o Sol é uma estrela bastante comum.[17, 18]

Principais características: massa igual a $M_{Sol} = 1,989 \times 10^{30}\text{Kg}$, raio $R_{sol} = 6,960 \times 10^8\text{m}$, densidade média $\rho = 1409\text{Kg m}^{-3}$, densidade central $\rho_c = 1,6 \times 10^5\text{Kg m}^{-3}$, distância 1 Unidade Astronômica (UA) $1,496 \times 10^8\text{Km}$, Luminosidade $L_{sol} = 3,9 \times 10^{33}\text{ergs/s}$, temperatura da superfície $T_{sup} = 5785\text{K}$, temperatura central $T_c = 15.000.000\text{K}$, composição química principal Hidrogênio = 91,2%, Hélio = 8,7%, Oxigênio = 0,078%, Carbono= 0,049% [18]

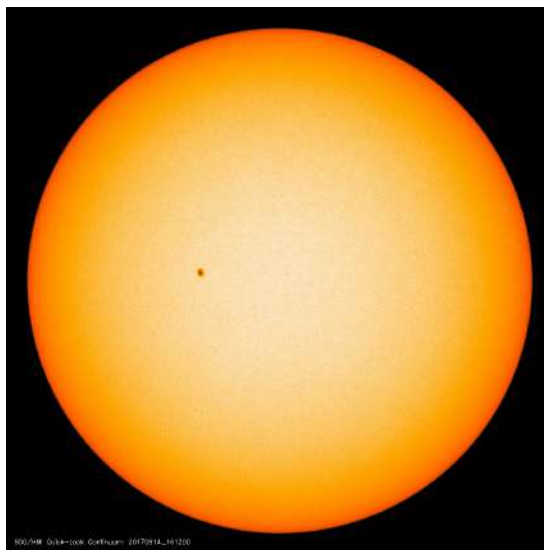


Figura 12.1: Registro do Sol com uma pequena mancha.

Fonte: [19]

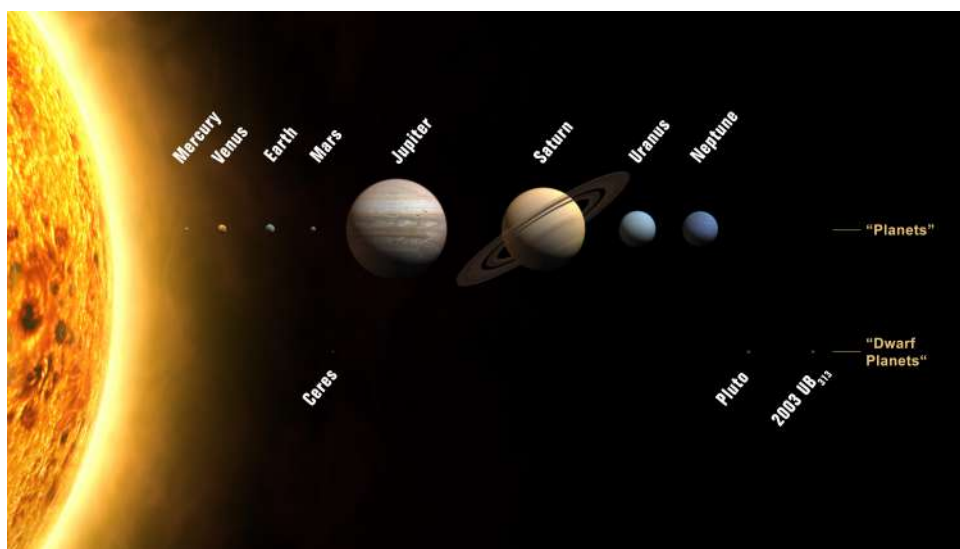


Figura 12.2: Comparação entre as dimensões do Sol e dos planetas.

Fonte: [20]

12.2 Constituição Química do Sol

Sobre a constituição química do sol podemos dizer sobre a sua matéria, a mesma é constituida e encontra-se em estado gasoso, os gases que o compõem estão a temperatura assustadoramente altas, principalmente em seu interior podendo apresentar um estado denominado plasma. Após análises espectrais da luz solar foi possível constatar que ele é principalmente constituído por Hidrogênio, um componente químico existente na natureza e mais simples, em torno de 75% da materia do Sol é formada por este elemento. Outro elemento químico sendo o segundo mais simples da natureza e que também está presente é o Hélio cerca de 23%, o nome deste elemento tem um significado que deu origem ao

nome do Sol. Outros 2% de elementos constitui o restante da matéria solar chamados coletivamente de metais na astronomia, além do Hidrogênio e do Hélio. [17]

12.3 Estrutura Solar

12.3.1 Núcleo

Região mais interna do Sol, sua temperatura é de aproximadamente 15 milhões de graus Celsius, pelo fato desta temperatura ser altíssima assim como a enorme pressão que existe no núcleo solar é percebido reações termonucleares que ocorre a fusão de Hidrogênio em Hélio, emitindo uma grande quantidade de energia na forma de radiação.[17]

12.3.2 Zona Convectiva

Através de correntes de convecção é a que faz o transporte da energia gerada no núcleo até a superfície do Sol. Ela é formada por colunas de gases que estão frequentemente em movimento. Sua espessura é da ordem de 150.000Km . [17]

12.3.3 Fotosfera

É a região do Sol possível de ser observada diretamente com o olho humano, esta região é a "superfície" do Sol. Podendo encontrar-se a uma temperatura de $5.500\text{ }^\circ\text{C}$ e aproximadamente a uma espessura de 300Km . [17]

12.3.4 Camada inversora

Responsável pelo aparecimento das raias escuras no espectro solar, que indicam a existência de elementos químicos presentes naquela região. Possui uma temperatura menos que a fotosfera um valor aproximado da ordem de $4.000\text{ }^\circ\text{C}$ e uma espessura de aproximadamente 2.500Km [17]

12.3.5 Cromosfera

Podendo ser observada com instrumentos especiais ou durante os eclipses totais do Sol, é uma camada de pigmentação avermelhada. Sua temperatura aumenta progressivamente desde o seu limite com a camada inversora alcançando cerca de $50.000\text{ }^\circ\text{C}$ e sua espessura pode ser considerado entre 6.000 e 15.000 Km . [17]

12.3.6 Coroa

Sendo a última camada do Sol conhecida como camada externa, ela não pode ser determinada com precisão por ser muito mutável dependendo da sua atividade solar.

Pode se estender até as órbitas planetárias. Desta maneira como a cromosfera só pode ser observado com o fenômeno dos eclipses totais do Sol, ou por meio de instrumentos coronógrafos pois sua luminosidade é intensa e sua temperatura pode atingir uma ordem de 1.000.000 °C.[17]

12.4 Principais Fenômenos Solares

12.4.1 Manchas Solares

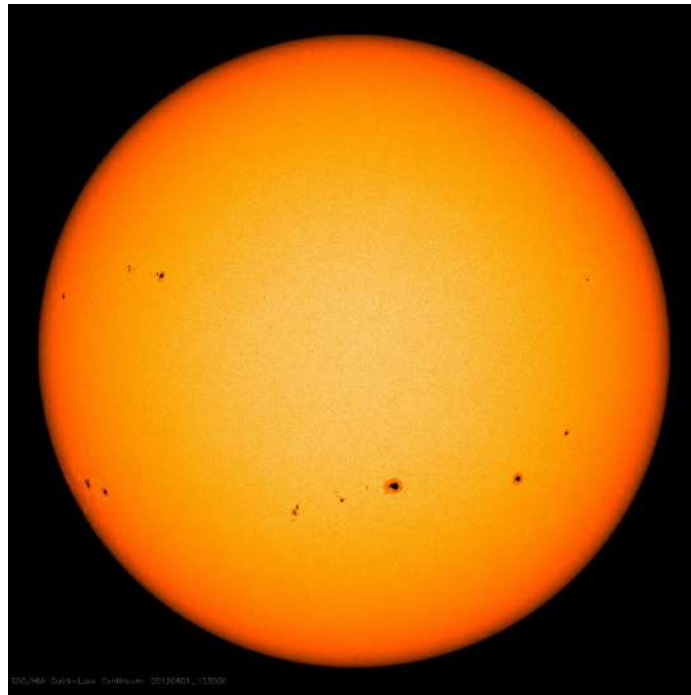


Figura 12.3: Representação do Sol com várias manchas solares.

Fonte: [21]

São regiões menos quentes, aproximadamente 2000 K e podendo ser mais escura que a sua circunvizinha a fotosfera, por possuírem um intenso campo magnético elas emitem menos energia que a fotosfera. A pelo menos 1000 anos a. C. na antiga China as manchas solares vem sendo observadas a olho nu.[22]

É um fenômeno fotosférico podendo ser notável e visível, são as manchas solares que são formações escuras, podendo ser observado através de telescópios preparado com filtros especiais ou uma projeção da imagem do Sol que tenha proteção. Essas manchas exibe a cor escurecida pelo fato de possuírem uma temperatura bem menor do que as regiões da fotosfera que as rodeiam, desta forma ficando menos luminosas. elas possuem duas características em suas regiões, primeiro a umbra região central mais escura que podem atingir temperaturas da ordem de 2.5000 a 4.5000 °C, e a penumbra região menos escura que envolvem a umbra podendo atingir temperaturas intermediários entre as regiões da

fotosfera e a umbra. A extensão dessas manchas variam entre aproximadamente 1.500 e 150.000 Km, ultrapassando o diâmetro da Terra em doze vezes. Com a existência das manchas solares foi possível definir o período de rotação do Sol, isto pois as manchas em geral permanecem visíveis por vários dias e algumas localizam-se por mais de um mês, com rápidas modificações em suas formas.[17]

12.4.2 Grãos

Os grãos possui uma pequena duração de dezenas de minutos, são formações observadas frequentemente na fotosfera solar. Formações estas que definem os topos das colunas de matéria ascendentes que provem da zona convectiva. Suas dimensões aproximam-se entre 200 e 1.500 Km.[17]

12.4.3 Fáculas

As Fáculas são mais luminosas e podem surgir antes das manchas solares, são regiões da fotosfera com temperatura acima daquela que encontra-se na superfície solar.[23]

12.4.4 Espículos

São formações que ocorrem na cromosfera do Sol, distribuindo-se razoavelmente uniforme. A extensão dos seus jatos ou colunas de matéria pode atingir cerca de 8.000 Km, seu diâmetro é aproximadamente 500 Km e tem curta duração aproximadamente dez minutos.[17]

12.4.5 Protuberâncias

Também chamada de Proeminências, é um Característico fenômeno do Sol, ocorre nas camadas superiores da atmosfera solar a cromosfera e a coroa. Esse fenômeno são colunas de gases mais frios que a região envolvente e parecem se afastar ou se aproximar da cromosfera com grandes velocidades. Sua altura pode atingir centenas de milhares de quilômetros.[17]

12.5 A Lua

12.5.1 Sua Origem

Assim como ocorreu com a Terra nada existe de totalmente conclusivo sobre a origem da lua. Mas algumas teorias foram formuladas a respeito, procurando desvendar quais foram os processos que deram origem ao satélite natural da Terra.[17]

Segundo Luiz [24] Podemos definir algumas principais ideias:



Figura 12.4: Representação da Lua crescente com 91% de luminosidade.

Fonte: [25]

I. Por um processo de separação a partir da Terra, conhecida como Teoria da Fissão, que ocorre através de uma rápida rotação da Terra, uma hipótese proposta por George Howard Darwin em 1879;

II. Proposta pelo químico americano Harold C. Urey em 1952, baseou-se em uma ideia de que a Lua havia sido formada isoladamente da Terra sendo atraído pelo campo gravitacional da Terra.

III. Proposta em 1800, originou-se por agregação de matéria situada na vizinhança da Terra, quando houve o processo de formação do sistema solar.

IV. A teoria da colisão dos planetesimais, pedaços muito grande de rochas tais como os asteroides conduziu a fragmentação nos primórdios da história do sistema solar. Estes pequenos fragmentos se condensou para formar a Lua.

V. Desprovido da teorização sólida esse modelo afirma que a Terra, a Lua e Marte possuíam uma origem comum. Um outro planeta não identificado com sua massa que seria a soma dos três outros planetas juntos se contraindo aumenta sua velocidade rotacional, se dividiu em dois fragmentos que se afastaram mantendo unido por pequenos fragmentos. Estes fragmentos se agrupou na Lua, o maior fragmento juntou a Terra e o menos fragmento se juntou a Marte.

VI. Por fim a mais recente, a Teoria do impacto gigante também chamada de teoria da grande colisão ou geralmente chamada da Teoria do "Big Splash". Um corpo do tamanho de Marte chamado de Theia colidiu com a Terra expulsando um grande volume de matéria. Esta matéria formou um disco de material orbitante que mais tarde gerou a lua em orbita ao redor da Terra. Hipótese apresentada pela sustentação das modelagens computacionais para o comportamento de rotação e translação do sistema Terra e Lua.

12.5.2 Alguns aspectos da Lua

A Lua é um satélite natural da Terra, podendo ser observado da superfície terrestre. Os primeiros povos, mesmo sem terem determinado a distância, eles já consideravam que a Lua era o astro mais próximo da Terra devido o seu rápido movimento, apresentando assim um movimento mais notável para nós, com exceção dos corpos passageiros como os meteoros. Na Grécia Antiga os trabalhos feitos por Aristarco de Samos e Hiparco puderam calcular sua distância e suas dimensões pela primeira vez de forma satisfatória. Mas somente com as observações feitas por Galileu no século XVII é que a constituição do satélite natural passou a ser reconhecida, que mostraram alguns relevos da Lua semelhantes aos da Terra. Hoje existem outros meios observacionais, tais como, telescópios, binóculos, fotografia, a fotometria, análise infravermelho e ultravioleta dentre outros.[26]

O valor atual da lua pode ter sido obtido por laser, utilizando espelhos colocados na superfície da Lua por Astronautas nas missões Apollo 11, 14 e 15. Estes espelhos possibilitaram medir o tempo de ida e vinda de um feixe de laser que era disparado da Terra na direção da Lua, obtendo que sua distância pode varia de 356.800 Km a 406.400 Km devido a sua órbita elíptica. alcançando um valor médio de 384.000 Km. Seu diâmetro é de 3.476 Km, sua massa é de 1/81 da massa da Terra. A Lua possui uma orbita com uma inclinação de 5° . [18]

12.5.3 Fases da Lua



Figura 12.5: Representação da Lua com suas oito fases.

Fonte: [28]

As fases da Lua são os diferentes aspectos que a Lua mostra quando é iluminada pelo Sol, esse fenômeno é conhecido desde a antiguidade, estudado e apresentado por pelo grego Anaxágoras (± 430 a.C.) que já conhecia sua causa, depois Aristóteles (384 – 322 a.C.) explicou e registrou corretamente esse fenômeno dizendo que as fases da Lua resultam do fato que a mesma não é um corpo luminoso mas sim um corpo iluminado pela luz do Sol. Observando que a face iluminada da Lua é aquela que está voltada para o Sol. A face iluminada que é voltada para a Terra apresenta a fase da lua. A Lua crescente acontece durante metade do ciclo com seu aumento e durante a outra metade do ciclo que está diminuindo temos a Lua minguante.[17, 18]

Tradicionalmente temos quatro fases principais; Lua nova, quarto-crescente, Lua cheia e quarto minguante, recebem esses nomes mas a porção que vemos iluminada da Lua que é a sua fase, varia a cada dia.[18]

Seu ciclo de fases completo é de 29,5 dias, mas o seu período de translação ao redor da Terra é de 27,3 dias.[29]

Lua Nova

Quando a Lua fica situada entre a Terra e o Sol e sua face visível não recebe luz do Sol, pois esses dois astros estão na mesma direção. Nesse período a Lua pode ser vista de dia no céu, nascendo e se pondo aproximadamente junto com o Sol. Durante os dias seguintes a Lua vai ficando cada vez mais a leste do Sol, por isso, o lado oeste da face visível vai ficando gradativamente mais iluminado, até que uma semana depois temos o quarto crescente com 50% de sua face iluminada.[30]

Lua Quarto-Crescente

Aproximadamente sete dias depois da Lua Nova, ela atinge uma posição em que metade de sua superfície iluminada pode ser vista. Sendo metade a oeste da face iluminada voltada para a Terra. Ela nasce aproximadamente ao meio dia e se põe aproximadamente a meia noite. Essa fase é o Quarto-Crescente.[29]

Lua Cheia

Também chamado de Plenilúnio. Cerca de sete ou oito dias após o Quarto-Crescente quando todo o hemisfério está iluminado sua visibilidade está em 100%. Ela fica visível no céu durante toda a noite, nasce quando o Sol se põe e se põe quando o Sol nasce.[17]

Lua Quarto-Minguante

Aproximadamente sete dias depois da Lua cheia ela atinge uma nova posição em que somente metade de seu hemisfério é iluminado, podendo ser observado da superfície terrestre. Nasce aproximadamente a meia noite e se põe aproximadamente ao meio dia.

