



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

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



IRINEU SANTOS

**Uma Abordagem Educacional no Colégio Estadual
Democrático Bertholdo Cirilo dos Reis sobre Conceitos
de Astronomia Básica e Tecnologia Espacial**

Linha de Pesquisa: Ensino Interdisciplinar de Astronomia e a Difusão Científica –Tecnológica.

Tema ligado à linha de pesquisa do Programa Espacial Brasileiro

**FEIRA DE SANTANA – BA
2020**

IRINEU SANTOS

Uma Abordagem Educacional no Colégio Estadual Democrático Bertholdo Cirilo dos Reis sobre Conceitos de Astronomia Básica Tecnologia Espacial

Linha de Pesquisa: Ensino Interdisciplinar de Astronomia e a Difusão Científica –Tecnológica.

Tema ligado à linha de pesquisa do Programa Espacial Brasileiro

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

Orientador: Prof. Dr. Antônio Delson C. de Jesus

**FEIRA DE SANTANA – BA
2020**



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO(A): IRINEU SANTOS

DATA DA DEFESA: 28 de agosto de 2020 LOCAL: Via Google Meet

HORARIO DE INÍCIO: Às 09h41.

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
ANTÔNIO DELSON CONCEIÇÃO DE JESUS	157.897.055-53	Presidente	DR	DFIS - UEFS
ANA VERENA FREITAS PAIM	563.113.975-87	Membro	DR	DEDU - UEFS
RAFAEL RIBEIRO DE SOUSA	039.049.305-83	Membro	DR	UNESP

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:
UMA ABORDAGEM EDUCACIONAL NO COLÉGIO ESTADUAL BERTHOLDO CIRILO DOS REIS SOBRE CONCEITOS DE ASTRONOMIA BÁSICA E TECNOLOGIA ESPACIAL.

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

Em sessão pública, após exposição de 44 minutos, o candidato foi argüido oralmente pelos membros da banca, durante o período de 1 hora e 45 minutos. A banca chegou ao seguinte resultado:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

Recomendações¹: A banca reunida fez as seguintes recomendações: 1) Modificar a forma do documento em alguns Capítulos em termos das Normas Técnicas da ABN e, 2) Modificar o título do trabalho, segundo o proposto pelo professor Rafael, tal que, o que era antes:

UMA ABORDAGEM NO COLÉGIO ESTADUAL BERTHOLDO CIRILO DOS REIS SOBRE ASTEROIDES, METEORITOS, DETRITOS, MANOBRAS E TECNOLOGIA ESPACIAL.

passou a ser, conforme decisão da banca:

UMA ABORDAGEM EDUCACIONAL NO COLÉGIO ESTADUAL BERTHOLDO CIRILO DOS REIS SOBRE CONCEITOS DE ASTRONOMIA BÁSICA E TECNOLOGIA ESPACIAL.

3) Substituir Antes da Era Comum (a.E.C) por Antes de Cristo (a.C).

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

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

Feira de Santana, 28 de agosto de 2020

Presidente: Carlos Alberto de Lima Ribeiro
Membro 1: Carlos Alberto de Lima Ribeiro
Membro 2: Carlos Alberto de Lima Ribeiro
Membro 3: _____
Candidato(a): Irineu Santos
Coordenador do PGAstro: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Pós-Graduação em Astronomia
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



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

CANDIDATO (A): IRINEU SANTOS

DATA DA DEFESA: 28 de agosto de 2020 LOCAL: Via Google Meet

HORÁRIO DE INÍCIO: 09h41

PRODUTO: ASTRONOMIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

Feira de Santana, 28 de agosto de 2020.

Presidente: Dr Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: Dr Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 2: Dr Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 3: _____

Candidato (a): Irineu Santos

Coordenador do PGAstro: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Santos, Irineu
S136a Uma abordagem educacional no Colégio Estadual Democrático Bertholdo
Cirilo dos Reis sobre conceitos de Astronomia Básica e Tecnologia Espacial
/ Irineu Santos. - 2020.
203f.: il.

Orientador: Antônio Delson Conceição de Jesus

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira de
Santana. Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2020.

1. Astronomia. 2. Tecnologia espacial. I. Jesus, Antônio Delson
Conceição de, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III.
Título.

CDU: 521/525(07)

Rejane Maria Rosa Ribeiro – Bibliotecária CRB-5/695

Dedico esse trabalho a Zumbi dos Palmares, “Francisco” (1655 – 1695), Lucas Dantas do Amorim Torres (1774 – 1799), Manuel Faustino dos Santos Lira (1775 – 1799), Luís Gonzaga das Virgens (1761 – 1799), João de Deus Nascimento (1771 – 1799), ..., Marielle Franco (1979 – 2018), ..., Davi Fiuza (16 anos), João Paulo Mattos (14 anos), Kauan Peixoto (12 anos), Kauê Ribeiro dos Santos (12 anos), Geovana Nogueira Paixão (11 anos), Hebert Felipe Souza Silva (11 anos), Jenifer Clene Gomes (11Anos), Kauan Rosário (11 anos), Agatha Félix (8 anos), ..., George Floyd (1974 – 2020), (in memoriam), que foram assinados por quem deveria proteger. “Vidas negras importam!”.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe por ter dado-me a vida.

A minha amada esposa Célia Regina Cerqueira de Souza por apoiar-me e colaborar para eu concluir esse curso, que significa uma etapa importante de minha vida.

Ao meu orientador, Antonio Delson de Jesus, por aceitar-me como orientando e dedicar parte do seu tempo neste labor educativo.

Ao Instituto Steve Biko que me preparou para o exame do vestibular.

À Comunidade Escolar (discentes, docentes, direção e funcionários) do Colégio Estadual Bertholdo Cirilo dos Reis, por acolher-me como professor, permitindo e colaborando com a execução do meu projeto de intervenção pedagógica (Feira de Ciência e Astronomia), uma atividade atrelada ao Programa de Pós Graduação em Astronomia Mestrado Profissional.

A todos os professores do Mestrado que compartilharam seus conhecimentos comigo.

Aos mestrandos da 6ª turma (Anderson, Nadia, Abelardo, Braian, Valdirene, Ana Claudia, Ana Lucia, Andreia, Cliver, Jenivaldo, José Augusto, Ana Paula e Rafael), meus colegas, pela sincera amizade e apoio nos diversos momentos do curso.

Aos mestrandos da 5ª turma por terem me recebido com seu calor humano no primeiro dia de aula.

Meus agradecimentos também as entidades metafísicas; Yahwer Jah, Olorum, Alá, Deus, Orisá, Inkisis, Voduns,

“Enquanto mais um jovem negro e pobre é preso por existir, mais uma mãe negra e pobre sofre com a solidão.”

Marielle Franco

“Não importa quantos cisnes você veja ao longo de sua vida, isso nunca lhe dará a certeza que de que cisnes negros não existem.”

Karl Popper

“Seria uma atitude muito ingênua esperar que as classes dominantes desenvolvessem uma forma de educação que proporcionasse às classes dominadas perceberem as injustiças sociais de maneira crítica.”

Paulo Freire

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.2.1 – 2008 TC3 que atravessou o ar como um meteoro e se fragmentou a 37 km de altitude. Os meteoritos que foram criados na explosão foram espalhados no deserto da Núbia, entre o Egito e o Sudão	39
Figura 3.3.2 – Ilustração teórica representando os pontos lagrangianos da configuração Terra-Sol.....	44
Figura 3.4.3 – Estes são os maiores asteroides do Cinturão Principal de Asteroide atualmente, suas massas pela ordem: $2,11 \times 10^{20}$ kg, $2,97 \times 10^{20}$ kg e $8,21 \times 10^{19}$ kg.....	45
Figura 3.4.4 – Planeta anão Ceres, foi descoberto em 1801, deixou de ser considerado um asteroide em 2006.....	48
Figura 3.4.5 – Meteorito condrito carbonáceo, coletado na cidade de Murchison, encontrado próximo de Melbourne, em Victória, Austrália, no de 1969.....	49
Figura 3.5.6 – Representação ilustrativa do sistema solar com os plantas anões (fora de escala)	51
Figura 3.6.7 – Tabela da OAS com os asteroides classificados como NEO, os potencialmente mais perigosos são aqueles destacados com retângulos vermelhos	54
Figura 3.6.8 – Retrato das orbitas dos plantas terres e do asteroide (231937) 2001FO32 (em cor laranja), com previsão de passar a 0,01347UA da Terra, em 21/03/2021.....	56
Figura 3.9.9 – O círculo branco demarca a cratera da Colônia, tem 3,6 quilômetros e 300 metros de diâmetros de profundidade.....	60
Figura 3.9.10 – Cratera Barringer, no deserto do Arizona EUA, tem 1.200 metros de diâmetro por 170 de profundidade.....	60
Figura 3.10.11 – Cratera lunar Tycho, foi nomeada em homenagem ao dinamarquês astrônomo Tycho Brahe.....	61
Figura 3.10.12 – Réplica do Meteorito de Bendegó que caiu no sertão baiano em 1784 (e outros meteoritos menores), exposto no Observatório Antares em Feira de Santana – BA.....	62
Figura 3.10.13 – Meteorito Bendrgó sendo transportado por carroça do local da queda para a estação da ferrovia em 1887.....	63
Figura 3.10.14 – “Bola de fogo” (bólide) referente ao meteoro passando próximo à estrada de Kostanai na cidade de Chelyabinsk, Rússia.....	64
Figura 3.10.15 – Buraco, de seis metros no lago gelado, provocado pelos fragmentos do asteroide que resistiram a resistência da atmosfera.	65
Figura 3.10.16: Meteorito de Chelyabinsk em exposição no museu de Chelyabinsk na Rússia.....	66
Figura 4.17 – Imagem de uma das primeiras lâmpadas elétrica do século XIX (aproximadamente 1876)	68
Figura 5.2.18 – Sputnik 1 (<i>Iskustvenyi Sputnik Zewli</i> ou companheiro artificial da Terra) o primeiro satélite artificial lançado ao espaço em 1957 pela URSS (com a cúpula aberta)	73
Figura 5.3.19: Primeira foto da Lua, tirada pela sonda soviética Luna 3, em 07 de setembro de 1959.....	76
Figura 5.3.20 – Yuri A. Gagarin primeiro cosmonauta a ir ao espaço, em 12 de abril de 1961, num foguete Vostok da antiga União Soviética.....	77

Figura 5.3.21 – Valentina primeira mulher a ir ao espaço pela URSS 1963, ela tinha 26 anos na época.....	78
Figura 5.3.22 – Os astronautas que participaram da primeira viagem à Lua, em 1969 na espaçonave Apollo 11 (Armstrong, Collins e Aldrin) ...	79
Figura 5.3.23 – Aldrin em solo lunar observando a Terra.....	80
Figura 5.3.24 – Resgate do módulo de comando Columbia, no Oceano Pacífico.....	81
Figura 5.3.25 – Locais onde sondas e espaçonaves pousaram na Lua, missões realizada pela Rússia, EUA e China.....	81
Figura 5.3.26 – Robô Opportunity monitorando Marte, enviado pela NASA em 2003.....	83
Figura 5.4.27 – Esquema da transmissão e recepção de sinais via satélite artificiais.....	84
Figura 5.5.28 – Principais órbitas (LEO, HEO e GEO) de satélites artificiais.....	87
Figura 6.3.29 – Satélite Geoestacionário de Comunicação e Estratégia do Brasil, lançado ao espaço em maio 2017, investimento na ordem de R\$ 2,8 milhões (valores daquele ano)	94
Figura 6.4.30 – Esta é uma representação do exercício mental de Newton da velocidade de escape. Para as velocidades A e B o corpo retornará para a superfície da Terra, pois sua energia é insuficiente vencer a velocidade de escape, para as velocidades C e D o corpo entrará em órbita com a Terra e para a velocidade E o corpo escapará para espaço.....	97
Figura 6.5.31 – Representação dos estágios de um foguete do tipo Veículo Lançador de Satélite – VLS (Imagem modificada)	100
Figura 6.5.32 – Esquema representativo do descarte das fases de um foguete VLS colocando um satélite em órbita (Imagem modificada)	102
Figura 7.33 – Tanque de um veículo de lançamento descartável, Delta II, caiu no Texas em 1997.....	105
Figura 7.34 – Estação espacial MIR, lançada pela União Soviética. Operou em baixa estação da Terra, entre os anos 1986 e 2001.....	106
Figura 7.35 – Estação Espacial Internacional ISS, lançada ao espaço em 20 de dezembro de 1998, em plena atividade.....	107
Figura 7.36 – Imagem artística ilustrando a concentração de lixo espacial na órbita baixa da Terra (LEO).....	108
Figura 7.37 – Um buraco causado por um detrito no satélite Solar Maximum Mission (SolarMax).	109
Figura 7.38 – Estação espacial chinesa, Tiangong-1, em combustão ao entrar na atmosfera em abril de 2018.....	111

Figura 8.1.39 – Sonda Voyager 1 e 2 realizando uma manobras de Swing-by.....	113
Figura 8.3.40 – Esquema da representação da transferência Hohmann entre duas órbitas circulares.....	115
Figura 8.3.41 – Representação de uma transferência bi-elíptica tri-impulsiva entre duas órbitas circulares e coplanares.....	116
Figura 8.6.42 – Projeto do robô de manutenção de veículo espacial e captura de detritos espacial (In Orbit Servicing Target Capture)	128
Figura 10.1.43 – Faixada do Colégio Bertholdo, unidade escolar onde foi realizada a Feira de Ciência e Astronomia, do Programa da Pós-Graduação em Astronomia Mestrado Profissional.....	139
Figura 10.3.44 – Gráfico com o percentual de acertos dos 129 alunos que responderam o questionário.....	145
Figura 10.3.45 – Capa dos livros, de Ciências e Geografia que foram verificados sobre os conteúdos de Astronomia.....	147
Figura 10.3.46 – Foto da página do livro de ciência (Ciência Vida & Universo) com a definição de planeta	147
Figura 10.4.47 – Cópia do questionário aplicado com os professores, os números nos colchetes representa a quantidade de professor que assinaram essa alternativa.....	150
Figura 10.5.48 – Print da tela com a imagem de abertura do documentário exibido para os alunos (esse vídeo não está mais disponível no site)	151
Figura 10.6.49 – Pint. da tela do meu celular com o nome de alguns grupos formado pelos alunos e que participaram do projeto.....	153
Figura 10.7.50 – Imagem da capa do livro de Astronomia que foi postado nos grupos de Whatsapp para os alunos pesquisarem.....	155
Figura 10.7.51 – Imagem da capa de alguns trabalhos, que foram entregues pelas as equipes.....	156
Figura 10.8.52 – – Print da tela do celular com o diálogo por meio da rede social da turma do 1º Ano F, durante a construção do foguete de garrafa pet, uma das atividades da Feira de Ciência e Astronomia	158
Figura 10.8.53 – Folder de divulgação do evento.....	159
Figura 10.9.54 – Momentos da exposição com a presença de alguns visitantes.....	160
Figura 10.9.55 – Imagem do estande balcão para medir Força Peso, na Feira de Ciência e Astronomia.....	161
Figura 11.56 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.....	164
Figura 11.57 – Um dos momentos que os alunos estão construindo os cartazes de divulgação.....	165
Figura 11.58.1 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.....	167
Figura 11.58.2 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.....	168
Figura 11.58.3 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.....	169

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.4.1 – Distância dos primeiros planetas clássicos e um planeta anão em UA, calculada pela equação de Titius-Bode.....	46
Tabela 3.6.2 – Dados dos objetos previstos a passarem próximos da órbita da Terra entre os anos de 2026 a 2029	55
Tabela 3.6.3 – Dados dos asteroides previsto a passarem próximo à Terra até o ano de 2021	56
Tabela 10.3.4 – Resultado do questionário (teste de sondagem) aplicado nas turmas: nota, nome das turmas, quantidade acertos e número de alunos.....	145
Tabela 10.4.5 – Tabela com os acertos dos professores que responderam o questionário.....	148
Tabela 10.7.6 – Médias das notas por equipes da primeira fase do Projeto.....	157
Tabela 10.9.7 – Médias das notas por equipes da segunda fase do Projeto.....	162

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xix
1 INTRODUÇÃO	22
1.1 OBJETIVOS.....	24
1.2 JUSTIFICATIVA.....	25
2 METODOLOGIA DA PESQUISA	29
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	35
3.1 TÓPICO INTRODUTÓRIO DE ASTRONOMIA.....	35
3.2 METEOROS, METEOROIDES E ASTEROIDES.....	38
3.3 ORIGEM DOS ASTEROIDES TROIANOS E OS PONTOS DE LAGRANGE.....	42
3.4 DESCOBERTA DO PRIMEIRO ASTEROIDES: CERES.....	44
3.5 PLANETAS ANÕES.....	50
3.6 PESQUISA E MONITORAMENTO DE: ASTEROIDES, METEOROIDES, METEORITOS, NEO E NEA.....	51
3.8 ALGUNS EPISÓDIOS DE EXTINÇÕES DA VIDA NA TERRA COM A COLISÃO DE ASTEROIDE.....	57
3.9 EVIDÊNCIAS CONFIRMADAS DE COLISÕES.....	59
3.10 METEORITOS BENDEGÓ E CHELYABINSK (COLISÕES SIGNIFICATIVAS MAIS RECENTES).....	61
4 ASCENÇÃO DAS TECNOLOGIAS.....	67
5 A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA ESPACIAL NA SOCIEDADE.....	70
5.1 VOAR: DE UM SONHO PARA A REALIDADE.....	70
5.2 PROJETOS PRÉ-LUNARES.....	72
5.3 MISSÃO LUNAR.....	75
5.4 OS SATÉLITES ARTIFICIAIS.....	83
5.5 ÓRBITAS DOS SATÉLITES ARTIFICIAIS.....	86
5.6 CÁLCULOS DA ÓRBITA DE UM SATÉLITE ARTIFICIAL.....	88
6 ASTRONOMIA NO BRASIL.....	91
6.1 PRIMEIRO OBSERVATÓRIO NACIONAL & MARCGRAF.....	91
6.2 PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO.....	92
6.3 PROJETOS DO PNAE.....	93
6.4 FOGUETE ESPACIAL.....	95
6.5 LANÇAMENTO DE FOGUETE ESPACIAL.....	99
7 DETRITO ESPACIAL E MECANISMO DE DEFESA.....	104
8 MANOBRAS ORBITAIS ESPACIAIS.....	112
8.1 MANOBRA DE SWING-BY.....	112

8.2 MANOBRA COPLANAR E NÃO-COPLANAR	113
8.3 MANOBRA DE TRANSFERÊNCIA ORBITAL.....	114
8.4 MANOBRAS DE MITIGAÇÃO	120
8.5 MANOBRA DE REENTRADA E FORÇA AERODINÂMICA.....	122
8.6 MANOBRAS DE REENTRADA	124
8.7 A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA ESPACIAL PARA A SOCIEDADE	129
9 PROJETO APLICADO NA ESCOLA	131
9.1 INTRODUÇÃO (FEIRA DE CIÊNCIA E ASTRONOMIA)	131
9.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE ENSINO (METODOLOGIA DE ENSINO).....	132
10 RELATO DA FEIRA DE CIÊNCIA E ASTRONOMIA	139
10.1 INTRODUÇÃO.....	139
10.2 PROPOSTA DA ATIVIDADE AOS ALUNOS (METODOLOGIA DE ENSINO)	140
10.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS DISCENTES E ANÁLISE	143
10.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS DOCENTES E ANÁLISE	147
10.5 ATIVIDADE INTRODUTÓRIA, PARA SENSIBILIZAR OS ALUNOS.....	151
10.6 FORMAÇÃO DAS EQUIPES (PESQUISADORES JÚNIORES).....	152
10.7 REALIZAÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA DO PROJETO	153
10.8 REALIZAÇÃO DA SEGUNDA ETAPA DO PROJETO	157
10.9 CULMINÂNCIA DO PROJETO (FEIRA DE CIÊNCIA E ASTRONOMIA).....	159
11 CONCLUSÃO	163
11.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	170
REFERÊNCIAS	172
APÊNDICE B – Materiais Complementares	181
APÊNDICE C – Carta Convite para os Alunos.....	182
APÊNDICE D – Questionário de Sondagem (alunos).....	183
APÊNDICE E – Questionário de Sondagem (professores)	185
APÊNDICE F – Atividade de Astronomia	187
APÊNDICE G – Modelo do Relatório de Acompanhamento das Equipes.....	188
APÊNDICE H – Modelo: Roteiro dos Assuntos (Etapa I)	189
APÊNDICE I – Modelo: Atividade de Avaliação, Etapa I (questionário).....	191
APÊNDICE J – Atividade Respondida.....	192
APÊNDICE L – Atividade Respondida	193
APÊNDICE M – Atividade Respondida.....	194
APÊNDICE N – Roteiro dos Assuntos e Orientação do Evento (Etapa II).....	195
APÊNDICE O – Lista de Presença dos Alunos para o dia do Evento	198
APÊNDICE P – Lista de Presença dos Visitantes para o dia do Evento	199

APÊNDICE Q – Modelo: Relatório Individual	200
APÊNDICE R – Relatório Individual Redigido	201
APÊNDICE S – Relatório Individual Redigido	202
APÊNDICE T – Relatório Individual Redigido.....	203

RESUMO

A Astronomia é tida como uma das ciências mais antigas, porém o desenvolvimento da tecnologia espacial começou no contexto da Guerra Fria, uma disputa entre União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e os Estados Unidos da América (EUA). O objetivo de ambos era conquistar os domínios do espaço. A Rússia foi a pioneira na conquista do espaço, colocando o satélite Sputnik 1 e o astronauta, Yuri Gagarin no espaço. Os norte-americanos reagiram, fazendo mudanças radicais no currículo escolar e criando órgãos de gestão em tecnologia espacial como a NASA (National Aeronautics and Space Administration). A insistência e o investimento científico de ambos os países foram fundamentais para que o homem pisasse em solo lunar.

Ao conquistarem o espaço, diversos objetos de fabricação humana passaram a povoar o ambiente espacial, tais como: satélites artificiais, sondas, estações espaciais, telescópios, etc. Foram muitos os benefícios da conquista do espaço que retornam direta ou indiretamente para a sociedade, desde a conquista até o presente momento, mesmo que não sejam perceptíveis ao entendimento da maioria. Um exemplo disto são os serviços de comunicação a longa distância, que beneficiaram muito a sociedade, com serviços prestados pelas empresas detentoras de patentes, tecnologias e direito de colocar satélite artificial no espaço.

Apesar de haver completado mais de 50 anos que o primeiro homem foi à Lua, o ensino de Astronomia na Educação Básica não é tão presente como deveria ser, se for considerada a sua importância nos diversos seguimentos da sociedade. Os debates referentes às diversas missões espaciais, assim como a contribuição social da Astronomia, ficam restritas aos ambientes acadêmicos, institutos pesquisas espaciais e agências espaciais. A ausência desse debate na formação dos estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio, contribui para a formação de uma massa de pessoas alheias a esses conhecimentos que influenciam em tecnologias presentes no cotidiano dessas pessoas. Como por exemplo, telefonia móvel, internet, GPS, entre outros, todos estes serviços dependentes de satélites (um equipamento desenvolvido a partir da evolução da ciência espacial).

Os satélites artificiais são oriundos da tecnologia espacial e tornaram-se aliados das comunicações, monitoramento climático, segurança militar, bem como conhecer as órbitas dos NEO (Near-Earth Object), NEA (Near Earth

Asteroids) e PHA (Potentially Hazardous Asteroids), a fim de ajudar a planejar as estratégias de mitigação mais adequadas, com objetivo de evitar possíveis colisões de meteoroides e asteroides com a Terra.

A sociedade usufrui de vários benefícios colhidos das tecnologias que estão a sua disposição, isso tem levado as indústrias a fabricarem cada vez mais produtos tecnológicos, como por exemplo, espaçonaves, ônibus espaciais, satélites artificiais, etc., contudo, muitos estudantes e até mesmo universitários, não estão convencidos de que o homem tenha ido à Lua. Outros não sabem os detalhes deste significativo episódio da história científica, além de desconhecerem os fatos que antecederam a primeira viagem espacial.

Este trabalho desenvolveu uma estratégia e ensino-aprendizagem possível para Ensinar Astronomia e tecnologia espacial aos alunos da Educação Básica. Descortinando em outros temas e conceitos tais como: Asteroide, Meteoritos, Detritos Espaciais, Satélites Artificiais, Manobras Espaciais, Colisões com a Terra e suas implicações para a vida no planeta.

A disciplina Física tem um vasto conteúdo para ser abordado no Ensino Médio, por conta de sua carga horária insuficiente, o professor é forçado a selecionar os temas mais importantes. A maioria das vezes, o assunto de Astronomia não é ministrado e quando o professor tenta introduzir mais estes conteúdos em suas aulas, as vezes, o faz sem a devida profundidade. Esta Dissertação apresenta uma experiência de Ensino em Astronomia realizada numa escola pública, Colégio Estadual Democrático Bertholdo Cirilo dos Reis, culminando com uma Feira de Ciência e Astronomia. A teoria de aprendizagem que deu suporte a esta atividade foi baseada na concepção do psicólogo e pedagogo norte-americano Jerome S. de Bruner.

A Feira de Ciência e Astronomia, foi uma exposição da confecção de maquetes de alguns objetos espaciais e instrumentos ópticos usados na Astronomia. A atividade teve boa repercussão entre a comunidade escolar, foi visitada por vários docentes e discentes de outras turmas e contribuiu para melhorar o rendimento escolar dos alunos que participaram do Projeto.

Os resultados das pesquisas deste trabalho científico forneceram bases para elaborar também um produto educacional, um Paradidático, com o título: "Astronomia para a Educação Básica". O Paradidático está dividido em três partes; Primeira parte: conceitos básicos de Astronomia Básica, Tecnologia

Espacial e pequenos corpos, como: meteoróide, cometas, asteroides e lixo espacial; Segunda parte: algumas aplicações matemáticas na Astronomia, tais como: manobras espaciais, velocidade de escape, etc. Terceira parte: sugestões de atividades para o professor tornar suas aulas mais dinâmicas. O produto educacional e a experiência vivenciada são contribuições para docentes que possuam dificuldades na inclusão dos assuntos de Astronomia em suas aulas.

Palavras-chave: Tecnologia. Espacial. Astronomia. Detrito Espacial.

ABSTRACT

Astronomy is considered one of the oldest sciences, but the development of space technology began in the context of the Cold War, a dispute between the Union of Soviet Socialist Republics (USSR) and the United States of America (USA). The objective of both was to conquer the domains of space. Russia was the pioneer in conquering space, placing the Sputnik 1 satellite and the astronaut, Yuri Gagarin in space. The Americans responded by making radical changes to the school curriculum and creating governing bodies in space technology like NASA (National Aeronautics and Space Administration). The insistence and scientific investment of both countries were fundamental for man to step on lunar soil.

Upon conquering space, several human-made objects began to populate the space environment, such as: artificial satellites, probes, space stations, telescopes, etc. There were many benefits of conquering space that return directly or indirectly to society, from the conquest to the present moment, even if they are not perceptible to the understanding of the majority. An example of this is long distance communication services, which have benefited society a lot, with services provided by companies holding patents, technologies and the right to place artificial satellite in space.

Despite having completed more than 50 years that the first man went to the Moon, the teaching of Astronomy in Basic Education is not as present as it should be, if its importance in the different segments of society is considered. The debates related to the various space missions, as well as the social contribution of Astronomy, are restricted to academic environments, space research institutes and space agencies. The absence of this debate in the education of elementary and high school students, contributes to the formation of a mass of people alien to this knowledge that influence technologies present in these people's daily lives. For example, mobile telephony, internet, GPS, among others, all these services dependent on satellites (equipment developed from the evolution of space science).

Artificial satellites come from space technology and have become allies of communications, climate monitoring, military security, as well as knowing the orbits of NEO (Near-Earth Object), NEA (Near Earth Asteroids) and PHA

(Potentially Hazardous Asteroids), in order to help plan the most appropriate mitigation strategies, in order to avoid possible collisions of meteoroids and asteroids with Earth.

Society enjoys several benefits from the technologies that are at its disposal, this has led industries to manufacture more and more technological products, such as spaceships, space shuttles, artificial satellites, etc. However, many students and even university students are not convinced that man has gone to the moon. Others do not know the details of this significant episode in scientific history, and are unaware of the facts that preceded the first space trip.

This work developed a strategy and possible teaching-learning to Teach Astronomy and Space Technology to Basic Education students. Unveiling other themes and concepts such as Asteroid, Meteorites, Space Debris, Artificial Satellites, Space Maneuvers, Collisions with Earth and their implications for life on the planet.

The Physical discipline has a vast content to be addressed in High School, due to its insufficient workload; the teacher is forced to select the most important topics. Most of the time, the subject of Astronomy is not taught and when the teacher tries to introduce more of these contents in his classes, sometimes he does it without due depth. This Dissertation presents a teaching experience in Astronomy held at a public school, Colégio Estadual Democrático Bertholdo Cirilo dos Reis, culminating in a Science and Astronomy Fair. The learning theory that supported this activity was based on the conception of the North American psychologist and pedagogue Jerome S. de Bruner.

The Science and Astronomy Fair, was an exhibition of the making of models of some space objects and optical instruments used in Astronomy. The activity had a good repercussion among the school community, was visited by several teachers and students from other classes and contributed to improve the academic performance of the students who participated in the Project.

The results of the researches of this scientific work provided bases to elaborate also an educational product, a Paradidático, with the title: "Astronomy for Basic Education". The Paradidático is divided in three parts; First part: basic concepts of Basic Astronomy, Space Technology and small bodies, such as: meteoroid, comets, asteroids and space debris; Second part: some mathematical applications in Astronomy, such as: space maneuvers, escape velocity, etc. Third

part: activity suggestions for the teacher to make his classes more dynamic. The educational product and the lived experience are contributions for teachers who have difficulties in including the subjects of Astronomy in their classes.

Key words: Technology. Space. Astronomy. Space Debris.

1 INTRODUÇÃO

A Astronomia e a tecnologia espacial têm prestado grandes contribuições para a sociedade. As missões espaciais além, de buscarem respostas sobre a evolução do Universo e do Sistema Solar, concomitantemente, contribuem com outras áreas da ciência e da tecnologia. Os serviços de telecomunicação e monitoramento terrestre realizados por satélites artificiais têm evoluído, graças às diversas áreas científicas ligadas à Astronomia (como a Cosmologia, a Física, a Astrofísica, Matemática e a Ciência Computacional). Além disso, a construção de vários autômatos, sondas, ônibus espaciais, telescópios espaciais e estações espaciais possibilitam o avanço de pesquisas científicas, ajudam no desenvolvimento econômico e na prestação de serviço, a exemplo de: transmissões de sinais de televisão, a telefonia móvel, a internet e o GPS, entre outros são contribuições de missões espaciais.

Um aspecto também importante e atual são as manobras de mitigação para proteger a Terra de colisões com asteroides que se aproximam com órbita de $1\text{AU}/3^1$. Estes corpos celestes são nomeados pela União Internacional de Astronomia (IAU – International Astronomical Union) de NEO (Near Earth Object – Objeto Próximos a Terra), NEA (Near Earth Asteroid – Asteroide Próximo a Terra) e PHA (Potentially Hazardous Asteroid – Asteroide Potencialmente Perigoso). Estas manobras de mitigação são, sem dúvida, um grande desafio para a Ciência e a tecnologia espaciais de diversos países, no momento.

A primeira e bem-sucedida missão tripulada contribuiu para que outras viagens espaciais fossem realizadas. A partir de então, os veículos espaciais vêm se aperfeiçoando, a fim de tornar as viagens espaciais mais seguras, facilitando assim, a realização de pesquisas científicas e o conhecimento do Universo mais profundo. Depois da primeira viagem do homem à Lua, o interesse em explorar o espaço ascende. Essa trajetória trouxe vários benefícios à sociedade, como controles digitais de voos, aparelhos auditivos recarregáveis, segurança alimentar (HACCP), entre outros.

¹ Unidade astronômica (UA) é uma unidade usada na Astronomia que tem como parâmetro a distância entre o Sol e a Terra, $1\text{UA} = 149.600.000 \text{ km}$.

Apesar de haver mais de 50 anos que o primeiro homem foi enviado ao espaço, e ainda que, livros, revistas e artigos científicos noticiarem a respeito das diversas missões espaciais realizadas, a sociedade, continua desinformada ou informada de maneira equivocada, sobre esse tema. É flagrante perceber equívocos conceituais, desde os nomes dos corpos celestes, dos objetos espaciais até as causas para a ocorrência das estações do ano. O desconhecimento destes conceitos associados à Astronomia e à tecnologia espacial leva as pessoas a não saberem estabelecer a diferença entre um asteroide e um meteoro, ou mesmo um detrito espacial.

As pessoas cotidianamente são beneficiadas pelo uso de algum produto procedente da tecnologia espacial. Desde o lançamento do Sputnik, várias missões espaciais tem sido realizadas e cresce o número de satélites no espaço, sendo usadas em diversas coletas de informações, tais como: monitoramento do comportamento atmosférico, gerenciamento dos recursos naturais, sensoriamento remoto, comunicações, posicionamento geográfico e outras atividades. As pesquisas científicas que são desenvolvidas para aperfeiçoar a tecnologia espacial produz diversos produtos de Marcas Comerciais (Trade Marks)², contribuindo para a geração de emprego a fortalecendo a economia. A ausência da discussão científica nas escolas dificulta o acesso a tais informações. A maioria dos estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, por exemplo, desconhecem conceitos básicos de Astronomia, concluindo esta etapa de estudo sem noções básicas sobre o Sistema Solar, as missões espaciais, a importância dos satélites artificiais, as pesquisas espaciais, etc. Muitos estudantes, e até mesmo universitários, não estão convencidos de que o homem tenha ido à Lua. Outros não sabem os detalhes deste significativo episódio da história científica, além de desconhecerem os fatos que antecederam a primeira viagem espacial.