Nos próximos dias seguintes a Lua continua a minguar, até atingir o dia zero do novo ciclo.[17]

12.5.4 Eclipses Lunares e Solares

Se a órbita da Lua não fosse inclinada em relação a eclíptica, ocorreriam pelo menos dois eclipses a cada mês, um quando a Lua estivesse em fase de Lua-nova e outra de Lua-cheia, pois estaria exatamente entre a Terra e o sol, ou dentro do cone de sombra da Terra. Ocorre um eclipse sempre que um corpo entra na sombra de outro. Acontece um eclipse lunar quando a Lua entra na sombra da Terra e quando a Terra é atingida pela sombra da lua acontece o eclipse solar, os dois são eventos mais espetaculares do céu.[23]

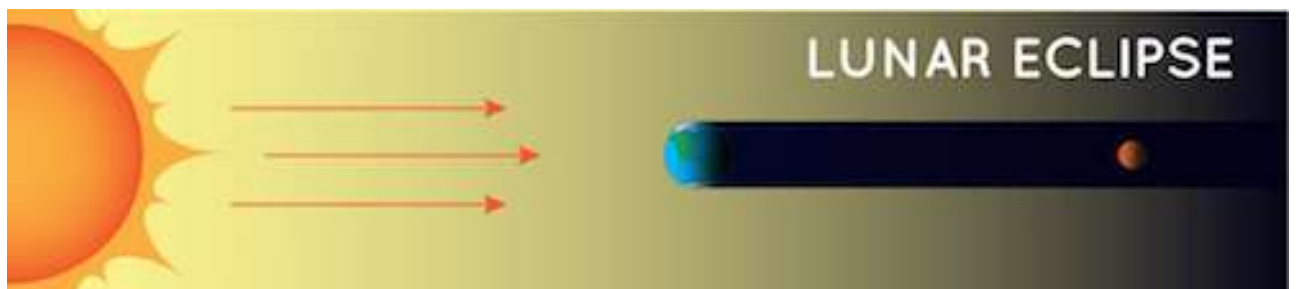


Figura 12.6: Representação do Eclipse Lunar.

Fonte: [31]

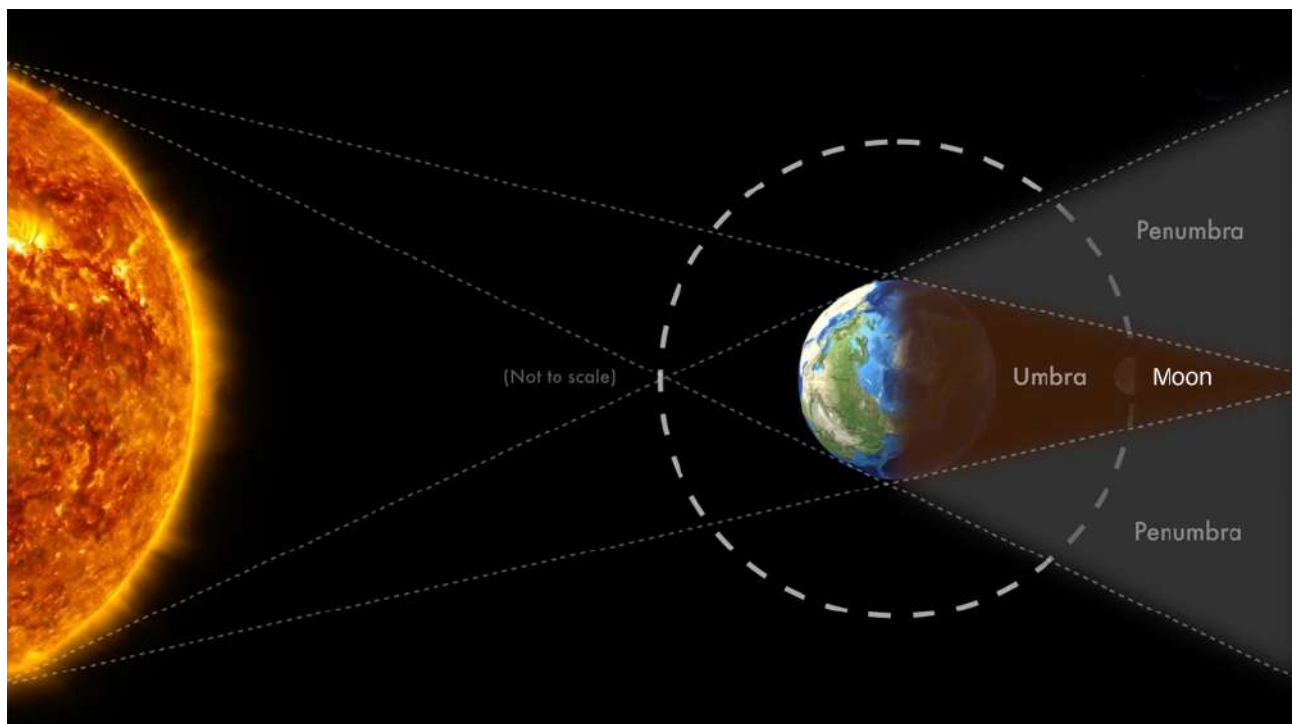


Figura 12.7: Representação do eclipse lunar.

Fonte: [32]

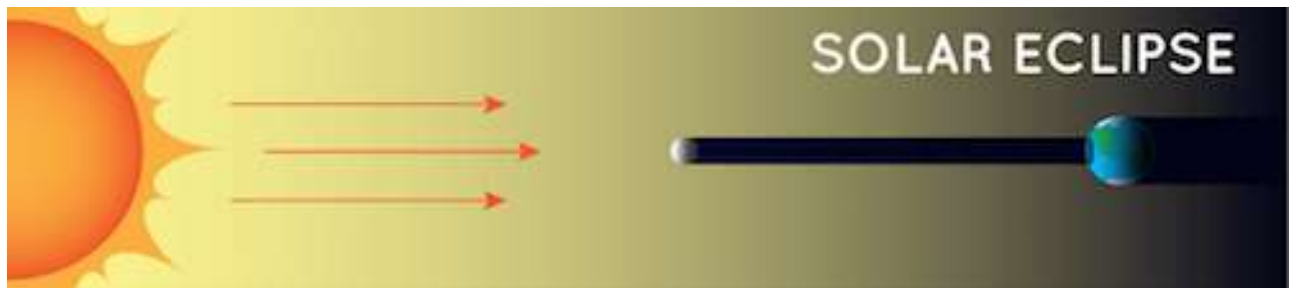


Figura 12.8: Representação do Eclipse Solar.
Fonte: [33]

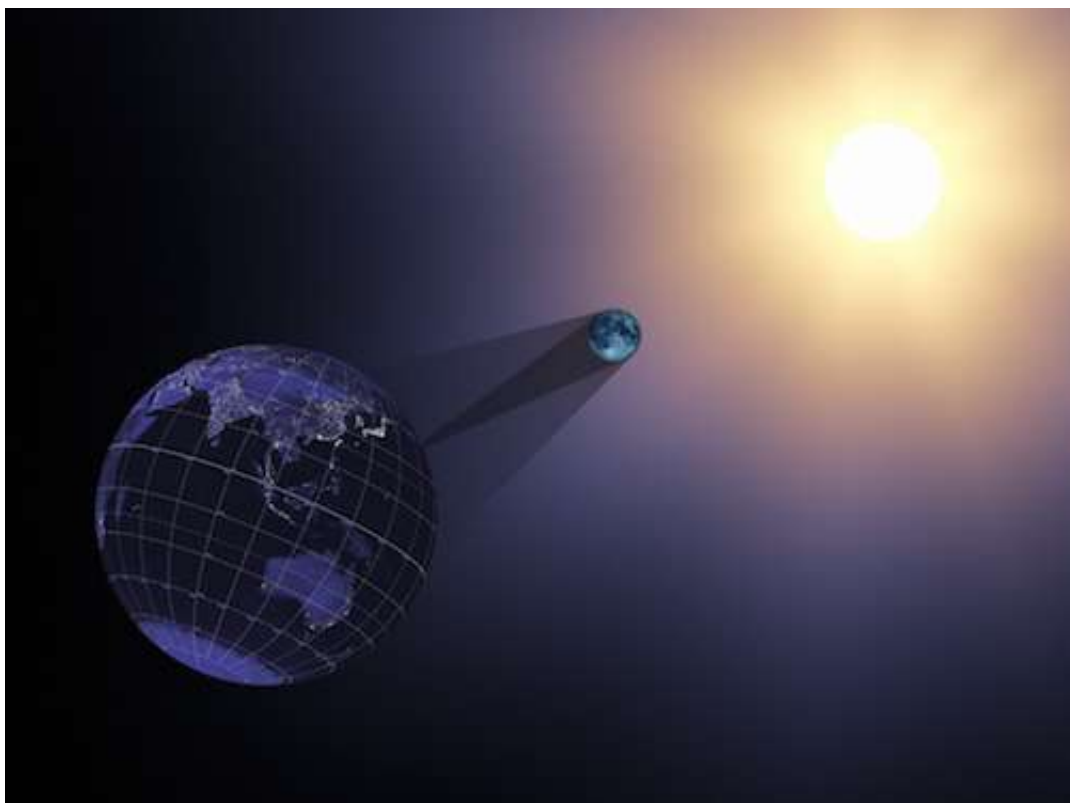


Figura 12.9: Representação do Eclipse Solar.
Fonte: [34]

CAPÍTULO 13

Influência da Lua nas Marés

A Lua como já foi dito, é o satélite natural da Terra, ela possibilita que nosso planeta seja habitável. Ela também é a responsável por provocar as marés, criando assim um ritmo que guiou os humanos em suas expedições, caças entre outros, por milhares de anos.[?]

Os pescadores que vivem no litoral, por ser algo que já é passado de geração à geração conhecem muito bem o movimento e regularidade de subida e descida do nível do mar, podendo estar associadas a fase da Lua e ao período do seu dia. Em algumas regiões do litoral Brasileiro, tais como, Norte e Nordeste, é de se admirar a diferença entre o avanço e o recuo marítimo. [29]

As marés constituem um efeito de atração gravitacional entre Terra e Lua, e de forma diminuta atração gravitacional pelo Sol. A ideia mais simples sobre as marés se dá pela atração gravitacional da Lua sobre um certo ponto da superfície terrestre, que é maior em pontos que se localiza na face da Terra que esta voltada para a Lua do que em seu lado oposto. Devido os efeitos de rotação e a fácil fluidez da água, as marés que estão do lado oposto assumirá a mesma forma das marés que estão voltadas para a Lua. Como a Lua orbita em torno da Terra acaba deslocando as marés, e a cada seis horas (aproximadamente), varrem em torno de 90° em relação ao centro, e a cada 12 horas (180°), o que significa que as marés passará em um mesmo ponto duas vezes dentro de 24 horas.[18]

CAPÍTULO 14

Estações do Ano

Com as observações das estações, foi possível definir o conceito de ano. As condições climáticas podem variar de forma periódicas, alternando assim as épocas quentes com as épocas frias com períodos razoavelmente previsíveis. Os pré históricos observaram que ao meio dia, o tamanho da sombra de um gnômon, ou seja, uma haste vertical, pode variar de modo a voltar ao inicio, sendo possível observar a diferença, menor nas épocas quentes que nas frias.[23]

Desta maneira podemos definir as estações do ano, aos Solstícios temos o verão e o inverno. O verão se inicia quando a sombra, ao meio dia, era a menor de todas as sombras, e os dias são mais longos e as noites mais curtas, no inverno se inicia quando a sombra ao meio-dia é a mais comprida, e as noites são mais compridas e os dias mais curtos. Existindo assim a noite mais longa que é a do início do inverno e a mais curta que é a do início do verão. Por outro lado, entre os solstícios de verão e inverno, temos os fenômenos que recebem o nome de equinócios que correspondem a formação de mais duas estações, a Primavera e o Outono.[23]

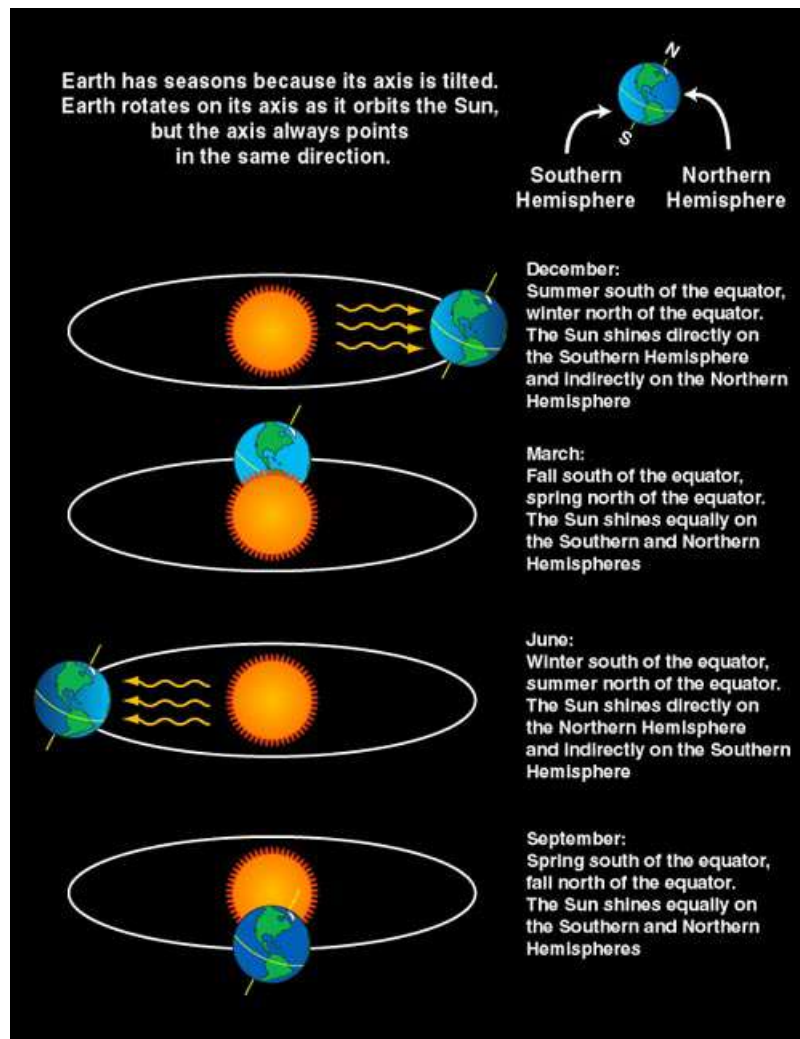


Figura 14.1: Representação das Estações do Ano.

Fonte: [36]

Movimento de Translação e Rotação da Terra

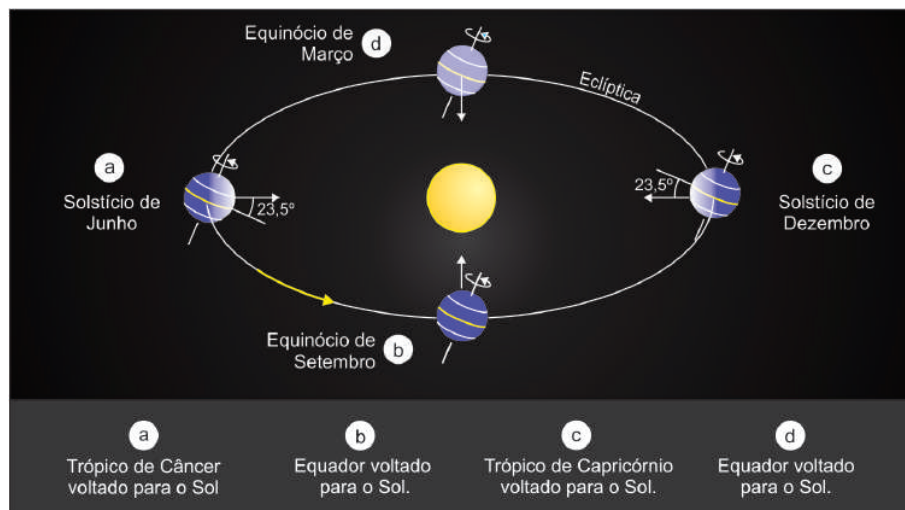


Figura 15.1: Representação do Movimento de Rotação e translação da Terra. Fonte: [37]

A Terra vem sofrendo transformações desde a sua formação, como por exemplo, a ação da força gravitacional do sol e outros demais componentes do sistema solar. Graças a essas forças a Terra é composta de vários movimentos que irá depender das causas que os produzem e os referenciais. A Terra possui uma quantidade de movimentos que depende dos sistemas de referência adotado e deve facilitar nossa compreensão acerca dos mesmos, pois todos esses movimentos ocorrem ao mesmo tempo. [17]

As medidas do tempo e os calendários são baseados nos dois movimentos que a Terra faz, o de translação e o de rotação da terra e também no movimento de translação da lua. [30]

15.1 Rotação

Alguns registros históricos existentes apontam, o primeiro a afirmar que a terra possuía um movimento de rotação no século III a. C., foi Heráclides de Éfeso. Com a suposição proposta por Heráclides ele pode encontrar uma maneira mais fácil de explicar os movimentos que os astros podem realizar, dos horizontes de leste a oeste. Durante muito tempo acreditava que a Terra era o centro do universo e que todos os planetas giravam ao seu redor. Somente depois com a aceitação da ideias heliocêntrica propostas por Nicolau Copérnico que propuseram a rotação terrestre como forma de explicação do movimento diurno da Esfera celeste, e essencialmente com os trabalhos de Galileu Galilei e Newton sobre as leis da Mecânica que conseguiram surgir alegações aceitáveis a respeito da rotação da Terra. A partir do movimento das estrelas em relação ao horizonte podemos medir o período desse movimento que é de aproximadamente 23 h e 56 min denominado dia sideral. Analisando este movimento é fácil entender porque ocorre os dias e as noites, onde cada momento a superfície terrestre modifica sua posição em relação à direção dos raios solares.[17]

Os pólos geográficos Norte e Sul são definidos pela rotação da Terra estabelecendo um eixo com o encontro de duas linhas formando um círculo. Os círculos que unem os pólos ao longo da sua superfície e são concêntricas a Terra, denominamos, Meridianos Terrestres. Um ângulo reto ao eixo de rotação e a mesma distância de ambos os pólos divide o globo em dois hemisférios Norte e Sul. O corte ao meio desta reta com a superfície nos define o Equador Terrestre que são os círculos imaginários paralelos ao equador. [29]

Resumindo ao longo de um dia ou uma noite os movimentos dos astros no céu, ocorre de leste para oeste dizemos que esse que é um movimento aparente, pois, não são os astros que se movem, mas sim a Terra que gira de oeste para leste.[38]

15.2 Translação

A gravitação universal associada ao modelo heliocêntrico explicou como a Terra e os demais astros orbitam ao redor da nossa estrela, o Sol. Esse tipo de movimento é denominado de Translação. O movimento acontece no mesmo plano da órbita da Terra. lembrando que a órbita da Terra não é um círculo perfeito mais sim uma elipse pouco excêntrica. Ocorre no mesmo sentido da rotação terrestre (oeste para leste) para entender melhor e visualizar esse movimento utiliza a regra da mão direita. Esse Movimento de Translação Terrestre pode ser chamado de movimento orbital, sua velocidade média é cerca de 107.000 km/h ou 30 Km/s, provando que nós não estamos imóveis no universo. Em 1729 esse valor foi obtido por medidas astronômicas com os trabalhos feitos pelo inglês físico James Bradley, o qual pretendia medir as distâncias das estrelas. Ele observou algo acidentalmente, a direção das estrelas um desvio cíclico e sistemático, o cálculo para esse fenômeno se dá através da combinação da razão da velocidade orbital pela velocidade da

luz, aproximadamente 300.000 km/s, nomeando este fenômeno de Aberração da Luz. [29]

CAPÍTULO 16

O Sistema Solar

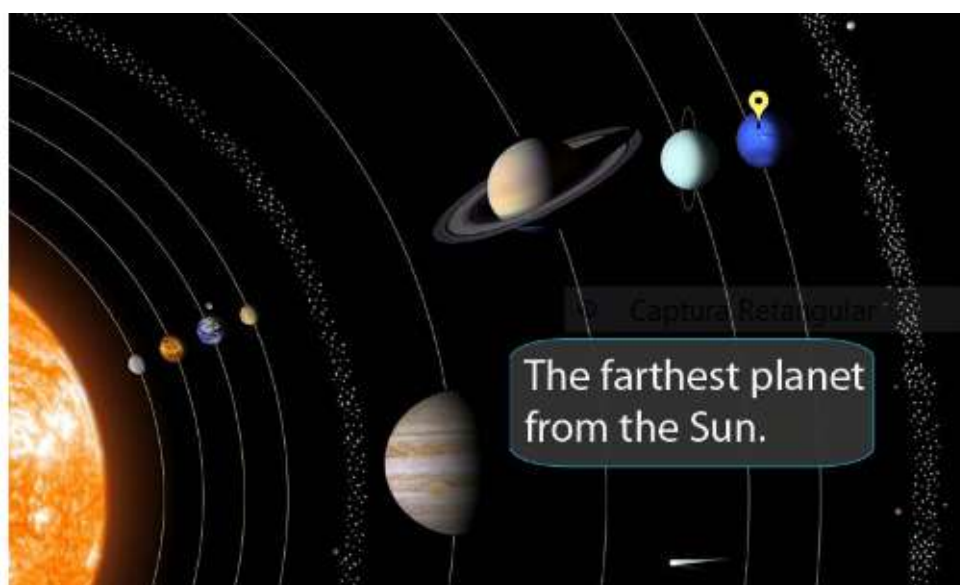


Figura 16.1: Representação do Sistema Solar apontando o Planeta mais distante do Sol.

Fonte: [39]

A nossa estrela, o Sol, e os oito planetas com suas luas e anéis, os asteroides, os planetas anões e os cometas compõe nosso sistema solar, tanto Plutão quanto Ceres já foram considerados planetas até que com o passar dos anos novas descobertas foram feitas desencadeando debates científicos sobre como melhor descrever esses "planetas", esse debate tem continuidade até os dias atuais. O corpo que domina o nosso sistema é o Sol. Aproximadamente no mesmo plano e no mesmo sentido todos os planetas giram em torno do sol, e todos giram em torno de seu próprio eixo, e no mesmo sentido de translação em torno do Sol, exceto o planeta Vênus, onde ele se desloca de oeste para leste.[40]

Em 2006 foi adotada pela união astronômica internacional a mais recente definição para um Planeta, dizendo que um planeta deve cumprir três requisitos: (1) ele deve orbitar uma estrela; (2) deve ser suficientemente grande para ter uma gravidade que o force a ter uma forma redonda; (3) Deve ser grande o suficiente para que sua gravidade elimine quaisquer outros objetos de tamanho semelhante perto de sua órbita ao redor do Sol. [41]

Tabela 16.1: Massa do Sistema Solar.

Fonte:[18]

Componente	Massa
Sol	99,85%
Júpiter	0,10%
Demais planetas	0,04%
Cometas	0,01%
Satélites e anéis	0,00005%
Asteróides	0,0000002%
Meteoróides e poeira	0,0000001%

16.1 A origem do Sistema Solar

Sugerida em 1755 pelo filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) e desenvolvida pelo matemático francês Pierre-Simon de Laplace (1749-1827) a hipótese moderna para o origem do sistema solar baseada na hipótese nebular.[18] Laplace desenvolveu a teoria das probabilidades e pôde calcular que como todos os planetas estão aproximadamente no mesmo plano, eles giram em torno do Sol na mesma direção, e também giram em torno de si mesmos na mesma direção, com exceção de Vênus. Esse fato só pode ser explicado pela hipótese de que todos dos astros do nosso sistema solar se formou de uma mesma nuvem em rotação, chamada de disco de acreção. A origem do material presente nesse disco se dá por uma nebulosa, corpo celeste que pode se forma a partir da morte de outras estrelas que colapsou em sua própria gravidade e deu origem ao Sol e aos planetas. A força gravitacional atuante nessa nuvem pode acelerar o processo do colapso. O Sol se originou a partir da massa de gás rotante que assumiu uma forma discoidal com uma concentração central, já os planetas teriam formado a partir do material do disco.[18]

Uma suposição mais moderna a respeito da hipótese nebular que diz principalmente como os planetas se formam a partir do gás do disco foi desenvolvida pelo físico alemão Carl Friedrich Friherr von Weizäcker (1912-2007), com o colapso da nuvem, começou a esfriar, apenas a proto-estrela (proto-sol), manteve sua temperatura no centro, esse resfriamento acarretou a condensação rápida do material, dando origem aos planetesimais, a matéria prima que formou os planetas, material com tamanhos da ordem de quilômetros

de diâmetro, cuja sua composição dependia da distância em que se encontrava do Sol, como exemplos, regiões que são mais externas possuem temperaturas mais baixas e os materiais instáveis tinham condições de se condensar, nas regiões internas e quentes as substâncias instáveis foram perdidas.[18]

Os Planetesimais cresceram com o aumento de massa por aglomeração de materiais, chamado de acreção, dando origem assim aos planetas. Na parte externa solar o material condensado da nebulosa, aquele que retornou ao seu estado líquido, continha silicatos e gelos, esses núcleos cresceram até atingir uma massa da ordem de dez vezes a massa da Terra, podendo ficar tão grandes a ponto de poderem atrair um gás a seu redor crescendo ainda mais por acreção de grande quantidade de hidrogênio e hélio da nebulosa solar. Dando origem assim aos planetas jovianos, que são planetas gasosos, formado especificamente por gás, tais como, hidrogênio, hélio e metano, ele possui um pequeno núcleo sólido rochoso no seu interior.[18]

16.2 Características principais dos planetas

Devemos saber que originalmente a palavra Planeta possui um significado que vem do latim que quer dizer "errante", ou seja de um astro que se desloca por entre as estrelas. Contudo depois da aceitação da teoria heliocêntrica de Copérnico e depois dos conhecimentos obtidos a respeito da constituição dos planetas, assim como o desenvolvimento de teorias sobre as suas origens. Depois de um certo tempo o significado da palavra planeta se modificou, atualmente essa palavra diz respeito a corpos de massa inferior a cerca de 1500 massas terrestres e superior a aproximadamente 0,001 massas da Terra que giram em torno do Sol, ou aqueles que existem e possam girar em torno de outras estrelas.[17]

Podemos definir dois tipos básicos de planetas, os que são terrestres, como a Terra, e os Jovianos (gasosos), que tem características como as de Júpiter. Quatro planetas mais próximos do Sol são considerados os planetas terrestres, são esses: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. E os outros quatro, Júpiter, Saturno (gigantes gasosos), Urano e Netuno (gigantes de gelo), sendo esses últimos quatro planetas jovianos.[42]

16.2.1 Planetas Terrestres

Mercúrio

A formação do Mercúrio aconteceu há cerca de 4,5 bilhões de anos, formou quando a gravidade puxou um certo gás e a poeira produzindo o planeta pequeno mais próximo do Sol. Assim como seus companheiros que fazem parte dos planetas terrestres ele possui um núcleo central, composto por um manto rochoso e uma crosta sólida.[43]

É o planeta que se encontra mais próximo do Sol, é apenas um pouco maior que a Lua, mesmo estando mais próximo do Sol, Mercúrio não é o planeta mais quente do nosso sistema solar, esta qualificação pertence ao seu vizinho - Vênus, por ter a sua atmosfera

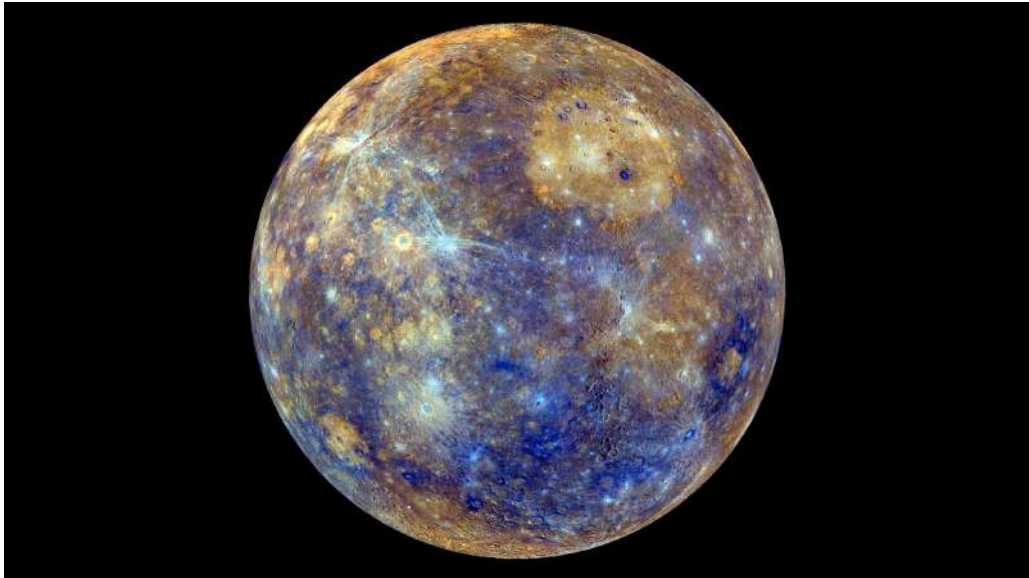


Figura 16.2: Representação do planeta Mercúrio.

Fonte:[27]

mais densa devido aos processos evoluídos que acarretam o efeito estufa. Quase sempre visível próximo ao horizonte leste, antes do nascer do Sol, ou depois do pôr do Sol acima do horizonte à oeste. Seu afastamento angular relacionado ao Sol é de aproximadamente 28° . Mercúrio é o astro mais rápido, podendo girar em torno do Sol a cada 88 dias terrestres, possui uma órbita de grande excentricidade, tendo uma variação significativa de sua distância ao Sol. Sua distância Periélica, próxima do Sol, é de 45.900.000 Km e sua distância afélica, longe do Sol, é igual a 69.700.000 Km, sua distância média é de 58 milhões de quilômetros. Seu raio é de 2.440 quilômetros, sendo $1/3$ da largura da Terra aproximadamente 2.123,6Km. A luz solar leva 3,2 minutos para viajar do Sol até Mercúrio.[17, 43]

Encontrando entre a Terra e o Sol, ele apresenta fases semelhantes às observadas na lua, são as fases do quarto-crescente e do quarto-minguante estando em seu máximo afastamento. Em 1974 foi enviado uma sonda espacial chamada de Mariner 10 que passou em suas proximidades e verificou que ele possui uma camada extremamente rarefeita, ou seja, pouco densa, constituída principalmente por Hidrogênio e Hélio. Possui muitas crateras semelhantes as da lua. Sua temperatura varia de 550°C positivo e 180°C abaixo de zero.[17, 43]

Seu nome se deu em homenagem a um deus romano chamado de Mércurio por ser o mais rápido.[43]

Vênus

Cerca de 4,5 bilhões de anos atrás quando o sistema solar situou com seu design atual, Vênus veio a se formar quando a gravidade condensou o gás interestelar e poeira juntos



Figura 16.3: Representação do planeta Vênus.