A sociedade já se habituou a usufruir dos benefícios colhidos das diversas tecnologias que estão a sua disposição, isso tem levado as indústrias a fabricarem cada vez mais produtos tecnológicos, como por exemplo, espaçonaves, ônibus espaciais, satélites artificiais, etc. Apesar da elevada importância das diversas missões espaciais para a sociedade civil, ainda não há

² É um tipo de propriedade intelectual que pode consistir num desenho, sinal ou expressão, capaz de identificar produtos ou serviços.

uma reflexão sobre os impactos ambientais causados por estes equipamentos, visto que, os mesmos ao se desgastarem, com o tempo, param de funcionar e se tornam sucatas, na hipótese destes não serem retirados do espaço, os mesmos se tornam uma ameaça para outros veículos espaciais ou missões. Estes artefatos têm se tornado uma preocupação real para diversos países, razão pela qual, o principal centro de pesquisa The NASA Orbital Debris Research e também a ESA (European Space Agency) os denominam detritos espaciais ou lixo espacial. Este é um assunto bastante relevante, mesmo assim, está ausente na maioria das literaturas escolares do Ensino Médio, causando prejuízo intelectual às gerações futuras.

1.1 OBJETIVOS

A partir da perspectiva de promover a inserção do Ensino de Astronomia na escola, da Educação Básica, este trabalho de pesquisa tem como objetivo: Aproximar o conhecimento da Astronomia e das tecnologias espaciais do universo estudantil do Colégio Estadual Democrático Bertholdo Cirilo dos Reis e da sociedade, desmistificando conceitos e popularizando informações.

Os objetivos específicos destacados são:

- Transmitir para os discentes conhecimentos da Astronomia Básica referentes a: planetas, satélites, asteroides, meteoroides, meteoritos, detritos espaciais, naturais e artificiais, próximos à Terra, com possibilidade de ameaça à vida e à existência do planeta;
- Esclarecer conceitos da Dinâmica Orbital Espacial, algumas manobras de veículos espaciais e outros temas cientificamente relevantes;
- Divulgar a influência da Tecnologia Espacial para a preservação e desenvolvimento social;
- Desenvolver uma ação pedagógica de Ensino em Astronomia, no Colégio Bertholdo Cirilo dos Reis, localizado no bairro do São João do Cabrito em Salvador - Bahia;
- Elaborar um produto didático que possa contribuir para o ensino e a popularização da Astronomia e tecnologia espacial, no Ensino Médio.

A disciplina Física tem um vasto conteúdo a ser abordado no Ensino Médio, devido à carga horária insuficiente, o professor é forçado a selecionar os temas mais importantes; na maioria das vezes, o assunto de Astronomia não é ministrado e o docente necessita desenvolver procedimentos viáveis para introduzir mais estes conteúdos em suas aulas, neste caso, atividades extraclasse poderão ser uma estratégia de ensino possível. Ratificando, este trabalho de pesquisa tem o objetivo de desenvolver uma estratégia de ensino-aprendizagem possível para Ensinar Astronomia e tecnologia espacial aos alunos da Educação Básica. Descortinando em outros temas e conceitos tais como: Asteroide, Meteoritos, Detritos Espaciais, Satélites Artificiais, Manobras Espaciais, Colisões com a Terra e suas implicações para a vida no planeta.

Faz parte do escopo desta Dissertação o relato de uma experiência de Ensino realizada na supracitada escola pública, cuja atividade foi uma Feira de Ciência e Astronomia. Deseja-se que a experiência seja uma sugestão motivadora, para outros docentes que encontrem dificuldades semelhantes. Na oportunidade, foi discutida a relevância da Astronomia e da tecnologia espacial para a sociedade, os benefícios e suas consequências. Visando contribuir com a divulgação do Ensino em Astronomia, nas escolas, foi elaborado um produto educacional constituído de um Paradidático, intitulado “Astronomia para a Educação Básica”, a fim de subsidiar os professores e outras pessoas interessadas na temática, esclarecendo alguns conceitos de Astronomia Básica e tecnologia espacial que fizeram parte desta pesquisa.

1.2 JUSTIFICATIVA

Estudar o Universo sempre foi motivo de interesse e encantamento de muitos estudantes, mas observa-se que, na maioria das vezes, este assunto não é abordado com a profundidade e precisão que deveria ser. Segundo Faria e Voelzke (2008), embora a Astronomia seja uma das mais antigas ciências e tenha prestado enorme contribuição ao desenvolvimento da tecnologia, seus conceitos raramente são ensinados aos estudantes da Educação Básica, especialmente aos do Ensino Médio, etapa final da referida modalidade de ensino. Ferreira e Meglihoratti afirmam que o estudo da Astronomia no Ensino Médio, em muitas escolas quando ministrado, é por professores de Licenciatura

em Geografia, Ciências e áreas afins. Geralmente, os assuntos são abordados de maneira superficial, devido à formação inadequada desses profissionais para lecionar nesta área. FERREIRA; MEGLHIORATTI, 2008; FARIA e VOELZKE, 2008).

O livro didático é um aliado importante do docente, mas é comum encontrar erros de impressão gráfica ou conceituais impregnados nele, tornando-o um obstáculo epistemológico ao aprendizado do estudante. Neste contexto os erros conceituais, nos livros didáticos, são um obstáculo a ser superado. Um professor com sólidos conhecimentos em Astronomia terá maior possibilidade de detectá-los e corrigi-los De acordo com os PCN (Parâmetros Nacionais Curriculares), no Terceiro e Quarto Ciclo do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, Seção Ciências da Natureza, constam que os conhecimentos de Física devem proporcionar ao estudante uma formação científica a respeito da evolução cósmica, fonte de energia, evolução do Universo, dentre outros aprendizados, possibilitando uma cultura científica efetiva. Baseado em suas diretrizes, desde os Ciclos do Ensino Fundamental os estudantes já devem ser orientados para articular informações com dados da observação do céu. (PCN – EF, 1998; PCN – EM;1998).

Depois da primeira viagem do ser humano à Lua, a Tecnologia Espacial teve elevado desenvolvimento. Da construção de um pequeno satélite, aparentando uma pequena esfera (Sputnik-1), cuja a massa era de apenas de 83,6 kg, a Ciência Espacial evoluiu a ponto de enviar corpos bem maiores e mais complexos ao espaço, por exemplo, a Estação Espacial Internacional (ISS). Esta estação, em pleno funcionamento, possui uma massa de 419 toneladas, com capacidade de abrigar oito tripulantes, contendo laboratórios de pesquisas, para realizar experimentos científicos em micro gravidade. Outro exemplo de aplicação, em nosso cotidiano, da referida evolução científica espacial, é o uso dos satélites artificiais, visto que, sem essa tecnologia não seria possível dispor dos meios de comunicação, prevenções climáticas e monitoramentos de segurança militar, dentre outros serviços, do modo que são realizados, nos dias atuais (WINTER, MELO, MACAU, 2007).

Os estudantes do Nível Médio não têm se apropriado de informações referente às atividades espaciais do período da Guerra Fria, do ponto de vista histórico, como também desconhecem as missões espaciais mais recentes.

Apesar da Ciência Espacial contribuir para o surgimento de novas tecnologias, para que os estudantes possam usufruir das mesmas, a exemplo das redes sociais (as conexões dos aparelhos móveis dependem dos satélites artificiais). Eles nem percebem esta correlação, a fim de que seus celulares funcionem corretamente. Portanto, é importante enfatizar a necessidade de discutir os temas alusivos à tecnologia espacial, na formação dos estudantes do Ensino Médio, em virtude de sua relevância, tanto do ponto de vista científico, como no âmbito econômico do país.

Apenas a título de exemplo: segundo Mário Eugenio Saturno, tecnologista do INPE, Argentina investe doze vezes mais que o Brasil em ciência espacial³. Esta informação demonstra o quanto é negligenciado o interesse no investimento em tecnologia espacial pelo Brasil. Outro dado importante, é que o número de participações em missões espaciais, em nível nacional e internacional, de outros países, só tem crescido (FERREIRA; MEGLHIORATTI, 2008; FARIA e VOELZKE, 2008).

Por meio do ensino da Astronomia, pode-se destacar a relevância da Tecnologia Espacial. Os alunos poderão aprender com o ensino da Astronomia com uma ênfase em tecnologia espacial, que, através do monitoramento via satélite é possível ter comunicação de qualidade, proteção militar contra possíveis invasões territoriais e o monitoramento de asteroides e detritos espaciais em colisão com a Terra. Deste modo, os países que não possuem grandes investimentos em pesquisas espaciais são forçados a importá-las dos países que as detém. Portanto, a falta de investimentos em pesquisa espacial gera despesas com o aluguel de satélites e outros prejuízos a uma nação (FERREIRA; MEGLHIORATTI, 2008; FARIA e VOELZKE, 2008).

Os assuntos tratados nesta pesquisa não são comumente, debatidos em meios populares, ficando restritos ao ambiente acadêmico e/ou entre pesquisadores. A população, geralmente, fica alheia à importância desta tecnologia (inclusive de alguns resultados) e excluída dos debates relacionados ao investimento científico e em tecnologia espacial. Assim sendo, se faz necessário encontrar uma estratégia para introduzir tais conteúdos nas aulas de Física. O debate sobre a Ciência Espacial, em sala de aula, durante a formação

³ Dados de 2007. Fonte: <http://otempodefato.com.br/geral/argentina-12-x-1-brasil-1.1990148> e/ou <https://brazilianspace.blogspot.com/2017/12/como-salvar-o-programa-espacial.html>

do Ensino Médio, é essencial para que os estudantes possam construir seu próprio conhecimento. O domínio desse conteúdo poderá torná-los cidadãos críticos e atentos ao desenvolvimento tecnológico espacial do país. Essa Dissertação se propõe a apresentar uma experiência de ensino vivenciada no Colégio Estadual Bertholdo Cirilo dos Reis, na cidade de Salvador Bahia, onde os assuntos referentes à importância da Astronomia e da tecnologia espacial foram amplamente debatidos com os alunos.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Os assuntos que integram esta Dissertação, bem como o Paradidático, produto educacional, são procedentes de pesquisas bibliográficas, desenvolvidas a partir de criteriosas leituras de livros, artigos, TCC, blog e site disponíveis na internet, assim como consultas a obras impressas ou digitais em PDF. Atualmente, os meios eletrônicos possuem um acervo riquíssimo em conteúdo, com o “*know-how*” de se antecipar aos livros e aos artigos, divulgando, inclusive, as pesquisas científicas mais recentes. As mídias eletrônicas, sites, blogs e e-books, vêm se constituindo uma fermenta importante para os estudantes e pesquisadores, contudo, as obras impressas tais como: livros, artigos científicos e revistas, ainda são materiais indispensáveis.

Algumas publicações circulantes não se constituem informação científica, por não estarem sustentadas por uma base teórica *episteme*, sendo apenas fonte de informação destinadas ao público geral. Apesar de sua relevante importância, para elaborar um texto científico há necessidade de distinguir a teoria gnosiológica da epistemológica⁴. Habitualmente, as publicações científicas circulam em veículos de comunicação ligados à comunidade científica. Desse modo, as pesquisas (para a elaboração deste trabalho) foram realizadas em fontes de renomados pesquisadores da área de Astronomia, Astrofísica, Astronáutica, Educação e áreas afins. Houve também consultas a sites especializados nestes temas, dentre os quais podem ser citadas páginas da Web das agências espaciais, ESA e NASA.

Visando o cumprimento de um dos objetivos desse trabalho, realizaram-se algumas atividades de Astronomia com discentes e docentes do Colégio Bertholdo Cirilo dos Reis, instituição na qual o projeto de intervenção de ensino de Astronomia foi executado. Para fundamentar os temas tratados nesta Dissertação e no Paradidático, foram utilizados os métodos de pesquisa qualitativa (a fim de selecionar material bibliográfico e para diagnosticar os conhecimentos prévios em Astronomia dos alunos e dos professores) e pesquisa quantitativa (para interpretar os dados obtidos nos questionários). Alguns estudiosos defendem que os dois métodos não se conflitam, pois, em algumas

⁴ Gnosiologia (“gnosis” conhecimento, “logos” teoria) é o ramo da Filosofia que estuda o conhecimento humano. Epistemologia (“episteme” conhecimento, “logos” palavra) é o ramo da Filosofia que se encarrega de estudar a natureza do conhecimento justificado, isto é, conhecimento científico.

situações escolher apenas um dos métodos de pesquisa, pode ser insuficiente para alcançar os propósitos desejados (SOUZA; KERBAUY, 2017 *apud* GAGE e SHULMAN).

Segundo Souza e Kerbauy, o debate referente aos dois métodos de pesquisas, qualitativa e quantitativa, iniciou-se no século XIX, cujo ponto central era a unificação das ciências, as humanas e as naturais, havendo dois posicionamentos: o primeiro grupo defendia o mesmo método para ambas as ciências, enquanto o segundo entendia que havia singularidade nas ciências sociais e, portanto, tratamentos diferentes seriam necessários. No primeiro grupo estavam filósofos como: Comte, Durkheim e outros e no segundo posicionamento: Dilthey, Weber, Husserl e outros (SOUZA; KERBAUY 2017 *apud* SANTOS FILHOS, 1995; GATTI 2004).

Nesse contexto, o primeiro grupo destaca a filosofia positivista como defensora da unificação das ciências. Para esta corrente, a compreensão dos fenômenos, mesmo os referentes às realidades humanas e sociais, ocorriam pelas características manifestadas de fatos concretos, mensuráveis e quantificáveis. Seus defensores admitiam que o método científico respaldado pelo positivismo seria suficiente para separar o sujeito do objeto de conhecimento e sendo possível a neutralidade da ciência. Desse modo, o movimento positivista influenciou fortemente as Ciências Humana e Sociais.

O movimento oposto ao positivismo, o segundo grupo, não concordava que o estudo da vida social deveria obedecer às leis determinadas pelos conhecimentos naturais, isto é, fazer analogia às ciências físicas para compreender o fenômeno social humano. Para estes últimos, o ponto de partida das ciências sociais não pode ser interpretado como imutável em suas definições, onde o interesse do cientista social por um dado fenômeno pode ser por diferentes razões e com diferentes abordagens. O ser humano que pesquisa o comportamento de outros, poderá, como pesquisador, se confundir também como sujeito e como objeto da pesquisa, uma visão contraditória da relação sujeito-objeto de acordo com o entendimento positivista.

Segundo o filósofo Husserl, a compreensão do homem como indivíduo deve ser em sua totalidade dentro do seu próprio contexto, o ser humano é concebido como produto da interação social. Nesse sentido, a verdade não é absoluta. Na perspectiva quantitativa, o fenômeno da realidade social independe

do pesquisador e, na qualitativa a dualidade entre sujeito e objeto é admissível, pois o pesquisador não está excluído da história e nem da vida social (SOUZA; KERBAUY 2017 *apud* SANTOS FILHOS, 1995).

O uso dos dois métodos de pesquisa, qualitativa e quantitativa têm suscitado amplas discussões, nos seus objetivos. Assim, um dos métodos é usado na interpretação dos fenômenos sociais e o outro no tratamento dos dados, empregando os recursos estatísticos, para explicitar os resultados. Às vezes no calor do debate, polemizam-se a superioridade de um método, em detrimento de outro, porém alguns autores se posicionam contrários a essa dicotomia e defendem que várias abordagens de pesquisas são igualmente válidas, desde que os critérios metodológicos científicos, escolhidos, sejam seguidos. Segundo Souza e Kerbauy (2017 *apud* GRAMSCI 1995), nas condições da vida humana a qualidade está sempre ligada à quantidade e nesse sentido as abordagens quantitativa e qualitativa tratam de fenômenos reais, atribuindo-se sentidos mensuráveis por meio da análise e da interpretação de seus dados (SOUZA; KERBAUY 2017).

Nesta perspectiva, este trabalho de pesquisa foi iniciado fazendo os levantamentos bibliográficos dos assuntos que o compõe, relacionados, pois à Astronomia, Astronáutica e à tecnologia espacial, quando possível, privilegiando os eventos mais atuais. A pesquisa, em diversas fontes teve a finalidade de fundamentar os temas tratados nesta Dissertação e no produto educacional, (Paradidático) que tem como objetivo, desmistificar concepções errôneas de alguns aspectos relacionados à temática. É fundamental informar aos estudantes, professores e demais interessados na temática, sobre a importância do uso das tecnologias espaciais para a sociedade, seus benefícios e as possíveis implicações. Outros temas relevantes, fazem parte dos assuntos aqui abordados, por exemplo, Mecânica Celeste e Dinâmica Orbital, além da Física de Propulsão. Algumas leis da Física relacionadas à dinâmica de corpos celestes foram abordadas no decorrer das pesquisas, com clareza e precisão científicas.

Houve também o resgate dos problemas espaciais mais urgentes e atuais (Detritos Espaciais, Reentrada, Asteroides em rota de colisão com a Terra, etc.), tomados como assuntos significativos neste trabalho, com o objetivo de informar, esclarecer e educar os estudantes e a sociedade. Constam, inclusive, os cuidados com o meio ambiente, ressaltando outra natureza de “lixo” (que não

são os diariamente lançados nos rios, oceanos e em vias urbanas), mas que está na órbita terrestre, denominado lixo espacial (detritos espaciais). O ambiente em torno do planeta também está sendo poluído por detritos espaciais de origem humana e/ou natural. Portanto, este estudo é uma oportunidade para se refletir sobre uso de tecnologia responsável, dado que todo produto industrial altera direta ou indiretamente o meio ambiente, tanto do ponto de vista energético, quanto no que tange ao aumento da poluição.

O Paradidático (da minha autoria), “Astronomia para a Educação Básica” é um produto educacional, que faz parte das atividades do Mestrado Profissional em Astronomia. Este material tem o propósito de servir como apoio didático ao professor da Educação Básica, na difusão do ensino de Astronomia, abordando alguns conceitos e fornecendo explicações referentes à Astronomia Básica, tecnologia espacial e alguns tipos de Manobras de Reentrada. Constam também informações sobre os corpos errantes próximos à órbita da Terra como os NEO (Near-Earth Object), Detritos Espaciais, naturais e artificiais, e algumas medidas de prevenção (medida de mitigação) para os NEA (Near-Earth Asteroid) e PHA (potentially hazardous asteroid), potencialmente perigosos. Foi incluída no Paradidático uma seção de algumas aplicações de cálculos em atividades espaciais e também sugestões de atividades para o professor. Deseja-se que esse produto se torne um material de apoio e de consulta para professores, alunos e demais interessados na temática.

O conhecimento científico é resultante das pesquisas, estudos e reflexões, que acompanham a temporalidade da humanidade e são sustentados por bases teóricas. Portanto, os textos selecionados para este trabalho são de autores com reconhecimento na comunidade científica, pela qualidade e responsabilidade das publicações de seus artigos científicos, livros, ou página da Web. Vale ratificar que, esta pesquisa contou com alguns trabalhos de conclusão de curso como, graduação e pós-graduação (vide fundamentação teórica ou referências). A seleção do material usado na fundamentação desse trabalho de pesquisa, seguiu algumas etapas: análise textual, leituras preliminares para aquisição de informações e percepção da visão crítica de autores, apresentada a respeito de alguns aspectos, o período em que os textos foram escritos, se os temas abordados eram os mais atuais da área de Astronomia, Astrofísica, Astronáutica e tecnologia espacial. Feitas as análises

temáticas, houve a seleção de seções, capítulos e/ou toda obra, pertinente a proposta do trabalho, isto é, os conteúdos mais importantes para incluir na fundamentação da Dissertação e do Paradidático. E por último, realizaram-se as análises interpretativas dos conteúdos, com posicionamento crítico e interpretando os conteúdos. Produções intelectuais de: Astrofísicos, Cosmólogos, Físicos, Educadores e atuantes de áreas afins, ligados de alguma forma à área de pesquisa ou de ensino; foram consultadas e muito colaboraram na produção da Dissertação e do Paradidático.

Nas atividades realizadas, bem como, o escopo desse trabalho contém informações que foram trabalhadas relacionadas a alguns conceitos de Astronomia e tecnologia espacial que, às vezes são divulgados nos meios de comunicação e em alguns livros didáticos, com erros conceituais ou interpretações incorretas, levando as pessoas a concepções equivocadas.

Para iniciar as atividades, na escola, foi realizado um levantamento prévio com os alunos e professores. O objetivo dessa sondagem foi verificar conhecimentos de Astronomia Básica e tecnologia espacial que os mesmos possuíam. O questionário elaborado para os discentes foi em razão de alguns não terem formação na área ou não estarem atualizados. Segundo Siemsen e Lorenzetti poucos professores da licenciatura têm domínio dos conteúdos de Astronomia, em razão de não haver esta disciplina no período de sua graduação. As atividades que foram realizadas no Colégio Bertholdo Cirilo serviram para confirmar os argumentos dos autores (vide seção Relato da Feira de Ciência e Astronomia) (SIEMSEN; LORENZETTI, 2017, p. 185).

Todo trabalho de pesquisa científica, pode ser melhorado ou ampliado, estando portanto, aberto a críticas. Apesar dos cuidados e dedicação na construção dessa Dissertação e do Paradidático, os mesmos não estão imunes a falhas, visto que, em qualquer produção humana, as teorias e os conceitos científicos poderão ser substituídos ou reformulados continuamente, para melhorar a sua compreensão e ampliar sua atuação nos diversos setores da sociedade (LAKATOS, 2003; GALLIANO, 1979; SEVERINO, 2009).

Os conteúdos abordados na Dissertação e no Paradidático (produto educacional) poderão ser usados e reproduzidos em seminários, palestras, oficinas, artigos científicos, dentre outras atividades, para fins didáticos, desde que os devidos créditos sejam atribuídos ao autor. Deseja-se que este trabalho

de pesquisa seja um instrumento educativo e informativo para estudantes, professores e outros interessados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 TÓPICO INTRODUTÓRIO DE ASTRONOMIA

Astronomia é considerada uma das ciências mais antigas. O monumento de Stonehenge, na Inglaterra, datado de 3 000 a 1 500 anos a. C.⁵ e a relação, que a Egíptologia estabelece, entre as três pirâmides de Gizé (Quéops, Quéfren e Miquerinos), no Egito, com a constelação do Órion (Alnitak, Alnilam e Mintaka), são evidências de que a humanidade estuda o céu desde a Pré-história. Ao observar as variações climáticas, O homem notou que os animais e as plantas mantinham uma relação com as estações do Ano. Alguns vestígios como: arte rupestre e Megálitos são as provas materiais usadas pela Arqueoastronomia para estudar como foram as primeiras observações realizadas pelos povos primitivos.

Registros demonstram que, aproximadamente, 3 000 a. C., os chineses, os babilônicos e os egípcios já realizavam observações astronômicas. Para eles, o céu era um expressivo mapa; eles usavam as informações dessas interpretações para organizar suas vidas sociais. Os egípcios já possuíam sistemas de calendários baseados na observação dos astros. Eles se orientavam por meio da elevação helíaco (momento que um corpo celeste se torna visível no horizonte imediatamente antes do nascer do Sol) da estrela Sírios, para determinar as estações do ano e elaborar calendários para fins religiosos e atividades agrícolas. Relacionavam o aparecimento de Sírios às enchentes do Rio Nilo (Evento de grande relevância para aquela sociedade, especialmente, no que tange à atividade econômica).

Os gregos foram os primeiros a construir um modelo cosmológico que interpretava os movimentos dos astros. No século IV a. C., admitiam o conceito de que as estrelas eram fixas em uma esfera, que eles a denominavam esfera celeste, que girava em torno da Terra a cada 24 horas. Esse modelo de interpretação do Universo foi aprofundado e detalhado, dando origem, no século VI d. C.⁶, a uma astronomia, atualmente, denominada Astronomia Antiga. Vários

⁵ a. C. (antes de Cristo).

⁶ d. C. (depois de Cristo).

astrônomos como: Tales de Mileto (~624 – 546 a. C.), Pitágoras (~572 – 497 a. C.) Aristóteles (384 – 322 a. C.), Claudio Ptolomeu (90 – 168 d. C.), entre outros, contribuíram para esse novo modelo de descrição do Universo. Hoje, Ptolomeu é considerado o último astrônomo importante da antiguidade.

Os conhecimentos astronômicos, por toda Idade Média, foram baseados no *Almagesto* (o Grande Tratado), do astrônomo egípcio Ptolomeu. Sua grande obra era composta de treze volumes, uma síntese das observações de Aristóteles, Hiparco, Posidônio, dentre outros. A teoria de Ptolomeu foi base para o sistema geocêntrico, neste modelo a Terra era o centro do Universo. Essa concepção foi fortemente defendida pela Igreja Católica até o século XVI. Para tal, modelo o movimento dos planetas era explicado por meio da combinação de pequenos círculos, chamados epiciclos.

Na transição da Idade Média para o início da Renascença surge o astrônomo e matemático polonês, Nicolau Copérnico (1473 – 1543), ao ler a hipótese heliocêntrica de Aristarco de Samos (310 – 230 a. C.), ele concordou que o Sol posicionado no Centro do Universo era mais razoável que a Terra. Copérnico registrou suas ideias no livro *De Revolutionibus*. Em 1600 Johannes Kepler (1571 – 1630) foi trabalhar com o astrônomo Tycho Brahe (1546 – 1601), após a morte deste, em 1600, Kepler assumiu seu posto e utilizou também os dados das observações dos planetas, se dedicando a estudá-los por vinte anos. Apesar de Tycho Brahe não acreditar na hipótese heliocêntrica de Copérnico, mas foram suas observações que deram condições para Kepler criar as leis do movimento planetário, que foram: lei das órbitas elípticas, lei das áreas e lei harmônica (lei do período orbital). Entre a primeira e a terceira lei, Kepler demorou aproximadamente oito anos.

O atual estágio da Astronomia Contemporânea tem relação com dois acontecimentos que se destacaram na História da Ciência. Uma das quais foi o posicionamento da luneta⁷ para observar os astros, por Galileu Galilei (1564 – 1642). Ao usar o artefato para fazer observações astronômicas, Galileu conseguiu ver alguns detalhes do céu, que até então, não era possível serem

⁷ Alguns autores atribui a invenção do telescópio, isto é, a luneta usada por Galileu, ao alemão Hans Lippershey (1570 – 1619). Em 1609 Galileu foi o primeiro astrônomo a usá-la para observar os astros.

vistos a olho nu. Como por exemplo, os satélites de Júpiter, as crateras da Lua, as manchas solares e a Via Láctea. Ele se tornou um defensor do sistema heliocêntrico de Copérnico. As descobertas de Galileu são consideradas como um marco da Astronomia moderna, posto que seus argumentos serviram de base para refutar a concepção de um universo onde a Terra era centro. O outro acontecimento de significada repercussão foi a conquista do espaço, com a viagem do primeiro homem à Lua, em 1969, marcando mais um importante capítulo na história da Astronomia.

A conquista do espaço contribuiu para a fusão entre a Astronomia e a tecnologia espacial, com frequentes lançamentos de outros veículos espaciais, na exploração do universo em dimensões mais profundas. A tecnologia espacial se expandiu e se incorporou a outras áreas da Ciência, se tornando de extrema importância para a humanidade, prestando, pois, uma enorme contribuição para a sociedade. Os benefícios derivados das explorações espaciais podem ser constatados em inúmeras áreas e em diversos ramos da Ciência como por exemplo, telecomunicação, medicina, navegação, monitoramento ambiental, dentre outros. Apesar das primeiras viagens espaciais terem ocorrido no contexto da Guerra Fria, entre os EUA e a antiga União Soviética, hoje são diversos países que participam das missões espaciais. Quem não participa, importa alguns serviços tecnológicos que têm relação com a tecnologia espacial.

Estudar o Universo sempre foi motivo de interesse e de encantamento do ser humano, por meio das novas tecnologias espaciais foi possível conhecer mais detalhes da Via Láctea, descobrir outras galáxias, registrar a explosão e o nascimento de estrela, bem como, saber mais detalhes da formação do sistema solar. O trabalho vai abordar alguns temas e conceitos relacionados a Astronomia, Tecnologia Espacial e também sobre: Asteroide, Meteoroides, Meteoritos, Manobras Espaciais, NEO, NEA, PHA e lixo espacial, discutindo os riscos que estes objetos que orbitam próximos a Terra representa ao planeta e a existência à vida (OLIVEIRA FILHO, SARAIVA, 204; CANHÃO, 2006; WIKIPÉDIA).

3.2 METEOROS, METEOROIDES E ASTEROIDES

A maioria das pessoas não sabem distinguir entre Meteoro, Meteoritos e Asteroides. Este tipo de equívoco, às vezes, é cometido por profissionais da educação e pelos meios de comunicação, por não possuírem familiaridade com alguns conceitos astronômicos. Segundo Gonzaga e Voelzke as pesquisas têm mostrado que pouco estudantes compreendem conceitos básicos de Astronomia e seus professores, também têm pouco conhecimento relacionado ao tema (GONZAGA; VOELZKE, 2011).

O espaço tem regiões com grande concentração de corpos rochosos com diferentes diâmetros. Os relativamente pequenos são denominados meteoroides e os maiores são chamados de asteroides. Alguns desses objetos chegam a cruzar a órbita da Terra e entram na atmosfera terrestre com velocidade, aproximadamente, 30 mil km/h (8.333,33 m/s), emitindo uma onda luminosa. Meteoros são fenômenos luminosos que podem ser vistos no céu a olho nu, algumas culturas os denominam “estrela cadente”. Esta expressão tem origem no grego “μετεωρος” e quer dizer “elevado; alto (no céu)”. A luminosidade desses fragmentos rochosos é em razão do atrito com os gases presentes na atmosfera da Terra. O atrito com os gases que circundam o planeta, eleva sua temperatura tornando-o incandescente. Quando o fenômeno ocorre, durante a noite, é facilmente percebido, dependendo das características físicas do objeto, a luminosidade do meteoro pode ser mais brilhante que uma estrela no céu. As dimensões desses corpos variam, podendo ter de alguns milímetros até quilômetros⁸. Quando eles não são totalmente destruídos durante a sua entrada na Terra e atingem o solo terrestre são chamados meteoritos. Os meteoritos de tamanho considerável, que adentram o espaço terrestre, são extremamente brilhantes, têm aparência de uma “bola de fogo” (Bólides) e emitem som característico da explosão de uma bomba.

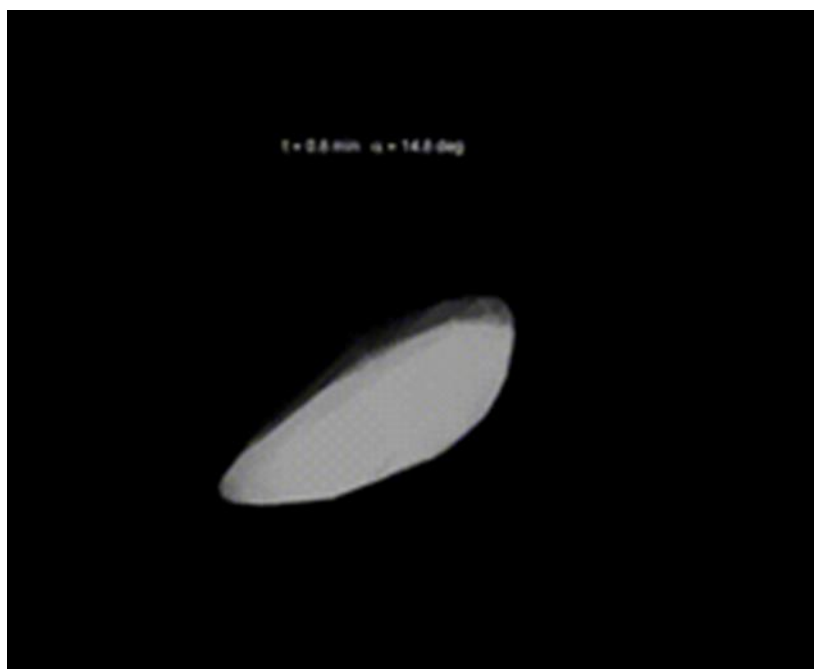
Meteoroides são fragmentos de materiais de asteroides ou rastro da calda de cometas, entre outros, que vagueiam pelo espaço e que, segundo a Organização Internacional de Meteoros, possuem dimensões significativamente

⁸ Recentes observações do telescópio NEOWISE o número de objetos maiores que 1 km é cerca de 981. A título de exemplo, o menor NEA é o 2008 TS₂₆ (1 m) e o maior deles é 1036 Ganymed (38 km).

menores que um asteroide e significativamente maiores que um átomo ou molécula, distinguindo-se dos asteroides (objetos maiores) e da poeira interestelar (objetos menores, inclusive micrométricos).

Atualmente, a International Astronomical Union (IAU) define a diferença entre os meteoroides e os asteroides pelas suas dimensões, os que têm diâmetro superior a 10 metros são considerados asteroides. Porém, essa classificação pode não ser rigorosa, por exemplo, o asteroide 2008 TC3 tinha entre 2 a 5 m de diâmetro, como é mostrado na Figura 3.2.1. Ele foi descoberto em 6 de outubro de 2008, por Richard A Kowalski, a uma distância radial, semieixo maior, de, aproximadamente, 495.000 km da Terra. No dia 7 de outubro do mesmo ano, o referido corpo entrou na atmosfera terrestre, semelhante a uma bola de fogo, explodindo a 37 km antes de atingir o solo. Os meteoritos criados pela explosão do asteroide 2008 TC3 foram encontrados no deserto de Núbia, entre Egito e Sudão. Foi a primeira vez que tal fenômeno foi observado por um satélite artificial e por observadores, que puderam acompanhar a sua trajetória. As pesquisas pelos asteroides só vieram a interessar à ciência, depois da descoberta de Ceres, assunto tratado na seção 3.4 deste trabalho de pesquisa.

Figura 3.2.1 – Asteroide 2008 TC3 que atravessou o ar como um meteoro e se fragmentou a 37 km de altitude. Os meteoritos que foram criados na explosão foram espalhados no deserto da Núbia, entre o Egito e o Sudão.