Fonte:[45]

para a formação do segundo planeta próximo do Sol e o que mais se aproxima da Terra e o mais similar em estrutura e tamanho, possuindo um movimento muito rápido no céu, ele gira lentamente na direção oposta a de outros planetas. Assim como Mercúrio e os outros planetas que fazem parte dos planetas terrestres, ele possui um núcleo, um manto rochoso e uma crosta sólida. [42, 44]

Por absorver muito calor recebendo um efeito estufa descontrolado ele acaba que se tornando o planeta mais quente do sistema solar, sendo capaz de derreter o chumbo em sua superfície. Sinais abaixo das nuvens apontam vulcões e montanhas disformes.[44]

Pode ser observada antes do nascer do Sol ou após o pôr do Sol, é fácil de reconhecer no céu, pois é o astro mais brilhante, com exceção da Lua, conhecida popularmente como Estrela Dalva.[29]

A órbita e a rotação deste astro é bem incomum, pois ele assim como Urano giram de leste a oeste. Apenas esses dois possuem esse tipo de rotação anti-horária.[44] O seu período de rotação é de aproximadamente 243 dias terrestres, supera o de translação em torno do Sol sendo de 225 dias, por estes fatores o dia em Vênus dura mais que um ano terrestre. [29] Vênus também possuem fases assim como a lua e foram observadas por Galileu Galilei pela primeira vez, em 1610. [17]

Seu raio só pode ser medido a partir de sondas espaciais ou radares. [29], e pôde ser aferida em torno de 6.052 quilômetros, sendo aproximadamente do mesmo tamanho da Terra. Sua distância média é de 107 milhões de quilômetros longe do Sol. A luz solar leva

aproximadamente 6 minutos para viajar até Vênus. [44]

Sua atmosfera é bastante condensada e reflete a maior parte da luz incidente pelo Sol, esse é o principal fator pelo o qual ele tem esse grande brilho. Pelo fato de sua atmosfera ser muito densa, atrapalha a visibilidade da sua superfície. Outra característica importante de Vênus é seu manto convectivo que se dá por ele ser relativamente grande, pois ele não consegue dissipar o calor interno por condução, isso também acontece com o planeta Mercúrio. Sua atmosfera é composta basicamente de gás carbônico, CO_2 , com quase 97% e de gás nitrogênio, N_2 , 3%. O efeito estufa que ocorre nesse planeta é devido a presença do componente do gás carbônico, que pode elevar a temperatura da sua superfície a 460°C , essa temperatura pode superar a de Mércurio que é o mais próximo do Sol. As nuvens de sua superfície é composta de várias substâncias incluindo o ácido sulfúrico. [29]

A nossa casa - A Terra



Figura 16.4: Representação do Planeta Terra.

Fonte:[46]

A aproximadamente 4,5 bilhões de anos a Terra se originou no mesmo período de formação do Sol e dos outros planetas do sistema solar, através da condensação devido a gravidade que puxou todo o do gás e as poeiras interestelares que existem dentro da nossa galáxia.[17] Assim como os outros planetas terrestres, a Terra possui um núcleo, um manto rochoso e uma crosta sólida. [47]

A Terra é o único planeta cujo nome não foi homenagem a deuses ou deusas gregos e romanos, apesar disso Terra é uma palavra gêrmanica, que tem por significado a pa-

lavra "O chão". [47] Até o Renascimento nosso planeta era considerado como posição privilegiada, pelo qual o universo se organizava. Ao passar dos anos com o avanço do conhecimento, a Terra deixou de ser exclusiva e passou a ser apenas mais um planeta do sistema solar. Entretanto, é considerada uma particularidade pela existência e sua complexidade devido a existência de uma biosfera, na sua superfície. Sua temperatura permite que a água que contém nela possa se manter no estado líquido.[29]

É o terceiro planeta que faz parte do sistema solar, e o quinto maior planeta do sistema solar, é o único planeta pertencente ao sistema que possui água no estado líquido na superfície.[47] Ou melhor deveria se chamar de "Planeta Água", já que 3/4 de sua superfície estendida pela água.[29] Encontra a uma distância de aproximadamente 150 milhões de quilômetros do Sol. Por causa dessa grande distância, sua massa, suas condições de origem, existem configurações especiais de temperatura, água no estado líquido e quantidades apropriadas de Nitrogênio e Oxigênio em sua camada na atmosfera, transformando possivelmente o desenvolvimento da vida orgânica em sua superfície e também da espécie humana.[17]. Possui um raio de aproximadamente 6.371 quilômetros, ou seja, entre os planetas terrestres, é o maior.[30] A luz solar demora cerca de oito minutos e vinte segundos para chegar até o nosso planeta.[47]

A Terra orbita o sol e completa uma rotação a cada 23,9 horas, podendo assim demorar 365,25 dias para completar um volta ao redor do Sol. [47]

Nossa atmosfera é basicamente formada pelos componentes, 78% de nitrogênio fazendo com que o nosso planeta fique azul visto lá de cima, 21% de oxigênio, 1% de argônio e o ozônio bloqueiam a passagem da radiação ultravioleta, esta radiação é prejudicial para alguns micro-organismos e para seres vivos em geral. O oxigênio da Terra é produzido basicamente pelas plantas e algas, a partir da fotossíntese, e possui também uma pequena quantidade de gás carbônico, porém, a quantidade deve ter sido muito maior do que é hoje, mas foi consumida por muitos processos recorrentes com o passar do tempo, podemos citar um deles, o efeito estufa, mas ainda é um processo menor que no planeta Vênus.[40] [30]

A Terra possui um satélite natural e familiar, a Lua, sua massa chega a 80 vezes menor que a da Terra.[30]

Constituição da Terra

A Terra pode ser esquematizada por quatro divisões principais: a Atmosfera, a crosta, o manto e o núcleo.[17] Assim como a hidrosfera, a atmosfera da Terra pode evoluir com sua formação. Depois que houve o resfriamento da superfície do planeta, ocorreu um acúmulo de vários materiais gasosos, junto com esse processo podemos incluir a água, proveniente do interior terrestre, provocando processos vulcânicos, e do espaço, pelo impacto de cometas.[30]

A atmosfera é a camada gasosa que envolve a superfície da Terra, composta principalmente por Nitrogênio e Oxigênio, Ela pode ser dividida em algumas regiões: a troposfera,

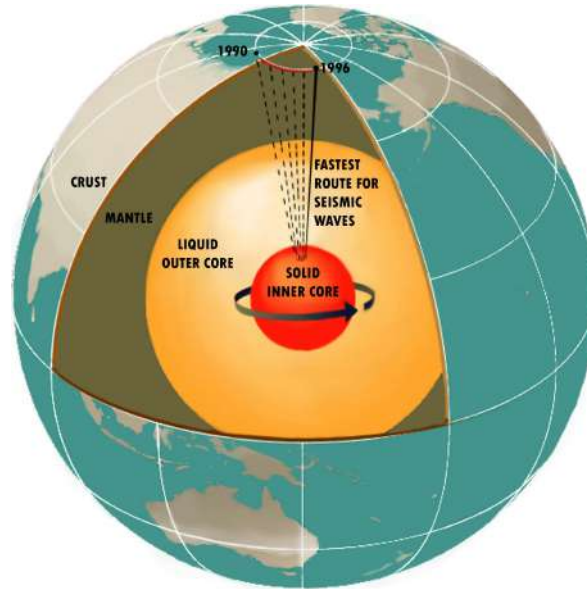


Figura 16.5: Representação da constituição da Terra.

Fonte:[48]

a tropopausa, a estratosfera, a ionosfera e a exosfera, entre outras. Na troposfera e na tropopausa é que se encontra a maioria das nuvens, que se formam a partir da evaporação das águas, dos oceanos e dos rios terrestres. Na estratosfera encontramos a camada de ozônio (O_3) um gás importantíssimo para a vida humana pois ele absorve praticamente toda radiação ultravioleta que provém do Sol. Na ionosfera preminentemente ocorre os meteoros e as auroras. A crosta terrestre é a camada mais externa, é a parte sólida terra, composta pelas rochas e minerais [17], tem uma espessura cerca de 30 quilômetros de profundidade, essa espessura é basicamente em terra. Já no fundo do oceano a crosta é bem mais fina e se estende por um distância de 5 quilômetros do leito do mar até o topo do manto. [47] A crosta também é constituída por um grande número de elementos químicos, constituída do oxigênio 47%, e o silício 28%, com algumas quantidades menores de componentes, tais como, o alumínio, ferro, cálcio, sódio, potássio e magnésio, além desse muito outros que compõem os minerais e as rochas existentes. o Manto é a região que se localiza logo abaixo da crosta terrestre sua espessura é de 3.000 Km [17], é a camada mais grossa e tem a consistência de caramelo. [47] A matéria que a constitui pode ser encontrada em altíssima temperatura e seu estado é praticamente líquido. A camada mais interna da Terra é denominada núcleo, as evidências de estudo sismológicos apontam que haja duas fases do núcleo, uma com 2.000 Km de espessura e encontra-se em estado líquido, e a parte mais interna com aproximadamente 1.200 Km no estado sólido, basicamente compõe-se de ferro e níquel.[17]

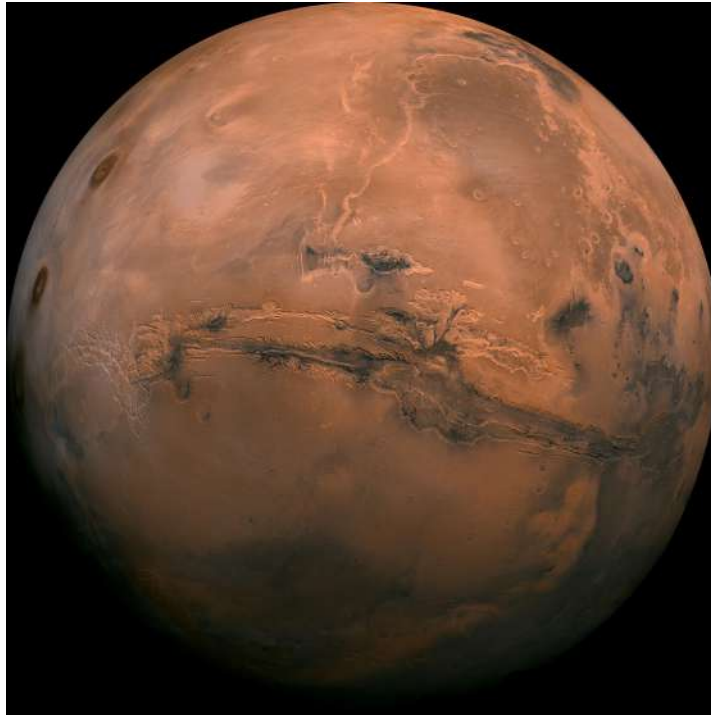


Figura 16.6: Representação do planeta Marte.

Fonte:[50]

Marte

Marte é o quarto planeta do sistema solar a partir do Sol, ele é um astro deserto, poeirento e frio, sua atmosfera é extremamente fina e rarefeita. É o planeta mais visitado no sistema solar (fora da terra), nele é enviado sondas para percorrer e estudar a sua paisagem e composição.[49]

Em sua superfície observa, à distância, regiões escuras contra seu solo avermelhado, e ainda calotas polares. Sua atmosfera é pouco densa e constituída basicamente por 95% de gás carbônico e pequenas quantidades de nitrogênio, vapor de água e outros gases. A temperatura na superfície de Marte pode chegar a aproximadamente 30 °C acima de zero, mas durante a noite a sua temperatura pode atingir a 120 °C abaixo de zero. As calotas polares de Marte são basicamente constituída de H₂O e CO₂. Em sua superfície assim como as de muitos outros planetas rochosos, podemos encontrar crateras, montanhas, vales e outras formações. A maior elevação de Marte é o vulcão inativo chamado Monte Olímpo, e também o maior vulcão do sistema solar. Marte também possui dois satélites naturais, chamados de Deimos e Phobos.[30]

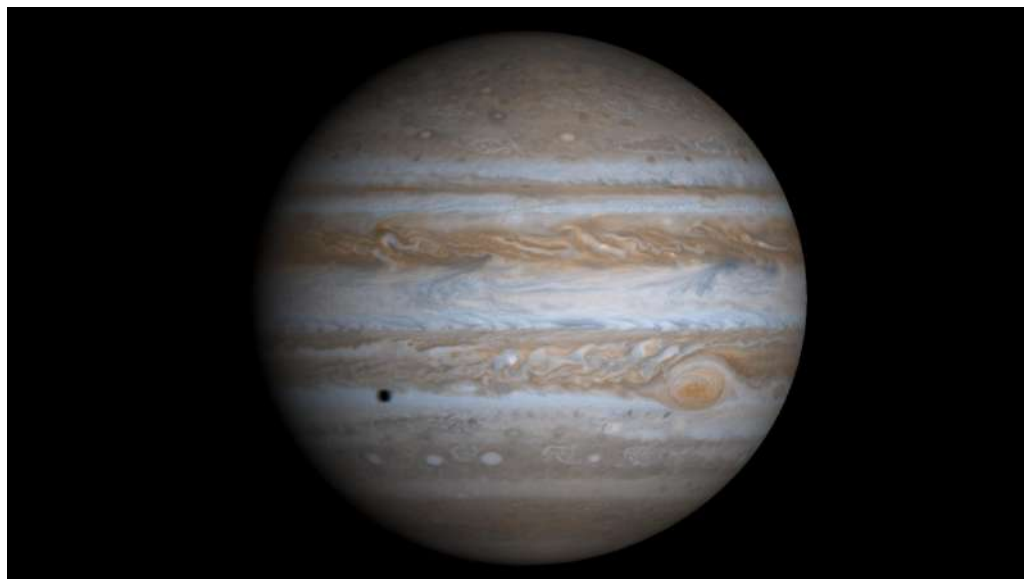


Figura 16.7: Representação do planeta Júpiter.

Fonte:[52]

16.2.2 Planetas Jovianos

Júpiter

É o quinto planeta e o maior de todo sistema solar. Duas vezes mais massivo que todos os outros planetas reunidos do sistema solar.[51] Tem um diâmetro cerca de 11,2 vezes maior que o da Terra. A única superfície visível possui uma espessura da ordem de 240 Km, aproximadamente. Essa camada mais externa possui nuvens, e por isso não é possível ver sua região sólida. Acredita-se que essa superfície sólida tenha um raio de 50.000 Km e devido a pressão lá existente e a movimentação de partículas e moléculas, o seu grau de agitação chega a 30.000 °C.[17]

Em virtude da composição de sua atmosfera ser 88% de hidrogênio, 11% hélio, 1% de gases como metano e etano, amônia entre outras, Júpiter pode ser considerado um grande oceano de hidrogênio e hélio.[30]

Por causa da alta temperatura da atmosfera forma correntes de convecção, cujo efeito é a movimentação observado dos gases na região mais superficial do planeta. O padrão que se pode ver as faixas paralelas ao equador de Júpiter, essa formação recebe o nome de cinturões.[17]

Por volta de 1665, se notou uma formação avermelhada, mas não se sabe ao certo quem a observou primeiro, Cassini ou Robert Hook. Mais tarde foi chamada de Grande Mancha Vermelha, e se descobriu também, que é composta de fósforo e enxofre.[53]

Assim como a maioria dos planetas existentes no sistema solar, Júpiter também possui satélites naturais, 79 atualmente, e suas principais são as luas galileanas, descobertas por Galileu Galilei em 1610, são elas: Io, Calisto, Europa e Ganimedes.[51]

Saturno

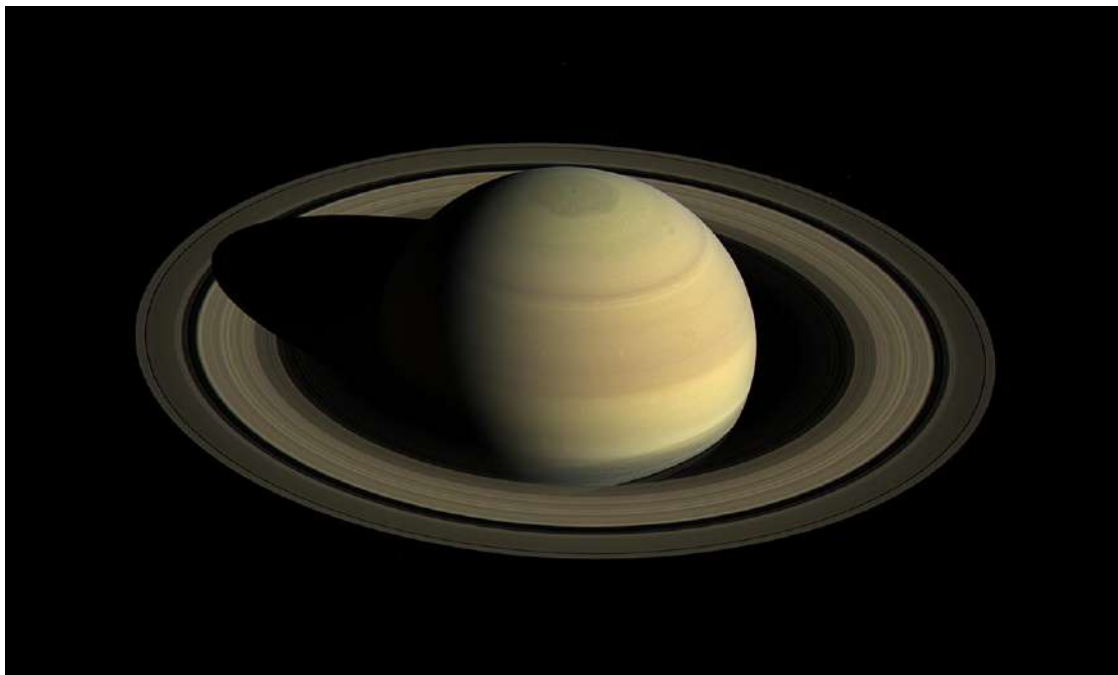


Figura 16.8: Representação do Planeta Saturno.

Fonte:[55]

É o sexto planeta e o segundo maior do sistema solar. Possui anéis em torno de si, mas não é o único que os possui.[54] Além de Júpiter, Saturno também é constituído principalmente de hidrogênio e hélio.[30] Encontra-se a uma distância média de aproximadamente 1,5 bilhões Km. Através de observações, em 1610, Galileu Galilei notou uma formação estranha que mais tarde Huygens descobriu que essa formação na verdade era anéis. Galileu não pode notar essas formações devido a sua luneta não ser de boa qualidade.[17]

Através de expedições feitas no decorrer dos anos, verificou recentemente que a atmosfera de Saturno é constituída por 92% de hidrogênio molecular, 6% de hélio monoatômico e 2% de outros gases, tais como, o metano, etano, amônia, acetileno e fosfina.[53]

Estima que o diâmetro de Saturno tenha 120.660 Km. Quanto a seus anéis, com a sonda Voyager 1 foi possível verificar que Saturno possui mais de cem anéis com cada um tendo sua espessura de 2 Km, aproximadamente.[17] Esses anéis são compostos por partículas soltas de gelo e rocha, podendo variar de temperatura entre -180°C e -200°C . [53]

Saturno possui cerca de 60 luas, tendo como principal o maior satélite natural, descoberto por Huygens em 1655, Titã com um diâmetro de 5.150 Km. E existem outras 10 luas de tamanho moderado, são elas: Rhea, Iapetus, Dione, Thetys, Enceladus, Mimas, Hyperion, Phoebe, Janus e Epimetheus. Todas elas possuem uma baixíssima densidade. Suas composições é basicamente gelo, e a suas rotações estão em sincronia com a rotação de Saturno.[53]

Urano

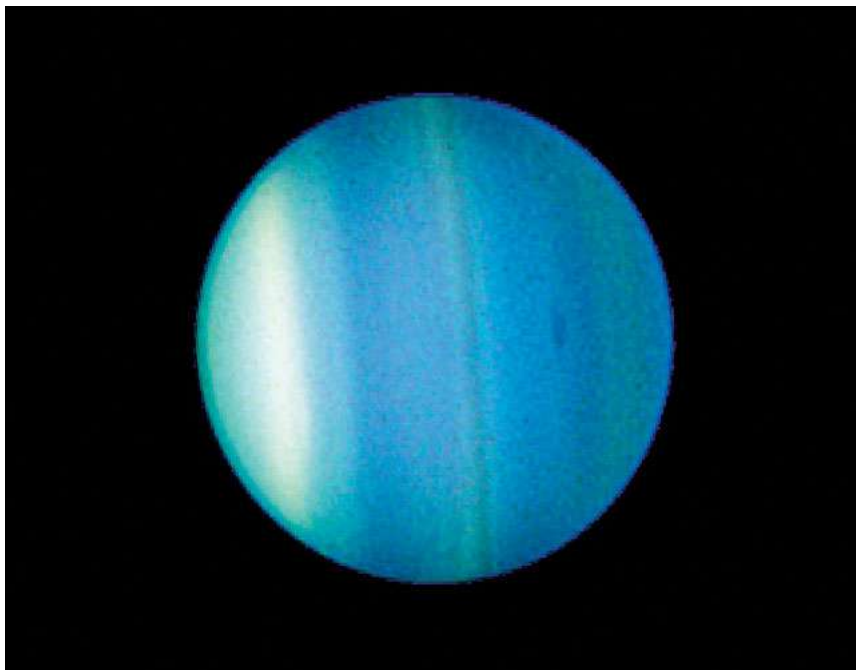


Figura 16.9: Representação do Planeta Urano.

Fonte:[57]

É o sétimo planeta, seu diâmetro é o terceiro maior no nosso sistema solar. Urano é muito frio e ventoso.[56] Seu nome refere ao deus da grécia que personifica o céu.[40] Sua distância é de 2,9 bilhões de quilômetros da Terra, sendo descoberto por Wilhelm Herschel em 1781 por acaso. foi o primeiro planeta a ser descoberto com telescópio.[30] Em outubro de 1781 Herschel visualizou sobre o céu noturno uma "estrela" que não estava em seus mapas fazendo parte a constelação de Gemini. ele imaginou ser um cometa, pois percebeu que aquele astro se movia. Mais tarde ele conseguiu verificar que se tratava de um planeta que fazia parte do sistema solar. Na verdade em 1680 esse planeta já havia sido observado por vários outros astrônomos que pensavam que se tratava de uma estrela.[17] Sua atmosfera é composta por 82,5% de hidrogênio, 15,2% de hélio e 2,3% de metano. Devido ao componente metano que podemos ter o tom azulado do planeta. Sua temperatura na atmosfera é de -218°C , com está baixíssima temperatura podemos verificar o desaparecimento de amoníaco e água. Aos poucos nuvens observadas em Urano são compostas por metano.[53]

Netuno

O gigante gelado é o oitavo e mais distante planeta do sistema solar, ele é escuro, frio e maltratado pelos ventos supersônicos em sua superfície.[58]

Dois astrônomos, em 1845, um inglês e um francês, Leverrier e Adams a partir de cálculos realizados descobriram o planeta, depois de perceber que Urano mostrava muito

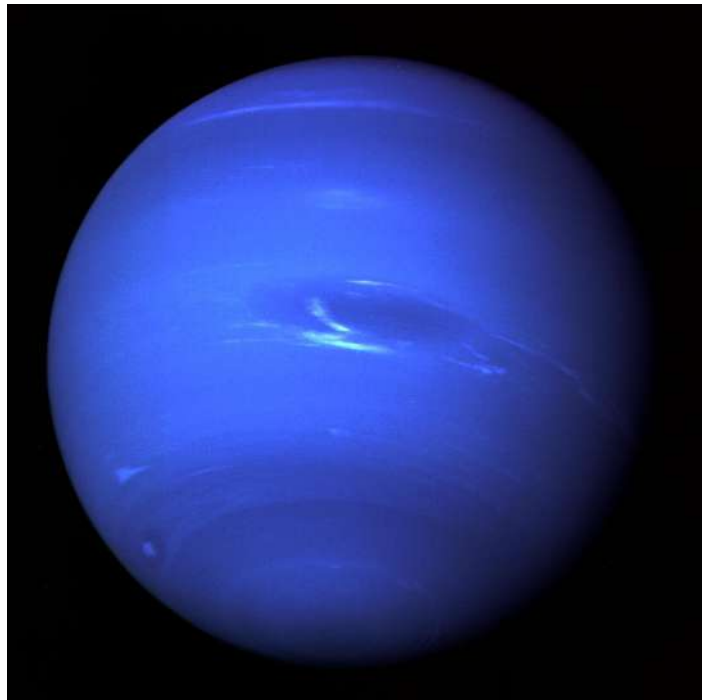


Figura 16.10: Representação do Planeta Netuno.
Fonte:[60]

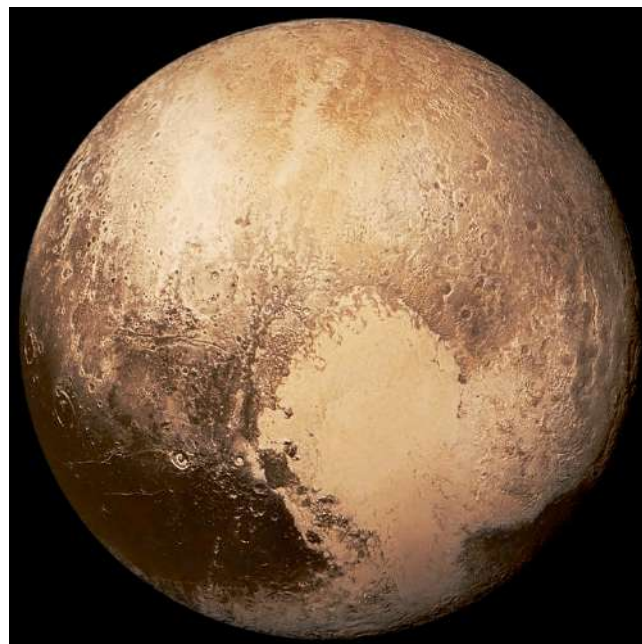


Figura 16.11: Representação do Planeta Anão Plutão.
Fonte:[61]

instável em sua órbita, e aparentemente desobedecendo a Lei da Gravitação Universal. Um ano antes Adams já havia calculado a posição do planeta, mais seu trabalho foi engavetado pelo diretor do observatório onde ele trabalhava. Leverrier e uma equipe de matemáticos indicou que havia algum outro corpo perturbando a órbita de Urano, este corpo foi chamado mais tarde de Netuno. Em 1847, o astrônomo Galle observou pela primeira vez Netuno. [17]

Além do maior satélite de Netuno chamado Triton, ele possuiu mais 13 luas conhecidas e uma lua que falta ser confirmada oficialmente.[58]

A temperatura desse planeta é em média -218°C . [53]

16.2.3 Plutão - O planeta anão

Por ser um mundo complexo e misterioso, pois possui montanhas, vales, planícies, crateras e talvez geleiras, sua temperatura pode ser tão baixo chegando a -226°C a -240°C . Foi descoberto em 1930, por Clyde Tombaugh, através de fotografias obtidas por com um telescópio no Observatório. Durante muito tempo ele foi considerado um planeta do nosso sistema solar, rebaixado a planeta anão pois depois da descoberta de outros corpos semelhantes a ele, e por interferir na órbita do oitavo planta, ao ponto de passar entre Urano e Netuno, o que é contrário à definição de planeta articulada pela União Astronômica Internacional. [40, 59] Mais um fator que contribuiu para a sua classificação de planeta anão foi o fato de sua órbita ser muito excêntrica e inclinada em relação a sua eclíptica.[40]

Plutão possui cinco satélites naturais conhecidas, a maior é Charon. Seu raio é de 1.151 quilômetros. Sua distância média é de 5 bilhões de quilômetros da Terra e 5,9 bilhões de quilômetros do Sol. Um dia em plutão pode levar em média 153 horas. Seu diâmetro tem cerca de $2/3$ ao diâmetro da Terra, possui um núcleo rochoso cercado por uma capa de gelo de água. O seu principal constituinte é o Nitrogênio molecular, sendo detectadas também metano e monóxido de carbono.[59]

CAPÍTULO 17

Nossa Galáxia - Via Láctea



Figura 17.1: Registro fotográfico da Nossa Galáxia - Via Láctea.

Fonte:[62]

Em observações do céu noturno os povos da antiguidade sem nenhum equipamento de observação já conseguiam observar a presença de uma extensa região de aspecto nebuloso que atravessaram algumas constelações, tais como, a Cassiopeia, Cygnus, Aquila, Sagittarius, Scorpius, Centaurus e Crux entre muitas outras. [17]

Longe das fortes luzes das áreas urbanas, em noites de céu limpo e sem Lua, pode ver claramente no céu uma faixa de lindas nebulosas que atravessam o hemisfério celeste de um lado para o outro. A essa faixa chamamos de “Via Láctea ”.[18], denominada esse nome pelos romanos, mas também sido chamada de Galáxia Kiklos pelos gregos da antiguidade.[17] Seu nome foi dado pelos povos antigos pois a sua aparência lembrava um caminho esbranquiçado de leite, a parte mais brilhante fica na direção da constelação de sagitário, podendo observar melhor no hemisfério Sul durante as noites fria de inverno.[18]

Esta galáxia é onde o nosso sistema solar está localizado, ela tem a forma de um espiral e é constituída de um disco com um núcleo e um halo que forma um esférica aproximadamente que envolve o disco. Galileu Galilei (1564-1642) foi o primeiro a observar

nossa via láctea com sua luneta. Quase todas as estrelas observáveis a olho nu sem a utilização de qualquer equipamento pertencem a Via Láctea.[29] A maior parte das estrelas da Via Láctea nascem em grandes aglomerados de estrelas que aos poucos vão se espalhando pelo espaço que são chamados de aglomerados abertos. A luz que representa esses aglomerados é denominado de estrelas azuis pois sua massa é muito maior que a do Sol.[63]

Em 1610, investigando a via láctea Galilei percebeu que a mesma era formada por um grande número de estrelas de fraco brilho, que são situadas próximas de si. Thomas Wright, filósofo em meados do século XVIII sugeriu que aquelas estrelas que eram observáveis no céu, entre elas as que estavam na Via Láctea, formavam um gigantesco conjunto estelar, onde se encontraria o céu.[17] Nesse mesmo século o alemão e astrônomo William Herschel (1738-1822), que já era famoso por ele ter descoberto o planeta Urano, ele foi o primeiro a mapear a Via Láctea e perceber que ela se tratava de um sistema achatado, com seu mapeamento ele acreditava que o Sol ocupada uma posição no centro da galáxia, mas atualmente sabemos que essa conclusão estava equivocada. A primeira aproximação da grandeza da Via Láctea foi feita pelo astrônomo holandês Jacobus Kapteyn (1851-1922) no século XX, no seu modelo a Via Láctea tinha uma forma de disco, com o sol próximo do centro.[18]

Podemos ver a olho nu a faixa de estrelas que estão no disco da galáxia, mas podemos citar dois outros componentes importantes tanto quanto as estrelas, o gás interestelar e a poeira. A formação de uma galáxia e como se fosse um disco com um bojo no centro, envolvido por um halo esférico. O disco tem um diâmetro, que foi estipulado através de medidas de hidrogênio é da ordem de 100 000 ano luz, já a sua espessura é muito menos, da ordem de 2000 anos luz, o sistema solar encontra-se a uma distância cerca de 30 000 ano luz do centro da galáxia que faz parte de um dos braços espirais. [29]

Os constituintes básicos são as estrelas e a matéria interestelar , que por sua vez é constituído por gases e minúsculas partículas de poeira cósmicas. Acredita que existam 250 bilhões \pm 150 bilhões de estrelas na galáxia de acordo com cálculos efetuados, parte desses constituintes também são gás e poeira interestelar.[17]

Para Onde Vamos?

Existem algumas possibilidades que nossa civilização deverá enfrentar futuramente, estas possibilidades é algo inegavelmente e ao mesmo tempo aterrorizante, considerando os possíveis riscos para nossa espécie habitante aqui no planeta terra. Muitos desses perigos acontecerá quando a espécie humanada certamente já deixará de existir, pois as previsões para o futuro da espécie humana não apresentam resultados bons, se não tomarem a plena atenção com o que estão fazendo com o Planeta Terra.

Segundo Velázquez [64] um fator interessante sobre o futuro e o fim da Terra, em consequência com a vida que habita a biosfera, é que daqui aproximadamente cerca de quatro bilhões de anos, se ainda existir vida e a humanidade resistir até lá, será capaz de presenciar um incrível evento astronômico. Uma ocasião em que todos os padrões do céu que tanto foram estudados e examinados sumirão, e drasticamente aumentará a quantidade de estrelas no céu.

Segundo Pereira [65], a galáxia M31, ou chamada de Andrômeda, possui, assim como a Via Láctea, uma estrutura espiral e pertence ao aglomerado local (conjunto de galáxias em que a Via Láctea está localizada). Possui um Halo, um núcleo (Quasar, um buraco negro supermassivo) e braços espirais. Está localizado aproximadamente de 2,5 milhões de anos luz da Terra e possui uma grande semelhança, podendo ser chamada de irmã da Via Láctea.