Fonte: Retirada de: https://pt.wikipedia.org/wiki/2008_TC3

A maior concentração de asteroides do Sistema Solar está em regiões específicas como: o Cinturão Principal de Asteroides, o Cinturão de Kuiper e a hipotética Nuvem de Oort. O Cinturão Principal de Asteroide está localizado entre as órbitas de Marte e Júpiter, a uma distância que varia de 1,8 até 3,2 unidades astronômicas (UA). Na órbita do planeta Júpiter temos dois pontos gravitacional entre Júpiter, o Sol e os Asteroides. Estes pontos são chamados de Lagrange, no caso dos asteroides troianos a grande concentração estão nos pontos L_4 e L_5 (que será definido a seguir). Há também outros tantos concentrados na órbita de Netuno (superior a 30 UA) chamados de trans-Netunianos, nessa região está localizado o Cinturão de Kuiper. Em geral, os asteroides são corpos rochosos e metálicos ou metálico-rochosos de dimensões, relativamente, pequenas se comparados aos planetas, que povoam o espaço, orbitando o Sistema Solar, alguns com possibilidade de cruzar a órbita de satélites e planetas (incluído a Terra), e também alguns deles são capturados em regiões coorbitais dos planetas, e alguns se tornam satélites irregulares.

O Cinturão de Kuiper (ou Cinturão de Edgeworth-Kuiper) é uma região “gelada” considerada o cinturão de asteroides de gelo. Esta Região se encontra externo ao Sistema Solar, que se estende desde a órbita de Netuno até aproximadamente 50 UA (50 vezes a distância média da Terra ao Sol). O primeiro objeto descoberto nessa região foi o (15760) 1992 QB₁, em 30 de agosto de 1992, por David C. Jewitt e Jane X. Luu, usando um telescópio de 88 polegadas da Universidade do Havaí, localizado em Mauna Kea, Havaí. A existência dessa região espacial havia sido prevista pelos cálculos dos astrônomos Kenneth Essex Edgeworth (1880 – 1972) em 1949 e Gerard Peter Kuiper (1905 – 1973) em 1951. Temos ainda possíveis asteroides que estão dentro do que é chamado de Nuvem de Oort. A Nuvem de Oort é nuvem de objetos que foram estimados pelo fluxo de cometas que entram no nosso Sistema Solar interno. A Nuvem de Oort é considerada fonte dos cometas de longo período. A nomenclatura Nuvem de Oort foi dado em homenagem ao astrônomo neerlandês Jean Hendrik Oort (1900 – 1992), que foi um dos pesquisadores das características deste local. Estima-se que a nuvem de Oort está há 50.000 UA, bem além do cinturão de Kuiper, é considerada o berçário dos cometas (MESQUITA FILHO, 2019; MOTHÉ-DINIZ; ROCHA).

Antes da descoberta do primeiro asteroide no Cinturão de Kuiper imaginava que não existia nada para ser descoberto externo ao Sistema Solar. Desde então já foram observados mais de 1.000 objetos com diâmetros de 2.000 km e estima-se que existam pelo menos 100.000 com diâmetro de 100 km. A descoberta desses corpos no Cinturão de Kuiper, forneceu argumentos para Plutão deixar de ser interpretado como um corpo anômalo (fora da ordem), passou a ser considerado um corpo pertencente ao conjunto de objetos deste cinturão. Depois da descoberta do Cinturão de Kuiper a visão que se tinha do Sistema Solar foi mudada. Por exemplo, a dinâmica do Cinturão Kuiper tem variedade orbital, isso faz com que as observações sejam divididas em diferentes tipos de grupos, podendo reconstruir processos da evolução do Sistema Solar. Os numerosos objetos gelados presentes no Cinturão de Kuiper poderão ser considerados remanescentes do disco planetesimal externo, sendo uma possível fonte de informação importante para se descobrir como se deram alguns processos físicos e químicos do disco de gás proto-solar e de alguns sistemas planetários. Os objetos do Cinturão de Kuiper são chamados de população trans-Netuniana, a descoberta de tais objetos ajudaram na reconstrução da percepção das dimensões do Sistema Solar (MESQUITA FILHO, 2019; MOTHÉ-DINIZ; ROCHA).

O Sistema Solar é povoado por asteroides, com destaque para os locais de maior concentração já mencionados. Algumas hipóteses tentam explicar a origem dos asteroides, mas ainda não há um consenso, por hora são possibilidades, algumas com chances de boa aproximação. A ciência computacional tem prestado relevante colaboração, elaborando simulações numéricas de alto custo computacional e de longo prazo sobre a formação do Sistema Solar. Apesar do vasto número de informação sobre os asteroides, inclusive com dados obtidos por meio de sondas espaciais, enviadas para o espaço profundo, ainda não se tem um consenso sobre a sua formação. Sobre a formação dos asteroides, o maior unanimidade é que eles foram formados dentro da nuvem de gás e poeira que circundava o Sol e eles são matérias que não fizeram parte do crescimento planetário. Em resumo, eles são restos da formação planetária. E durante a formação do Sistema Solar eles são chamados de planetesimais. Quanto ao Cinturão Principal de Asteroides foi proposto um modelo hipotético denominado “Caótico” publicado no *The Astrophysical Journal*,

cujos pesquisadores são os astrônomos brasileiros André Izidoro e Othon Winter do Grupo Dinâmica Orbital e Planetologia da Unesp. É consensual a ideia de que Cinturão Principal de Asteroides foram originados na mesma época da formação do Sistema Solar.

Há pelo menos duas teorias consensuais na comunidade científica explicando a origem do Cinturão Principal de Asteroides e dos Asteroides Troianos, que têm despertado o interesse da maioria dos pesquisadores. Uma delas afirma que os asteroides são corpos primitivos, desde a formação do Sistema Solar. Estes “pequenos” objetos fazem parte deste sistema desde a sua formação. A outra hipótese é chamada de Migração Planetária. Os planetas do Sistema Solar são divididos em rochosos e gasosos e estes dois grupos estão numa região chamada Cinturão Principal de Asteroides. Os dois maiores planetas gasosos Júpiter e Saturno foram formados quando o Sol ainda era uma estrela jovem, com idade de 10 milhões de anos. O modelo explica que na formação do Sistema Solar, os planetas Júpiter e Saturno foram formados distantes de suas órbitas e num processo de interação dinâmica com os planetesimais (corpo rochoso e/ou de gelo) do disco proto-planetário, os remanescentes do sistema planetário deslocaram-se até as posições atuais.

A hipótese para a formação do Cinturão Principal de Asteroides é modelo do Grand Tack que invoca a migração planetária de Júpiter. Neste modelo, Júpiter e Saturno foram formados quando o Sol ainda era jovem e estava envolvido em uma nuvem de gás e poeira. Com a presença do gás Júpiter e Saturno podem migrar para a região onde o Cinturão Principal de Asteroides se encontra e voltar para as suas posições atuais. Nesta migração, Júpiter excita os planetesimais (percussores de asteroides) para atingir órbitas similares as órbitas encontradas no Cinturão Principal de Asteroides e também explica as propriedades químicas dos objetos. Por meio de simulações computacionais, essa teoria tenta explicar como o cinturão de asteroide se formou.

3.3 ORIGEM DOS ASTEROIDES TROIANOS E OS PONTOS DE LAGRANGE

A origem dos Asteroides Troianos de Júpiter é explicado após os planetas gigantes serem formados e não haver mais gás no Sistema. Os planetas gigantes foram formados em órbitas bem mais próximas e através da interação

dinâmica com os planetesimais atingiram suas posições atuais. Durante este processo, Júpiter e Saturno causam uma instabilidade planetária que lança planetesimais para regiões mais afastadas e alguns destes planetesimais foram capturados para os pontos de Lagrange L_4 e L_5 e formaram os Asteroides Troianos de Júpiter, destes o de maior concentração de asteroide é no ponto L_4 .

A descoberta do asteroide Aquiles (588-Achilles) em 1906, pelo astrônomo alemão Max Wolf (1863 – 1932), confirmou as previsões teóricas realizadas no século XVIII pelo matemático francês Joseph Louis Lagrange (1736 – 1813), que em seus estudos do problema de três corpos previu que um pequeno corpo celeste, na mesma órbita de um planeta, situado a uma distância angular de 60° à frente e atrás teria estabilidade relativa.

Os pontos de Lagrange aparecem no problema restrito de três corpos, que envolvem dois corpos com massas consideráveis e um corpo teste (que pode ser um asteroide). Os pontos são identificados pela letra L (com índice de 1 a 5 representando, pois, cada ponto) em homenagem a Lagrange. Os pontos L_1 , L_2 e L_3 são colineares, posicionados sobre uma reta passando pelo centro do corpo de massa maior (por exemplo o Sol) e do corpo de massa menor (por exemplo Júpiter) os pontos L_4 situam-se a uma distância angular de 60° à frente do corpo de massa menor e L_5 a mesma distância (60°) atrás. Estes pontos formam os vértices de dois triângulos equiláteros, cuja base comum está situada ao longo de uma linha, conectando o centro de gravidade de duas massas, correspondendo, por exemplo, no caso dos asteroides troianos pode-se ter um sistema com o Sol, Júpiter e o asteroide, e essa distância é a distância Sol-Júpiter

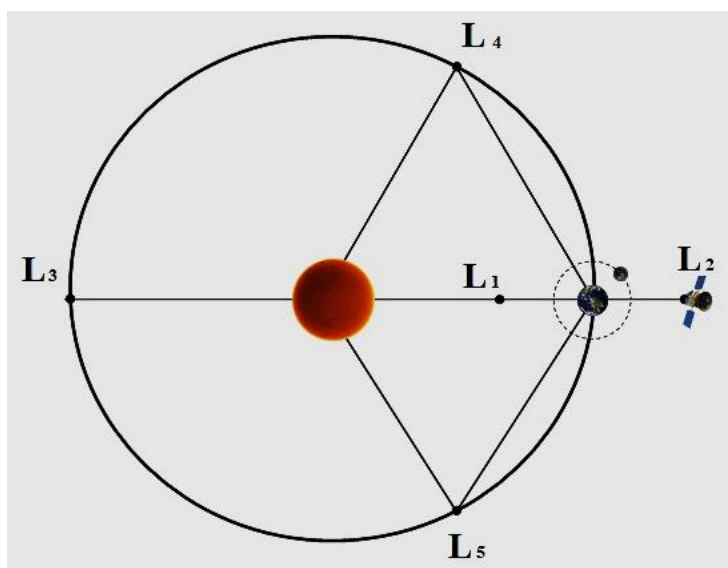
Os pontos L_4 e L_5 são considerados estáveis, com possibilidade de acúmulo de matéria e poeira nessas regiões e são chamados de pontos de Lagrange triangulares. Por outro lado, os pontos L_1 , L_2 e L_3 são instáveis, tal que satélites artificiais posicionados nestes locais têm que corrigir suas órbitas, periodicamente. Cabe a ressalva de que tais pontos não são fixos no espaço; eles se movem, conforme a configuração orbital do conjunto, permanecendo em repouso em relação ao sistema de corpos.

Os pontos lagrangianos podem ser formados por dois corpos com massas de tamanho, proporcionalmente, bastante diferentes. Os sistemas podem ser Sol e Júpiter, Sol e Terra, Terra e Lua, etc. Tomando como exemplo o sistema Sol-

Terra, os pontos colineares L_1 , L_2 e L_3 , posicionados sobre a reta passam pelo Sol e pela Terra; o ponto L_4 fica situado a 60° à frente da Terra e o ponto L_5 a 60° atrás, formando os vértices de dois triângulos equiláteros, cuja base comum está situada ao longo de uma linha, conectando o centro de gravidade das duas massas, correspondendo à distância do sistema Sol-Terra, conforme mostra a Figura 3.3.2.

O ponto L_2 está a 1,492 milhões de quilômetros da Terra, é considerado ideal para observar o universo, com um telescópio espacial colocado nele. Em razão, da instabilidade gravitacional a trajetória do satélite artificial deve ser corrigida permanentemente. Por outro lado, por ser um ponto na direção oposta ao Sol, a incidência da ação eletromagnética e de poeira no veículo espacial é bastante amenizada. Um satélite artificial em L_2 orbita o Sol com a mesma velocidade da Terra (FONTES; KOLLAND, 2018; WIKIPÉDIA).

Figura 3.3.2 – Ilustração teórica representando os pontos lagrangianos da configuração Terra-Sol.



Fonte: Adaptada pelo autor, baseado no artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física vol. 40, nº3, e3306, 2018.

3.4 DESCOBERTA DO PRIMEIRO ASTEROIDES: CERES

O primeiro asteroide localizado no Sistema Solar foi Ceres. Jhoannes Kepler (1571 - 1630) postulou em 1596 a possível existência de um planeta entre Marte e Júpiter. Pode-se assim dizer que as buscas dos astrônomos por esse corpo desconhecido iniciaram-se com as informações de Kepler. Em 1755, o

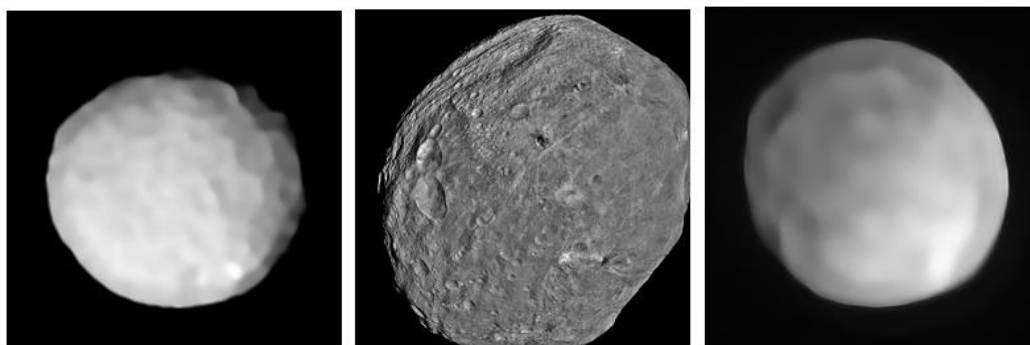
filósofo e astrônomo Emmanuel Kant (1724 - 1804) citou também a possível existência de mais um planeta entre Marte e Júpiter. Quase meio século depois, Ceres foi descoberto em 1801 por Piazzi, numa região denominada cinturão principal. A vista disso, outros asteroides menores, nesta mesma localização, foram conhecidos, eles são: 2-Pallas, 4-Vesta e 10-Hygiea, com diâmetros de, aproximadamente: 582 km, 572 km e 530 km, respectivamente, conforme a Figura 3.4.3.

Em 1766, os astrônomos Johan Daniel Tietz (1726 – 1796), (cujo nome latinizado é Titius) e Jhoann Ellert Bode (1747 – 1826), previram a possibilidade da existência de outros planetas desconhecidos no Sistema Solar. Ao estudarem as distâncias em UA dos planetas conhecidos entre o Sol e Terra, verificaram que poderia haver um possível corpo entre os seis planetas conhecidos, precisamente entre o quarto e o quinto. Eles definiram a distância de Saturno até o Sol, como sendo de 10 UA e apresentaram a seguinte relação matemática empírica:

$$d_n = \frac{4+(3 \cdot 2^n)}{10}. \quad (01)$$

Nesta relação, d é a distância do planeta em relação ao Sol e n é um índice para cada planeta. Por meio dessa expressão eles propuseram uma tabela expressando a distância entre os planetas em unidade astronômica (UA), conforme se segue (Tabela: 3.4.1).

Figura 3.4.3 – Estes são os maiores asteroides do Cinturão Principal de Asteroide atualmente, suas massas pela ordem: $2,11 \times 10^{20}$ kg, $2,97 \times 10^{20}$ kg e $8,21 \times 10^{19}$ kg.



2-Pallas

4-Vesta

10-Hygiea

Fonte: Wikipédia.

Tabela 3.4.1 – Distância dos primeiros planetas clássicos e um planeta anão em UA, calculada pela equação de Titius-Bode.

Planeta	N	Distância (d) entre o Sol e o planeta em U. A.
Mercúrio	-	0,4 (para esse planeta $n \rightarrow -\infty$)
Vênus	0	0,7
Terra	1	1,0
Marte	2	1,6
Ceres*	3	2,8
Júpiter	4	5,2
Saturno	5	10,0
Urano	6	19,6

*Ceres ainda não era conhecido, atualmente Ceres é classificado de planeta anão.

Fonte: Do próprio autor, dados do periódico Asteroide, Observatório Nacional, nº 8, 2ª ed. 2011.

A sequência representava a distância aproximada dos planetas até o Sol. Baseado nessa equação inferiu-se a provável existência de um terceiro planeta entre Marte e Júpiter. A série é iniciada atribuindo ao valor de índice n tendendo a menos infinito, para o planeta Mercúrio ($n \rightarrow -\infty$), zero para Vênus ($n = 0$), um para Terra ($n = 1$), dois para Marte ($n = 2$) e assim sucessivamente. Para o suposto planeta desconhecido, entre Marte e Júpiter ($n = 3$) e de acordo com a série, ele estaria cerca de 2,8 UA do Sol.

A progressão matemática de Titius parecia ser infalível quando o astrônomo William Herschel (1738 - 1822) descobriu o planeta Urano em 1781, que está situado a 19,22 UA do Sol (2.876.679.082 km), pela série, o valor atribuído ao índice seria $n = 6$, constatando uma distância de 19,6 UA. A descoberta repercutiu positivamente entre os astrônomos, dando esperança e confiança a equação. O resultado obtido, levou à impressão de que a equação era confiável e se tornaria uma lei denominada Titius - Bode. A partir da descoberta de novos planetas, Netuno⁹ e Plutão, os cálculos obtidos com a referida equação não coincidiram com as distâncias reais, fornecendo valores muito além. Diante da falha, a lei ficou em desuso.

⁹ Netuno é o oitavo planeta do sistema solar está a 4 503 443 661 km (~30,4 UA) do Sol, pela lei de Titius - Bode $n = 7$ e a distância de Urano seria $d = 38,8 UA$.

Apesar da lei de Bode perder a credibilidade, os astrônomos permaneceram procurando o suposto terceiro planeta, denominado “Planeta Ausente”. Por volta de 1800, um grupo de 24 astrônomos se organizaram para localizá-lo. As pesquisas se concentraram na região entre os planetas Marte e Júpiter. Em 1801, o astrônomo italiano Giuseppe Piazzi (1746 – 1826), em Palermo (Itália), notou a presença de um objeto desconhecido, aparentemente parecido com uma estrela, de brilho bastante fraco, de oitava magnitude¹⁰. Esta suposta estrela estava na região da Constelação de Touro e se deslocava em relação às outras com movimento lento e uniforme. Visto que, ela não estava acompanhada de nebulosa Piazzi pensou que se tratasse de um cometa. Nebulosas são nuvens interestrelar (poeira cósmica) de hidrogênio, hélio e gases ionizados, antes os astrônomos usavam o termo nebulosa para descrever qualquer corpo celeste difuso, pois os conhecimentos e os instrumentos de observação eram limitados, se comparados aos atuais. Baseado em sua hipótese inicial, ele batizou o suposto cometa de Ceres, em homenagem a deusa grega protetora da Sicília.

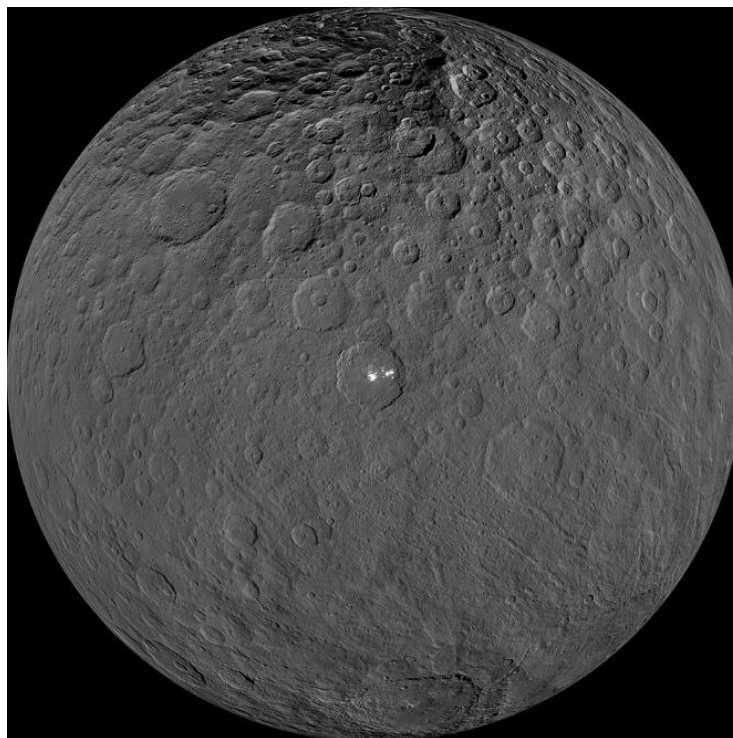
Piazzi adoeceu e levou um tempo sem fazer observações. Quando as retomou, não conseguiu visualizar o tal corpo celeste. Vários cálculos foram realizados para tentar descobrir sua órbita. Porém, os parâmetros da órbita de Ceres só foram descobertos pelo alemão Carl Fredrich Gauss, que desenvolveu um método capaz de determinar órbitas de qualquer corpo previsível no Sistema Solar. Após os esforços e contribuições de alguns astrônomos, por fim, Ceres foi confirmado, visto em setembro de 1801 pelo Barão von Zach e em janeiro de 1802 por Heinrich W. M. Olbers, Ceres já foi considerado o maior asteroide do Cinturão Principal de Asteroide, seu diâmetro é de 974,6 km, atualmente está classificado como planeta anão, note na Figura 3.4.4. Quando Ceres foi considerado um planeta anão, os maiores asteroides do Cinturão Principal de Asteroides passaram a ser agora: 2- Pallas, 4-Vesta e 10 Hygiea.

O segundo asteroide foi descoberto em março de 1802 por Olbers (pequeno planeta), ele o nomeou de Pallas (nome da deusa grega da sabedoria). O nome atual do asteroide é Olbers em sua homenagem. Esses novos acontecimentos, levaram vários astrônomos a admitirem a hipótese de que

¹⁰ Magnitude aparente é uma escala logarítmica usada na Astronomia para medir o brilho das estrelas em um determinado comprimento de onda, geralmente no óptico ou infravermelho.

esses pequenos objetos rochosos, possivelmente, seriam restos da explosão de um planeta na região entre Marte e Júpiter.

Figura 3.4.4 – O Planeta anão Ceres, foi descoberto em 1801, deixou de ser considerado um asteroide em 2006.



Fonte: Wikipédia.

Em 1803 William Herschel sugeriu o nome asteroide, para designar esses novos objetos, que em grego quer dizer “quase estrela”. Ele propôs este nome em virtude da aparência que estes objetos têm, quando observados pelos telescópios, em razão do seu albedo¹¹. Inicialmente, os asteroides não despertavam o interesse dos astrônomos, anteriormente, suas pesquisas foram até desestimuladas. Com o lançamento de satélites artificiais, sondas e do telescópio espacial Hubble, novas imagens com resolução bem melhor do universo permitiram mais informações sobre tais corpos celestes.

Os asteroides são classificados baseados em sua composição química e analisando seu albedo. Porém, há algumas divergências nos parâmetros

¹¹ Albedo é a quantidade de luz incidente que o corpo celeste reflete, é uma medida de refletividade ou brilho intrínseco do objeto. A quantificação varia entre 0.0 e 1.0, para objetos que absorvem e para os que refletem totalmente a luz.

usados, atualmente, para classificar asteroides e luas. De acordo com as regras atuais, alguns satélites planetários se enquadrariam como asteroides capturados pelo planeta, como por exemplo, as luas de Marte (Deimos e Phobos), as oitos luas externas de Júpiter, etc. Os asteroides são classificados em três grupos: ferrosos, ferroso-rochosos e rochosos.

Os ferrosos, ou metálicos (F_e e N_i) são do tipo M e pouco abundantes; os rochosos tipo C, são condritos (chondrites), compostos de carbono e silício; constituem 60% dos asteroides conhecidos, eles refletem pouco a luz do Sol, sendo seu albedo de 6%. Os asteroides do tipo S são constituídos de ferro-níquel metálico misturado com silicatos de magnésio e ferro, seu albedo é entre 10% a 22%, eles compõem 30% dos asteroides catalogados. Os valores dos percentuais do albedo e da distribuição não são tão rigorosos, podendo haver discrepâncias em algumas literaturas, dado que as observações desses corpos são difíceis. Como no caso dos tipos C, possuidor de baixo albedo, portanto, é um dos mais difíceis de ser localizado. A figura 3.4.5 é a imagem de um meteorito condrito, este tipo de meteorito é considerado primordial por toda a história do Sistema Solar e que não tenha sido submetido a diferenciação por processos de fusão em seu interior.

Figura 3.4.5 – Meteorito condrito carbonáceo, coletado na cidade de Murchison, encontrado próximo de Melbourne, em Victória, Austrália, no de 1969.



Fonte: <https://www.daviddarling.info/encyclopedia/M/Murchison.html>

3.5 PLANETAS ANÕES

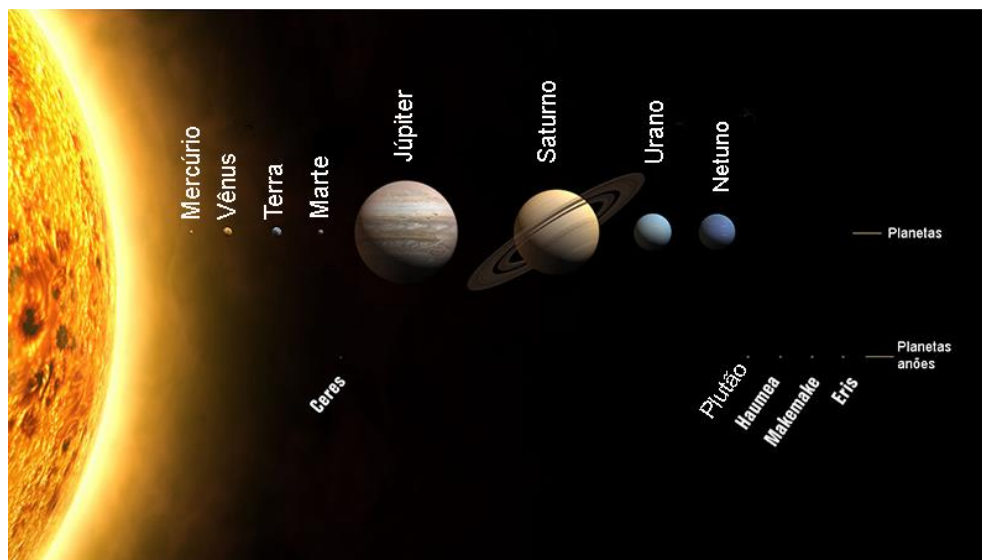
O asteroide Ceres já teve mais de uma reclassificação. Antes de sua descoberta, o astrônomo Johann Elert Bode supunha que entre Marte e Júpiter faltava um planeta. Ceres recebeu um símbolo planetário e foi incluído na lista de planetas. Com a descoberta de 2 Pallas, em 1802, o termo asteroide foi designado para nomear esta nova categoria de corpos e Ceres recebeu a classificação de 1 Ceres (asteroide). O termo planeta é oriundo do grego, que significa errante, e estava relacionado com a história, ciência, mitologia e religião. Muitas culturas interpretavam os planetas como divinos ou mensageiros dos deuses, por exemplo, os sumérios já conheciam cinco planetas, mas para eles eram estrelas misteriosas que se moviam, desse modo, eles nomearam os planetas com os nomes dos deuses que acreditavam, com tudo os romanos renomearam adaptando-os conforme as suas crenças.

Em 2006 a União de Astronomia Internacional (UAI) adotou uma resolução definindo novos critérios para os planetas do Sistema Solar. Depois dessa decisão Ceres foi reclassificado como planeta anão. Planetas anões representam uma nova classificação de pequenos planetas, que foi decidida em assembleia da IAU, após esta decisão Plutão também foi incluído na categoria de planeta anão. Além de Plutão e Ceres, foram incorporados outros três objetos celestes na classificação de planetas anões, que são: Haumea, Makemake e Eris. Estes últimos, estão localizados no cinturão de Kuiper. Atualmente, o Sistema Solar é constituído por oito planetas clássicos e cinco planetas anões, conforme ilustra a Figura 3.5.6.

Em 24 de agosto de 2006 na 26ª assembleia da IAU foram decididas novas regras para um corpo celeste ser considerado planeta no Sistema Solar: neste novo critério, o corpo deve estar orbitando em torno do Sol, ter massa suficiente para que sua própria gravidade supere as forças de corpo rígido, dando-lhe equilíbrio hidrostático (tornando-o quase esférico), não ser um satélite e ser dominante em sua órbita; baseado nesses critérios Plutão e Ceres foram reclassificados. As gravuras ilustrativas do Sistema Solar circulantes nas literaturas, incluindo aí, os livros-textos didáticos devem atualizar-se, incluindo gravuras que constem essas novas categorias de corpos. Vale salientar que os critérios para classificação de corpos celestes não são estáticos, pois há diversas

pesquisas espaciais em andamento e as concepções sobre o entendimento do Universo e dos corpos celestes poderão ser reformuladas (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004; JESUS; WIKIPÉDIA).

Figura 3.5.6 – Representação ilustrativa do Sistema Solar com os planetas anões (fora de escala).



Fonte: retirado do site Wikipédia.

3.6 PESQUISA E MONITORAMENTO DE: ASTEROIDES, METEOROIDES, METEORITOS, NEO E NEA

Pesquisar os asteroides, meteoroides e meteoritos, a princípio, pode ser útil para analisar e compreender a sua composição química, para monitorar sua órbita e verificar a possibilidade de cruzar a órbita da Terra. Os fragmentos de asteroides que venceram a resistência do ar, e que nessa transição se tornam meteoritos e atingem a superfície da Terra, ao serem encontrados são encaminhados para análise física e química, pois são materiais preciosos por conter informação importante a respeito do Universo. Uma vez, conhecendo detalhadamente de sua estrutura e as misturas dos compostos químicos, pode-se obter informação das condições primitivas que formaram o Sistema Solar há 4,5 bilhões de anos.

Os interesses dos cientistas em pesquisar tais corpos têm várias motivações, sendo as mais importantes: 1) compreender a formação do Sistema Solar; 2) prever a possibilidade desses corpos, de tamanho considerável, colidirem com a Terra. Os asteroides, em especial os meteoroides, são os

fornecedores de meteoritos, recolhidos na superfície terrestre. Esses meteoritos ao serem analisados são fontes de informação dos compostos químicos voláteis e minerais, que poderão servir de motivação para a exploração e colonização do Sistema Solar no futuro. Os meteoritos encontrados e catalogados estão guardados em museus de alguns países.

Algumas teorias levantam hipóteses de que as moléculas, que são base de carbono e materiais voláteis e, portanto, base da formação da vida, nas condições que conhecemos, podem ter sido trazidas para a Terra pelos asteroides e cometas. Nesse sentido, os asteroides podem fornecer informação da mistura química primordial que formou a Terra, os outros planetas e corpos menores do Sistema Solar, como também informações sobre o material para os primeiros compostos orgânicos. Estudá-los pode contribuir para desvendar como foram sintetizados os elementos químicos que compõem a vida.

As missões espaciais têm contribuído bastante para o monitoramento e a identificação de objetos próximos à Terra. Cada informação nova, serve de esperança para compreender melhor a formação do Sistema Solar, em especial a vizinhança do entorno do planeta Terra. As descobertas de asteroides despertam o interesse de envio de missões espaciais, ao encontro desses objetos e também de estudar as órbitas daqueles que se aproximam da Terra (NEO), para prevenir-se uma possível colisão.

As agências espaciais monitoram os objetos que passam próximos da Terra. Os mesmos são denominados de Near Earth Object (NEO), cujo significado “objetos com trajetória que se aproxima periodicamente da órbita terrestre, aproximadamente a 0,33 UA”. Tais corpos pode serem divididos em três grupos: Near Earth Meteoroids, Near Earth Comets e Near Earth Asteroids (NEA) ou NEAs (Asteroides Próximos à Terra). Até o momento os observados mais próximos da Terra são quatro: Atens ($a < 1,0 \text{ UA}$), Apollos ($a > 1,0 \text{ UA}$), Amors ($a > 1,0 \text{ UA}$) e Aira ($a < 1,0 \text{ UA}$), onde a é a dimensão do semieixo maior. Dentre os grupos de asteroides NEAs há mais um grupo especial, os PHAs (Potencially Hazardous Asteroids). Estes são considerados potencialmente perigosos, em consequência da distância mínima de interseção orbital com a Terra. São incluídos nessa classe os que passam a uma distância de 0,05 UA, ou seja, 7.480.000 km. (SANTANA et al. 2017).

A NASA (National Aeronautics and Space Administration) e a ESA (European Space Agency) catalogam os NEOs e NEAs com 1 km de diâmetro e 0,05 UA de distância, dado que, estes corpos poderão apresentar grande perigo para o planeta Terra. Estudos indicam que a colisão de um asteroide dessa dimensão é capaz de liberar energia equivalente a 6 mil bombas semelhantes àquela lançada na cidade de Hiroshima. Alguns estudos têm levantado a seguinte hipótese: para cada seis, há apenas uma possibilidade de um asteroide de 1 km de diâmetro atingir a Terra a cada 100 mil anos e um meteoróide de tamanho significativamente menor que um asteroide (por exemplo, em torno de 05 a 15 metros de diâmetros), cair na Terra a cada 300 anos. Além disso, compete enfatizar que tais conjecturas em parte são teóricas. Detectar a possibilidade de um asteroide entrar em rota de colisão com Terra não é suficiente, é importante saber outros parâmetros como velocidade, tamanho e sua massa. Uma das ferramentas capazes de fornecer tais informações é a radioastronomia, área da Astronomia iniciada em 1932 com o engenheiro Karl Guthe Jansky (REIS, 2012; SANTANA, 2017; JESUS).

Os sinais luminosos vindos do Universo, captados pelos telescópios ópticos, têm muitas limitações, tal como o desvio da trajetória da luz causada pela atmosfera da Terra prejudicando as observações. A “janela óptica” da luz visível é bastante limitada, correspondendo a uma faixa bastante estreita do espectro eletromagnético. Por outro lado, têm vários corpos celestes, no Universo, que emitem radiações em comprimento de ondas não visíveis aos olhos humanos, como por exemplo, raios-X, raios gama e inclusive ondas de rádio. Como a “janela de rádio” é muito mais larga que da “janela óptica” os radiotelescópios captam sinais emitidos em uma dada radiofrequência e conseguem obter informações de objetos mais distantes do Universo que os telescópios ópticos (LATTARI; TREVISAN, 2001).

Quando os astrônomos identificam um possível asteroide, inicialmente é necessário conhecer os seus parâmetros e certificar se é um NEO ou um objeto potencialmente perigoso, caso seja, ele poderá ser classificado como PHA. Levando em consideração que as pesquisas dos corpos no espaço são realizadas inúmeras vezes, de forma indireta, só sendo possível comensurá-los por meio da emissão de luz que eles refletem (albedo) e radiação

eletromagnética. Os pesquisadores são obrigados a fazer uma avaliação minuciosa para, então, incluí-los na categoria de asteroides ameaçadores.

As agências de observação mantêm um banco de dados, frequentemente atualizado, com algumas informações destes objetos, tais como distância, velocidade, diâmetro, órbita, etc. Na página do Observatório Astronômico Sormano – OAS, na internet, há tabelas divulgando as principais informações dos asteroides com maior risco de cruzar a órbita terrestre, conforme a Figura 3.6.7. Os parâmetros mais importantes exibidos são: faixa de tamanho em metros; distância nominal em relação a Terra (máxima e mínima); probabilidade do risco da colisão com a Terra, a categoria variando de 0 (para nenhum risco de colisão iminente) a 10 (risco de colisão capaz de alterar o clima do planeta), os números são uma escala de comparação das probabilidades entre dois objetos, qual o que apresenta maior risco de colisão; dados dos riscos de colisão são fornecidos pelo banco de dados da agência italiana NEODYs. Análise automática contínua, realizada pelos programas de computadores, identificando quais asteroides poderão colidir com a Terra no futuro; e os dados de micro-ondas fornecidos por radar informa o perfil do asteroide.

Figura 3.6.7 – Tabela da OAS com os asteroides classificados como NEO, os potencialmente mais perigosos são aqueles destacados com retângulos vermelhos.

Object	Range (m)	Date (YYYY-MM-DD)	Nominal distance (km)	Min possible distance (km)	Max possible distance (km)	Torino Scale	Palermo Scale	Risk	Page	Sentry	Radar Obs.
2020 KC5	9-21	2020-05-29.87	369323	368974	369804	0	-5.36	x	x		
2020 KO4	11-75	2020-05-30.96	408800	389753	431817						
2015 VO142	4-10	2026-03-17.34	1102536	882627	1331421	0	-7.70	x	x		
2013 GM1	14-33	2026-04-14.75	74798	14959	1481018	0	-5.33	x	x		
(137108) 1999 AN10	704-1580	2027-08-07.30	389961	388350	391610						
2011 WQ4	9-20	2028-11-26.43	1032767	n/a	n/a						
(292220) 2006 SU49	330-740	2029-01-28.18	1225206	1224308	1226104						
(2029 AT202)	325 (+15)	2029-04-13.90	38315	38297	38326	0	-2.93	x	x	x	x
2008 UA202	3-8	2029-10-18.61	792802	n/a	n/a	0	-7.36	x	x		

Fonte: <http://www.brera.mi.astro.it/sormano/teca.html>

A tabela a seguir (Tabela 3.6.2) apresenta um resumo das informações de três NEO que passarão próximos à Terra até o ano de 2029, devido à proximidade de órbita os astrônomos e os astrofísicos os têm monitorado.

Várias agências disponibilizam seus dados na internet com informação sobre os NEO e NEA, porém os dados constados nas tabelas podem ter padronizações diferentes, visto que cada observatório elabora suas tabelas, com base nos próprios critérios.

Tabela 3.6.2 – Dados dos objetos previstos a passarem próximos da órbita da Terra entre os anos de 2026 a 2029.

MONITORAMENTO DE OBJETOS ESPACIAIS Asteróides com possibilidade de futura aproximação com a Terra
<p>2013 GM3 Este pequeno asteroide com cerca de 25 m de diâmetro, descoberto em 03 de abril de 2013 no Monte G96. Pesquisa, Observatório Lemmon, realizada por J. A. Johnson, estará mais próximo da Terra no ano de 2026. Nossos cálculos revelam uma incerteza ainda bastante grande. Atualmente, estimamos uma aproximação da Terra em 14 de abril de 2026, a uma distância nominal de 68 420 km e possível trânsito mínimo a cerca de 8 600 km acima da superfície da Terra.</p>
<p>(153814) 2001 WN5 Descoberto em 20 de novembro de 2001 no LONEOS (Lowell Observatory - Flagstaff Az), passará entre 238 962 e 247 938 km da superfície da Terra em 26 de junho de 2028 (distância geocêntrica mínima de 0,00166 UA da Terra).</p>
<p>(99942) Apophis Este grande asteroide com cerca de 325 m de diâmetro, descoberto em 19 de junho de 2004, no Observatório Kitt Peak, passará em 13 de abril de 2029 a uma distância nominal de 31 936 km da superfície da Terra.</p>

Fonte: <http://www.brera.mi.astro.it/sormano/teca.html>

Segue mais uma tabela com a relação de 10 NEAs que passarão a uma distância de 0,05 UA da Terra. Essa lista foi extraída do site da, Agência Espacial Europeia (European Space Agency – ESA; Consciência da Situação do Espaço – Space Situational Awareness). Na Tabela 3.6.3 constam os valores de alguns parâmetros mais importantes, como: identidade do objeto, data de aproximação da Terra, distância, velocidade, dentre outras informações.

Nesta relação contém as informações de alguns PHA, os dados representam previsão de asteroides que se aproximarão da Terra até 21 de março de 2021. Nesta relação, observa-se que o asteroide, 2016 CO247, é o que passará mais distante da Terra, a aproximadamente 0,05 UA. Ele tem diâmetro de 280 m; um corpo desse tamanho adentrando o espaço terrestre a uma velocidade de 60.120 km/h, caso não se fragmente, poderá produzir uma

catástrofe, se cair em região urbana. O décimo da lista, (231937) 2001 FO32, com 1 100 m de diâmetro, o maior desses, está previsto passar próximo à Terra em março de 2021. Devido ao seu tamanho e da proximidade de sua órbita, configura-se um objeto que deve ser monitorado continuamente, a Figura 3.6.8 é a imagem da simulação computacional da imagem de asteroide, destacada na cor laranja.

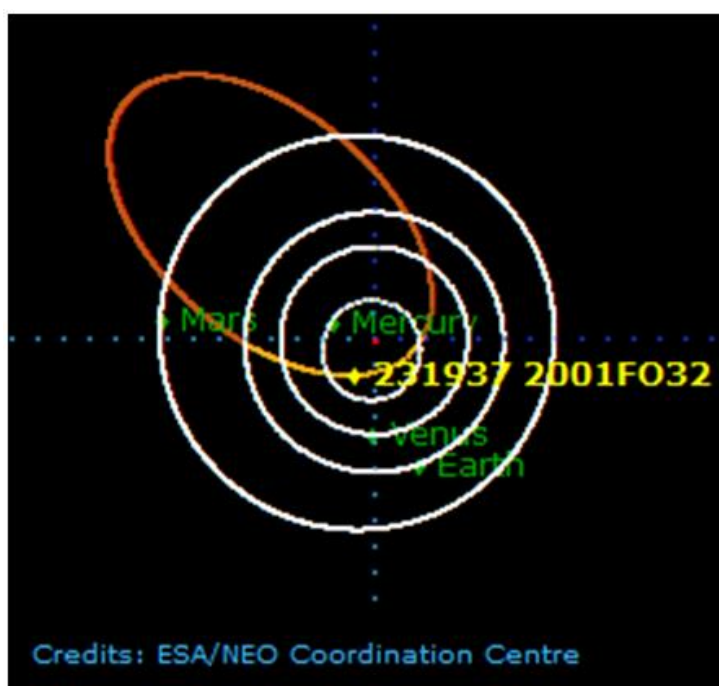
Tabela 3.6.3 – Dados dos asteroides previstos a passarem próximos à Terra até o ano de 2021.

Ord.	Object	Close approach date	Miss distance (km)	Miss distance (AU)	Miss distance (LD)	Diameter (m)	H (mag)	Maximum Brightness (mag)	Relative velocity (km/s)
	Objetos	Data de aproximação	Distância (km)	Distância unidade astronômica (AU)	Distância lunar (LD)	Diâmetro (m)	Magnitude absoluta (mag)	Magnitude aparente (mag)	Velocidade relativa (km/s)
01	2020 KW5	31/05/2020	2 391 412	0,015986	6,221	20	26,2	19,3	19,3
02	2020 KZ4	31/05/2020	3 250 986	0,021732	8,457	18	26,5	19,4	6,6
03	2020 KT6	01/06/2020	3 324 917	0,022226	8,650	14	27,1	19,4	10,2
04	2020 KN2	02/06/2020	2 221 917	0,014853	5,780	18	26,4	19,2	8,4
...
05	2003 AF23	03/01/2021	6 992 593	0,046743	18,191	240	20,8	15,9	15,8
06	2016 CO247	06/01/2021	7 400 472	0,049469	19,252	280	20,5	116,3	16,7
07	(332446) 2008 AF4	06/01/2021	3 676 113	0,024573	9,563	400	19,7	15,0	11,0
08	2015 UN13	09/01/2021	5 662 728	0,037853	14,731	400	19,5	15,4	15,1
09	1999 RM45	02/03/2021	2 930 159	0,019587	7,623	500	19,3	13,3	20,0
10	(231937) 2001 FO32	21/03/2021	2 016 310	0,013470	5,245	1 100	17,6	11,6	34,4

LD: 384 400 km; AU: 149 597 841 km, H: magnitude absoluta da banda

Fonte: <http://neo.ssa.esa.int/close-approaches>

Figura 3.6.8 – Retrato das orbitas dos planetas teres e do asteroide (231937) 2001FO32 (em cor laranja), com previsão de passar a 0,01347UA da Terra, em 21 de março de 2021.



Fonte: <http://neo.ssa.esa.int/search-for-asteroids?sum=1&des=231937%202001FO32>

O monitoramento do entorno da Terra, com a finalidade de prevenir a possível colisão de asteroides, é uma das atividades dos astrônomos e astrofísicos. O êxito dessas observações depende de significativo investimento em ciência espacial. Esse é um desafio para a ciência e para os países, prever e impedir possíveis acontecimentos; uma vez que, pesquisas têm constatado que ocorrências dessa natureza já existiram no passado, causando quase a extinção da vida no planeta. Colisões de asteroides será o assunto tratado na seção seguinte.

3.8 ALGUNS EPISÓDIOS DE EXTINÇÕES DA VIDA NA TERRA COM A COLISÃO DE ASTEROIDE

A entrada de meteoróide na atmosfera terrestre é um evento frequente, mas a de asteroide ocorre eventualmente. Os asteroides pequenos (ou meteoróide), com diâmetros inferiores a 100 m e material de baixa coesão, não representam perigo grave para o planeta, pois ao entrarem na atmosfera são desintegrados devido à ação da resistência do ar. Alguns resistem a esta ação natural e caem na superfície da Terra. Aparentemente, os casos mais frequentes de queda são no deserto ou no mar. As evidências são decorrentes dos meteoritos resgatados; entretanto, corpos de média proporção (>100 m de diâmetro) representam perigo considerável, se cair em regiões urbanas. Um asteroide de 140 m pode causar um tsunami, se cair no mar. Os danos do impacto de um asteroide (>1 km de diâmetro) poderão ser de pequena proporção até a extinção total da vida na Terra assim como, supostamente, extinguiu os dinossauros.

O conceito de vida, do ponto de vista da ciência, é bastante complexo, posto que a ciência tem evoluído, mas a compreensão de como a vida surgiu no planeta Terra ainda é um tema amplamente debatido, nos diversos campos do conhecimento científico, como: Astronomia, Biologia, Química, Geologia, entre outras ciências. Graças à complexidade desse assunto, novas áreas científicas surgiram, a exemplo da Astrobiologia, com o propósito de prestar sua contribuição. A Astrobiologia é uma ciência que tem a finalidade de estudar a origem, evolução e a distribuição da vida no Universo.

A Geologia divide a história do planeta em grandes intervalos de tempo, a saber: Pré-Cambriano, Cambriano e Ordoviciano. Entre estes há outros intervalos intermediários ou de transição. Estima-se que a vida evoluiu para organismos complexos como os atuais existentes nos últimos 540 milhões de anos, a partir do período Cambriano, quando a atmosfera já estava protegida dos efeitos da radiação. Esta hipótese revela que o planeta passou por, pelo menos, cinco grandes extinções. Os motivos mencionados são diversos: dilúvio basalto (vulcanismo intenso), impactos de cometas e asteroides, entre outros. Em cada um desses eventos, a Terra passou por severas transformações, tanto do ponto de vista físico, como: mudanças nas massas líquidas, formação de geleiras e alteração no nível do mar, modificações das massas continentais, formação da Pangeia, e também transformações dos gases (desbalanceamento de CO_2), entre outras modificações. Registros de fósseis indicam que já havia floresta, trilobites, anfíbios, ou seja, existiam algumas espécies de vida. Em todos esses eventos catastróficos houve extinção, modificação e readaptação da vida existente. Pesquisadores levantam a hipótese de que a penúltima devastação foi no Triássico (há 252 milhões de anos), onde ocorreu a primeira extinção de algumas espécies de dinossauros (theropoda, prosauropoda e ornitíscios). Nesse período houve a desintegração da Pangeia, formando os atuais continentes. Uma das hipóteses possíveis foi a ocorrência de dilúvio basalto, que causou a mudança climática, mas com efeito moderado. A última extinção, uma das mais catastróficas, ocorreu no período Jurássico (há 65 milhões de anos) com a extinção de quase que total das últimas espécies de dinossauros (Pterossauro, plesiosauria).

O debate sobre a extinção dos dinossauros caminha por várias hipóteses, a mais consensual pela comunidade científica é a da entrada de um meteoro na Terra, no final do período Jurássico. Acredita-se que na ocasião um asteroide de, aproximadamente, 10 km de diâmetro caiu na península de Yucatán, onde atualmente é conhecida como o Golf do México. Uma das evidências do acontecimento é uma cratera submarina, de 180 km de diâmetro, denominada Cratera Chichulub, localizada numa pequena cidade do México de nome Chichulub. O impacto dos fragmentos do asteroide foi tão grande que levantou toneladas de poeira, que ficou suspensa na atmosfera, bloqueando a luz do Sol por muito tempo. A consequência desse evento catastrófico foi o impedimento

da realização de fotossíntese e a queda de temperatura do planeta, ocasionando um período denominado era glacial, extinguindo os dinossauros do Planeta. Apesar dos eventos catastróficos, de altíssima energia geológica e astronômica, a extinção total da vida na Terra é, praticamente impossível, pois há vida em quase todos os lugares do planeta, em vários níveis de complexidade (GALANTE et al. 2016).

3.9 EVIDÊNCIAS CONFIRMADAS DE COLISÕES

Várias evidências de queda de meteorito em diversas regiões já foram documentadas, no Planeta e fora dele. O interesse sobre esses eventos têm despertado a atenção dos cientistas, tanto das agências espaciais quanto dos institutos de pesquisas das universidades, como Universidade do Kansas, no estado do Kansas EUA, o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), no Brasil, entre outras. Seguem alguns exemplos de tais eventos documentados em algumas pesquisas:

Cratera da Colônia – localizada no bairro Parelheiros, zona sul de São Paulo, foi criada com o impacto de um meteorito de, aproximadamente, 200 metros de diâmetro, entre 5 a 35 milhões de anos, formando uma cratera de 3,6 km de diâmetro, aproximadamente 300 metros, de profundidade, e 120 metros de borda soerguida (Figura 3.9.9)

Cratera de Barringer – localizada no estado do Arizona, nos EUA. Ela surgiu devido ao impacto de um meteorito metálico de 40 a 45 metros de diâmetro, que atingiu a Terra há 50 mil anos. Estima-se que sua velocidade era de 40 mil km/h, deixando um buraco de 1 km de diâmetro. O impacto provocou a energia de uma bomba de hidrogênio de, aproximadamente, 10 megatons, Figura 3.9.10. Dentro dela cabem as três pirâmides do Egito e a Esfinge.

Figura 3.9.9 – O círculo branco demarca a cratera da Colônia, tem 3,6 quilômetros e 300 metros de diâmetros de profundidade.



Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-41772254>

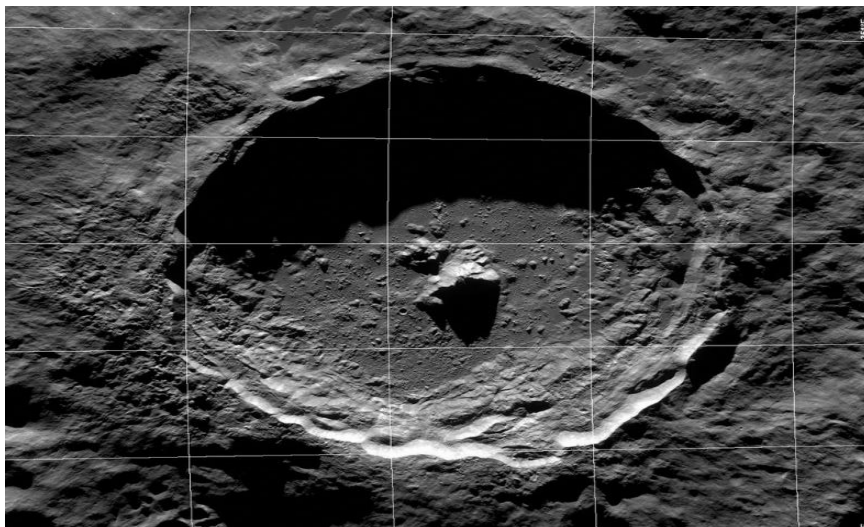
Figura 3.9.10 – Cratera Barringer, no deserto do Arizona EUA, tem 1.200 metros de diâmetro por 170 de profundidade.



Fonte: <https://borala.blog.br/cratera-meteoro-arizona-barringer/>

Cratera Tycho (cratera lunar) – localizada no hemisfério sul da Lua, formada por um asteroide de 10 km de diâmetro, evento acontecido por volta de 100 milhões de anos. Ela tem, em média, 85 km de diâmetro, com 4.800 metros de profundidade e um pico central de 2,0 km, a Figura 3.9.11 é a imagem da cratera lunar no hemisfério sul da Lua.

Figura 3.9.11 – Cratera lunar Tycho, foi nomeada em homenagem ao dinamarquês astrônomo Tycho Brahe.



Fonte: <http://www.astronoo.com/pt/artigos/crateras-da-lua.html>

3.10 METEORITOS BENDEGÓ E CHELYABINSK (COLISÕES SIGNIFICATIVAS MAIS RECENTES)

Os vestígios têm apontado que, até o momento, a maior incidência da entrada de asteroides ou meteoroides na atmosfera terrestre são nas regiões desérticas e oceânicas, devido à vasta extensão territorial da superfície do Planeta. Contudo, a penetração desses corpos, no Planeta, pode ocorrer em qualquer região, inclusive em zonas urbanas. Assim sendo, o Brasil também tem registrado achados de meteoritos, sendo que o mais famoso deles é o meteorito de Bendegó.

Pelo menos, aproximadamente, 57 peças que compunham o mais famoso meteorito brasileiro, foram catalogadas, pelos especialistas da Geociência. A peça principal tem massa de 5.360 kg. O Meteorito de Bendegó foi encontrado em 1784, no sertão da Bahia, na atual cidade de Monte Santo, no leito do Riacho Bendegó. Este famoso evento aconteceu ainda no reinado de D. Maria I e do governador baiano D. Rodrigues José Menezes. A identidade

da pessoa que encontrou o meteorito, ainda gera dúvidas, pois dois nomes são citados nos registros e são eles: Bernardino da Mota Botelho e Domingos da Mota Botelho.

Figura 3.10.12 – Réplica do Meteorito de Bendegó que foi encontrado no sertão baiano em 1784 (e outros meteoritos menores), expostos no Observatório Antares em Feira de Santana – BA.



Fonte: dos arquivos do autor.

O artefato original está exposto no Museu Nacional, porém há três réplicas de tamanho real: uma em Paris (Palais de la Découverte), outra em Monte Santo (Museu do Sertão) e a última em Feira de Santana (Observatório Antares, Museu de Ciência e Tecnologia, veja Figura 3.10.12). Sua constituição é de siderito (F_e-N_i), liga de ferro e níquel. O meteorito Bendegó está classificado entre o 16º dos meteoritos mais massivos já catalogados. Provavelmente, devido às condições de tecnologia disponíveis e ao espaço tempo para encontrá-lo, depois da queda, não se tem registro da dimensão da cratera causada pelo seu impacto, mas documentos indicam que foi mapeada uma área de 12 km^2 para coletar seus fragmentos.

O Meteorito de Bendegó foi ignorado no local de sua queda por mais de cem anos. Só em 1887 que a Sociedade de Geografia do Rio de Janeiro, no final do II Império do Brasil, coordenou uma expedição, sob a chefia de José Carlos de Carvalho, para transportá-lo até a sede da corte do Imperador. A ousada façanha foi iniciada em 7 de setembro de 1887 e concluída, com sua chegada no Rio de Janeiro, em 15 de junho de 1888. Segundo, Carvalho (apud, Carvalho 1888/1928/1995) o meteorito para chegar ao seu destino foi transportado por

carroça, ferrovia e navio, até a Corte do Império, como mostra a Figura 3.10.13, uma das etapas do transporte por meio de carroça. A permanência do Meteorito de Bendegó na floresta por mais de um século evidencia o descaso ou a falta de interesse pelo conhecimento científico que tal artefato poderia traduzir para a comunidade acadêmica brasileira (CARVALHO, et al. 2011).

Figura 3.10.13 – Meteorito Bendegó sendo transportado por carroça, do local onde foi encontrado, para a estação da Ferrovia.



Fonte: <https://www.galeriadometeorito.com/2018/09/meteorito-de-bendego-historia.html>

Em 30 de junho de 1908, na região de Tunguska, na Sibéria, um asteroide ou um cometa (não foi possível identificá-lo com precisão) de aproximadamente 100 mil toneladas explodiu na atmosfera (airburst), devastando cerca de 2.000 km² de floresta, destruindo a fauna e a flora locais. A temperatura local, estima-se, teve aumento de 2.000 graus Celsius. Outro evento semelhante aconteceu em 12 de fevereiro de 1947, na cadeia de montanhas Sikhote-Alin, perto de Vladivostok, também na Sibéria. Um asteroide de aproximadamente 100 toneladas se desintegrou no ar, deixando mais de 106 crateras, com aproximadamente 28 metros. Mais de 28 toneladas de meteoritos oriundos do referido corpo foram recuperados.

A queda mais recente de um asteroide, noticiada, ocorreu em 15 de fevereiro de 2013, na Rússia, região de Urais, na cidade de Chelyabinsk, às 09:20:26 (hora local). Moradores de alguns locais da Rússia e do Cazaquistão

viram uma “bola-de-fogo” cruzar o céu e explodir sobre a cidade de Chelyabinsk (Figura 3.10.14).

Figura 3.10.14 – “Bola de fogo” (bólide) referente ao meteoro passando próximo à estrada de Kostanai na cidade de Chelyabinsk, Rússia.



Fonte: <https://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/2013-02-15/entenda-por-que-o-meteorito-causou-tantos-estragos-na-russia.html>

Estima-se que antes da explosão o asteroide tinha aproximadamente 10 mil toneladas de massa e 17 metros de diâmetro. Tal objeto liberou na explosão, energia equivalente 500 quilotons. Para efeito de comparação a bomba lançada em Hiroshima liberou 13 quilotons de energia. Logo, pelos dados estimados a energia liberada pelo referido asteroide foi aproximadamente 38 vezes maior.

Após a explosão vários fragmentos caíram no lago Chebarku, situado na província de Oblasts, Rússia. A Academia de Ciências da Rússia estimou que a explosão ocorreu entre 30 a 50 km de altitude e a 6 quilômetros da cidade de Chelyabinsk, e entrou na atmosfera com uma velocidade de 108.000 km/h. Foram encontrados pedaços dos fragmentos do asteroide, que resistiram ação da resistência atmosférica, a 70 km do local, abrindo uma cratera de 6 metros de diâmetro no lago, conforme mostra a Figura 3.10.15. Há registros de que a onda de choque quebrou várias portas e janelas das residências da cidade. Em razão do acontecimento, pelo menos, 1.200 pessoas necessitaram de cuidados médicos e foram encaminhadas para o hospital de Oblast de Chelyabinsk. O

meteorito recebeu o nome da cidade Chelyabinsk e está exposto no museu de mesmo nome, conforme mostra a Figura 3.10.16.

Figura 3.10.15 – Buraco, de seis metros no lago gelado, provocado pelos fragmentos do asteroide que resistiram à resistência da atmosfera.



Fonte: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/11/impacto-de-meteorito-na-russia-foi-o-dobro-do-que-se-calculava-diz-pesquisa.html>

Estes foram alguns relatos envolvendo queda de meteoritos, fragmentos oriundos de asteroides, meteoroides e cometas. As ciências espaciais vêm desenvolvendo e testando técnicas para desviar a órbita ou amenizar os efeitos catastróficos, de um possível corpo espacial que venha a entrar em rota de colisão com a Terra, ameaçando à vida terrestre. Esses recursos são denominados mitigação, que veremos na seção 8.4. A NASA e a ESA têm em seus bancos de dados a relação de vários asteroides e meteoroides, alguns com potencial risco de entrar em colisão com a Terra, denominados NEO, NEA e PHA, já tratados em seção anterior.

Figura 3.10.16 – Meteorito de Chelyabinsk em exposição no museu de Chelyabinsk, na Rússia.



Fonte: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/05/estudo-diz-que-meteorito-da-russia-se-originou-de-choque-de-asteroides.html>

4 ASCENÇÃO DAS TECNOLOGIAS

A história das ferramentas, das máquinas e das tecnologias têm forte relação com a História da Ciência, dado que a ciência é uma produção humana, o desenvolvimento da tecnologia caminha junto com a evolução da humanidade. Embora não haja registros escritos dos indícios das primeiras máquinas produzidas pela humanidade na pré-história, existem as evidências diretas e indiretas das transformações de objetos encontrados na natureza pelos seres humanos. Como exemplo, pode se dizer as lascas de pedras utilizadas como ferramentas e as representações das pinturas rupestres, etc. Desde a pré-história os seres humanos, de alguma forma, têm produzido peças cada vez mais elaboradas e eficientes como os primeiros instrumentos de pedra, de metais, até chegar às máquinas simples.

No contexto da revolução pré-industrial diversos personagens inventores se destacaram. Como por exemplo, o pintor Leonardo Da Vinci (1452 – 1519), dentre as suas invenções, tem-se a máquina de moagem para moer as substâncias que usava em suas tintas, outro importante inventor, James Watt (1736 – 1819) que aperfeiçoou, ou inventou, a máquina a vapor. Rudolf Diesel (1858 – 1913) foi outro importante inventor, desenvolveu o motor a combustão de pistão, atualmente dominado motor a diesel. Foram várias invenções até a era industrial, mas a passagem da energia humana, hidráulica e animal para a motriz, foi o ponto culminante para o início da evolução tecnológica e econômica. Outro passo importante para a evolução industrial foi a automação, introduzida na indústria, no início de 1800 pelo francês, Joseph Marie Jacquard (1752 – 1834), ao inventar um tear mecânico com leitura automática de cartão. A partir de então, as máquinas têm auxiliado, e as vezes substituído, o ser humano, gradativamente.

Com o domínio da eletricidade, as lâmpadas a óleo e a gás foram substituídas pelas lâmpadas elétricas (Figura 4.17), inventada por Thomas A. Edson (1847 – 1931), sendo mais uma influência para estimular o desenvolvimento industrial. A produção e a distribuição de energia elétrica por Thomas Edson, no século XVII e as tecnologias da comunicação, mobilizaram transformações econômicas e políticas. Pois, graças ao telefone, inventado em 1876 por Alexandre Graham Bell (1847 – 1922), a comunicação a longa distância

por meio das máquinas foi iniciada. Em seguida foi a vez da máquina de calcular inventada em 1823 por Charles P. Babbage e a máquina de escrever, cujo inventor foi Christopher L. Sholes, em 1867. As máquinas antecessoras do computador, construído por, Konrad Zuse (1910 – 1995), entre 1935 e 1938. Alguns desses desenvolvimentos tecnológicos, configuraram um ensaio, para a invenção do primeiro computador eletromecânico programável a fita, chamado Z1, uma máquina revolucionária para o contexto.

Figura 4.17 – Imagem de uma das primeiras lâmpadas elétricas do século XIX (aproximadamente 1876).



Fonte: Revista História das Máquinas, ABIMAQ 70 Anos.

O desenvolvimento científico e tecnológico acompanha as mudanças da história, interferindo na vida das pessoas e no curso da economia global. Alguns pesquisadores consideram que após a segunda guerra mundial, no contexto da Guerra Fria, foi a era do desenvolvimento da tecnologia espacial. Essa afirmação se baseia no impulso científico depois dos dois principais eventos espaciais daquela época. Estes dois eventos são: o lançamento ao espaço do primeiro satélite artificial, o Sputnik 1, em 1957, e da primeira viagem espacial tripulada à Lua, em 1969. Após esses dois acontecimentos, novas tecnologias vem impactando a sociedade com relevantes serviços. Desde então, vários produtos criados com a finalidade de atender às viagens espaciais têm contribuído com inúmeros benefícios, direta e indiretamente, na medicina, na telecomunicação,

entre outras áreas. Para realizar as missões espaciais tripuladas ou não, foi necessário realizar várias pesquisas e desenvolver produtos, para garantir a integridade da tripulação e o sucesso da missão.

As agências espaciais de diversos países têm como missão explorar o espaço, mas para que seus objetivos tenham êxito, elas necessitam envolver-se em diversas pesquisas. Sempre que uma missão espacial é planejada, novos conhecimentos são gerados, devido à gama de pesquisas envolvidas. Aparentemente, os resultados desse árduo trabalho são intangíveis ao cotidiano da sociedade civil, mas o retorno do investimento à sociedade é significativo. Alguns produtos como: calçados esportivos, GPS, termômetros auriculares, óculos resistentes a impactos, entre outros, foram desenvolvidos durante as missões espaciais. Para Neil Armstrong e Buzz Aldrin permanecerem na superfície lunar por 2 horas e 31 minutos, praticamente, todos os equipamentos foram inventados ou aperfeiçoados para este feito, desde a sola de suas botas, a computadores de bordo, usados na comunicação entre a base de comando e os astronautas.

Depois dessa fantástica missão a ciência norte americana expandiu-se, extraordinariamente, e os países que investem em tecnologia espacial também têm obtido significativos avanços científicos e industriais. Pois é um tipo de pesquisa que influencia todas as áreas do conhecimento, gerando produtos tecnológicos que retornam beneficiando à sociedade. Quando alguém está fazendo exame de rastreamento de carcinoma da mama, cirurgia por meio de robô, ou usando, aparelhos ortodônticos, controle remotos, entre outros, não imagina que essa tecnologia foi desenvolvida, durante as missões espaciais. Graças a essa interação: a sociedade, o saber científico e as tecnologias se desenvolvem, simultaneamente. A relação e os impactos da tecnologia espacial na sociedade são os assuntos que serão discutidos nas próximas seções. (ABREU et al, 2006; CUTY; COPOBIANCO, 2011; WIKIPÉDIA).

5 A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA ESPACIAL NA SOCIEDADE

Durante muito tempo, a Astronomia se ocupou de medir a posição dos astros, tentando compreendê-los e interpretar suas leis. Esta fase foi importante, pois contribuiu para os astrônomos acumularem bastante conhecimentos e prestar significativas contribuições para a humanidade.

Para compreender a natureza física dos astros é necessário saber mais que a sua posição, com o propósito de ampliar as informações sobre os astros os astrônomos incorporaram alguns instrumentos espaciais, como os telescópios. Graças ao uso de novas tecnologias é possível obter várias informações sobre o Universo, tais como: descobrir novas galáxias, saber quais os tipos de estrelas existem nelas, e mensurar: temperatura, massa, luminosidade, idade de formação, etc.

Este salto tecnológico da Astronomia tem início com a conquista do espaço, pelo o homem, pois a exploração do espaço passou a exigir tecnologias espaciais, cada vez mais robustas, para atender ao desejo de desvendar os mistérios do Universo. Assim, outras áreas do conhecimento foram criadas, como por exemplo a Astrofísica, a Astrobiologia e outras; para estudá-lo por meio de leis e conceitos da Física, tais como: luminosidade, densidade temperatura, composição química, das estrelas, galáxias e meio estelar. Depois do lançamento do primeiro satélite artificial ao espaço, as novas tecnologias espaciais expandiram a sua eficiência e têm prestado inúmeros serviços à sociedade. Nas próximas seções serão abordados outros aspectos da tecnologia espacial e da Astronomia na sociedade: incluindo importantes contribuições e influências, promovendo desenvolvimento em diversos níveis, bem como, os impactos positivos e os nocivos, como a alteração do ambiente espacial no entorno da Terra.