Com outras 54 galáxias vizinhas, a Via Láctea forma o chamado Grupo Local, sendo o segundo maior objeto do conjunto, com a galáxia de Andrômeda sendo a maior e mais massiva. A Via Láctea e Andrômeda encontram-se em rota de colisão, se aproximando a uma velocidade de 140 quilômetros por segundo. Dentro de um período de alguns bilhões de anos ambas se tornarão uma única galáxia elíptica. Colisões do tipo são eventos comuns, embora cataclísmicos. Eles modificam completamente a estrutura das galáxias envolvidas, ejetando milhões de estrelas para o meio intergaláctico, mas também criando

novos berçários de estrelas. Os núcleos das galáxias fundem-se, e possivelmente também seus buracos negros supermassivos. [66]

Um outro evento que marcará a Terra permanentemente, é o colapso do Sol. Segundo Percy [67] ao passar de muitos anos ao longo de várias observações feitas por telescópios entre outros equipamentos ópticos destinados especificamente para o estudo de pesquisas astronômicas, pode notar que as estrelas explodiam, esta explosão trazia um fim catastrófico, podendo ejetar uma variedade de matéria para o meio interestelar. O processo de transformação de Hidrogênio em Hélio, seguidamente Hélio em outros elementos, até o material se exterminar acontece quando uma estrela morre e o seu combustível acaba. Não existe outra fonte de energia para manter o interior de uma estrela quente e produzir uma pressão suficiente do gás ao exterior com o intuito de deter a contração gravitacional da estrela. O tipo de morte de uma estrela dependerá da sua massa.

Segundo os modelos de evolução estelar, daqui a cerca de 1,1 bilhão de anos o brilho do Sol aumentará em cerca de 10%, que causará a elevação da temperatura aqui na Terra, aumentando o vapor de água na atmosfera. O problema é que o vapor de água causa o efeito estufa. Daqui a 3,5 bilhões de anos, o brilho do Sol já será cerca de 40% maior do que o atual, e o calor será tão forte que os oceanos secarão completamente, exacerbando o efeito estufa. Embora o Sol se torne uma gigante vermelha após terminar o hidrogênio no núcleo, ocorrerá perda de massa gradual do Sol, afastando a Terra do Sol até aproximadamente a órbita de Marte, mas exposta a uma temperatura de cerca de 1600 K (1327 °C). Com a perda de massa que levará a transformação do Sol em uma anã branca, a Terra deverá ficar a aproximadamente 1,85 a atual distância entre Terra e Sol.[18]

Em virtude das previsões acima, é interessante se pensar, para onde vamos, considerando um contexto cósmico por trás, uma vez que o universo está evoluindo de um estado para outro constantemente, presenciando o nascimento e morte de incontáveis estrelas e a formação de muitas galáxias, e em meio a isso, ainda expandindo, desde os primórdios.

CAPÍTULO 19

Anexo 1 Astrofotografias

As astrofotografias nada mais são que registros do céu, foram disponibilizadas neste anexo como objeto de completeza para que o leitor e/ou professor futuramente tenha um referencial sobre como são esses registros feitos por astrônomos amadores ou profissionais.

Os registros disponibilizados pertencem ao Professor Dr^o Ariel Adorno, ao acadêmico em Física Jean Carlos Rodrigues de Souza, ambos de Porto Velho -RO, e do astrônomo amador, mas com qualidade profissional, Rafael Compassi - acadêmico de Engenharia química, radicado na Cidade de São José do Hortêncio -RS. O Professor Ariel Adorno, apesar de ter formação inicial, mestrado e doutorado em física, trabalha com astronomia desde o ano 2016. Visto que astronomia é uma área pertencente à física, coordena um projeto astronômico na Fundação Universidade Federal de Rondônia desde de 2017. O discente Jean Carlos trabalha com o professor Ariel desde de 2016, tem desenvolvido vários trabalhos em astronomia e astrofísica, desde observações públicas à registro de astrofotografias, radiotelescópios, fotoluminescência e atividades voltadas para estudo de mecânica celeste considerando efeitos relativísticos dentro da perspectiva da teoria geral de Albert Einstein. Rafael Compassi é um apaixonado por astronomia desde criança, é o criador do canal do Youtube “Canal Astrofoto” [68], neste canal do youtube, ele disponibiliza de forma gratuita vários tutoriais de utilização de equipamentos, alinhamentos, e o mais importante, como iniciar na astrofotografia. Rafael Compassi está em destaque no cenário nacional sempre com belíssimos registros fotográficos celestes.

19.1 A Lua

Lua em fase de cheia: Também chamada de Plenilúnio cerca de sete ou oito dias após o quarto crescente quando todo o hemisfério está iluminado sua visibilidade está em 100%. Ela fica visível no céu durante toda a noite, essa fase já consegue dificultar a obtenção de detalhes das crateras através de uma observação com telescópio. [17] A Lua possui 8 fases: Lua Nova (0-2% iluminada), Lua Crescente Côncava (3-39% iluminada), Quarto Crescente (40-59% iluminada), Lua Crescente gibosa (60-96% iluminada), Lua Cheia (96-100% iluminada), Lua Minguante Gibosa (96-60% iluminada), Lua Quarto Minguante (59-40% iluminada), Lua Minguante Côncava (39-3% iluminada). [17]

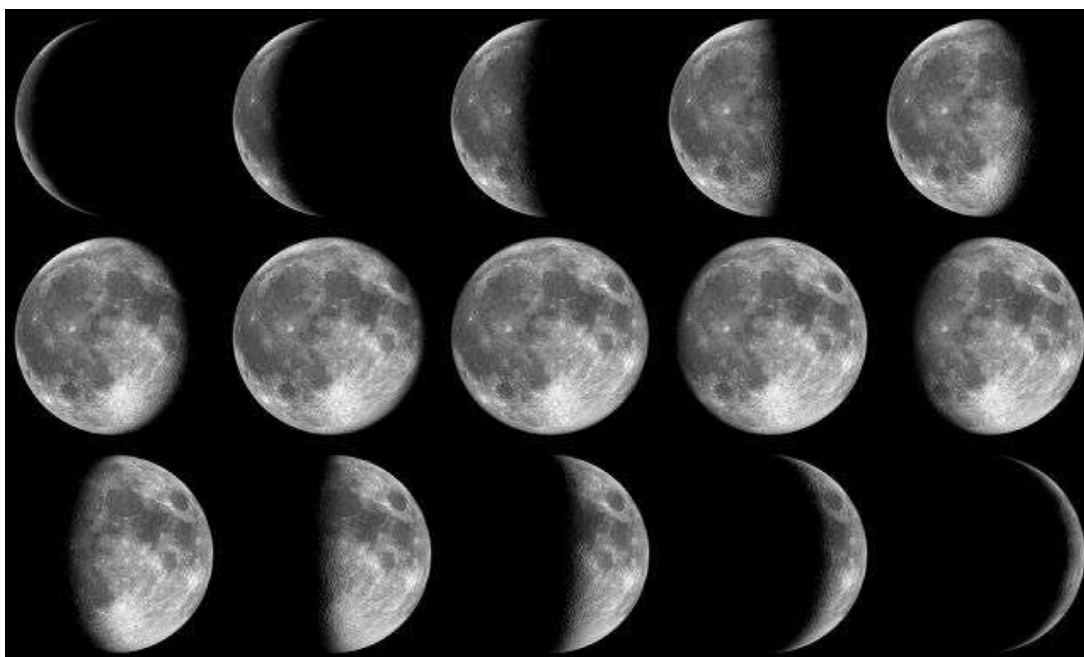


Figura 19.1: Fases da Lua, iniciando na nova, passando pela quarta crescente, cheia, quarta minguante e finalmente nova novamente. Fonte: [69]

A cratera Copernicus, como mostrada na Fig. 19.4 uma das crateras que mais se destaca na Lua, uma grande e jovem cratera perceptível através de binóculos e se localiza a noroeste do centro do hemisfério da parte visível da lua, ela se destaca pelo seu tamanho e pela quantidade de raios brilhantes que apontam pra ele. Devido a sua juventude para uma cratera lunar a mesma foi formada há aproximadamente um bilhão de ano atrás por um impacto colossal e permanece na mesma forma em que foi formada. No centro de Copernicus pode se observar um diâmetro de 93 quilômetros

19.2 Grande Nuvem de Magalhães

A grande nuvem de Magalhães, FIG. 19.5 e 19.6 é uma galáxia satélite da Via-Láctea, assim como a pequena nuvem de Magalhães. Fica próxima a constelação de Dorado, sua



Figura 19.2: Registro feito por Ariel Adorno utilizando um telescópio CPC800, mosaico com 109 imagens, utilizando uma câmera dedicada ASI120MC + Barlow 3x Fonte: [71]

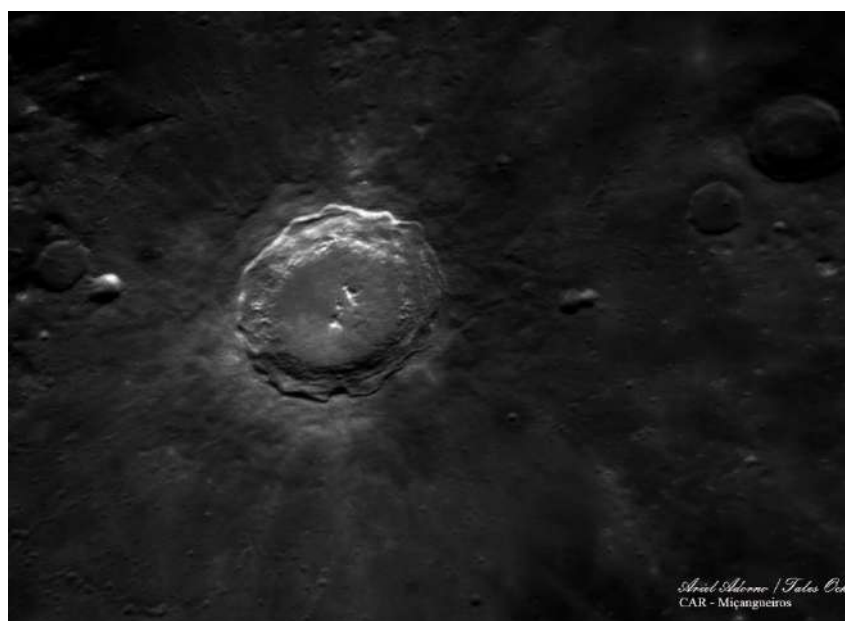


Figura 19.3: Registro feito por Ariel Adorno utilizando um telescópio CPC800, cratera Copérnius. Fonte: [72]



Figura 19.4: Lua na fase quarto minguante 50% iluminada. Registro feito por Ariel Adorno utilizando um telescópio CPC800 + Câmera DSLR T6i Canon. Fonte: [73]

proximidade é de apenas 170 mil anos luz da nossa galáxia, a via láctea. Seu formato irregular mostra que ainda está em formação, pois tem uma estrutura que lembra uma espiral barrada, sua órbita é praticamente circular ao redor da via láctea. No céu noturno, pode ser observada no Hemisfério Sul a olho nu com baixa poluição luminosa. [70]

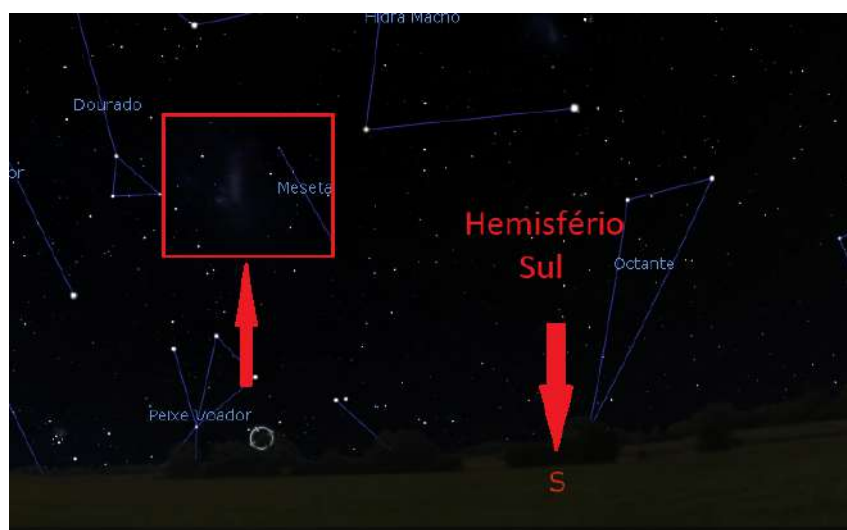


Figura 19.5: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.6: Registro da Grande Nuvem de Magalhães na Cidade de Humaitá-AM por Ariel Adorno e Jean Carlos - Agosto de 2018. Canon 5D, lente 50mm F/1.4 @ 2.8. Fonte [75]

19.3 Pequena Nuvem de Magalhães

A Pequena Nuvem de Magalhães (NGC 292) é uma galáxia irregular próxima a constelação do Tucanae e membro do Grupo Local de Galáxias. Ela é uma galáxia satélite da nossa e possui vários objetos nebulosos pertos como o famoso 47 Tucanae que é um aglomerado de estrelas e também não podemos deixar de citar a grande nuvem de Magalhães. A pequena nuvem de Magalhães está situada a uma distância de um pouco menos que 200 mil anos-luz da nossa galáxia. Para a sua observação é necessário uma localidade com pouca poluição luminosa e sem a presença da Lua no céu.[76]

19.4 A via Láctea

Nossa galáxia: A Via Láctea, nosso lar (Fig. 19.10), apreciada e nomeada desde os tempos primitivos, descoberto que o “caminho de leite” se tratava de um extenso número de estrelas (acredita-se que tenha entre 100 bilhões até 1 trilhão de estrelas). Uma galáxia é um imenso conjunto de estrelas, planetas, satélites, entre outros, envolvendo também uma grande variedade de gases e poeira cósmica. A massa desses objetos pode chegar algo em torno de 1 trilhão e 750 bilhões de vezes a massa do Sol. [70, 76, 77]



Figura 19.7: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.8: Registro da pequena Nuvem de Magalhães na em conjunto com tucunae 47 na de Cidade de Humaitá-AM por Ariel Adorno e Jean Carlos - Agosto de 2018. Canon 5D, lente 50mm F/1.4 @ 2.8. Fonte [78]

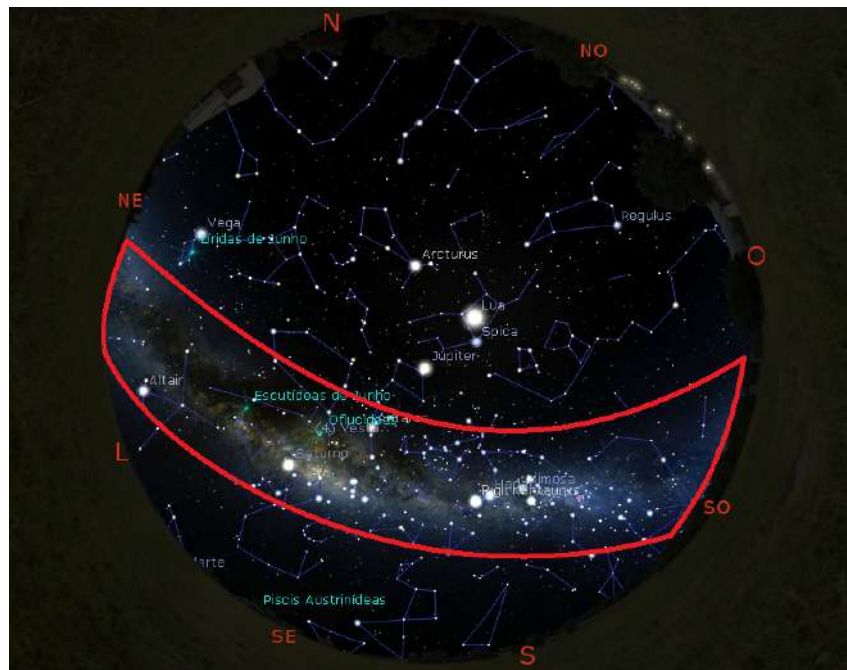


Figura 19.9: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.10: Via-Láctea. Registro feito por Ariel Adorno em Pontes e Lacerda - MT, equipamento, canon t6i, lente 10-18mm F/4.5 @ 4.5. Fonte: [79]