5.1 VOAR: DE UM SONHO PARA A REALIDADE

O sonho de voar, para a humanidade, não é recente. Esse desejo persegue o homem desde tempos remotos, por volta do século IV a. C. as narrativas épicas já versavam ideias de viagens escapando dos limites da Terra em direção ao espaço. O próprio Marco Túlio Cícero (106 – 43 a. C.) escreveu em seu livro “A República”, sobre um homem que viajou pelos cinco planetas

existentes. Até o famoso Johannes Kepler (1572 – 1630) relatou em sua obra “Somnium” sobre uma viagem que fizera à Lua num sonho (Winter & Melo, 2007). Mas, de todas as obras de ficção a que mais se aproximou, de fato, da realidade foi a do escritor francês, Júlio Verne (1828 – 1905), considerado o inventor da ficção. Em 1865 ele publicou um romance, “De La Terre à la Lune”, descrevendo uma viagem à Lua. Seu conto foi tão rico em detalhes técnicos que influenciou às gerações que se dedicaram às pesquisas na Astronáutica. A ficção de Verne só se tornou realidade 103 anos depois com a ida do primeiro homem à Lua (WINTER; MELO, 2007).

Como foi verificado, a ambição de voar é bem antiga, mas as ferramentas que transformaram a ficção em realidade vieram com o físico astrônomo Isaac Newton (1642 – 1727) ao introduzir a lei da gravitação e fornecer as bases teóricas para a Astronáutica. Ele também afirmou que um corpo poderia se manter em órbita em torno da Terra, assim como os planetas se mantêm em órbita em torno do Sol, caso seja fornecida a velocidade suficiente para o veículo vencer a força da gravidade da Terra. Visto que, para lançar um corpo para o espaço, necessita-se de energia suficiente para que este, tenha velocidade superior à de escape do planeta e consiga, finalmente, deslocar-se para o “infinito”. No caso da Terra, a velocidade de escape é de aproximadamente 11,2 km/s.

Antes dos primeiros veículos ultrapassarem a atmosfera terrestre, a ciência Astronáutica prestou enorme contribuição no desenvolvimento de motores. Para se colocar um satélite no espaço é necessário dispor de naves e foguetes espaciais, chamados veículos de lançamento, mas isso só foi possível com o desenvolvimento dos motores de reação a combustíveis potentes. Essa tecnologia, efetivamente, só se tornou possível no início do século XX. Os estudos teóricos e práticos sobre foguetes foram desenvolvidos com a contribuição de pelo menos quatro cientistas; o russo Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky (1857 – 1935), o americano Robert Hutchings Goddard (1882 – 1945), o romeno de ascendência alemã Hermann Julius Oberth (1894 – 1989) e o alemão Werner Magnus Maximilian von Braun (1912 – 1977).

O desenvolvimento da ciência Aeronáutica contou com a participação de vários cientistas importantes, tanto do lado dos norte-americanos como dos russos. Von Braun e sua equipe trabalharam em diversos projetos para as forças

armadas norte-americanas e para a NASA, inclusive nos foguetes Saturno e no Projeto Apollo, que levou o homem à Lua. Do lado soviético pode-se destacar o engenheiro Sergei Pavlovitch Korolev (1907 – 1966). Em 1946 Korolev trabalhou, simultaneamente, no desenvolvimento de mísseis nucleares balísticos e foguetes capazes de levar cargas ao espaço. As contribuições de Korolev para a Astronáutica russa foram inúmeras, por exemplo, ele participou do desenvolvimento do Sputnik, no primeiro voo de um homem ao espaço, primeiro pouso lunar de uma sonda, etc. (WINTER; MELO, 2007).

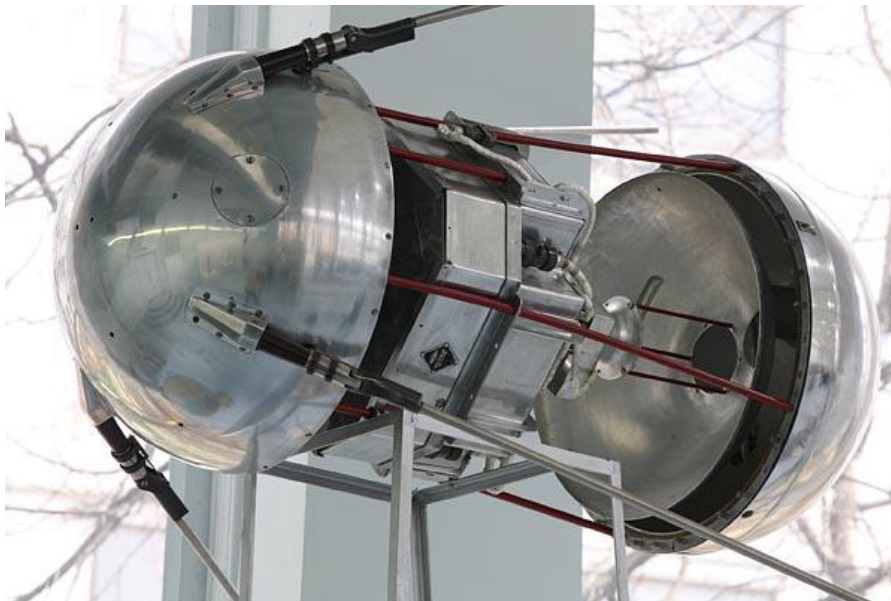
5.2 PROJETOS PRÉ-LUNARES

Depois da Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), a bipolaridade política entre os Estados Unidos da América (EUA) e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), contribuiu para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia espacial. Nesta fase as relações políticas e diplomáticas entre os dois países eram tensas. Historicamente, este episódio é denominado por alguns, Guerra Fria. Conquistar o espaço era símbolo de força e hegemonia. A princípio, o projeto de conquista do espaço estava centrado na disputa de poder entre os dois blocos. De um lado os defensores do socialismo (a URSS) e do outro os defensores do capitalismo e da democracia (os EUA). Conquistar o espaço era a partir de uma competição entre russos e norte-americanos, demonstrando poder político e domínio científico espacial.

O primeiro lançamento espacial realizado pela URSS foi em 4 de outubro 1957, o Sputnik 1, a Figura 5.2.18 é imagem do primeiro satélite artificial aparentando uma esfera. O primeiro satélite foi ao espaço orbitando a Terra por 22 dias. Sua órbita foi uma elipse com uma altitude de perigeu (ponto mais próximo da Terra) de 230 km e apogeu (ponto mais distante da Terra) de 950 km, período de 96 minutos e plano orbital com 65° em relação ao equador da Terra. Em 4 de novembro do mesmo ano, para marcar a comemoração da Revolução, a URSS lançou o segundo satélite, o Sputnik 2, ficando em órbita por 162 dias. Este maior, já com um massa de 508 kg, foi o primeiro veículo espacial a levar um ser vivo ao espaço. Transportou uma pequena cadela chamada Laika, recolhida nas ruas de Moscou. Os resultados dessa missão não foi bem explicado, pois a cadela sobreviveu por mais ou menos 10 dias em órbita, morrendo devido ao superaquecimento do módulo que ocupava. Essa

informação só foi divulgada alguns anos depois, sem muito esclarecimento, pois os russos não tinham interesse em divulgar o reconhecimento de falhas no projeto. Esta, não seria a primeira vez que animais teriam sido enviados ao espaço. Tanto a URSS quanto os EUA já haviam realizado missões semelhantes, em regiões suborbitais, isto é, em pequenas altitudes.

Figura 5.2.18 – Sputnik 1 (*Iskustvenyi Sputnik Zewli* ou companheiro artificial da Terra) o primeiro satélite artificial lançado ao espaço em 1957 pela URSS (com a cúpula aberta).



Fonte: http://www.ninfinger.org/models/vault2007/Sputnik%201/Energia2007ssIMG_1557.jpg

As notícias do exitoso sobre o lançamento do Sputnik causou inquietação e insegurança nos EUA, que supuseram que a URSS detinha, no momento, maior poder tecnológico. Este evento gerou uma crise na comunidade científica espacial dos Estados Unidos. A reação imediata foi lançar um foguete, implementado no projeto Vanguard, em 6 de dezembro de 1957. Porém, o resultado foi decepcionante, pois após o artefato subir a um metro da plataforma, desintegrou-se em chamas. Com o insucesso do projeto Vanguard, as forças armadas norte-americanas colocaram em execução o Projeto Explorer, que só teve êxito depois de dois lançamentos abortados. O primeiro lançamento bem sucedido dos EUA foi em 31 de janeiro de 1958, do satélite Explorer I (ou Satélite 1958 Alpha). O veículo conduziu um contador Geiger para medir a radiação ao redor da Terra (WINTER; MELO, 2007).

Os dados obtidos com o contador Geiger, serviram para verificar a existência do campo magnético em torno da Terra, descobrindo uma região onde ocorrem várias atividades atmosféricas, devido à concentração de partículas carregadas, procedente do Sol. Atualmente, esta região é denominada Cinturão Van Allen, em homenagem ao físico James Van Allen, que construiu o contador Geiger. Estes foram os primeiros projetos espaciais dos EUA e foram coordenados pela NACA (National Advisory Committee for Aeronautics). Essa agência foi a precursora da NASA (National Aeronautics and Space), criada em 29 de julho de 1958.

A primeira missão espacial russa desencadeou mudanças significativas no campo científico-tecnológico, visto que a superioridade tecnológica do seu rival, no momento, representava uma ameaça, tanto do ponto de vista da segurança nacional militar, quanto no aspecto econômico. A crise gerada fez com que houvesse várias mudanças em diversas organizações e na educação norte-americana. A partir de então, o Conselho Nacional de Pesquisa – NCR e a National Science Foundation – NSF e outras organizações profissionais de Ciências e Matemática realizaram diversas conferências e encontros para revisar o currículo escolar dessas disciplinas dentre outras áreas do conhecimento. Vários programas foram criados nesse sentido, enfatizando os conteúdos de: Física (Physical Science Study Committee- PSSC), Química (Chemical Education Materials Study – Chm Study), Biologia (Biological Sciences Curriculum Study – BSCS), e Ciências da Terra (Earth Sciences Curriculum Project – ESCP). Os EUA exportaram esse projeto educacional para outros países, inclusive o currículo do Ensino Médio brasileiro, foi influenciado por esse programa, no final da década de 50 e 60 (WINTER; MELO, 2007).

As principais características desses programas educacionais foram o uso da abordagem de atividade orientada na educação científica, com ênfase em Ciência da Natureza e Matemática aplicadas ao dia a dia ou aos problemas tecnológicos. Depois do lançamento do Sputnik, as mudanças na educação foram consideradas as maiores, na abordagem curricular, no movimento educacional. Algumas hipóteses afirmam que uma das intenções dos norte-americanos com tais interferências era tentar impedir as influências socialistas na Américas.

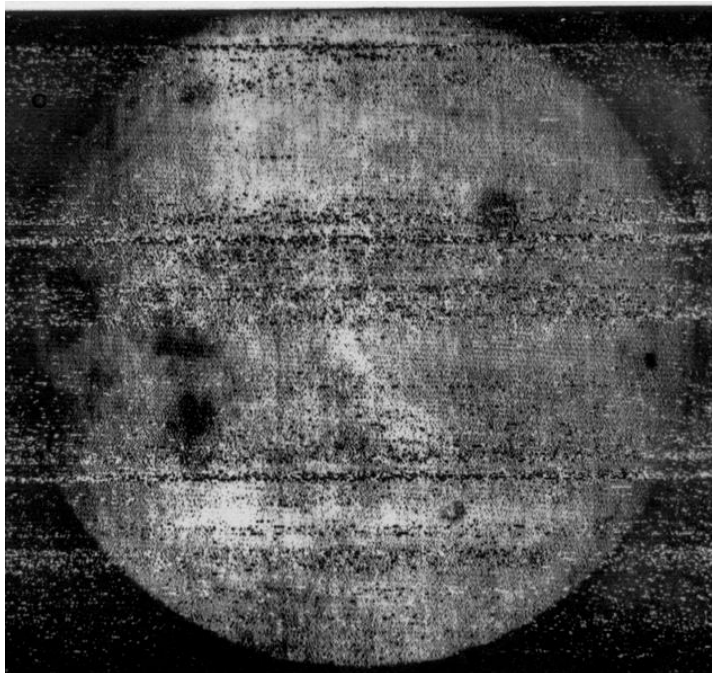
5.3 MISSÃO LUNAR

A primeira sonda dos EUA com o propósito de chegar à Lua foi a Thor-Able 1 (Pioneer 0), lançada em 17 de agosto de 1958. Mas uma falha no sistema de fornecimento de combustível, nos motores do foguete, causou uma explosão, impedindo seu lançamento. O audacioso projeto era uma tentativa dos EUA se antecipar aos russos na corrida espacial, coincidindo com o evento do primeiro ano Geofísico Internacional, que aconteceu entre os anos 57 e 58. Porém, uma falha no sistema de controle de combustível do foguete que levaria a sonda Able 1 para o espaço causou uma explosão, 77 segundos após o lançamento, quando o foguete já estava aproximadamente a 16 km de altitude, as partes da fuselagem do foguete e da sonda caíram no oceano Atlântico (WINTER; MELO, 2007).

Depois dos EUA lançarem o satélite Explorer I, a Rússia reagiu com o projeto Lunik. A primeira sonda lunar Russa foi a Lunik 1, lançada em 2 de janeiro de 1959. Foi o primeiro artefato humano a atingir a velocidade de escape da Terra. O objetivo da missão era colidir com a Lua, mas um atraso na ignição do foguete fez com que a sonda passasse próximo ao alvo, com uma diferença de 5.995 km da sua superfície. Contudo, a missão proporcionou informações importantes sobre o meio entre a Terra e a Lua. O lançamento da Lunik 2 em direção à Lua ocorreu em 12 de setembro de 1959. Esta foi a primeira nave espacial que conseguiu alcançar a superfície da Lua. Sua chegada à superfície lunar foi constatada, aproximadamente, 63 horas, após o seu lançamento.

Em seguida, os russos lançaram a Lunik 3. Seu lançamento foi em 4 de outubro de 1959. A sonda sobrevoou a Lua no dia 6 de outubro, retirando cerca de 30 fotografias da face oculta da Lua. A Figura 5.3.19 é uma das primeiras fotografias da Lua tirada do espaço, algumas das quais foram divulgadas em 17 de outubro. Logo após, a sonda retornou e entrou na órbita terrestre. O projeto Lunik tornava cada vez mais possível a capacidade da URSS chegar primeiro à Lua. As missões que antecederam à primeira viagem que colocou o homem na Lua, foram relevantes para o sucesso das primeiras viagens espaciais tripuladas, uma vez que, elas serviram como fonte de informação e ensaio para este fim. Os resultados aproximavam, progressivamente, o ser humano do satélite natural da Terra.

Figura 5.3.19 – Primeira foto da Lua, tirada pela sonda soviética Luna 3, em 07 de setembro de 1959.



Fonte: <https://proyectoidis.org/lunik-3/>.

As atividades desenvolvidas até então já tinham conseguido enviar animais para o espaço, bem como, colocar satélites em órbita. Portanto, as primeiras sondas enviadas ao espaço já haviam mostrado que o espaço poderia ser conquistado pelos humanos. Este era o novo desafio e os soviéticos foram os pioneiros. Em 12 de abril de 1961 o foguete Vostok decolou, levando a bordo um astronauta, de 1,58 metros de altura, 69 quilogramas e com 27 anos de idade, que ficou conhecido internacionalmente. Yuri Alekseyevich Gagarin, foi o primeiro homem a ir ao espaço, sua missão durou 108 minutos. Do espaço, ao olhar o planeta ele proferiu a seguinte frase: “A Terra é azul”. Ele se tornou herói soviético e visitou vários países, tornando-se símbolo da capacidade tecnológica do regime socialista. Esteve no Brasil e foi condecorado com a medalha Cruzeiro do Sul, pelo Presidente Jânio Quadros (Figura 5.3.20).

Os EUA também estavam desenvolvendo seus projetos com o mesmo objetivo de levar o homem à Lua. O primeiro norte-americano escolhido para tal missão, foi Alan Bartlett Shepard Jr, em 5 de maio de 1961. Seu voo sub orbital a bordo da Freedom 7, projeto Mercury, durou 15 minutos. Para os norte-americanos foi uma missão bem sucedida.

Figura 5.3.20 – Yuri A. Gagarin primeiro cosmonauta a ir ao espaço, em 12 de abril de 1961, num foguete Vostok da antiga União Soviética.



Fonte: <https://www.infoescola.com/biografias/yuri-gagarin/>

Do outro lado, os russos não estavam parados. Em 7 de agosto de 1961 a URSS enviou seu segundo homem ao espaço, German Stepanovich Titov (1935 – 1990), na nave Vostok 2. Ele se tornou o terceiro homem a ir ao espaço. Este poderia ser considerado o primeiro voo espacial tripulado, pois Titov executou 17,5 órbitas ao redor da Terra e investigou os efeitos da falta de gravidade no organismo humano, por longo tempo. Depois destas duas e de outras viagens espaciais tripuladas, a União Soviética planejou enviar a primeira astronauta feminina e mais uma vez eles superaram os norte-americanos nessa disputa pela conquista do espaço. A primeira mulher a realizar tal façanha foi Valentina Vladimirovna Tereshkova. A primeira *komsohabt*¹² feminina foi ao espaço em 16 de junho de 1963 (veja na Figura 5.3.21). A missão dela foi na nave Vostok 6, permanecendo no espaço por mais de dois dias. Ela recebeu várias condecorações da União Soviética, tornando-se a presidente do comitê das

¹² Cosmonauta em russo.

mulheres soviéticas. Assim como Gagarin, ela se tornou membro do Soviet Suprem e foi eleita mulher do Século XX em 2001.

Figura 5.3.21 – Valentina primeira mulher a ir ao espaço pela URSS 1963, ela tinha 26 anos na época.



Fonte: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/valentina-tereshkova.phtml>

Depois das primeiras e bem sucedidas missões tripuladas, iniciou-se outra fase, denominada atividades extraveiculares (AEV). Estes procedimentos consistiam em quaisquer serviços realizados por seres humanos fora de suas naves ou estações espaciais. Isso incluía as realizadas sobre algum corpo celeste, caminhada no solo da Lua, por exemplo. A primeira AEV ocorreu em 18 de março de 1965, realizada pelo soviético Alexei Leonov. E a primeira AEV norte-americana foi realizada em 3 de junho de 1965 pelo astronauta Edward H. White II e a primeira AEV em outro corpo celeste foi realizada por Neil Armstrong, ao pisar em solo lunar (WINTER; MELO, 2007).

Chegar à Lua sempre foi um grande desafio, sendo superado após muitas pesquisas e o desenvolvimento da ciência e tecnologia espacial poderosa. Para superar este desafio, os EUA colocaram em prática o Programa Apollo, cujo objetivo era levar o homem à Lua. A dimensão deste programa envolveu 40.000 pessoas, incluindo indústrias, universidades e centros de pesquisas, gerando um dispêndio de 136 milhões de dólares (valores atualizados em 2006). A primeira

missão que realmente colocou o primeiro homem em solo lunar foi planejada minuciosamente pela equipe do projeto. A nave espacial que finalmente concluiu a missão foi a Apollo 11. Sua tecnologia foi planejada para ser capaz de ir até a Lua e voltar, trazendo os astronautas em segurança; sua tripulação total foi de três astronautas: Niel Armstrong (comandante), Edwin 'Buzz' Aldrin (piloto do módulo lunar) e Michael Collins (piloto do módulo de comando). A Apollo 11 foi lançada em 16 de junho de 1969 da base de lançamento 39 em Cabo Kennedy, em direção à Lua.

Figura 5.3.22 – Os astronautas que participaram da primeira viagem à Lua, em 1969 na espaçonave Apollo 11 (Armstrong, Collins e Aldrin).



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Apollo_11

Em 19 de junho a Apollo 11 passou pelo lado “oculto” da Lua e se preparou para entrar em órbita. Em 20 de julho Armstrong eternizou-se como sendo o primeiro homem a pisar, literalmente, no solo da Lua (Figura 5.3.22). O local escolhido para o pouso (ou alunissagem) da nave foi uma região denominada Mar da Tranquilidade, um local relativamente plano e, previamente, mapeado por sondas não tripuladas. Quando o módulo lunar (LM) pousou na Lua, Armstrong proferiu a seguinte frase: “*Houston, aqui é a Base da Tranquilidade. A Águia pousou*”. Seis horas depois do pouso ele abriu a escotilha da LM, desceu as escadas e pisou no solo lunar e disse a frase histórica: “*Este é um pequeno passo para o homem, mas um gigante salto da humanidade*”. Depois de 2 horas

e 31 minutos explorando as vizinhanças do local de pouso, eles coletaram 21 kg de rochas, instalaram alguns instrumentos e fizeram experiências diversas; ao finalizarem as tarefas voltaram para o LM. O módulo permaneceu na Lua por 21 horas e 36 minutos e decolou em direção ao módulo de comando.

Figura 5.3.23 – O astronauta Aldrin em solo lunar olhando para a Terra.



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/mrdanbeaumont/with/13635190743/>

A missão dos norte-americanos foi concluída e testemunhada por 600 milhões de pessoas, pois eles conectaram uma câmera de TV no Módulo Lunar e em vários lugares da Terra, esse importante acontecimento pôde ser assistido. Em 24 de junho o Módulo de Comando desceu ao mar no Oceano Pacífico a 2.660 km ao leste de Wake Island (Ilha Wake) e os desbravadores da Lua foram resgatados pela Marinha norte-americana (Figura 5.3.24).

Depois da primeira missão do programa Apollo 11, ocorreram mais seis viagens à Lua, também exitosas, exceto Apollo 13, na Figura 5.3.25 estão registrados os locais das alunissagens (pouso na Lua). Decolagem das naves espaciais: Apollo 13 decolou em 12 de novembro de 1969; Apollo 14 em fevereiro de 1971; Apollo 15 julho de 1971; Apolo 16 abril de 1972 e Apollo 17 dezembro

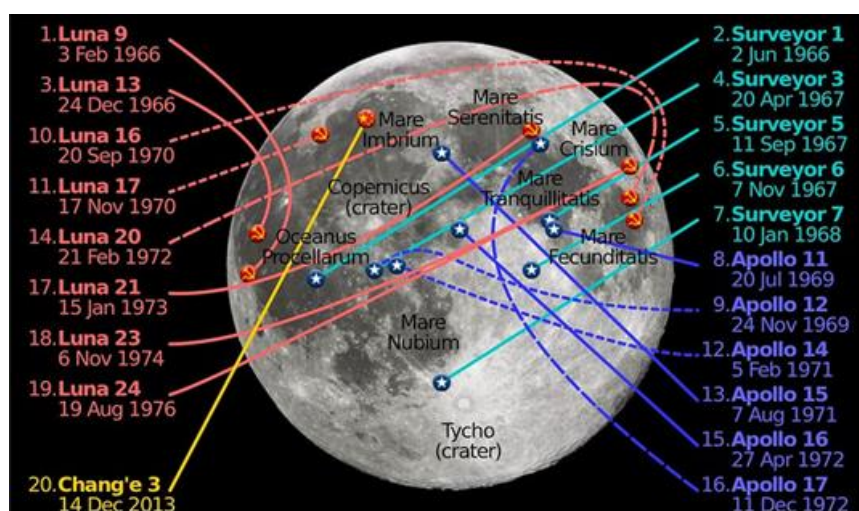
de 1972, que foi o último voo do Projeto Apollo para a Lua. A Apollo 13 foi única do projeto que foi abortada, devido a problemas técnicos. Eram previstas mais outras missões (Apollo 18 a 20), mas em virtude de cortes orçamentários foram canceladas pela NASA (MACAU, 2007).

Figura 5.3.24 – Resgate dos astronautas no módulo de comando Columbia no Oceano Pacífico durante a amerrissagem.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Apollo_11

Figura 6.3.25 – Locais onde as sondas e as espaçonaves, em missões, da Rússia, EUA e China pousaram na Lua.



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/mrdanbeaumont/with/13635190743/>

Das missões, foram trazidos em torno de 380 kg de rocha da Lua para análise. Estudos revelaram que essas rochas são bem mais antigas que as da Terra com idade de, aproximadamente, 3,2 a 4,6 bilhões de anos. A missão da Apollo 15 encontrou uma rocha especial, denominada Pedra Gênese, algumas hipóteses sugerem que ela deve ter sido originada na formação da Lua. As análises provenientes das missões e dos experimentos permitiram inferir algumas conclusões: a Lua é constituída de material bastante similar ao encontrado na Terra e por rochas de impacto (rochas originárias de vulcões e choque de meteoritos), possui uma crosta grossa (60 km), a Lua é tão antiga quanto a Terra, não há existência de vida, nem de organismos e nem fósseis e há algumas crateras.

Uma das contribuições relevantes para a Física, em consequência da conquista espacial, foi a colocação de um conjunto de espelhos refletores na Lua pelos astronautas responsáveis das missões Apollo 11, 14 e 15. Esses refletores contribuíram para confirmar a distância entre a Terra e a Lua. A fim de realizar o experimento, os físicos dispararam pulso de laser em direção aos refletores deixados na Lua e, cronometrando o tempo de ida e volta do raio luminoso, confirmaram a distância Terra-Lua, com melhor precisão, visto que, já era conhecida a velocidade da luz.

Atualmente, devido à restrição orçamentária do governo norte-americano, a NASA não tem obtido recursos para empreender novas missões espaciais. A última viagem tripulada foi em 1972, com a espaçonave Apollo 17. Até o momento, projetos de retorno à Lua não têm sido debatidos. Um dos assuntos discutidos no momento é uma possível viagem ao planeta Marte, ainda sem data confirmada. Tem-se cogitado o interesse da NASA em fazer parcerias com empresas privadas para explorar o espaço. Missões espaciais não tripuladas, têm sido realizadas com frequência, a NASA já enviou dois robôs a Marte e China enviou um, o Yutu-2, para explorar o lado oculto da Lua, em 2019, pela agência espacial chinesa CNSA. A Figura 5.3.26 é imagem do robô Opportunity (MER-B) segundo enviado a Marte em 7 de junho de 2003 e chegando a seu destino em 25 de janeiro de 2004 (MACAU, 2007; WIKIPÉDIA).

Figura 5.3.26 – Robô Opportunity monitorando Marte, enviado pela NASA em 2003.



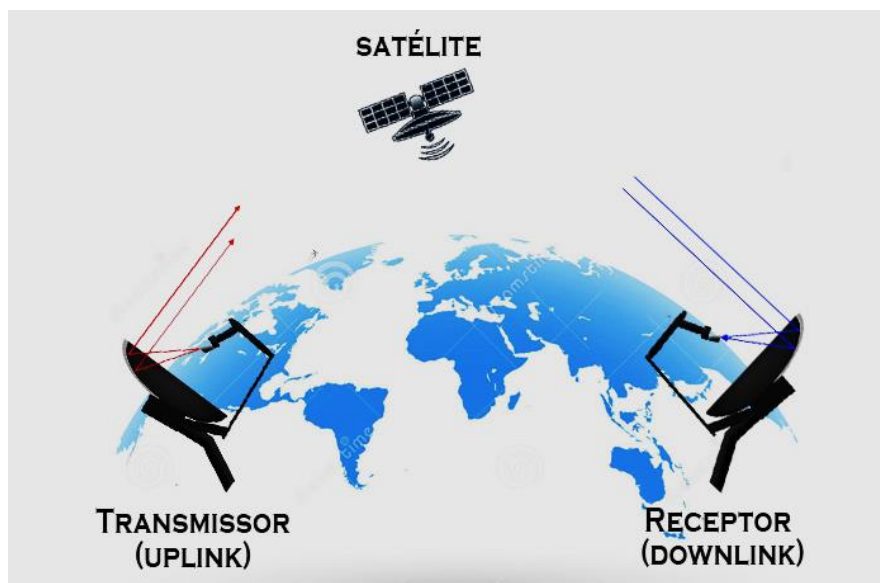
Fonte: <https://mundoconectado.com.br/noticias/v/10016/robo-curiosity-da-nasa-completa-7-anos-em-marte>

O evento dos EUA ao colocarem o primeiro homem em solo lunar, poderia ser interpretado a priori como uma vitória norte-americana sobre os russos. Porém, antes da culminância o que realmente marcou a história da tecnologia espacial foram as diversas tentativas exitosas e também alguns fracassos de ambos os lados. Portanto, a análise dos fatos pode ser de outra maneira, a da conquista mútua. Observe que cada vitória de um país impactava e motivava o outro. No final ocorreu uma produção coletiva e exploração do espaço (WINTER; MELO, 2007).

5.4 OS SATÉLITES ARTIFICIAIS

Depois das primeiras viagens espaciais, diversos satélites artificiais passaram a povoar o espaço. O primeiro satélite artificial, o Sputnik I, só tinha capacidade de emitir sinais característicos de “bip, bip, bip, ...”, mas o fato de ser o primeiro artefato humano enviado ao espaço, capaz de enviar sinais de comunicação para Terra, foi suficiente para entrar na história, marcando o início da corrida espacial e despertar a contraofensiva dos EUA. Satélite artificial é um engenho de fabricação humana, colocado em órbita ao redor da Terra ou em outro planeta de interesse. O termo “satélite artificial” é usado para diferenciá-lo dos satélites naturais que estão em órbita em torno de alguns planetas.

Figura 5.4.27 – Esquema da transmissão e recepção de sinais via satélite artificial.



Fonte: Imagem adaptada pelo autor.

Os primeiros satélites foram fabricados no período da guerra fria e tinham como principais premissas missões militares; portanto, os objetivos destes eram realizar registros fotográficos dos territórios inimigos. Hoje os satélites artificiais fazem parte do cotidiano de cada pessoa, pois são usados em diversas atividades como: transmissão de TV, sinal de telefonia, GPS, atividades científicas, etc. O esquema básico da transmissão e da recepção de informação por satélite é constituído por uma plataforma, contendo todos os equipamentos para o seu funcionamento, painel solar para seu suprimento de energia e a carga útil, constituídos de antenas, sensores transmissores e receptores, entre outros, conforme (Figura 5.4.27).

Os satélites artificiais são classificados em dois sistemas básicos de sensores passivos, os que recebem o sinal e transmitem sem alterá-lo e os ativos, que amplificam o sinal transmitido. O sistema de comunicação via satélite é composto de um satélite, ou conjunto de satélites, centro de controle responsáveis pelo monitoramento e estações terrestres munidas de antenas transmissoras e receptoras. Segue alguns tipos de satélites, segundo suas aplicações e utilidades:

1) Meteorológicos: são os que monitoram e analisam os diferentes padrões meteorológicos e suas alterações, tempo e clima, embora também monitorem ações humanas. Este tipo de satélite possui câmera que tira fotos

(imagens) de diversos pontos do planeta, para identificar chuvas, neves, tipos de nuvens. Ajuda a prever o tempo e eventos climáticos como furacões, tornados, etc.

2) De Navegação: são os que facilitam o tráfego aéreo, marítimo e terrestre. Os condutores de veículos usam os dados de navegação para ter orientação precisa de suas posições e também dados de seus deslocamentos. Em situações de emergência, eles também podem enviar sinais para o satélite e este retransmitir para as estações de emergências, auxiliando nas providências a serem tomadas.

3) Militares: são os que ajudam as forças armadas a navegar, se comunicar, a coletar informações de inteligência, tiram fotos e captam ondas de rádios de transmissão de outros países.

4) Científicos: são os que fotografam objetos espaciais, ajudam os cientistas a pesquisar a Terra, os planetas, asteroides, buracos negros, cometas, o Sol e outros sistemas solares e recebem sinais de sondas espaciais. Eles também são usados para realização de experimentos científicos fora da Terra, experimentos de microgravidade, etc.

5) De Observação da Terra: são os que assessoram remotamente a superfície da Terra, registrando desmatamentos, crescimento populacional, utilização do solo, etc. Mapeiam também recursos minerais, hídrico, safras agrícolas, etc.

6) De Comunicação: são os que são usados para fins de comunicação, criando um canal de comunicação entre uma fonte transmissora e outra receptora. Eles transmitem programas televisivos, chamadas telefônicas, sinal de internet, etc. Eles são importantes para as transmissões de longa distância em tempo real, por exemplo, os eventos esportivos entre países, como a Copa do Mundo. No caso das distâncias relativamente longas, entre a fonte transmissora e a receptora, o sinal sofre distorção, devido a vários fatores como a curvatura da Terra, interferências de fontes geradoras de ruídos, dentre outros. Estes inconvenientes são resolvidos com o uso dos satélites geoestacionários.

7) Geoestacionários: são os que completam uma órbita em torno do planeta em tempo de, aproximadamente, 24 horas. Assim, eles se encontram aparentemente parados relativamente a um observador fixo sobre a Terra, geralmente sobre a linha do Equador. Eles são utilizados como satélites de

comunicação e de observação de regiões específicas da Terra. Eles se movem com a mesma velocidade angular da Terra.

8) Geossíncronos: são aqueles satélites que possuem uma órbita em torno da Terra com o mesmo período de rotação. Suas órbitas, geralmente, fazem um ângulo com a linha do Equador, chamado de inclinação da órbita. Uma órbita geoestacionária é também geossíncrona, mas com o ângulo de inclinação igual a zero (BASCHTA JUNHO, 2019; LEITÃO).

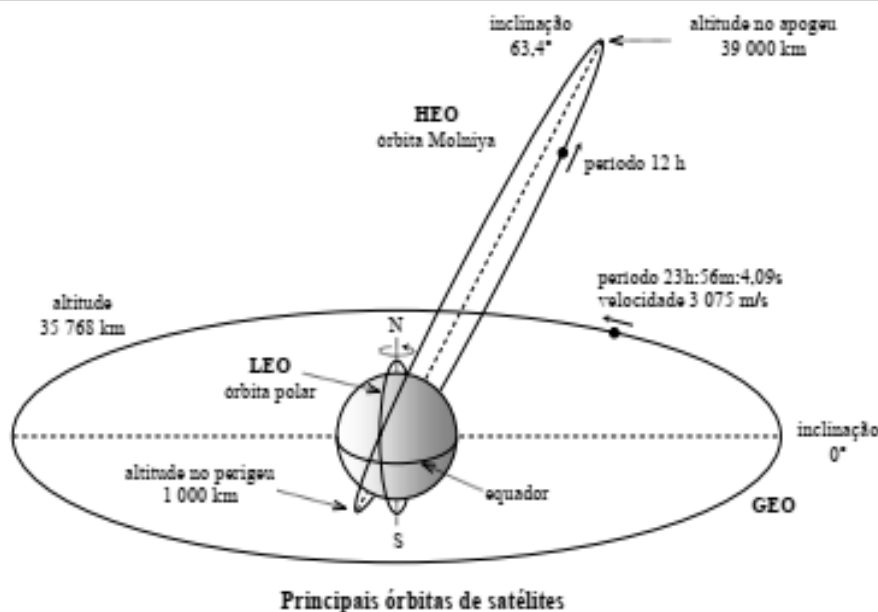
5.5 ÓRBITAS DOS SATÉLITES ARTIFICIAIS

Para um satélite permanecer no espaço, vários detalhes têm que ser previamente planejados. Conforme sua finalidade, deve-se escolher a órbita adequada, mas existem outros fatores determinantes, como por exemplo, não colocá-lo na faixa do Cinturão Van Allen. Esta é uma região do campo magnético terrestre na qual ocorrem vários fenômenos atmosféricos, devido a presença de partículas de alta e baixa energia. Estas partículas altamente carregadas, provenientes da atmosfera e do Sol, ao serem capturadas ficam presas nesta localidade do espaço. Em consequência desses fatores, foram selecionadas três divisões onde os satélites podem ser posicionados com segurança, a Figura 5.5.28 é um esquema representativo das referidas regiões. As órbitas dos satélites artificiais são:

1) Órbitas baixas da Terra (LEO): São colocados a maioria dos satélites científicos, meteorológicos e de sensoriamento remoto em baixa altitude, região de aproximadamente 180 a 2.000 km. Geralmente, estes satélites circulam a Terra cortando os polos, partindo da linha do Equador. Assim, eles obtêm imagens a cada 24 horas. Devido à aproximação com a Terra, eles se deslocam com velocidades elevadas (da ordem de 7,9 km/s). Esta dinâmica é para não ser capturado pela atmosfera ou força gravitacional da Terra, pois em velocidades pequenas, o satélite seria atraído pela gravidade ou arrastado pela força de arrasto atmosférico que o colapsaria na atmosfera, comprometendo sua missão. Nesta órbita, o satélite completa 16 a 17 voltas em torno da Terra num período de 24 horas.

Figura 5.5.28 – Principais órbitas (LEO, HEO e GEO) de satélites artificiais.

Órbita dos satélites



Sistemas de Telecomunicações II

Sistemas de Comunicação por Satélite

Fonte: https://www.academia.edu/22868157/Sistemas_de_Telecomunica%C3%A7%C3%B5es_II_SAT_1_MJL_Sistemas_de_Comunica%C3%A7%C3%A3o_por_Sat%C3%A9lite

2) Órbitas Geossíncronas (GEO): A órbita desses satélites é inclinada, com período semelhante ao período sideral da Terra, ou seja, aproximadamente 23 horas 56 minutos. Sua altitude é de 37.700 km. Nessa posição três satélites conseguem cobrir quase que totalmente a superfície da Terra, com exceção dos polos. Assim sendo, para garantir a precisão são usados quatro satélites.

3) Órbitas Geoestacionárias: Esse é um caso especial de órbita geossíncrona. A órbita desse satélite é circular, situando-se sobre o Equador. Nesta órbita o satélite gira com a mesma velocidade da Terra, permanecendo apontado sempre para uma mesma região, dando a sensação de estar estático em relação ao observador. Geralmente, esse tipo de órbita é reservado aos satélites de comunicação. A quantidade de satélites para ocupar essa órbita é limitada. A altitude da órbita é da ordem de 36.000km.

4) Órbita Média da Terra (MEO): Esta órbita é baixa e geoestacionária, ficando entre as altitudes de LEO e GEO. Nesta região encontram-se os satélites de transmissão de dados de internet banda larga, observações da geodesia

(divisões curvas), da física espacial, dentre outras aplicações. Os militares e os conglomerados de satélites como GPS, localizam-se nesta região.

5) Highly Elliptical Orbit (HEO): Esta é uma órbita frequentemente elíptica. Em baixas altitudes o satélite apresenta-se próximo do zênite (ponto vertical acima do observador), num período de tempo considerável. Existem ainda outros tipos de órbitas, que atendem a missões espaciais específicas, as quais não foram citadas aqui (Baschta Junho, 2019; Leitão e Oliveira Reis et al., 2008). Um exemplo importante deste tipo de órbita são as órbitas Molniya, de satélites de comunicação russo, que tem inclinação de 63,4 graus e período orbital de metade de um dia sideral, argumento de perigeu de -9° graus. Eles são usados primariamente para prover cobertura de comunicação e monitoramento em latitudes altas, onde os satélites geoestacionários aparecem em uma elevação baixa.

De uma maneira geral, os satélites permanecem em órbita em torno de um corpo devido à sua energia potencial e cinética orbitais, as quais são determinadas pela altitude nas quais eles operam. Devido a forças dissipativas que acontecem em diversas altitudes, os satélites perdem altitude e decaem, saindo das suas órbitas nominais (onde eles realizam as suas missões). Com a atuação do seu sistema de propulsão, o sistema de controle realiza manobras de correção, trazendo o satélite de volta à sua órbita nominal. Contudo, com o fim do combustível à bordo, o satélite perde altitude. E não se consegue mais leva-lo à sua órbita nominal. Daí, finda-se a vida do satélite. Seus sinais não serão mais precisos e ele perderá a sua utilidade. Ele decairá em altitude e se transformará em detrito espacial, objeto não operacional, (BASCHTA JUNHO, 2019; LEITÃO).

5.6 CÁLCULOS DA ÓRBITA DE UM SATÉLITE ARTIFICIAL

O movimento de um satélite em órbita na Terra obedece às Leis de Kepler. Eles descrevem as trajetórias circulares ou elípticas, tendo o centro do planeta em um dos seus focos. A velocidade, a direção e a distância do satélite em relação a Terra são determinantes para planejar o tamanho e a forma dessa órbita. Nas regiões onde o ar é extremamente rarefeito, o satélite fica praticamente sob ação só da gravidade, além de outras perturbações de menor relevância, para o assunto tratado no momento. O movimento do satélite é

caracterizado por dois parâmetros: movimento orbital (translação) e o movimento de atitude (orientação). O movimento de translação determina a geometria da órbita e fornece o ponto exato do satélite a cada instante. O movimento de atitude é o que determina a missão para a qual o satélite foi enviado ao espaço. Para um satélite permanecer com sua antena apontada, permanentemente, para um determinado ponto da Terra, o movimento de atitude deve ser controlado e corrigido por sensores.

A seguir, será demonstrado, de maneira resumida, o cálculo do semieixo maior de um satélite geostacionário por meio da Terceira Lei de Kepler, cujo período orbital é o mesmo período sideral da Terra $23^h 56^m$ (86.160 segundos). O valor de a (semieixo maior) pode ser obtido a partir da seguinte equação, derivada desta Lei:

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G(M_T + M_C)} a^3, \quad (02)$$

onde, $M_T = 5,98 \times 10^{24} kg$ é a massa da Terra, $G = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$ é a constante universal; a é o semieixo maior e M_C é a massa do satélite. Um vez, considerando-o muito menor que a massa da Terra ($M_C \ll M_T$), sua massa pode ser desprezada. O semieixo maior do satélite corresponde à incógnita a , nesse caso tem-se:

$$a = \left[\frac{P^2 G M_T}{4\pi^2} \right]^{\frac{1}{3}}. \quad (03)$$

Substituindo os valores das constantes:

$$a = \left[\frac{(86.160)^2 (5,98 \times 10^{24}) (6,67 \times 10^{-11})}{4(3,14159)^2} \right]^{\frac{1}{3}} = 42.172.196,42.$$

Este é o valor do semieixo maior da órbita elíptica do satélite, ou seja:

$$a = 42.172,2 km.$$

A altitude do satélite é calculada tendo como referência o centro da Terra, sendo que seu raio é $R_T = 6.370 \text{ km}$. Assim, a altitude procurada é $a - R_T = 42.172,2 \text{ km} - 6.370 \text{ km} = 35.802,2 \text{ km}$. Essa é a altitude média do satélite.

A velocidade circular¹³ de um satélite a 300 km de altitude sobre Terra é dada pela expressão:

$$v_{circ} = \sqrt{\mu \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}. \quad (04)$$

Na órbita circular assume-se que $a \equiv r$; ($r = 6.370 \text{ km} + 300 \text{ km} = 6.670 \text{ km}$) e $\mu = GM_T$ e a equação se resume a:

$$v_{circ} = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} = \sqrt{\frac{(6,674184 \times 10^{-11})(5,973332 \times 10^{24})}{(6.370 \text{ km} + 300 \text{ km})}}$$

$$v_{circ} = \sqrt{\frac{3,98671 \times 10^{14}}{6.670.000}} = \sqrt{59.770.789,9} = 7.731,2 \text{ m/s}$$

$v_{circ} = 7,7 \text{ km/s}$, velocidade de um satélite em órbita circular a 300 km da Terra.

Este exemplo é uma demonstração teórica, em uma situação real um corpo em órbita está submetido a vários fenômenos físicos da atmosfera, tais como: pressão, viscosidade, entre outros, portanto a massa do satélite artificial não poderá ser desprezada (OLIVEIRA FILHO & SARAIVA, 2004).

¹³ Por questões didáticas neste trabalho não serão realizadas as demonstrações de como se chega a algumas equações.

6 ASTRONOMIA NO BRASIL

6.1 PRIMEIRO OBSERVATÓRIO NACIONAL & MARCGRAF

Documentos de missionários naturalistas e etnólogos do Brasil colonial têm servido de base para pesquisar as relações dos primeiros habitantes brasileiros com Astronomia. Em vista disso, a astronomia brasileira inicia-se com índios que foram seus primeiros habitantes. Porém, segundo o professor astrônomo Matsuura, foi durante a invasão holandesa que o cosmógrafo de Maurício de Nassau documentou as primeiras observações astronômicas do nordeste brasileiro. Essa seção é um breve resumo do trabalho de Marcgrave.

O primeiro Observatório Nacional foi criado em 27 de setembro de 1827 na cidade do Rio de Janeiro, no império de dom Pedro I, porém, cabe registrar que os primeiros registros astronômicos do Brasil foram iniciados na cidade de Recife, Pernambuco e começaram com os trabalhos do médico, matemático e astrônomo, Jorge Marcgrave (ou Georg Marcgraf; 1610 – 1644), de nacionalidade alemã, cosmógrafo da corte do conde Maurício de Nassau, no Brasil. Ele morreu aos 34 anos, sem nenhuma publicação, apenas algumas cartas. Suas observações foram citadas pelo teólogo e historiador holandês, Gaspar Barléu (1584 – 1648), que escreveu sobre o império colonial do Brasil holandês. A obra de Barléu foi inspirada na atuação de Maurício de Nassau. Em sua narrativa ele citou Marcgrave como astrônomo do conde, onde havia desenhado todas as fases do eclipse total do Sol em 13 de novembro de 1640. Este eclipse foi parcial e as anotações se referiam a cálculos que ele fez.

Apesar disto, suas atividades astronômicas só viram a ter notoriedade de fato, por meio de uma publicação intitulada “*Historia Naturalis Brasiliae*” (Matsuura apud Laet, 1648), considerada a primeira obra científica do Brasil. Na obra foram incluídas algumas informações astronômicas, uma das quais, a longitude de Recife, calculada com base nas observações de um eclipse lunar, na cidade de Recife em 20/21 de dezembro de 1638.

Uma biografia mais completa sobre Marcgrave só veio a ser escrita muitos anos depois pelo ictiólogo¹⁴ americano Eugene Gudger (Matsuura apud Gudger, 1912) que pela primeira vez incluiu informações que além de saber botânica e

¹⁴ Ramo da zoologia que estuda os peixes e sua relação com o ambiente, padrões de crescimento, distribuição, condições de vida, alimentação, reprodução, etc.

medicina, ele havia também aprendido cálculo. Antes de fazer parte da corte de Nassau, Marcgrave viveu dois anos em Stettin com o astrônomo Lorenz Eichstadt, que se tornou famoso por publicar efemérides planetárias. Outros registros indicam seu contato também em Estrasburgo com Jacob Bartsch (genro de Kepler). Consta também na biografia que Macgrave foi aconselhado pelos pais a sair de casa (Liebstadt) e viajar pelo mundo, uma vez que, Alemanha estava devastada pela Guerra dos Trinta Anos. Depois de visitar várias universidades, ele conseguiu vir para o Brasil com o sonho de praticar Astronomia. Com o patrocínio de Nassau, ele construiu um observatório astronômico em Recife. O livro “Observatório do Telhado”, de Mtsuura, faz um relato dos seus trabalhos.

Não é possível afirmar com exatidão o local que Macgrave fez suas primeiras observações no Brasil. Documentos citam pelo menos três locais: na casa de Guilherme Piso, na primeira residência do conde Nassau e no palácio de Friburgo. Sabe-se que ele instalou um observatório no telhado do conde, onde era um dos residentes, porém a estrutura residencial não havia sido planejada para essa finalidade, vindo a ruir em 18 de março de 1640. O observatório só voltou a funcionar em 11 de junho do mesmo ano. Apesar de que as atividades astronômicas de Marcgrave tenham ocorrido num momento de dominação estrangeira, elas marcam o início da Astronomia do Brasil. E graças aos trabalhos desse astrônomo, o Observatório Astronômico de Recife foi o primeiro das Américas e de todo Hemisfério Sul (MATSUURA, 2014).

6.2 PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

Apesar dos primeiros registros astronômicos do Brasil serem iniciados no século XVII, registros indicam que o marco inicial do Programa Espacial Brasileiro foi a partir de 1945 com a criação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), constituído por dois institutos científicos. O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), com finalidade de ensino e pesquisa e o Instituto Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), voltado para dar suporte, estudar os problemas técnicos, econômicos e operacionais relacionados à Aeronáutica.

Após criado o CTA, várias instituições como IAE, INPE, AEB e EMBRAER, entre outras, foram concebidas. A região de São José dos Campos-SP se tornou

um polo importante de indústria e tecnologia aeroespacial do Brasil. O atual CTA (Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial), também tem sede em São José dos Campos-SP. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Agência Espacial Brasileira (AEB), são duas instituições importantes no desenvolvimento de pesquisas na área espacial, com merecidos destaques por suas serviços em nível nacional e internacional. O INPE tem atuação de natureza técnica e a AEB tem atuação política e organizacional. O INPE atua desde o desflorestamento de matas, previsão de tempo à origem do Universo. Sua sede também é em São José dos Campos e há mais sete unidades em território nacional. A AEB é uma autarquia federal de natureza civil com sede em Brasília – DF, criada em 10 de fevereiro de 1994. Este órgão é responsável pela Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), estabelecendo objetivos e diretrizes a serem materializados nos programas e projetos nacionais relativos à área espacial, destacando o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE). São várias instituições que fazem parte no desenvolvimento da ciência e tecnologia espacial brasileiras, que geram milhares de empregos e desenvolvem ciência de qualidade (WINTER; PRADO, 2007).

6.3 PROJETOS DO PNAE

Segundo as informações publicadas no livro “A Conquista do Espaço”, o Centro de Lançamento de Alcântara está em processo de modernização e capacitação de suas instalações. A base opera em lançamento de pequenos foguetes, apoio ao desenvolvimento de satélites. O programa Sino-Brasileiro de Observação de Recursos Terrestres – CBERS, tem sido a mais bem sucedida cooperação científica internacional em andamento, entre o Brasil e a China.

No portal da AEB, constam informações dos projetos realizados mais recentes, como o lançamento dos satélites do programa CBERS. Já foram lançadas várias séries do projeto (1, 2A, 2B, 3 e 4); o CBERS-4A está para ser lançado os, CBERS-5 e 6, estes são projetos em andamento. Além destes satélites a AEB tem desenvolvido outros projetos, tais como o lançamento de pequenos satélites, chamados de nano-satélites e também satélites de coleta de dados os SCD-1 e SCD-2.

Figura 6.3.29 – Satélite Geoestacionário de Comunicação e Estratégia do Brasil, lançado ao espaço em maio 2017, investimento na ordem de R\$ 2,8 milhões (valores daquele ano).



Fonte: <http://jornaldealagoas.com.br/nacional/8036/2017/05/04/apos-adiamentos-por-greve-satelite-brasileiro-deve-ser-lancado-nesta-quinta-feira-na-guiana-francesa>

Em 04 de maio de 2017 foi lançado o mais importante dos satélites brasileiros, o Satélite Geoestacionário Brasileiro de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). A missão do lançamento do primeiro satélite de tecnologia nacional foi bem sucedida. Um empreendimento com objetivo de melhorar o sinal de comunicação e transferência de informação civil e militar, desenvolvendo e protegendo a segurança nacional. O Brasil mantém parceria e cooperação de tecnologia espacial com outros países, como Alemanha, Rússia, Argentina e China, dentre estes a parceria de maior amplitude tecnológica é com a China (Figura 6.3.29).

O desenvolvimento da Ciência Espacial e as relações internacionais brasileiras, poderiam estar em outro nível se a NASA não tivesse rescindido o acordo científico com o Brasil. Este lamentável acontecimento causou grave prejuízo, do ponto de vista científico. No final do ano de 1996, o Brasil foi convidado para fazer parte do Programa da Estação Espacial Internacional, ISS, na condição de participante, com direito a utilizar a Estação Espacial. Os protagonistas do acordo envolviam do lado brasileiro a Agência Espacial Brasileira (AEB), e o Ministério das Relações Exteriores, do lado dos norte-americanos, a NASA. A culminância das negociações foi consolidada, em 14 de outubro de 1997, ficando combinado que a comunidade científica brasileira usaria do ambiente de microgravidade da ISS. Essa seria uma oportunidade para

envolvimento científico, tecnológico e industrial brasileiro, com possibilidade de participar de missões espaciais. No acordo que foi firmado a contrapartida do Brasil seria de fornecer alguns equipamentos para a estação espacial e serviços de engenharia requeridos para sua operação, cujo investimento brasileiro seria de US\$ 120 milhões. Contudo, e infelizmente, o Brasil não cumpriu nenhum dos acordos, levando os EUA a decidirem por sua exclusão do programa, ocorrido em 2010.

Outra informação lamentável quanto, à capacidade de investimento em Tecnologia Espacial do Brasil, foi publicado no site da Index-Mundi 2017, segundo o site Index-Mundi¹⁵, em 2013, o PIB do Brasil foi de 2,416 bilhões de dólares; o investimento espacial do Brasil, em 2014 foi de 314 milhões de reais (84,408 milhões de dólares, ou seja, 0,03494 %), ao paço que, a Argentina com um PIB de 0,912 bilhões de dólares investiu 1,2 bilhões, em 2013, no mesmo setor. Só a título de informação, segundo os dados do Caderno de Alto Estudos nº 07 (A Política Espacial Brasileira) de 2010, o Brasil investiu na Agencia Espacial Brasileira (AEB) US\$ 147 milhões em 2008, este orçamento é menor que o da Holanda, país que ainda não executa nenhuma das atividades espaciais que a AEB realiza. Estes dados demonstram ainda a falta de interesse do Brasil no investimento em Ciência Espacial. O número de participantes em missões espaciais, em nível nacional e internacional só tem crescido, e o Brasil até o momento só conseguiu envolver um astronauta em missões espaciais. Assim sendo, é inadmissível que um país não invista na referida tecnologia, deixando sua população desprovida dos benefícios e da proteção oriundos desta evolução. (WINTER; PRADO, 2007).

6.4 FOGUETE ESPACIAL

Os corpos estão presos à Terra pela força gravitacional que os atrai para o seu centro, mantendo-os na superfície. Tratando do ponto de vista da energia, quanto mais elevado da superfície o corpo estiver, maior será sua energia potencial gravitacional, de retorno. Dito de outra maneira, para elevar um corpo a uma certa altura h , a força gravitacional realiza um trabalho ($W = mgh$) para trazê-lo de volta. Para a força gravitacional realizar trabalho é evidente que há

¹⁵ <https://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=br&v=65&l=pt> (nesta revista não consta o PIB de 2014)

um limite de afastamento para a partícula, se tratando de corpos próximos à superfície da Terra, pois, se for admitido que a partícula tenha energia suficiente para afastar-se indefinidamente, então haveria uma distância que a influência da gravidade da Terra seria nula e ela se deslocaria para o “infinito”. Este foi um exercício mental realizado por Isaac Newton, segundo ele, para um corpo escapar da Terra em direção ao infinito, ele necessitaria de uma energia cinética suficiente que superar a energia potencial resultante que o mantém preso.

Descrevendo os argumentos de Newton, com outras palavras, se um corpo for influenciado de algum mecanismo que forneça uma certa quantidade de energia, como por exemplo, uma autopropulsão, ele pode continuar a se afastar do planeta em qualquer direção a uma velocidade menor que a velocidade de escape. Se a velocidade do objeto for abaixo da velocidade de escape para dada altura e a propulsão for removida, o objeto irá cair ou entrar em órbita. Se a velocidade for igual ou acima da velocidade de escape naquele ponto, ele terá energia suficiente para "escapar" do campo gravitacional, e não irá voltar para a superfície.

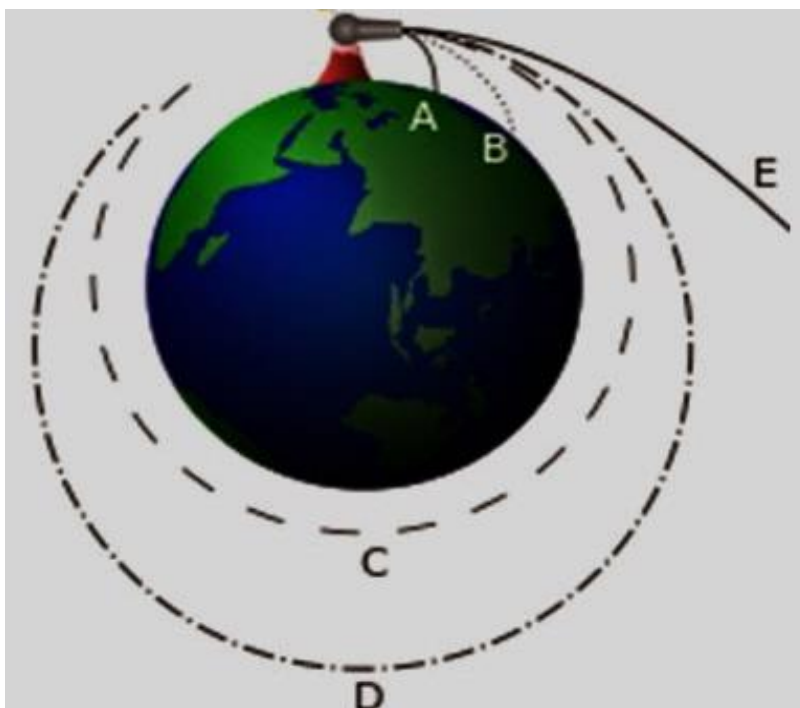
Colocar um satélite no espaço envolve muita tecnologia e recursos financeiros. Segundo o site da revista Galileu, os custos do satélite brasileiro foram de R\$ 2,8 bilhões (valores daquele ano). Nos dias de hoje, todos os países (ou quase todos) dependem dos serviços de um satélite, mas ainda são poucos aqueles que detêm dinheiro e tecnologia espacial capaz de lançar seu próprio satélite. E quem não a possui é forçado a fazer parceria ou alugar os serviços de um satélite. Além desses pré-requisitos, a localização geográfica do país também é um fator favorável e minimiza custos, pois lançamentos na linha do Equador, ou próximo a ele, são mais econômicos, porque nesta região a velocidade de rotação da Terra é maior e a inclinação é pequena. Este detalhe faz com que necessite de menos impulso no foguete e menor consumo de combustível.

O lançamento de um satélite é um projeto que envolve várias instituições, por exemplo, a AEB pertence ao ministério de Ciência e Tecnologia, tem ligada aos seus projetos diversos outros órgãos como, indústrias e universidades, etc. Estas parcerias ou convênios podem ser apenas nacionais, como também podem ser internacionais. Tais programas visam estimular a ciência e a indústria

espacial nacional e em contrapartida, fomenta a economia, gerando empregos e incentivando as pesquisas científicas em universidades, institutos, e outros.

Os satélites são levados ao espaço por meio de foguetes espaciais, ou veículos lançadores. O movimento dos foguetes, do ponto de vista teórico, envolve a segunda e a terceira lei de Newton e as lei de Kepler, frequentemente abordado nos livros-textos de mecânica clássica. Segundo a teoria de Newton se for fornecida energia cinética a um corpo suficiente para ele vencer a resistência da força gravitacional da Terra, ele poderá escapar e viajar para o espaço (Figura 6.4.30). No tocante ao lançamento de veículo espacial, para um foguete superar ação da gravidade da Terra e ir em direção ao espaço, ele terá que ter uma velocidade mínima capaz de superar a velocidade de escape da Terra, que é 11,2 km/s (40.320 km/h). Para realizar tal atividade, além de envolver vários conceitos físicos, são necessários diversos recursos envolvendo cálculos matemáticos bastante elaborados.

Figura 6.4.30 – Esta é uma representação do exercício mental de Newton da velocidade de escape. Para as velocidades A e B o corpo retornará para a superfície da Terra, pois sua energia é insuficiente vencer a velocidade de escape, para as velocidades C e D o corpo entrará em órbita com a Terra e para a velocidade E o corpo escapará para espaço.



Fonte: <https://revistacosmosonline.blogspot.com/2015/04/velocidade-de-escape.html#comment-form>

Um satélite artificial ficará preso ao campo gravitacional da Terra, se a sua velocidade orbital for inferior à velocidade de escape da Terra, do contrário, ele escapará para o espaço. Segue um cálculo simples de como chegar ao valor da velocidade de escape; lembrando que a força gravitacional é conservativa, portanto o trabalho realizado, deve ter valor numericamente, igual ao valor da energia cinética, veja a seguir:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (energia cinética) e } F = G \frac{M_T m}{R_T^2} \text{ (força gravitacional)}$$

$$K = F. \quad (05)$$

Explicitando a velocidade, tem-se:

$$v_{escT} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}. \quad (06)$$

Substituindo as constantes, ($G = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$, $M_T = 5,98 \times 10^{24} kg$, $R_T = 6.370.000 m$; a massa do satélite foi simplificada)

$$v_{escT} = \sqrt{2 \left[\frac{(5,98 \times 10^{24} kg) (6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2)}{6.370.000 m} \right]}$$

$$v_{escT} = \sqrt{\frac{7,97732 \times 10^{14} N \cdot m/kg}{6\ 370\ 000}} = 11.190,73961 \frac{m}{s}$$

A velocidade de escape da Terra:

$$v_{escT} \cong 11,19 km/s.$$

O resultado dos cálculos está próximo ao valor publicado nas literaturas. Este é o valor da velocidade mínima que o veículo espacial terá que desenvolver para superar a velocidade de escape da Terra e levar um corpo ao espaço. O termo “velocidade de escape” é uma simplificação de formalidade, visto que velocidade é uma grandeza vetorial e no exemplo tratado, a velocidade de escape independe da direção, a expressão “velocidade” é inadequado, sendo nesse caso, a velocidade de escape uma quantidade escalar, o mais apropriado

seria “velocidade escalar de escape”. Na próxima seção, serão descritas, de maneira breve, as etapas de lançamento de um foguete, tomando como referência o modelo do veículo lançador de satélite (VLS-1), cujos princípios básicos correspondem aos da maioria dos lançadores mundiais (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004; VILAS BOAS).

6.5 LANÇAMENTO DE FOGUETE ESPACIAL

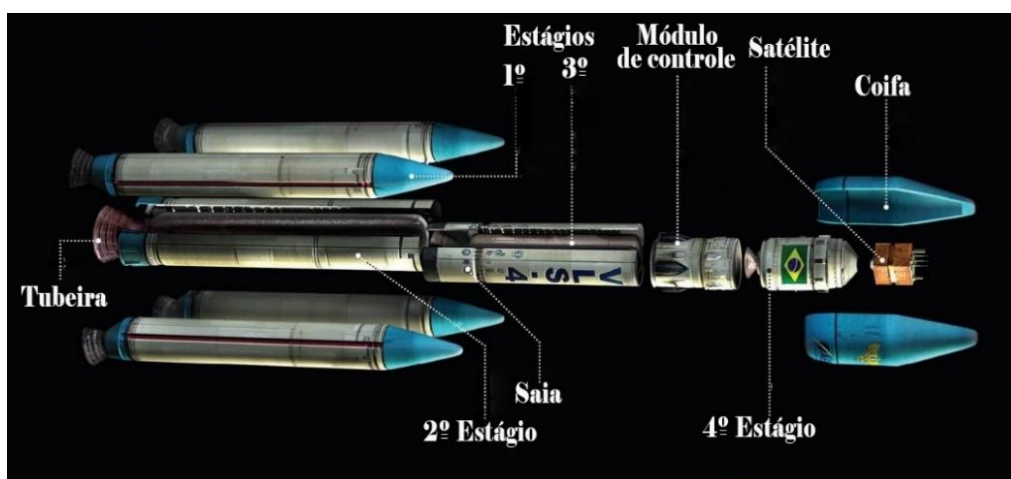
Um foguete espacial é um Veículo Lançador de Satélite (VLS). Ele é o veículo que transporta um satélite e o libera numa órbita programada. A partir daquele ponto alguma órbita de transferência é implementada pelos propulsores do satélite para ele chegar na sua órbita nominal, que é a órbita onde ele realizaria sua missão. Para retirar um foguete espacial da superfície terrestre gasta-se muita energia, uma vez que se trata de um equipamento de massa relativamente grande. Por exemplo, a nave de Yuri Gagarin tinha 4,4 metros de comprimento por 2,4 de diâmetro e massa de 4.730 kg. O combustível é um propelente que pode ser um composto químico, líquido ($H_2NN(CH_3)_2$) ou sólido (NH_4ClO_4). Para minimizar o gasto de energia os veículos lançadores são montados em forma de estágios. Os estágios são as partes que compõem o veículo e cada uma tem seu próprio tanque de combustível.

O Foguete VLS-1 possui sete estágios, sendo os quatro primeiros estágios e mais a coifa ejetável, rede elétricas e redes pirotécnicas, a Figura 6.5.31 é a ilustração do modelo de um foguete. As razões que os projetistas optam por estágios separados, são para evitar levar para o espaço carga desnecessária, pois um tanque grande que comportasse todo o combustível da missão, tornaria a decolagem praticamente inviável e muito mais dispendiosa. Com tanques fracionados facilita a decolagem, pois uma vez queimado o combustível, o tanque se torna inútil para o restante da viagem, sendo logo descartado, reduzindo assim a massa total do veículo. Nessa seção serão descritas as etapas de funcionamento de um foguete.

O primeiro estágio é formado por quatro propulsores fixados simetricamente ao propulsor central do segundo estágio. Os quatro propulsores são acionados ao mesmo tempo para provocar a decolagem do veículo. Aproximadamente, cinco segundos após a queima do combustível, as conexões

físicas dos propulsores são cortadas, simultaneamente, e os quatro motores são desacoplados do sistema. Nesta primeira etapa da decolagem, o empuxo do foguete deverá ser máximo, pois de acordo com a segunda lei de Newton: a força atuante sobre um sistema é dada pelo produto entre sua massa e a aceleração desenvolvida, para massa constante, ($F = ma$). Nesse caso, a massa total do foguete inclui também a massa do combustível que varia no tempo. Para erguer o foguete da superfície é necessário que o empuxo (E) gerado pelos motores supere a força peso (P) que mantém o veículo preso na plataforma de lançamento, ($E - P = ma$) supondo a massa constante¹⁶. Para reger o processo completo, com massa variável, a equação deve incluir a variação do momentum linear.

Figura 6.5.31 – Representação dos estágios de um foguete do tipo Veículo Lançador de Satélite – VLS (Imagem modificada).



Fonte: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-o-lancamento-de-um-foguete/>

O segundo estágio possui propulsor, subsistemas idênticos ao primeiro estágio, e mais a tubeira móvel, adaptada para voo em altitudes mais elevadas. O terceiro estágio possui propulsor equipado também com tubeira móvel. Os sistemas que estão no terceiro estágio são a baia de controle (BC) e a baia de equipamentos (BE). A BC contém o micro controlador a propelente líquido, que impõe uma ação de controle no eixo do veículo, durante o voo do segundo e terceiro estágios. A BE comporta também: o computador de bordo, os equipamentos de controle e orientação, a telemetria (sistema de comunicação

¹⁶ Esta discricção é apenas uma simplificação do que realmente é de fato, pois em uma da situação real a massa do VLS varia para tornara decolagem possível e mais econômica.

remota), os sequenciamentos de eventos durante o voo e quatro micro controladores a propelente sólido, montados fora da BE, para estabilizar os quatros estágios, antes da ignição.

O quarto estágio comporta um motor com tubeira fixa e um cone de acoplamento para fixar o satélite. No cone de acoplamento estão os equipamentos para telemetria de localização e funções que controla a finalização do voo.