19.5 Saturno

Sexto planeta e o segundo maior do sistema solar (Fig. 19.16), apresenta um sistema de anéis em torno de si que aumentam a sua beleza. Gigante gasoso, sendo um planeta Joviano, composto principalmente de hidrogênio e hélio. Seus anéis são formados principalmente de uma mistura de gelo, poeira e material rochoso. Observado em 1610 por Galileu Galilei onde havia notado uma formação estranha em que mais tarde Huygens descobriu ser na verdade seus anéis. Tão grande que seria capaz de comportar 760 Terras dentro dele. Possui 62 luas, Titã é a maior delas que é um pouco maior que Mercúrio e a segunda maior do sistema solar, ficando atrás apenas de Ganímedes uma das luas de Júpiter. Todas informações obtidas de Saturno só foi possível graças a sonda Cassini e uma outra que estava acoplada a ela Huygens que durante treze anos nos proporcionou grande revelações. Em 15 de setembro de 2017 a Cassini mergulhou na atmosfera de Saturno sendo pouco tempo depois vaporizada pela atmosfera do planeta. [77]



Figura 19.11: Saturno. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC. Fonte: [80]

Júpiter

Júpiter é o quinto e o maior planeta do Sistema Solar, e 2,5 vezes mais massivo que todos outros planetas reunidos. Seu raio é de 71.492 quilômetros, 11 vezes maior que o raio do nosso planeta Terra. Sua composição é de hidrogênio, hélio e outros gases como metano, etano amônia e outros. Ele é feito dos mesmos componentes que o Sol, mas porque não “ascende”? ele só não se tornou uma estrela por causa de um detalhe,

não conseguiu acumular massa suficiente para poder gerar energia por meio de fusão nuclear. Nele também podemos encontrar a maior tempestade detectado em todo sistema solar, a chamada grande mancha vermelha, acredita-se que exista a aproximadamente 350 anos esta tempestade. Nesse local encontrasse uma enorme pressão e o calor seria nada recomendável. Como Saturno, também possui anéis, porém são tênues e difíceis de se observar, possui satélites naturais, cerca de 79, mas suas principais luas galileanas, descoberta por Galileu Galilei em 1610, são: Io, Calisto, Europa e Ganimedes. [77]



Figura 19.12: Júpiter e suas quatro luas galileanas - Europa, Calisto, Ganimedes e Io. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC. Fonte: [81]

19.6 Marte

É o Quarto planeta do Sistema Solar a partir do Sol, o segundo menor do sistema solar, ele é um astro deserto, poeirento e frio, sua atmosfera é extremamente fina e rarefeita. Ela é composta de 95,32% de dióxido de carbono, 2,7% de nitrogênio, 1,6% de argônio, 0,13% de oxigênio, 0,08% de monóxido de carbono, pequenas quantidades de água, óxido de nitrogênio, néon, hidrogênio deutério; criptônio e xenônio. É em Marte que encontramos o maior vulcão do sistema solar o chamado monte Olimpo, com aproximadamente 27 quilômetros de altura e 600 quilômetros de diâmetro, isso é três vezes maior que o monte Everest. A gravidade nesse planeta é de 37% a gravidade que experimentamos aqui na Terra. Batizado em homenagem ao deus romano da guerra, muitas vezes é descrito como o “Planeta Vermelho”, porque o óxido de ferro, substância química, predominante em sua

superfície lhe dá uma aparência avermelhada. É o planeta mais estudado pela humanidade devido a alta possibilidade de se tornar um possível habitat, mas apenas 29 das 55 missões enviadas obtiveram sucesso. [77]



Figura 19.13: Marte e sua máxima aproximação com a terra, em julho de 2018. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC. Fonte: [82]

Sol

O astro central do nosso Sistema Solar. Nosso Sol na verdade é uma estrela de tamanho pequeno comparado a tantos tipos existentes no universo. Fornece calor e luz sustentando a vida na Terra. Sustentando todos os planetas e outros corpos dentro das dependências do nosso sistema, compõe cerca de 99,8% de todo o Sistema Solar, podendo ser 332.900 vezes maior que a Terra. [77]

Encontra-se no estado gasoso, os gases que o compõe estão a temperatura assustadoramente altas, principalmente em seu interior apresentando um estado denominado plasma. Compõe-se principalmente de Hidrogênio e Hélio. O Sol bem como todo Sistema Solar está nesse momento orbitando a Via-Láctea assim como todas as outras estrelas do céu noturno. [17, 18]



Figura 19.14: Sol. Registro feito por Ariel Adorno em Porto Velho-RO, equipamento, CPC800, câmera dedicada ASI120MC + Filtro Baader 99.99% block + filtro #21 laranja. Fonte: [83]

19.7 Andrômeda

A galáxia de Andrômeda também conhecida como Messier 31 (M31) em homenagem ao astrônomo francês Charles Messier. É uma galáxia espiral localizada no Hemisfério Norte, seu diâmetro é de aproximadamente 250 mil anos luz e sua distância é cerca de 2,9 milhões de ano luz da nossa galáxia, localizada na constelação de Andrômeda, a princesa, conhecida como uma dos personagens da mitologia grega. [70, 76]

Um estudo, publicado na Revista Nature [84], mostrou que em um passado distante, a Galáxia de Andrômeda já engoliu duas galáxias-anãs e seus sistemas estelares. A “próxima refeição” da devoradora cósmica será a nossa galáxia, a Via Láctea, daqui em torno de 4,5 bilhões de anos. Os astrônomos identificaram as estrelas engolidas por Andrômeda, formando a primeira evidência das colisões múltiplas que ocorreram no passado. De acordo com a pesquisa, a Via Láctea também já demonstrou um comportamento similar: há mais de 10 bilhões de anos, ela se colidiu com outras galáxias, de modo que incluiu algumas estrelas durante seu processo de desenvolvimento. [85]

19.8 As Pleíades - M45

As Plêiades (Messier 45, Fig. 19.18), também conhecidas popularmente como as sete irmãs, são um grupo de estrelas na constelação do Touro em que podem ser vistas sem binóculos, mesmo em uma cidade poluída de luz, é um aglomerado de estrelas aberto

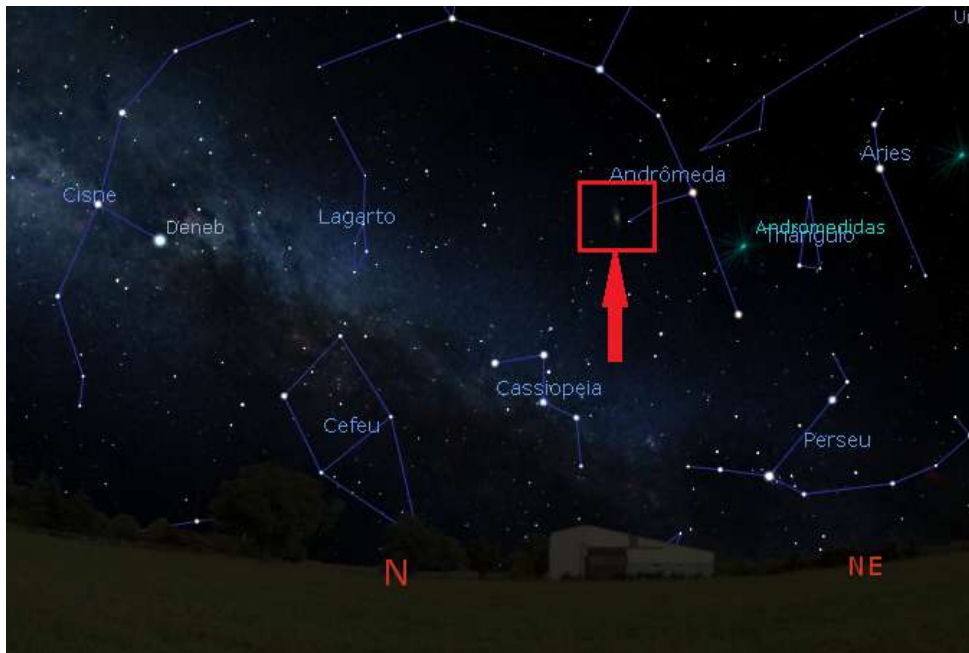


Figura 19.15: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.16: Galaxia de Andrômeda. Registro feito por Ariel Adorno em Humaitá-RO, equipamento, CPC800(guiagem), câmera 5D MKII em piggback, Lente 300mm F/4. Tempo total de exposição - 6h. Fonte: [1]

possuindo estrelas azuis quente de meia idade, localizado a aproximadamente 440 anos luz de distância em direção a constelação de Touro, sendo então o aglomerado estelar mais próximo da Terra, contém mais de 3000 estrelas e um diâmetro de 13 anos luz. São facilmente visíveis a olho nu nos dois hemisférios, mas no inverno no hemisfério norte a visibilidade é melhor, e consistem de várias estrelas brilhantes e quentes, de espectro predominantemente azul. [69, 86, 87]



Figura 19.17: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]

19.9 Nebulosa de Eta Carinae

A Grande Nebulosa de Carina (Fig. 19.20), também conhecida como a Nebulosa Eta Carinae, NGC 3372, é uma das maiores e mais brilhante nebulosas em nossos céus noturno, uma nuvem dinâmica e em evolução, de gás e poeira bastante espalhado. Sua dimensão é de 300 ano-luz é uma das maiores localizações de formação estelar da via láctea, sendo capaz de ser observada facilmente em um céu escuro. Lamentavelmente para as pessoas que encontram-se no hemisfério norte não é possível a sua observação, pois sua localização está a 60° abaixo do equador celeste, podendo ser visível apenas a partir do hemisfério sul. Na década de 1830 ela era um dos objetos mais brilhantes do céu por se tratar de um sistema estelar muito energético da região, a partir dessa época ela diminuiu drasticamente seu brilho, pois aproxima-se do final da sua vida, mas mesmo diante deste fator ela permanece um dos sistemas estelares mais luminosos e massivos da via láctea. [88]



Figura 19.18: As Pleiades - M45. Registro feito por Ariel Adorno em Humaitá-AM, equipamento, CPC800(guiagem), câmera 5D MKII em piggback, Lente 300mm F/4. Tempo total de exposição - 1.5h. Fonte: [2]



Figura 19.19: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.20: Eta Carinae - NGC 3372. Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena-RS, equipamento, APO80mm tripleto, câmera dedicada ASI1600MM-C. Tempo total de exposição - 4.5h. Fonte: [89]

19.10 Nebulosa de Orion

A grande nebulosa de Orion (Fig. 19.22), também descrita como M42 ou NGC1976 é uma das nebulosas mais notáveis do céu, de acordo com a nomenclatura astronômica, é uma nebulosa difusa que se encontra a 1500 anos luz de distância do mesmo braço espiral de nossa galáxia e cerca de 1350 anos luz de distância da Terra, está situada no hemisfério Sul ao lado do Cinturão de Órion, mais conhecido no Brasil como as Três Marias. A nebulosa de Orion é provavelmente a nebulosa mais estudada do céu. Trata-se de uma região de formação estelar: em seu interior as estrelas estão nascendo e começando a brilhar constantemente, há uma enorme concentração de poeira estelar e de gases nessa região. [90, 91, 92]

19.11 Nebulosa de Cygnus

A região da imagem engloba boa parte da constelação de cisne (Fig. 19.24), complexo que possuem muitas nebulosas escuras, muitas estrelas. No céu noturno, é localizado no hemisfério norte. Algumas nebulosas presentes nessa área: nebulosa do véu oriental, nebulosa do véu ocidental, nebulosa triangulo de pickering, nebulosa crescente, nebulosa da borboleta, nebulosa do pelicano, nebulosa américa do norte, e a obscura e obscurecida nebulosa do saco de carvão do norte. Deneb uma estrela, é considerada a estrela alfa de Cygnus e também muito conhecida pelos observadores de céu no hemisfério norte. [94, 95]



Figura 19.21: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.22: Nebulosa de Orion - NGC 1976 (M42). Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena-RS, equipamento, APO80mm tripleto, câmera dedicada QHY9m. Tempo total de exposição - 10h e 10m. Fonte: [93]

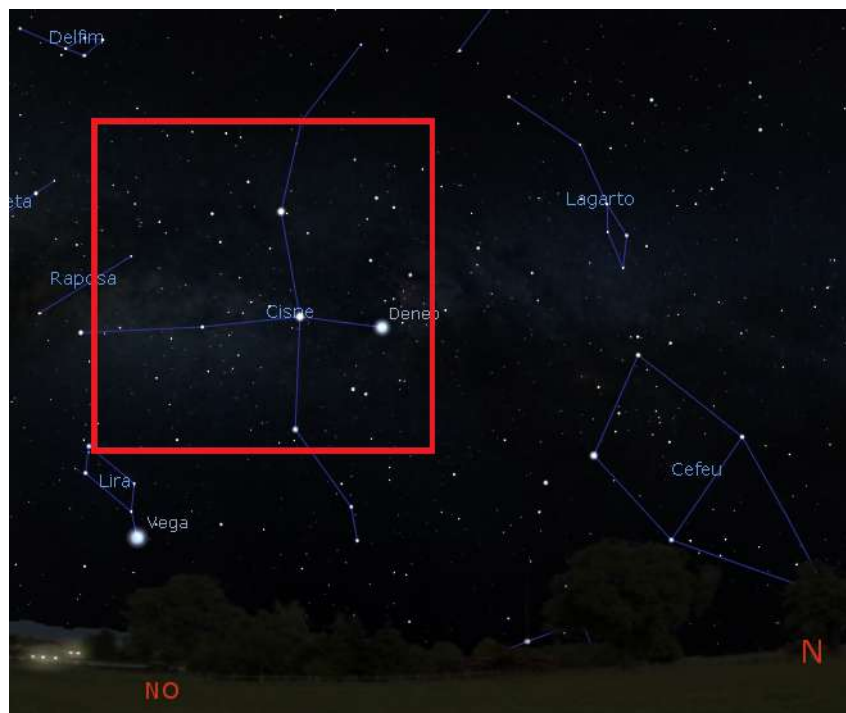


Figura 19.23: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.24: Nebulosa de Cygnus. Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena-RS, equipamento, câmera canon t1i modificada, lente 50mm F/1.8. Tempo total de exposição - 1h. Fonte: [96]

19.12 Nebulosa da Lagoa e Trifda

Messier 20 (M20) também conhecida como nebulosa trífida ou NGC 6514 (19.26), a mesma é uma combinação rara de três tipos de nebulosas que demonstram a fúria de estrelas recém-formadas e indicam para mais surgimentos delas no futuro, estão a todo momento produzindo estrelas, é uma região também conhecida como berçário estelar. [97] Chamada de nebulosa da lagoa a Messier 8 (M8) é uma região de formação de estrelas, atraente e intrigante, composta principalmente de hidrogênio, local esse onde as estrelas estão se formando, ela pode ser vista na direção da constelação do sul de Sagitário. Seu nome é derivada da extensa faixa escurecida em forma de lagoa que se localiza no meio dessa nebulosa. [98, 99, 100]

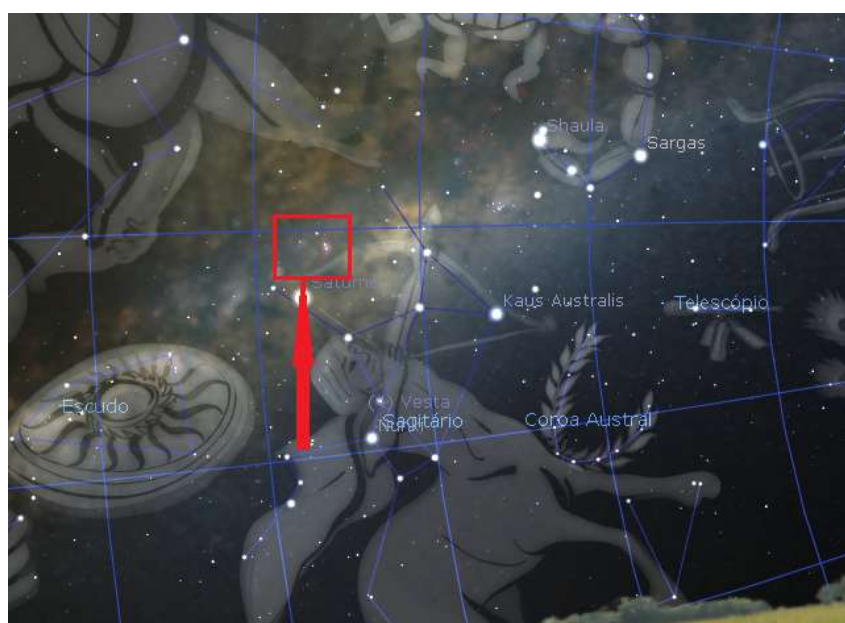


Figura 19.25: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]