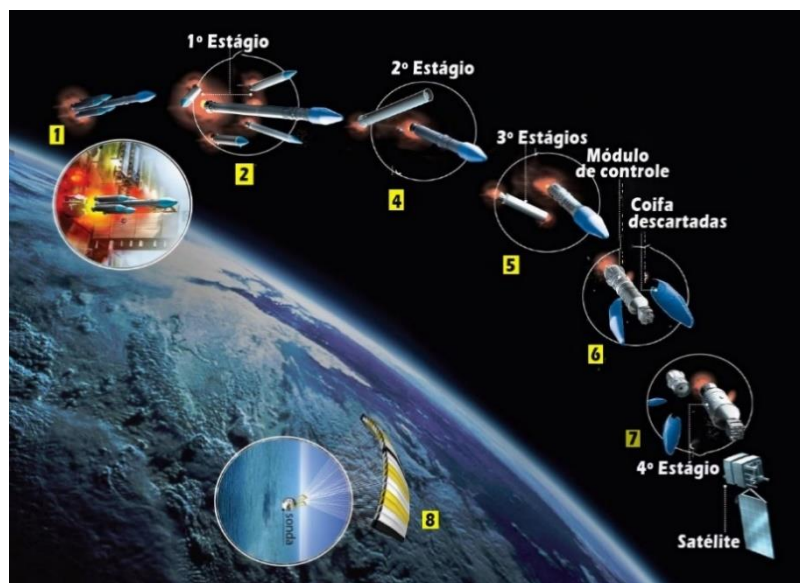
A coifa ejetável é uma estrutura que fornece ao veículo uma forma aerodinâmica adequada e protege o satélite (carga útil) em todo percurso. O satélite fica “guardado” neste compartimento. A separação da coifa ocorre no início do acionamento do terceiro estágio. No início da queima do terceiro estágio ocorre a abertura e a separação da coifa ejetável, quando todo combustível esgota-se, o referido estágio e a BC são separados do veículo. Nesse momento o computador de bordo inicia os cálculos, para determinar a orientação e o início da ignição do quarto estágio. A partir de então, segue-se uma manobra visando posicionar o quarto estágio na altitude programada. Essa manobra é denominada de buscamto. A Figura 6.5.32, é uma representação artística ilustrando as fases de lançamento de um foguete.

Cada estágio do foguete tem funcionalidades específicas. Geralmente, a quantidade de combustível é programada para esgotar-se, exatamente, quando o estágio cumpre sua finalidade, sendo descartado logo em seguida, pois tal compartimento torna-se inútil ou “peso morto”. Os sistemas operacionais do foguete também são divididos em sub-redes e redes, que atuam em cada uma das etapas. O sistema elétrico é dividido em quatro sub-redes: rede elétrica de serviço, rede elétrica de medidas, rede elétrica de controle e rede elétrica de segurança. Há também três sub-redes pirotécnicas dos veículos: rede pirotécnica de ignição, rede pirotécnica de separação e rede pirotécnica de destruição.

Ao decolar, após a série de etapas, o computador de bordo calcula a orientação e prepara a ignição do quarto estágio. Daí segue-se uma manobra que visa posicionar o conjunto, sistema do quarto estágios e satélite, na altitude desejada. Algumas etapas a mais são realizadas até o veículo estabilizar-se e depois BE são separados. A ignição do quarto estágio visa incrementar a velocidade para alcançar a órbita onde o satélite desempenhara as funções para

as quais foram planejadas. Este processo é finalizado com a queima do combustível e a separação do satélite do quarto estágio (injetando-o). A duração de todas as etapas é estimada em função da órbita que o satélite ficará posicionado.

Figura 6.5.32 – Esquema representativo do descarte das fases de um foguete VLS colocando um satélite em órbita (Imagem modificada).



Fonte: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-o-lancamento-de-um-foguete/>

Estas descrições são apenas algumas etapas básicas do lançamento de um foguete. Outros detalhes técnicos e teóricos são necessários para o êxito da missão, os quais podem ser encontrados na literatura específica da área (SALGADO; BELDERRAIN E SILVA, 2009).

Como fora mencionado anteriormente, a evolução da tecnologia espacial se deu, de forma acentuada, no período do conflito político entre a URSS e os EUA, naquele contexto foram incluídas, também, outras áreas do conhecimento, a partir de então, tornou-se possível obter mais informações do sistema solar e do Universo. Nestes casos, a Astronomia e tecnologia espacial têm prestado significativa ajuda no monitoramento de pequenos corpos (asteroide ou meteoroides), que se aproximam da Terra, com o objetivo de fornecer informações antecipadas para que as autoridades executem algum plano de defesa. Alguns estudos estão em andamento no sentido de desenvolver manobras de mitigação para defender o planeta da colisão de algum detrito de

tamanho relevante. Esta é uma das atividades da Tecnologia Espacial, desenvolver mecanismo de prevenção ou até de proteção das colisões significativas (SALGADO; BELDERRAIN; SILVA, 2009; VILAS BÔAS).

7 DETRITO ESPACIAL E MECANISMO DE DEFESA

Selecionar o que é útil e descartar os excedentes ou os bens sem utilidades é o um comportamento humano praticado há milênios. Com advento da industrialização nos séculos XVIII e XIX, e intensificada no século XX, somado ao aumento populacional e às novas tecnologias, a produção abusiva de resíduos inúteis, denominada lixo, só tem aumentado. Muitos desses materiais levam dezenas, centenas e até milhares de anos para se decompor, gerando diversos prejuízos para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a humanidade. Neste sentido uma nova categoria de resíduo inútil tem surgido, denominado lixo espacial.

O aperfeiçoamento da indústria e o surgimento de novas tecnologias, como por exemplo, a tecnologia espacial, outras categorias de materiais inúteis vêm se tornando ameaçadores. Quando estes são resultados de corpos colocados no espaço, tais materiais são chamados lixo espacial ou detrito espacial. Na linguagem científica são chamados de “space debris”. Desta forma, observa-se que assim como a superfície terrestre, o espaço, em torno da Terra, também está repleto de lixo. Este é um problema que vem preocupando as autoridades e a comunidade científica, na busca soluções para contê-los. Nesse contexto, é importante informar à sociedade sobre os detritos espaciais, esclarecer sobre suas conseqüências econômicas e ambientais, debater também, as propostas elucidativas e a responsabilidade dos países envolvidos no lançamento de objetos espaciais.

Detrito espacial é definido como todo artefato criado pela humanidade situado sobre a órbita da Terra sem desempenhar função útil, segundo o Orbital Debris Research (2002:2). Incluem-se neste grupo materiais pequenos como: luvas, parafusos, pedaços de tinta, etc., além de outros componentes maiores, a exemplo de peças de satélites, ou satélites desativados, tanques, lançadores e estágios de foguetes (Figura 7.33). Num sentido mais amplo, pode-se definir detritos espaciais como todo objeto não operacional que orbita a Terra em qualquer altitude. Isto inclui os detritos produzidos pelo homem (human debris) como definido acima, mas também os objetos espaciais naturais (natural debris) que são capturados pelo campo gravitacional terrestre ao longo do caminho realizado pelo planeta no Sistema Solar. Há um consenso de que se devem

adotar políticas com finalidade de controlar a produção e recolher os detritos espaciais, para evitar acidentes em aeronave, veículos espaciais em ambientes urbanos

Figura 7.33 – Tanque de um veículo de lançamento descartável, Delta II, caiu no Texas em 1997.



Fonte: Relatório Final de Iniciação Científica (PIBIC/CNPQ/INPE)

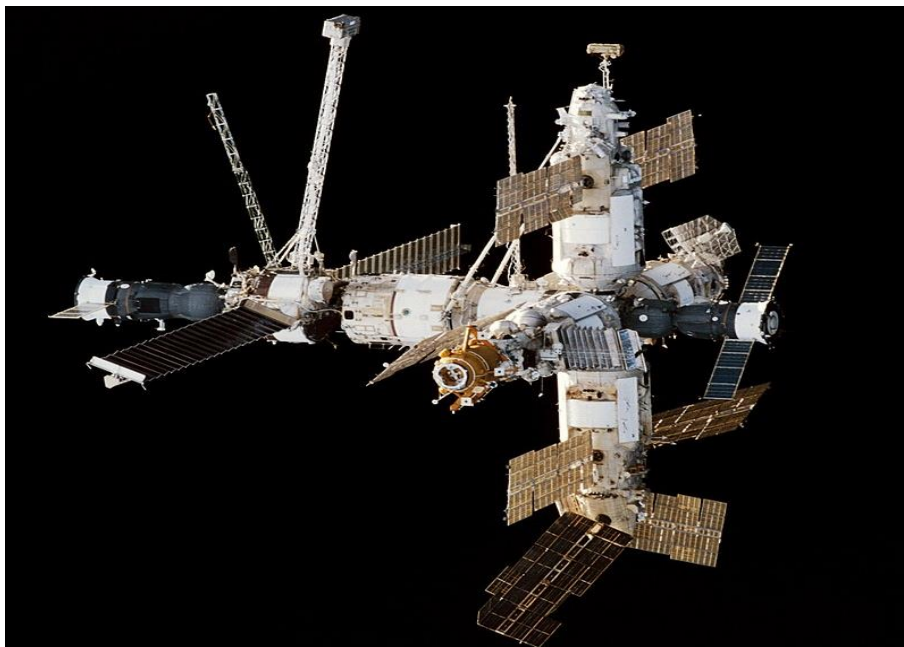
O primeiro objeto fabricado pelo homem e enviado para o espaço foi o Sputnik I, um satélite artificial, projetado e lançado pelo antigo país socialista, União Soviética (URSS). Essa data é o marco inicial dos lançamentos dos satélites artificiais para o espaço. O primeiro ápice dessa fase foi a chegada do primeiro homem à Lua, enviado pelos EUA, na espaçonave Apollo 11. A partir de então se tornou frequente a exploração do espaço e, portanto, a acumulação e poluição por detritos espaciais neste ambiente.

Os Sputnik I e Sputnik II são considerados pequenos se comparados ao cenário da tecnologia espacial de hoje, aos satélites bem maiores. As massas destes Sputniks eram de 85,6 kg e 508 kg, respectivamente. A Tecnologia Espacial evoluiu para a sonda espacial (Voyage 1 e 2) e naves espaciais, telescópios, estações espaciais, etc. A primeira nave que transportou o primeiro homem para o espaço era modesta, mas sua massa já era de 4.730 kg. O suporte de investimentos e a dedicação dos países envolvidos foram tão grandes, que tornou-se possível a construção de veículos espaciais cada vez maiores. Nos dias de hoje, grandes espaçonaves e satélites e até laboratórios

espaciais, por exemplo a ISS, com capacidade de abrigar por vários dias equipes de cientistas para desenvolver pesquisas, são realidade.

A primeira estação espacial, a Salyut, foi construída pela União Soviética. Foi o primeiro programa de estações espaciais da URSS, que tinha massa de 18.425 kg. Mais uma vez os russos saíram na frente, sendo os pioneiros na construção deste equipamento e esta não foi a única estação espacial, outras foram colocadas em órbita. Em 1966 o programa espacial russo colocou no espaço a Estação Espacial MIR, com 129,7 toneladas que operou entre 1986 a 2001. Foi a primeira estação espacial modular montada em órbita (veja Figura 7.34). Em 2011 os chineses também colocaram no espaço a Estação Espacial Tiangong-1 com 8,5 toneladas. Atualmente, a estação espacial em órbita e em pleno funcionamento é a ISS com massa de 450 toneladas (veja Figura 7.35). Verifica-se que com novas tecnologias espaciais veículos cada vez maiores e mais complexos são fabricados, conseqüentemente o acúmulo de lixo no espaço só aumentando (PINHEIRO, 216; SOUZA, 2015; ROSSETTO, 2013 e WIKIPÉDIA).

Figura 7.34 – Estação espacial MIR, lançada pela União Soviética. Operou em baixa estação da Terra, entre os anos 1986 e 2001.



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mir>

Figura 7.35 – Estação Espacial Internacional ISS, lançada ao espaço em 20 de dezembro de 1998, em plena atividade.



Fonte: retirado de Canltech.Com.br.

Os predecessores da exploração do espacial foram a URSS e o EUA, nos dias de hoje, outros países também são participantes de atividade espaciais ou são usuários. Contudo, os veículos espaciais como qualquer produto de fabricação humana, têm sua vida útil finita e, portanto, depois de um tempo, uma década ou mais, param de funcionar e se tornam uma sucata, que atualmente são classificados de lixo ou detrito espacial artificial, o termo artificial é para diferenciá-lo dos detritos espaciais naturais, a Figura 7.36 é uma representação artística, para alertar os países, da poluição espacial em torno do planeta. As causas da inoperância de um veículo espacial podem ser por falhas técnicas ou por falta de manutenção. Quando um veículo espacial para de funcionar, sua reentrada (retirada) deveria ser logo planejada para, então, ser destruído. Todavia, esse procedimento não é realizado com todos, a maioria fica à deriva. Neste caso, tais veículos não operacionais, com o tempo e com a perda de altitude, entram na atmosfera terrestre. Esta perda de altitude não é imediata, pode demorar bastante tempo. Dependendo da órbita, quanto maior for o tempo no espaço e a frequência das missões espaciais, aumenta-se proporcionalmente o risco de acidente com outros veículos operacionais. Na reentrada, eles perdem tamanho e caem nas regiões mais abundantes do planeta: mar e deserto. Toda via, já há relatos de queda de detritos em regiões urbanas. (PINHEIRO, 216; SOUZA, 2015 e ROSSETTO, 2013).

Figura 7.36 – Imagem artística ilustrando a concentração de lixo espacial na órbita baixa da Terra (LEO).



Fonte: <https://canaltech.com.br/espaco/reciclagem-futurista-como-o-lixo-espacial-pode-ser-recolhido-e-reaproveitado-145173/>

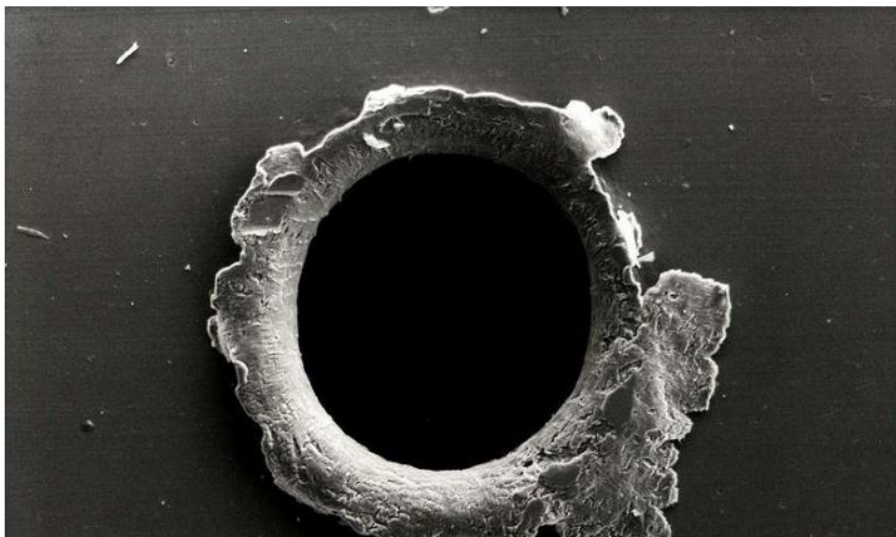
O trânsito no espaço tem ao menos duas finalidades: o posicionamento de satélites, estações espaciais e o envio de sondas ou espaçonaves para distâncias além das órbitas terrestres (espaço profundo), com intenção de pesquisar as atividades espaciais dentro ou fora dos limites do Sistema Solar. Segundo dados da NASA, a população de detritos espaciais em torno da Terra está agrupada em três regiões orbitais: baixa altitude (LEO), média (MEO) e alta (GEO) ou Geoestacionária (PINHEIRO, 216; ROSSETTO, 2013).

O trânsito de satélites vai além da região atmosférica do planeta Terra, compreendida a uma altitude de, aproximadamente, 36 000 km, correspondente a órbita GEO. Entretanto, a zona de maior concentração é LEO, com distância aproximada de 2.000 km em relação à superfície terrestre, concentrando-se em diferentes locais da região. Quanto mais próxima da superfície for a concentração de lixo, maior será a possibilidade de risco de acidentes, pois a ação gravitacional sobre estes objetos aumentará à medida em que diminui sua altitude. Por exemplo, um pedaço de metal com aproximadamente 10 cm de diâmetro, a uma velocidade em torno de 25.000 km/h, tem energia cinética suficiente para danificar um satélite ou derrubar uma aeronave. A Figura 7.37 é

uma imagem de um orifício causado por lixo espacial (PINHEIRO, 216; SOUZA, 2015; ROSSETTO, 2013).

Os detritos apresentam tamanhos diversificados. A Orbital Debris Research estima que já foram catalogados mais de dez mil, maiores que 10 cm de diâmetro e mais de 100 mil entre 1,0 a 10 cm de diâmetros e os menores que 1 cm já excedem um milhão. Partículas de 10 cm são acompanhadas pela Rede Norte-Americana de Monitoramento Espacial ligada à NASA. Os objetos de até 3 cm são monitorados através de radares terrestres, com uma margem de incerteza considerável de sua identificação, pois a visibilidade, com este método, só pode ser confiável para detritos com diâmetro em torno de 20 cm. (CARNEIRO, ARAÚJO, BERNARDO, 2002).

Figura 7.37 – Um buraco causado por um detrito no satélite Solar Maximum Mission (SolarMax).



Fonte: Relatório Final de Iniciação Científica (PIBIC/CNPQ/INPE).

Quando um foguete transporta um satélite, colocando-o em órbita, no decorrer do transporte seus estágios vão se desintegrando. Durante este descarte diversos pedaços de materiais como, parafusos lasca de tinta, e resíduos de combustível sólido se transformam em detritos espaciais. Alguns veículos lançadores com sistemas de propulsores, à base de combustível sólido, são potenciais colaboradores para o aumento de detritos espaciais, pois um dos componentes do combustível são partículas de alumínio. Além disso, a propulsão em muitos casos gera rachaduras na tubulação que podem produzir

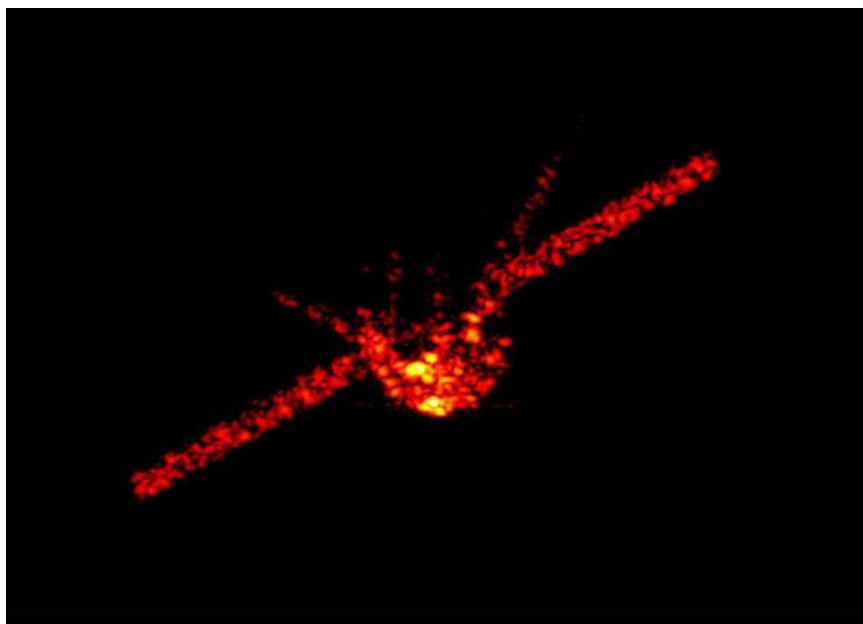
explosões e destruição do veículo operacional, aumentando o número de detritos espaciais. As partículas menores produzidas são de difícil monitoramento, pois a maioria tem de 1 a 2 centímetros de diâmetro. Para mensurá-las são analisadas as marcas que elas deixam ao impactar a superfície da fuselagem das espaçonaves (CARNEIRO, ARAÚJO, BERNARDO, 2002; PINHEIRO, 2016).

Registros de acidentes no espaço em decorrência do acúmulo de detrito espacial têm se tornado frequentes. A primeira colisão entre um detrito espacial e um satélite artificial ocorreu em 1996 quando um satélite de reconhecimento militar francês, Cerise, que teve uma seção do braço de estabilização gravitacional danificado gravemente, por um fragmento pertencente ao foguete Ariane, que explodiu em 1986.

O primeiro acidente na superfície terrestre, envolvendo pessoas atingidas por detrito espacial ocorreu em 1997. Uma americana estava caminhando no parque de Tulsa, Oklahoma, quando foi atingida por um pedaço de metal com dimensão de seis polegadas que caiu do espaço. Esse objeto foi posteriormente identificado como sendo um fragmento do tanque de combustível do Foguete Delta II, lançado em 1996 pelos EUA (BATISTA, 2011, apud KLINKARD, 2006; ESA 2005).

A ameaça mais recente que poderia finalizar com um grave acidente, de grandes proporções, foi durante a queda do detritos espaciais de considerado tamanho, a estação espacial chinesa, Tiangong-1. Uma sucata de 10 metros de comprimento e com massa de 8,5 toneladas. Lançada ao espaço em 2011 para serviço de acoplagem em órbita, foi desativada em 2016. Sua reentrada foi planejada, porém os chineses perderam o sinal de comunicação e, praticamente, tornou-se impossível prever o local exato de sua queda. A expectativa foi finalizada com a sua destruição em 02 de abril de 2018 às 21:15 (horário de Brasília), conforme mostra a Figura 7.38 o detrito incandescente. Ela desintegrou-se sobre a região central do Pacífico Sul. Geralmente as reentradas desse tipo de detrito são planejadas para serem descartadas no oceano com pouco trânsito. Por exemplo, a estação espacial Rússia MIR foi desintegrada, em 23 de março de 2001, no Oceano Pacífico do Sul, a mais ou menos 3.000 quilômetros a oeste da Nova Zelândia (BATISTA, 2011, apud WIKIPÉDIA).

Figura 7.38 – Estação espacial chinesa, Tiangong-1, em combustão ao entrar na atmosfera em abril de 2018.



Fonte: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/04/02/internacional/1522633599_636912.htm

8 MANOBRAS ORBITAIS ESPACIAIS

Uma manobra orbital espacial é definida como sendo a mudança na posição e na velocidade de um veículo espacial, que produz alteração da órbita, de forma controlada. As mudanças orbitais podem ser de grande amplitude, como a transferência de uma órbita de baixa altitude para uma geoestacionária, ou ainda, uma trajetória interplanetária. Uma mudança orbital, também, pode ser pequena, como é o caso do encontro entre dois veículos espaciais (manobra de Rendezvous – encontro em francês). A manobra orbital de um veículo espacial é a mudança de um estado para outro, ou seja, da posição inicial (r_0) e da velocidade inicial (v_0), num instante inicial (t_0), para uma posição final (r_f) e velocidade final (v_f), num instante final (t_f), onde, $t_f \geq t_0$. Um veículo espacial está sob a ação de diversas forças procedentes do espaço. Controlar e determinar suas trajetórias, assim como, aproximá-lo e afastá-lo de outros veículos ou de corpos celestes, requer estratégias especiais. Esse controle é realizado por meio de manobras orbitais. E o tipo da manobra deve estar consoante à atividade realizada pelo veículo espacial. Algumas delas serão, brevemente, abordadas a seguir.

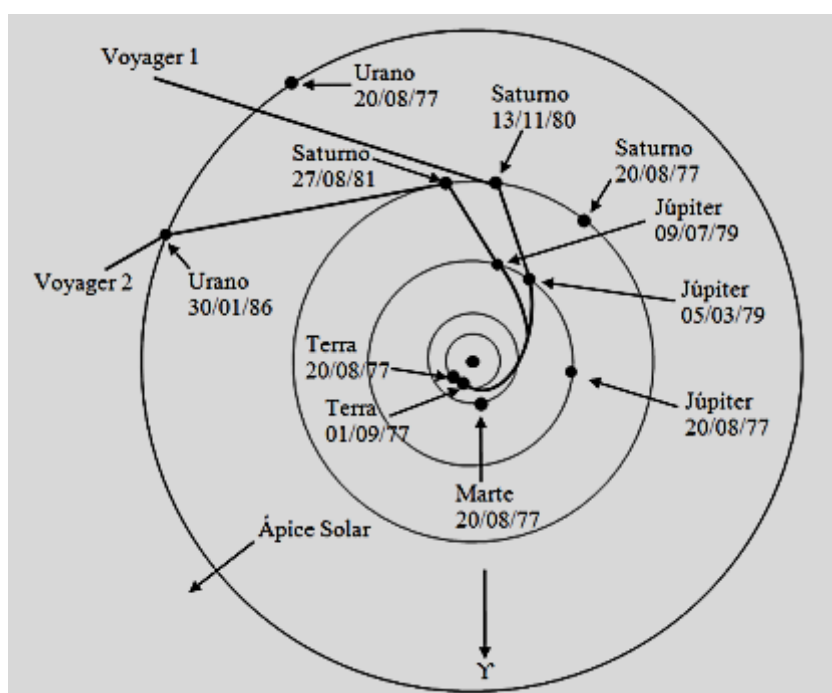
8.1 MANOBRA DE SWING-BY

A manobra de Swing-by é conhecida como uma técnica de aproximar o veículo espacial de um corpo maciço, um planeta ou um satélite natural, para incrementar seu impulso. As missões espaciais são de alto custo, se tornando inviável usar combustíveis artificiais como o único meio de gerar energia para explorações espaciais a distâncias muito elevadas. Nesse caso, a manobra de Swing-by é uma excelente solução na realização de uma missão espacial com menor gasto de combustível. Tal recurso consiste em usar a interação gravitacional de um corpo celeste, para otimizar a manobra do veículo espacial. Basicamente, este recurso consiste em o veículo espacial fazer várias passagens em torno do astro, de modo que o veículo ganhe impulso e altere a sua velocidade, energia e momentum angular, sendo enviado para a região de destino. Na realidade, o que ocorre é que a energia gravitacional do planeta “empurra” o veículo espacial, cedendo-lhe energia extra para continuar o seu percurso. A eficiência do procedimento depende da velocidade relativa entre o

astro e o veículo, em relação ao ponto de maior aproximação entre ambos. Este tipo de manobra é bem conhecida na Astronáutica e já foi usada em algumas missões espaciais.

O sucesso da manobra de Swing-by foi obtido no Programa Voyager, dos norte-americanos com o lançamento ao espaço das sondas Voyager 1 e 2, em 5 de setembro e 20 de agosto de 1977, respectivamente. Ambas tinham como missão passar próximo a diferentes planetas e coletar informações (Figura 8.1.39). A técnica mais econômica seria a manobra de Swing-by, isto é, passar próximo do planeta, coletar dados, aproveitando a manobra para alterar sua trajetória e ganhar impulso, para seguir em missão. A Voyager 1 realizou Swing-by com os planetas Júpiter e Saturno. E a Voyager 2, também, com os planetas Júpiter, Saturno, incluindo ainda Urano e Netuno (SILVA NETO, 2012).

Figura 8.1.39 – Sonda Voyager 1 e 2 realizando uma manobra de Swing-by.



Fonte: Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica de Silva Neto (PIBITI/CNPQ/INPE)

8.2 MANOBRA COPLANAR E NÃO-COPLANAR

É dito que uma manobra é coplanar quando o veículo espacial executa uma trajetória em torno de um corpo celeste ou outro veículo, com o ângulo de

mudança de sentido nulo ou aproximadamente nulo. Nestas condições, apenas duas dimensões do percurso são consideradas e pode-se afirmar que o veículo executou uma órbita no mesmo plano, ou seja, a trajetória executada é considerada coplanar. Um exemplo disto, é quando um satélite ou outro corpo qualquer, permanece em movimento, sem mudança de direção, isto é, a posição em relação ao eixo vertical permanece constante.

Manobra não-coplanar é quando um veículo espacial utiliza mais de um plano, como por exemplo, mudar o plano de sua órbita e ser atraído por um astro, caindo na superfície. A manobra de Swing-by, é um exemplo disto, utiliza mais de um plano na sua trajetória. Este tipo de manobra é executada quando necessita-se de uma órbita de transferência e nesse caso, o veículo sairá de uma órbita de plano γ e passará para outra órbita de plano β . Cabendo informar que os planetas do Sistema Solar não estão situados no mesmo plano, talvez por questões meramente didáticas, algumas literaturas apresentam ilustrações como se eles fossem alinhados. Mas, isto constitui-se em erro conceitual. O autor deve, portanto, acrescentar esta observação para evitar a compreensão distorcida da organização do Sistema Solar.

8.3 MANOBRA DE TRANSFERÊNCIA ORBITAL

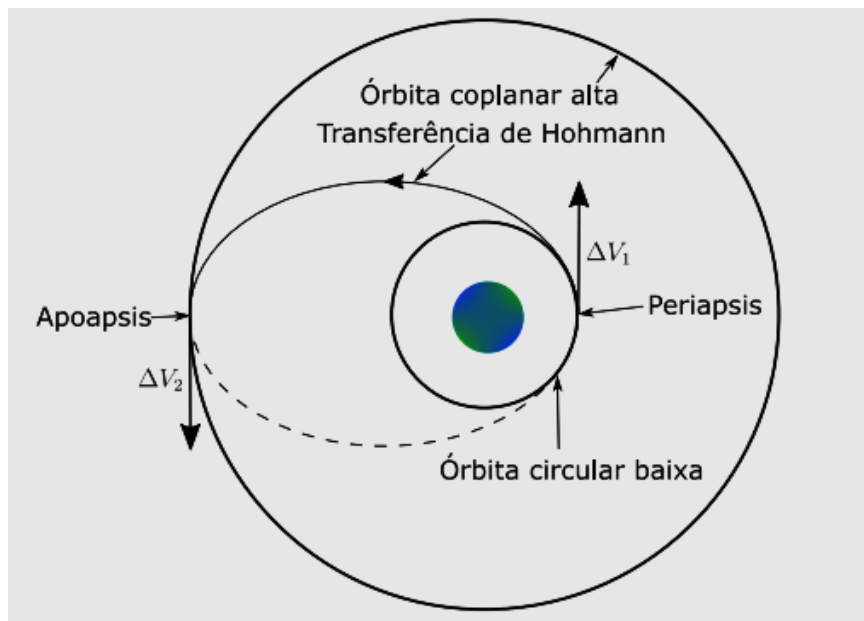
Um manobra de transferência orbital tem por objetivo alterar a órbita de um veículo espacial. Dentre as mais citadas na literatura, destaca-se a manobra de transferência de Hohmann, caracterizada por ser bi-impulsiva (Oliveira apud Hoelker & Silber; 1961). A órbita de transferência Hohmann consiste em transferir um veículo espacial de uma órbita circular para outra, ambas coplanares, de mesmo sentido e raios distintos, o termo, bi-impulsiva, foi denominado por serem necessários dois incrementos de velocidade (V_1 e V_2) para realizar a manobra. Considerando uma situação na qual se deseja fazer uma subida direta para uma órbita de estacionamento, de baixa altitude, e realizar uma transferência para uma órbita de maior altitude, a elipse de Hohmann, aparece como uma órbita de transferência tangente a ambas órbitas, como ilustra a Figura 8.3.40. Observe-se que a órbita circular, segue a transição com duas órbitas circulares, a de raio r_0 (baixa altitude) e a de raio r_1 (alta altitude), onde um ponto no raio r_0 é o ponto mais próximo do corpo central (Periapsis) e um ponto de r_1 é o mais distante

(Apoapsis). Nesta seção será apresentada uma demonstração da manobra de Hohmann.

Em 1959 Hoelker e Silber mostram que a solução proposta por Hohmann só é viável quando a razão do raio inicial e do raio final é:

$$\frac{r_2}{r_1} < 11,94. \quad (07)$$

Figura 8.3.40 – Esquema da representação da transferência Hohmann entre duas órbitas circulares.



Fonte: Retirado da Monografia de Oliveira.

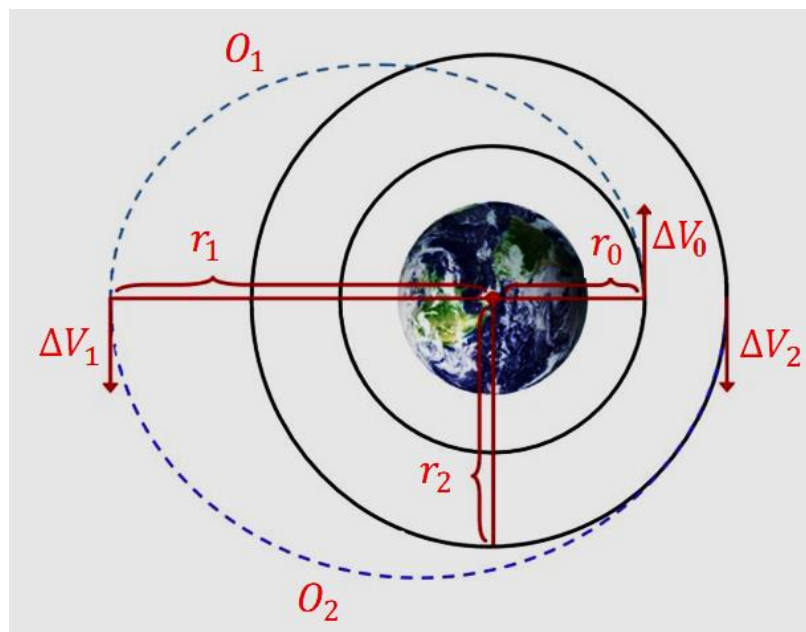
Caso essa relação não seja atendida, a transferência de Hohmann deixa de ser interessante e a transferência bi-elíptica, tri-impulsiva torna-se mais viável. A referida órbita de transferência necessita de três incrementos de velocidade (ΔV_0 , ΔV_1 e ΔV_2), cujos detalhes serão descritos a seguir:

- i) Primeiro incremento (ΔV_0) é aplicado na órbita inicial, na direção do movimento, para colocar o veículo espacial na órbita elíptica O_1 com raios r_1 e r_0 , sendo $r_1 > r_0$, caso contrário, a transferência de Hohmann é mais eficiente. r_0 é o raio da órbita circular inicial e r_1 é o raio da órbita circular de transferência;
- ii) Quando o veículo atinge o apoapsis (r_1), aplica-se o segundo impulso ΔV_1 também em direção ao movimento, para aumentar a

altura do periapsis para r_2 e colocar o veículo numa órbita elíptica O_2 com apoapsis r_1 e periapsis. r_2 é o raio da órbita circular final.

iii) Finalizando, aplicando-se o terceiro impulso ΔV_2 em direção contrária ao movimento, quando o veículo espacial está no periapsis, fazendo com que o veículo entre em uma órbita circular de raio r_2 , conforme mostra a Figura 8.3.41.