19.13 Complexo Nebular da constelação de Ophiuchus

Uma região colorida de formação estelar, cerca de 400 ano luz da Terra (Fig. 19.28), compõe-se de nuvens muito frias, densas nuvens de gás e poeira cósmica, onde novas estrelas estão nascendo, essas nuvens são feitas principalmente de hidrogênio, mas também contém vestígios de outros componentes químicos e são fundamentais alvos para a busca de moléculas no espaço pelos astrônomos. Também podemos encontrar nessa região a estrela Antares uma supergigante vermelha e uma das estrelas mais brilhante do céu noturno e o aglomerado globular Messier 4. [101, 102]



Figura 19.26: Nebulosa da Lagoa e Trifida, nebulosas próximas à região central da Via Láctea. Registro feito por Ariel Adorno em Trinco-RO, equipamento, câmera Canon 5D MKII, lente 300mm F/4. Tempo total de exposição - 2.5h. Fonte: [103]



Figura 19.27: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]



Figura 19.28: Complexo de nuvens da constelação de Rho Ophiucus, região central da via-Láctea na constelação de Escorpião. Registro feito por Rafael Compassi em Presidente Lucena - RS, equipamento, Nikkor 135mm F/2.8 @ F/4 ASI1600MM-C. Tempo total de exposição - 8h. Fonte: [104]

19.14 Constelação de Orion



Figura 19.29: Software de simulação Stellarium. Fonte [74]

Essa área do céu é rica em nebulosas e se eleva continuamente no início da noite (19.30), mais conhecida por abrigar o asterismo chamado Três Marias. As estrelas azuis



Figura 19.30: Complexo de nuvens da constelação de Orion. Registro feito por Ariel Adorno em Chapada dos Guimarães - MT, equipamento, Canon T6i, lente 50mm F/1.8 @ 2.5. Tempo total de exposição - 1.5h. Fonte: [105]

quentes de Órion são inúmeras, podemos citar algumas delas: Rigel, uma supergigante, Betelgeuse, Bellatrixe Saiph. Nebulosas que podem ser encontradas nessa região: Loop de Barnard, Lambda Orionis, Nebulosa da Chama, Nebulosa Cabeça de Cavalho, Nebulosa Messier 42, a Grande Nebulosa de Órion (Messier 42), Nebulosa Messier 78, Nebulosa Cabeça de Bruxa, etc. As estrelas que compõe as Três Marias, duas são da classe gigante azul, são elas Alnilam e Mintaka, a outra é alnitaka outra estrela do cinturão, na verdade, é um sistema binário, ou seja, são duas estrelas orbitando entre si. [106]

CAPÍTULO 20

Anexo 2

Ficha de Aplicação do Jogo “Quebra-Cabeça - Puzzle”

FICHA DE APLICAÇÃO DO JOGO “QUEBRA-CABEÇA *PUZZLE*”

- 1) Principais características física (morfologia - que objeto é?); _____
- 2) Distância média até a terra; _____
- 3) Qual época do ano que esse objeto é mais visível no céu; _____
- 4) Qual é a região mais provável no céu para se ver esse objeto; _____
- 5) É possível fazer a observação desse objeto a olho nu; _____

P.S. Após decorrido os quatro da montagem do quebra-cabeça, os alunos tem até dois minutos para responder a essa ficha e entregar ao professor. O professor irá informar quando estiver faltando trinta segundos para acabar os tempos, o professor avisará a toda a turma. Os alunos não devem interagir de nenhum modo com os outros grupos e até mesmos com alunos do mesmo grupo que não estiverem na rodada.

Ficha de Aplicação do Jogo “Torta-na-cara”

- Distribuído para cada aluno um guia astronômico seguindo os princípios da aprendizagem significativa principalmente os conceitos relacionados aos organizadores prévios;
- Junto com o guia é passado 23 (vinte e três) cartas com 5 (cinco) dicas astronômicas que apenas o professor mediador tem acesso. Depois desse período de estudo realiza-se o jogo;
- Cada sala foi distribuída em duas equipes A e B;
- Feito um sorteio de cada membro da equipe para se preparar a responder as dicas dadas;
- Torta de glacê para o competidor que errar a resposta;
- Um competidor de cada lado ouve a dica dada pelo professor, a primeira dica tem o maior grau de dificuldade se comparada com as demais, se nenhum dos competidores souber a resposta vai para a segunda dica, se ainda permanecer sem resposta correta, segue-se para a terceira, quarta e quinta dica. A última dica é a mais fácil de levar o competidor a obter a resposta correta;
- Após responder corretamente o aluno vencedor da rodada, poderá pegar a torta de glacê e pagar a prenda em seu oponente (“torta na cara”);
- Ao final a equipe campeã ganhara sua premiação, que poderá ficar a critério de cada professor orientador, deixamos como sugestões: medalhas, troféus, livros, doces, um passeio em algum local interessante na cidade, dentre outros.

Referências Bibliográficas

- [1] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/43996430475/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [2] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/43662825370/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [3] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/28980031887/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [4] BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versoaofinal_site.pdf >. acessado em 03/11/2019;
- [5] BRASIL. Física. In: PCN+ Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002. p. 56-86. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> acessado em: 17 de outubro de 2018.
- [6] DARROZ, L. M.; SANTOS, FMT. Promovendo a aprendizagem significativa de conceitos básicos de Astronomia na formação de professores em nível médio. Experiências em Ensino de Ciências, v. 7, n. 2, p. 1-13, 2012.
- [7] PCN+ 2008 DARROZ, L. M.; SANTOS, FMT. Promovendo a aprendizagem significativa de conceitos básicos de Astronomia na formação de professores em nível médio. Experiências em Ensino de Ciências, v. 7, n. 2, p. 1-13, 2012.
- [8] BRASIL. Ministério da Educação. Governo Federal. **Base Nacional Comum Curricular**: 2^o versão revisada. Abril 2016. Disponível em: <<http://histor/adabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>> acesso em: 12 de outubro de 2018.

- [9] MIRANDA, Jean Carlos et al. Jogos didáticos para o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental. **Scientia Plena**, v. 12, n. 2, 2016.
- [10] CASTRO, E. S. B.; PAVANI, D. B.; ALVES, V. M. A produção em ensino de astronomia nos últimos quinze anos. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, v. 18, p. 1-10, 2009.
- [11] LANGHI, R. ; NARDI, R. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p. 75-91, 2005.
- [12] DE JESUS SANTOS, A. J. ; VOELZKE, M. R. ; DE ARAÚJO, M. S. T. O Projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no Ensino Médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 1137-1174, 2012.
- [13] LANGHI, Rodolfo. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores. 2009.
- [14] AQUINO, Danilo Olímpio de. **Estrelas - o universo além do sistema solar: uma proposta de inserção de astronomia na educação básica a partir da formação inicial de professores**. 2018. Dissertação de Mestrado. Brasil.
- [15] TROGELLO, A. G. Objetos De Aprendizagem: Uma Sequência Didática Para O Ensino De Astronomia. **Dissertação de Mestrado em ensino de ciências e tecnologia**. Ponta Grossa. Universidade tecnológica Federal do Paraná. 2013.
- [16] LANGHI, Rodolfo. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência. Bauru. 2004.
- [17] FARIA, R. P. Fundamentos da Astronomia. 9^o ed. Campinas, SP: Papyrus. 2007.
- [18] OLIVEIRA FILHO, K. S. ; SARAIVA, M. F. O. Astronomia e Astrofísica. p. 43 à 460. 4^o ed. Porto Alegre, 27 de março 2017.
- [19] https://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest_1024_HMIIC.jpg acessado em 03/11/2019;
- [20] Disponível em: https://apod.nasa.gov/apod/image/0608/planets_iau_big.jpg https://apod.nasa.gov/apod/image/0608/planets_iau_big.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [21] Disponível em: https://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/gallery/preview/July_spots.jpg, acessado em 03/11/2019;

- [22] ECHER, E. et al. O Número de Manchas Solares, Índice da Atividade do Sol. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 157, 2003.
- [23] ORGANIZADORES. Astronomia: Uma Visão Geral do Universo. 2^o ed., 3. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- [24] LUIZ, A. A. Formação Coorbital com a Terra e Origem de Theia. Dissertação de mestrado em Física. Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista Campus de Guaratinguetá. 2012.
- [25] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/27632934837/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [26] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/in-depth/> acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [27] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/771_-PIA16853.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [28] Disponível em: <https://moon.nasa.gov/resources/54/phases-of-the-moon/>, acessado em 03/11/2019;
- [29] MILONE A. de C. et al. Introdução a Astronomia e a Astrofísica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos – SP. 2018.
- [30] PICAZZIO E.; et al. O céu que nos envolve. Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. 1^o ed. conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico. 2011.
- [31] Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/eclipses/en/lunar-eclipse.en.png>, acessado em 03/11/2019;
- [32] https://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a011400/a011472/s1_1024.jpg, acessado 03/11/2019;
- [33] Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/eclipses/en/solar-eclipse.en.png>, acessado em 03/11/2019;
- [34] Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/total-solar-eclipse/en/total-solar-eclipse2.en.jpg>, acessado em 03/11/2019;
- [35] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/overview/> acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [36] <https://spaceplace.nasa.gov/total-solar-eclipse/en/total-solar-eclipse2.en.jpg>, acessado em 03/11/2019;

- [37] Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>, acessado em 03/11/2019;
- [38] NETO, Michel Paschini; TOMMASIELLO, Maria Guiomar Carneiro. A Rotação e a Translação da Terra: um estudo sobre o que se ensina e o que se vê. *Comunicações*, v. 24, n. 1, p. 113-124.
- [39] Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/review/solar-system-scramble/scramble-text.html>, acessado em 03/11/2019;
- [40] RODRIGUES. C. V.; cap. 3. O sistema solar. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**. São José dos Campos – SP. 2003. Disponível em: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/08.14.14.48/doc/capitulo3.pdf> > acessado em 12 de outubro de 2018.
- [41] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/> > acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [42] ZABOT, Alexandre. Tema 07: O Sistema Solar, parte 1. 2018.
- [43] Disponível em <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mercury/in-depth/> > acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [44] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/venus/in-depth/> > acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [45] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/688_-Venus.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [46] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/459_-EarthRise1000w.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [47] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/in-depth/>> acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [48] Disponível em: https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/608134main_-world-orig_full.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [49] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/overview/>> acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [50] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/683_-6453_mars-globe-valles-marineris-enhanced-full2.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [51] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/overview/>> acessado em: 11 de outubro de 2018.

- [52] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/113_-PIA02873.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [53] SOBRINHO, J. L. G. Os Planetas do Sistema Solar. **Formação Contínua de docentes: Introdução a Astronomia (texto de apoio ao módulo 1)**, v. 38, 2012.
- [54] Disponível em: <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/in-depth/>> acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [55] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/210_-SaturnNorthernSummer1200w.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [56] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/uranus/in-depth/> acesso em: 11 de outubro de 2018.
- [57] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/454_-Hubble_Uranus.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [58] Disponível em: <<https://solarsystem.nasa.gov/planets/neptune/overview/>> acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [59] Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/dwarf-planets/pluto/in-depth/> acessado em: 11 de outubro de 2018.
- [60] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/611_-PIA01492.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [61] Disponível em: https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/852_-pluto_natural_color_20150714_detail.jpg, acessado em 03/11/2019;
- [62] Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/162683007@N06/47982003268/in/dateposted/>, acessado em 03/11/2019;
- [63] DAMINELI, Augusto; STEINER, Joao. O fascínio do universo. São Paulo: Odysseus, 2010.
- [64] VELÁZQUEZ, Carlos. Lactómeda, nuestro cataclismo futuro. Disponível em: <http://cienciorama.unam.mx/a/pdf/586_cienciorama.pdf> acessado em: 27 de outubro de 2018.
- [65] PEREIRA, Juliana Cougo. **Morfometria de galáxias: Assimetria**. 2014. Dissertação de Mestrado.
- [66] FRÓES, André Luís Deltas. Astronomy, astrophysics and cosmology for the Secondary School. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 1-15, 2014.

- [67] PERCY, John. Evolução das estrelas. Disponível em: <http://sac.csic.es/astrosecundaria/pt/cursos/formato/materiales/conferencias/C1_pt.pdf> acessado em: 28 de outubro de 2018.
- [68] Disponível em: https://www.youtube.com/channel/UCePF5FJ0CdTzru_XPVNvl3w, acessado em 03/11/2019;
- [69] Disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap021201.html>, acessado em 03/11/2019;
- [70] Disponível em: <http://www.observatorio.ufmg.br/dicas06.htm>, acessado em 03/11/2019
- [71] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/47100974892/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [72] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/42452030212/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [73] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/29039108308/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [74] Disponível em: <https://stellarium.org/pt/>, acesso em 03/11/2019;
- [75] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/29547094807/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [76] Disponível em: <http://www.observatorio.ufmg.br/dicas06.htm>, acessado em 03/11/2019;
- [77] Disponível em: SCHWARZA. Do átomo ao buraco negro: para descomplicar a astronomia, São Paulo: Planeta do Brasil, 2018.
- [78] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/43576760985/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [79] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/43011655625/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [80] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/44681134382/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [81] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/30342877868/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [82] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/43270843764/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;

- [83] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/43838319824/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [84] D.mackey, G. F. Lewis, B. J. Brewer, A. N. Ferguson, J. Veljanoski, A. P. Huxor, M. L. M. Collins, P. Côté, R. A. Ibata, M. J. Irwin, N.Martin, A. W. McConnachie, J. Penarrubia, N. Tanvir and Zhen Wan, *Nature*, 574, 69-71 (2019);
- [85] Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2019/10/galaxia-de-andromeda-e-canibal-e-podera-engolir-lactea-dizem-cientistas.html>, acessado em 03/11/2019;
- [86] Disponível em: <https://www.eso.org/public/images/pleiades-ch17-bardon-cc/>, acessado em 03/11/2019;
- [87] Disponível em: <https://www.eso.org/public/images/b11/>, acessado em 03/11/2019;
- [88] Disponível em: <https://www.eso.org/public/brazil/news/eso1828/>, acessado em 03/11/2019;
- [89] Disponível em: <https://flickr.com/photos/rcompassi/33861947388/in/dateposted/>, acessado em 03/11/2019;
- [90] Disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap110913.html>, acessado em 03/11/2019;
- [91] Disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap171129.html>, acessado em 03/11/2019;
- [92] Disponível em: <https://www.eso.org/public/brazil/news/eso1321/?lang>
- [93] Disponível em: <https://flickr.com/photos/rcompassi/27207485169/in/dateposted/>, acessado em 03/11/2019;
- [94] Disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap070920.html>, acessado em 03/11/2019;
- [95] Disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap121130.html>, acessado em 03/11/2019;
- [96] Disponível em: <https://flickr.com/photos/rcompassi/36205924525/in/dateposted/>, acessado em 03/11/2019;
- [97] Disponível em: <https://www.eso.org/public/images/eso0930b/>, acessado em 03/11/2019;
- [98] Disponível em: https://www.eso.org/public/archives/print_posters/pdf/print_poster_0039.pdf, acessado em 03/11/2019;

- [99] Disponível em: <https://www.eso.org/public/images/eso9708a/>, acessado em 03/11/2019;
- [100] Disponível em: <https://www.eso.org/public/usa/images/eso1101a/?lang>, acessado em 03/11/2019;
- [101] Disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap120828.html>, acessado em 03/11/2019;
- [102] Disponível em: <https://www.eso.org/public/switzerland-de/images/eso1123a/?lang>, acessado em 03/11/2019;
- [103] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/44042206701/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [104] Disponível em: <https://flickr.com/photos/rcompassi/41600806202/in/dateposted/>, acessado em 03/11/2019;
- [105] Disponível em: <https://flickr.com/photos/162670034@N04/31544030488/in/dateposted-public/>, acessado em 03/11/2019;
- [106] Disponível em: <https://apod.nasa.gov/apod/ap190930.html>, acessado em 03/11/2019.