Figura 8.3.41 – Representação de uma transferência bi-elíptica tri-impulsiva entre duas órbitas circulares e coplanares. Inicialmente o veículo está na órbita de raio r_0 e finaliza na órbita de raio r_2 (Ilustração modificada).



Fonte: Retirado do relatório de iniciação científica de Araújo

O impulso total gasto nesta transferência é inverso ao apoapsis, ou seja, diminui à medida que r_2 aumenta. Seu menor valor é quando $r_2 \rightarrow \infty$, sendo conhecida como bi-parabólica. Esta é uma característica das duas órbitas de transferências se tornarem parábolas.

Nas situações em que;

$$\frac{r_2}{r_1} > 15,58, \quad (08)$$

a transferência bi-elíptica é superior à de Hohmann, em um limite da faixa de:

$$11,94 < \frac{r_2}{r_1} > 15,58. \quad (09)$$

Existe um valor mínimo do limite de r_2 que a transferência bi-elíptica deve ser utilizada, para ser mais eficiente do que a transferência de Hohmann (ARAÚJO, 2011).

Os impulsos aplicados são deduzidos a partir dos conceitos já conhecidos da mecânica clássica. A transferência Hohmann é realizada sob dois impulsos ΔV_1 e ΔV_2 nos pontos apsides (Periapsis e Apoapsis). Para calcular a variação da velocidade (ΔV) são necessários definir alguns parâmetros: massa do corpo m , velocidades v_1^- , v_1^+ , v_2^- e v_2^+ , onde v_1^- é a velocidade antes do ponto da manobra e v_1^+ é a velocidade depois do ponto da manobra. Os parâmetros r_1 (raio menor) e r_2 (raio maior) são os raios das circunferências das órbitas e ΔV_1 e ΔV_2 são os impulsos de acionamento.

Os incrementos ΔV_1 e ΔV_2 podem ser deduzidos pela combinação das forças centrípetas;

$$F_{ct} = \frac{mv^2}{r} \quad (10)$$

e da força gravitacional de Newton;

$$F_g = \frac{GMm}{r^2}. \quad (11)$$

A determinação de v_1^- ; é obtida considerando uma órbita circular.

$$v_1^- = \sqrt{\frac{GM_T}{r_1}}. \quad (12)$$

Para determinar v_1^+ considera-se a conservação da energia mecânica;

$$E_1 = E_2 \quad (13)$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mGM_T}{r_1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mGM_T}{r_2}$$

$$\frac{v_1^2}{2} - \frac{GM_T}{r_1} = \frac{v_2^2}{2} - \frac{GM_T}{r_2}$$

$$v_1^2 - \frac{2GM_T}{r_1} = v_2^2 - \frac{2GM_T}{r_2}. \quad (14)$$

Pela conservação do momento angular:

$$r_1 m v_1 = r_2 m v_2 \quad (15)$$

$$v_2 = \frac{r_1}{r_2} v_1 \quad (16)$$

substituindo v_2 na equação anterior (13):

$$v_1^2 - \frac{2GM_T}{r_1} = \left(\frac{r_1}{r_2} v_1\right)^2 - \frac{2GM_T}{r_2} \quad (17)$$

fazendo algumas manipulações algébricas;

$$v_1^2 - \frac{2GM_T}{r_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} v_1^2 - \frac{2GM_T}{r_2}$$

$$v_1^2 - \frac{r_1^2}{r_2^2} v_1^2 = \frac{2GM_T}{r_1} - \frac{2GM_T}{r_2}$$

$$v_1^2 \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2}\right) = 2GM_T \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$v_1^2 \left(\frac{r_2^2 - r_1^2}{r_2^2}\right) = 2GM_T \left(\frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}\right)$$

$$v_1^2 \frac{(r_2 - r_1)(r_2 + r_1)}{r_2^2} = 2GM_T \left(\frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}\right)$$

e eliminando os termos semelhantes tem-se:

$$v_1^+ = \sqrt{\frac{GM_T}{r_1} \left(\frac{2r_2}{r_1 + r_2} \right)} \quad (18)$$

o impulso inicial é:

$$\Delta V_1 = v_1^+ - v_1^- \quad (19)$$

$$\Delta V_1 = \sqrt{\frac{GM_T}{r_1}} \left(\sqrt{\frac{2r_2}{r_1 + r_2}} - 1 \right) \quad (20)$$

do mesmo raciocínio temos v_2^- e v_2^+ ;

$$v_2^- = \sqrt{\frac{GM_T}{r_2} - \frac{2r_1}{r_1 + r_2}} \quad (21)$$

$$v_2^+ = \sqrt{\frac{GM_T}{r_2}}$$

e o impulso final;

$$\Delta V_2 = v_2^+ - v_2^- \quad (22)$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{\frac{GM_T}{r_2}} \left(1 - \sqrt{\frac{2r_1}{r_1 + r_2}} \right) \quad (23)$$

a soma dos impulsos, inicial mais o final é:

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2. \quad (24)$$

Logo;

$$\Delta V = \sqrt{\frac{GM_T}{r_1}} \left(\sqrt{\frac{2r_f}{r_1 + r_2}} - 1 \right) + \sqrt{\frac{GM_T}{r_2}} \left(1 - \sqrt{\frac{2r_1}{r_1 + r_2}} \right). \quad (25)$$

Portanto, ΔV (25) é o incremento total da velocidade, para que seja realizada uma manobra de transferência (ARAÚJO, 2011; OLIVEIRA, 2018).

8.4 MANOBRAS DE MITIGAÇÃO

A expressão mitigar significa atenuar, enfraquecer, ou ainda, diminuir impacto ou possibilidade de risco em um projeto. Na Tecnologia Espacial, mitigação é uma ação humana que busca meios de reduzir ou neutralizar a colisão de um asteroide com a Terra e também reduzir a quantidade de detritos que orbitam em torno da Terra. Com respeito à colisão de asteroides, segundo pesquisas científicas, o maior evento astronômico dessa natureza ocorreu por volta de 65 milhões de anos atrás. A hipótese é que o impacto de um grande asteroide foi responsável pela extinção dos dinossauros (GALANTE et. al., 2016, p. 334). Nessa perspectiva, cabe o seguinte questionamento: será que outro evento de mesma proporção, ou maior, poderá se repetir, levando à extinção da humanidade? A possibilidade não está totalmente descartada e a resposta para essa pergunta não é trivial. Tudo isso são especulações. Mas, se a hipótese se confirmar? Se um NEO de dimensões superiores a 1 km de diâmetro atingir a Terra alterará a dinâmica do planeta, com provável possibilidade de extinguir a vida humana? As imagens fotográficas enviadas pelas sondas espaciais têm mostrado várias crateras existentes em alguns planetas e na Lua de tais eventos. (GALANTE, 2016).

Como já foi tratado aqui, as ameaças ao planeta não se restringem apenas aos provenientes de corpos naturais. Os procedentes da ação humana, os detritos espaciais também se constituem uma ameaça, assim como os NEO's, estes também requerem medidas de prevenção. Para detectar uma possível ameaça a Terra, quer seja de um detrito natural ou artificial, é necessário desenvolvimento de novas tecnologias, de sistemas de vigilância, de radares, telescópios e lasers (Jesus, 2018). O sistema de operação de risco no espaço é comumente coordenado por Space Situational Awareness – SSA. As informações da SSA sobre o ambiente espacial e os efeitos relacionados a atividades no espaço, são divididas em: direcionamento, rastreamento e caracterização dos objetos no espaço (sinais e emissões eletromagnéticas, radares e tratamento de imagens óticas); monitorização do clima espacial (relacionada às atividades do Sol) e previsão de ameaças (atualização de

catálogos, etc.) (Gomes, 2017). Baseado nos resultados dessas pesquisas, as agências espaciais têm discutido a elaboração de estratégias de defesa para prevenir o planeta de possíveis ameaças vinda do espaço, naturais e artificiais. Até o momento tem-se cogitado algumas possibilidades de defesas por mitigação. Vejamos algumas estratégias de mitigação:

1) A Defesa civil: Esta opção requer a previsão bastante antecipada e uma precisão razoável do local da queda do asteroide para evacuar o local, retirando as pessoas da região atingida. Mas, ela só será eficiente se as dimensões e a magnitude do impacto forem pequenas.

2) Empurrões-Lentos, ou Puxões-Lentos: Este método tem por finalidade desviar a rota do asteroide antes de colidir com o planeta. Este método também tem suas limitações, pois levaria muito tempo para se conseguir o resultado desejado e só é eficiente para corpos com diâmetro próximo de 100 m. A ideia é enviar uma nave de massa grande para interagir, gravitacionalmente, com o asteroide ao longo de um certo tempo. O objetivo é causar uma pequena deflexão na trajetória do asteroide, a fim de aumentar sua distância final do planeta Terra. Isto poderá acontecer atrasando ou acelerando o asteroide, devido à interação gravitacional com a nave. Outras técnicas podem ser usadas, como o uso da luz solar para desbastar o NEO, reduzindo sua massa entre outras.

3) Impacto cinético: Esta técnica consiste em enviar outro objeto em alta velocidade para impactar o asteroide e tentar mudar a sua rota. Esse método é eficaz para objetos de até meio quilômetro de diâmetro e também é necessário conhecer sua órbita com antecipação de muitos anos.

4) Explosão nuclear: Este recurso de defesa consiste em enviar um veículo espacial carregado com arsenal atômico (sonda, foguete, etc.) ao encontro do corpo e causar uma explosão atômica na sua superfície. Há algumas críticas sobre este método, pois a fragmentação de um asteroide em diversos pedaços poderá aumentar as possibilidades do número de impactos menores e seus pedaços poderão se reagrupar, formando novamente um corpo de grande tamanho. Estes foram algumas idealizações de projetos visando defender a Terra de colisões médias de detritos naturais (JESUS, 2018).

Quanto à mitigação de detritos espaciais, naturais ou artificiais, a eficiência dos mecanismos de defesa depende dos recursos tecnológicos, mas

também das políticas internacionais de cada Estado no controle de emissão e produção do lixo espacial. Tais esforços têm elaborado estratégias de mitigação *Latu Sensu* e *Stricto Sensu*. A mitigação *Latu Sensu* se desmembra em três categorias, cada uma tratando de um aspecto: limitação de criação de novos detritos (mitigação *stricto sensu*), endereçar os detritos já existentes nas órbitas (remoção ativa de detritos) e minimizar os impactos dos detritos já existentes nas atividades espaciais (gestão de tráfego aéreo). A mitigação *Stricto Sensu* limita-se a propor diretrizes que diminuam a criação de novos detritos pelas atividades humanas no espaço. Segundo o relatório do Estudo de Risco Tecnológico, atualmente, ainda não existe qualquer documento formal internacional definindo as providências a serem tomadas sobre os detritos e não existem perspectivas para sua elaboração. Existem linhas de orientação e diretrizes aprovadas por diversas entidades. As diretrizes contam com a participação de diversas instituições internacionais (Inter-Agências de Detritos Espaciais, Escritório para os Assuntos do Espaço Exterior, ESA, entre outras) e consta também de códigos de condutas, controle, método de minimização, etc. (GOMES, 2017).

Das estratégias apresentadas até o momento, apenas uma foi testada: o impacto cinético. Os demais ainda estão em fase de desenvolvimento. Os cientistas fazem simulações computacionais para prever a eficiência dos resultados desses métodos, para seu uso eficiente. Qualquer um desses recursos só terá eficiência se também, concomitantemente, houver um bom sistema de vigilância espacial, para detectar o asteroide ameaçador com boa margem de antecedência. Além disso, não há tecnologia de propulsão eficiente para alcançar objetos potencialmente destrutivos (tamanhos maiores do que 1 km), que se encontram muito longe e que necessitam ser alcançados em distâncias muito grandes, antes de entrarem na esfera de influência da Terra (JESUS, 2018; GOMES, 2017).

8.5 MANOBRA DE REENTRADA E FORÇA AERODINÂMICA

A reentrada de um veículo espacial pode ser natural ou controlada. A natural é quando o corpo naturalmente perde altitude e velocidade. Nesta situação a componente de arrasto da força aerodinâmica reduz, gradualmente, a velocidade do corpo, tentando tornar a trajetória circular. A controlada depende de um planejamento adequado, pois é desejável que sua queda seja direcionada

para locais não habitados, de modo a evitar que os resíduos causem acidentes ao atingirem o solo. Quando se pretende preservar o veículo para reutilizá-lo em novas missões, a dinâmica do mesmo deve atender a certas condições físicas, para que ele não encandeça e não haja perdas materiais e/ou humanas. Geralmente, as regiões escolhidas para o descarte desses corpos são os oceanos com menor fluxo de transporte marítimo.

Para manter um corpo qualquer em órbita ao redor da Terra é necessário controlá-lo e superar as diversas forças atuantes sobre ele. Por exemplo, os veículos espaciais que entendemos aqui como satélites, os telescópios espaciais, as estações espaciais, etc., que estão sujeitos a perturbações de forças com intensidades variadas de longo e pequeno período. Considere as observações sobre as forças mais significativas que acontecem na dinâmica de um corpo num ambiente de atmosfera terrestre ou em torno da Terra:

a) Para se manter um corpo em órbita é necessário que sua altitude e sua velocidade estabeleçam o equilíbrio entre as forças da gravidade ($F_g = GMm/r^2$) e centrífuga¹⁷ ($F_c = mv^2/r$), onde r é a distância do centro da Terra até o centro de massa do satélite. O desequilíbrio destas forças causa a mudança de trajetória, a energia do sistema é a energia gravitacional e a cinética, caracterizada pela velocidade do satélite. Se a força gravitacional for maior, a velocidade aumenta e cai a altitude. Esse aumento da velocidade faz a força centrífuga superar a força da gravidade e a altitude é restabelecida. Quando o equilíbrio é oscilante a órbita é elíptica e quando o equilíbrio for completamente estável a órbita é circular.

b) Outras forças que agem sobre o satélite no espaço, perturbando a trajetória e aumentando ou diminuindo a velocidade, são as forças oriundas do Sol, isto é, a radiação solar. Esta força atua quando apresenta alguma componente do satélite no plano do Equador. Às vezes tenta deslocar o corpo na direção e sentido Sol – Terra.

c) A força aerodinâmica tenta frear o movimento do corpo, ou seja, diminuir a sua velocidade. Quanto mais densa é atmosfera e quanto maior a velocidade, maior a perturbação aerodinâmica. A mecânica dos fluidos é uma

¹⁷A discussão sobre a força centrífuga é bem complexa, por ser considerada força fictícia. Se tratando deste caso específico, tem-se a força gravitacional agindo sobre o satélite, atraindo-o para Terra, algum agente terá que agir no sentido oposto, considerando uma órbita circular a força que atua para fora do círculo é a centrífuga.

área da Física que se dedica a estudar o comportamento dos fluidos líquido e gasoso, no caso dos veículos espaciais que transitam na atmosfera, que é um fluido gasoso.

Verifica-se que os gases têm moléculas mais espaçadas do que os líquidos (muito mais que os sólidos). Isso lhe permite maior mobilidade, sendo facilmente deformados. Para estudar o comportamento aerodinâmico de um corpo imerso em um fluido são considerados vários aspectos: viscosidade desse fluido, escoamento, densidade, temperatura, velocidade do escoamento, etc. Em casos mais simples o fluido é considerado incompressível. De maneira simplificada a força aerodinâmica pode ser expressa matematicamente por:

$$F_A = \frac{1}{2} C_A \rho A V^2. \quad (26)$$

Onde C_A é o coeficiente de arrasto, ρ a densidade do ar, A a área da seção transversal do corpo e V a sua velocidade em relação à atmosfera.

Numa atmosfera com elevada densidade, quanto maior a velocidade, e a área de contato do veículo com o fluido, conseqüentemente, maior será a perturbação aerodinâmica, implicando em maior resistência ao deslocamento e maior consumo de energia. Esta experiência pode ser constatada colocando a mão fora da janela de um carro estacionado. Estando o carro parado, praticamente, não se percebe o contato do ar na mão, mas à medida em que o carro se desloca e aumenta a velocidade, é possível perceber a resistência do ar aumentando e empurrando a mão no sentido oposto. Se a mão estiver espalmada, expondo a face interna (côncava) em contato com o ar, a ação da resistência do ar será percebida com maior intensidade. A força aerodinâmica pode ser decomposta em arrasto, força de impedimento e sustentação. Ela age perpendicularmente em direção da velocidade.

8.6 MANOBRAS DE REENTRADA

Quando o veículo espacial entra na atmosfera são iniciadas as fases complexas da operação de reentrada. Seja o veículo tripulado, envolvendo vidas humanas ou não, a reentrada, por conseguinte, é uma das fases mais críticas de uma missão espacial. Dependendo da altitude, velocidade, as forças

perturbadoras as influências podem ser maiores ou menores, dependendo de sua natureza. Em altas altitudes a atmosfera é mais rarefeita; se a força agir por longo tempo no veículo, sua influência é bastante significativa. Tais efeitos são chamados de efeito perturbadores de longo período. Portanto, um satélite em órbita está sob influência de perturbações de pequena a alta intensidade. Os desvios de posição do satélite poderão conduzi-lo para posição de baixa altitude e atmosfera mais densas. A componente de arrasto da força aerodinâmica pode reduzir a velocidade do satélite e a energia total do sistema, conduzindo-o para atmosfera mais baixa. O conflito entre as forças de arrasto, força gravitacional e a força centrífuga podem levar o satélite a fazer uma trajetória de reentrada atmosférica natural. Para executar uma reentrada, aciona-se o mecanismo de controle orbital, constituído de sistemas de propulsores para compensar a energia perdida no arrasto. Os propulsores são usados a favor da força da gravidade ou de arrasto, induzindo o satélite para uma trajetória de reentrada, denominada reentrada controlada ou comandada.

As órbitas dos satélites podem ser planejadas para os limites de 90 a 39.000 km. Quanto menor a altitude, mais densa será a atmosfera e o corpo estará sujeito à componente da força aerodinâmica. Os corpos de baixa altitude estão sujeitos a retornar a Terra primeiro; os mais afastados, com altitudes mais elevadas, terão seu tempo de queda maior. Planejar a reentrada de um corpo espacial é uma tarefa bastante complexa.

A atmosfera em torno da Terra não é uniforme, como muitos poderiam acreditar, pois sofre deformações e a densidade atmosférica varia, quase que exponencialmente com a altitude. Na direção do movimento de translação da Terra, a atmosfera se comporta de maneira diferente que é a face iluminada. Essa heterogeneidade se dá em virtude do aumento do aquecimento, se expandindo nas laterais e se comprimindo na direção do Sol, em consequência do vento solar. O movimento de revolução do planeta também altera a atmosfera, comprimindo-a. Já no lado da sombra, região não iluminada, a atmosfera se contrai, pois a temperatura é menor. Assim como os oceanos, a Lua¹⁸ também atrai a atmosfera. Alguns estudos têm indicado que a atmosfera gira com a mesma velocidade da Terra. Conclui-se que a atmosfera terrestre tem sua

¹⁸ O produto educacional, Paradidático “Astronomia para a Educação Básica”, trata do tema força de maré causado pela Lua na Terra.

própria dinâmica. Para uma atividade de reentrada todas estas informações devem ser consideradas, entre outras. Fazendo uma analogia simplificada, um corpo espacial está para a atmosfera assim como uma embarcação está para as fortes ondas do mar.

Quando o objeto espacial (satélite ou detrito, meteoróide) perde velocidade em razão do efeito da atmosfera, o atrito do contato atmosférico implica em perda de energia cinética e esta perda se converte em calor, aumentando a temperatura da superfície. Se o corpo absorvesse toda energia térmica a temperatura do corpo se elevaria próximo dos 6.000 °C, mas a velocidade, a radiação térmica e a convecção contribuem para o resfriamento da superfície, equilibrando a temperatura. Essa relação termodinâmica é denominada de temperatura de estagnação.

A forma geométrica, a aerodinâmica ou propriedades térmicas do corpo influenciam na desaceleração dele. Tais características podem induzir a um coeficiente de arrasto elevado, resultando em grande força de arrasto. Esta desaceleração provoca esforços mecânicos, vibrações, forças cortantes, tensões, entre outros efeitos. Tais fenômenos ultrapassam os limites de intensidade e de tempo de exposição. Essa combinação da desaceleração e aquecimento, fragiliza a estrutura do corpo corroborando para a sua fragmentação. Os fragmentos têm perfis aerodinâmicos diversos. Na prática algumas partes do corpo, as mais resistentes, integralmente ou parcialmente, conseguem penetrar na atmosfera terrestre e atingir a sua superfície. Sua temperatura é próximo dos 200°C e com velocidade de ordem de 100 m/s. Assim, o corpo na reentrada sofre uma frenagem¹⁹ como efeito resultante, reduzindo sua velocidade em intensidade. Algumas peças de satélites que reentram são recuperáveis para ser reaproveitadas, tais como reservatório de combustível, módulo de alojamento de componentes eletrônico, etc. (GUDES; SOUZA; KUGA, 2007).

Os corpos preparados para reentrada são capazes de superar os limites de temperatura e esforços mecânicos, pois o perfil aerodinâmico é capaz de proporcionar trajetórias mais estáveis, com maior previsibilidade. As características do material empregado na fabricação dos veículos espaciais

¹⁹ Instante de retenção da velocidade ao entrar na atmosfera, (frangem: distância percorrida pelo automóvel após o acionamento dos freios.).

exercem influência significativa na preparação da reentrada. Por exemplo, o equilíbrio térmico na troca de calor é fundamental para impedir o superaquecimento e, assim, é possível uma desaceleração amenizada. Os corpos de reentrada têm sua superfície revestida de material ablativos²⁰, para suportar a ação do atrito intenso. Os materiais ablativos foram desenvolvidos pelas agências espaciais e são usados em veículos espaciais. Este tipo de material tem baixa condutividade térmica e calor específico elevado, resiste à erosão, dissipa energia térmica enquanto se degrada, resiste a choque térmico e tem alta resistência ao impacto (DA SILVA, 2009 p. 41).

A retirada de um corpo do espaço, no caso um veículo espacial, é tão complexa quanto colocá-lo e é uma atividade desenvolvida em diversas fases. Inicia-se com a trajetória de transferência; essa é a fase de condução do corpo para uma órbita que permita a condição de reentrada que envolve posição, velocidade e altitudes adequadas. Ao alcançar a altitude limite, ocorrerá o aquecimento e a desaceleração crítica. A reentrada, propriamente dita, ocorre após 115 km de altitude, região de deformidade da atmosfera. Dependendo das condições da reentrada o trajeto é composto por diversos perfis. A fragmentação se dá em consequência do tempo em que o corpo fica exposto à temperatura da desaceleração. A relação entre o tempo e o aumento da temperatura torna o material dos corpos maleável, ocasionando deformação. As superações dos limites da resistência dos materiais não são concomitantes, isto é, a fragmentação de algumas partes poderá ocorrer em instantes diferentes. Certas conexões se desprendem do corpo principal adquirindo trajetória característica e aerodinâmica própria. Nessa nova condição, estes pedaços estarão sujeitos a situações diversas e dependendo da rigidez do material, poderão se fragmentar ainda mais ou manter-se em tamanho considerável e atingir a superfície da Terra. Os corpos que não são retirados do espaço ou fragmentos das reentradas; eles se tornam detritos espaciais (GUEDES; SOUZA; KUGA, 2007).

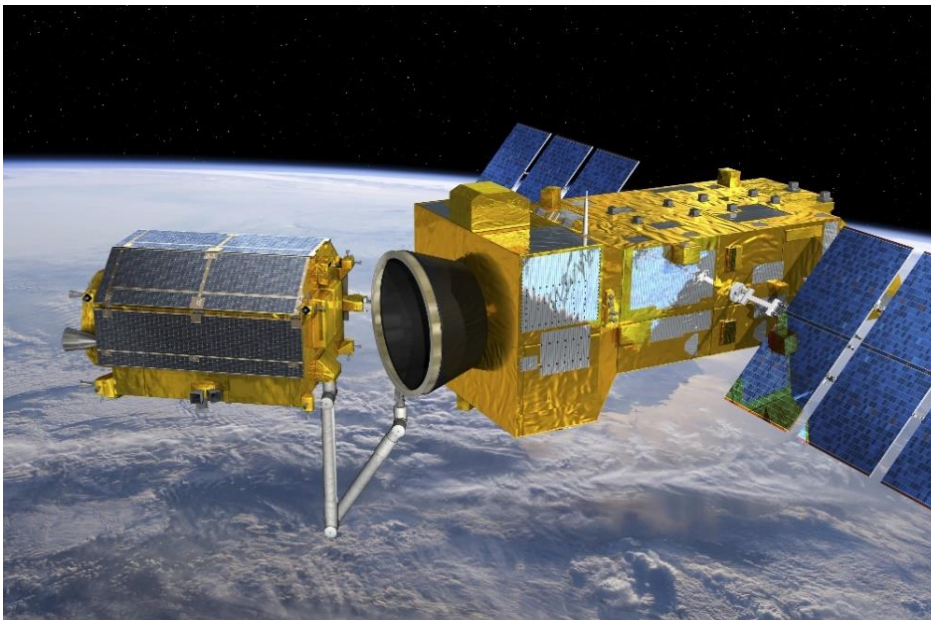
Atualmente, considera-se o fenômeno da reentrada de detritos espaciais sendo um fenômeno urbano, visto que em grandes centros o setor industrial está muito próximo das zonas urbanas. Muitas indústrias usam grandes tanques de combustível para a manutenção do seu maquinário ou mesmo na produção dos

²⁰ Materiais utilizada em proteção térmica de aeronaves espaciais ou armas de defesa.

seus insumos. Os detritos espaciais têm potencial para causar grandes acidentes, com possibilidade de danos fatais, caso colida em tanques de combustíveis. A colisão de um tanque de combustível de uma indústria com um detrito pode equivaler a um tiro de pistola no tanque.

Existem diversos projetos para implementação de manobras de “Space Clean”. Estes projetos visam (propõem) o envio de veículos rebocadores que possam capturar os detritos para altitudes de atuação do arrasto atmosférico. Tais manobras não são triviais, pois envolvem o risco de colisões do veículo rebocador com o próprio detrito a ser rebocado. Na página da Web, The Clean Space Blog (Blog do espaço limpo), tem noticiado alguns projetos em andamento da ESA, financiando pesquisas capazes de desenvolver tecnologias que consigam abordar, apreender e manipular naves espaciais em órbita, incluindo, também, a remoção ativa de detritos. A imagem da Figura 8.6.42 é a ilustração de um robô que está sendo desenvolvido pelo grupo de trabalho interno da ESA “e.Deorbit”, para remover um grande detrito que ela produziu.

Figura 8.6.42 – Projeto do robô de manutenção de veículo espacial e captura de detritos espacial (In Orbit Servicing Target Capture).



Fonte: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/07/In-Orbit_Servicing_Target_Capture

8.7 A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA ESPACIAL PARA A SOCIEDADE

O lixo espacial é uma assunto que tem despertado o interesse de diversos países. A princípio, quando foram lançados no espaço os primeiros satélites e as primeiras naves espaciais, a URSS e os EUA não presumiram quais os impactos ambientais e as transformações que causariam no entorno do Planeta. Apesar do inconveniente da poluição espacial, a tecnologia espacial tem contribuído bastante para o desenvolvimento de outras ciências, tais como, Medicina, Matemática, Física, Astrofísica, Ciência da Computação, etc. Economicamente vários benefícios são direcionados para a sociedade com a fabricação de inúmeros produtos oriundos missões espaciais. Diversos equipamentos são desenvolvidos para garantir a segurança e sobrevivência dos astronautas e sucesso da missão. Alguns exemplos destes são: frigideira de teflon, alimentos desidratados, fraldas descartáveis, etc. Área como a medicina também foi beneficiada, por exemplo, o marca-passo é um dos equipamentos oriundos da telemetria, que serviu para enviar sinais a longa distância, criado com a finalidade de monitorar os batimentos cardíacos dos astronautas.

As relevantes contribuições da Ciência e da tecnologia espacial não são percebidos pela sociedade, salvo quando é noticiada uma missão aeroespacial, realizada por alguma das agências espaciais: Roscosmos, NASA, ESA e CNSA²¹ e outras. A primeira impressão relevante que se tem, é de que o evento noticiado é uma atividade fim, restrita ao momento da missão espacial. Quase nunca se vê, claramente, a participação de outras áreas das ciências, a fim de que a missão seja exitosa, em todas as suas etapas de execução. As atividades espaciais envolvem a participação e desenvolvimento de áreas como: Matemática, Física, Biologia, Química, Medicina, Engenharias, dentre outras áreas. Uma infinidade de aspectos permeia uma expedição espacial, mas aos olhos dos não astronautas ou cientistas, isso ainda se faz obscuro. Os satélites artificiais, atualmente imprescindíveis à sociedade, os usuários não percebem que é uma tecnologia vinda das pesquisas espaciais.

Segundo o jornal Diário Nacional dos Estados Unidos, USA Today, das 25 melhores descobertas científicas, 09 foram desenvolvidas no espaço e 08

²¹ Roscosmos – Corporação Estatal de Atividades Espaciais, NASA – National Aeronautics and Space Administration, ESA – European Space Agency e CNSA – Administração Espacial Nacional da china.

delas pela NASA. Os países que fazem parte do consórcio de cooperação da ISS desenvolvem várias pesquisas que não podem ser desenvolvidas aqui na Terra, pois precisam de um ambiente sob micro gravidade para serem realizadas.

Este foi um breve relato referente ao desenvolvimento da Astronomia, que nasce do hábito cultural de observar os astros e evolui para uma das ciências mais importantes da atualidade. Desenvolveu várias tecnologias, aplicadas a às missões espaciais, que têm prestado grandes contribuições para a sociedade e englobando a participação de vários países. Os países que não participam desse nicho científico estão cientificamente defasados, visto que não desfrutam dos benefícios científicos e tecnológicos produzidos neste ambiente. Contudo, sofrem os impactos socioeconômicos, sendo obrigados a importar tecnologias essenciais ao desenvolvimento social.

9 PROJETO APLICADO NA ESCOLA

9.1 INTRODUÇÃO (FEIRA DE CIÊNCIA E ASTRONOMIA)

Realizamos na Escola Estadual Bertholdo Cirilo dos Reis uma Feira de Ciências com o propósito de difundir alguns conhecimentos de Astronomia. A Feira de Ciências e Astronomia tinha como finalidade expor algumas maquetes e painéis construídos pelos alunos da referida escola. Decidi realizar esta atividade, em virtude do surpreendente resultado referente ao levantamento prévio de conhecimentos em Astronomia que realizei nesta escola. Para iniciar minha intervenção elaborei dois questionários, com dez perguntas cada. Apliquei-os nas minhas turmas do primeiro ano do Ensino Médio, e convidei alguns professores para participar, sendo o convite prontamente aceito por alguns. Meu objetivo em usar esse instrumento era ter uma noção prévia dos conhecimentos em Astronomia Básica da comunidade escolar. Quando corriji o questionário esperava que o número de acertos dos alunos fosse melhor, posto que não eram cobrados conteúdos complexos, porém, ao corrigir as respostas dos professores fui surpreendido com o resultado, em razão dos acertos serem inferiores aos dos alunos, tomando como referência o mesmo conteúdo. Este resultado evidencia a constatação de alguns pesquisadores da educação, referente a falta de conhecimento de Astronomia Básica de alguns professores.

Este resultado me motivou a ampliar a minha pesquisa, acrescentando alguns assuntos de Astronomia Básica, ao perceber que o público discente da escola é carente dessas informações. Acredito que esta carência também ocorra em outras unidades escolares, pois poucos professores tiveram a disciplina Ensino de Astronomia em suas graduações. O artigo relata também como esses erros conceituais podem constituir-se em um relevante fator contribuinte para soluções de problemas neste processo de ensino e aprendizagem e apresenta breves reflexões, relacionando tais erros, direta ou indiretamente, com algumas concepções alternativas a respeito de conteúdos de Astronomia persistentes em alunos e professores. (...) Sabe-se que tais erros estão presentes não só nos livros didáticos, mas também nas concepções de alunos e dos próprios professores, muitas vezes ignorados por longo tempo (LANGHI; NARDI, 2007).

Diante do exposto, planejei uma ação que envolvesse alunos e professores, visando minorar a defasagem de saberes de Astronomia, através da pesquisa ação, desenvolvida pelos estudantes e, sucessivamente, da construção de novos diálogos e reflexões. Para tanto, organizei junto aos alunos uma Feira de Ciências e Astronomia, pois seria uma oportunidade para a comunidade escolar ter contato com algumas conhecimentos e conceitos

inusitados de Astronomia. Elaborei, também, um Produto Educacional, sob a forma de um Paradidático, com o título: “Astronomia para a Educação Básica”, servindo como subsídio, para os professores e interessados na temática poderem consultá-lo.

Os conteúdos pesquisados para elaborar esta Dissertação e o Paradidático, serviram para conduzir e fundamentar a exposição da Feira de Ciência e Astronomia como estratégia de ensino. Os conteúdos trabalhados foram Física, Astronomia, Astrofísica e Tecnologia Espacial. O referido evento foi uma maneira dos alunos demonstrarem os resultados de suas leituras, reflexões e interação entre as equipes, momento que envolveu a comunidade escolar na qual eu lecionava a disciplina Física. (Atividade esta que será posteriormente descrita na seção “Relato da Feira de Ciência e Astronomia”).

9.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE ENSINO (METODOLOGIA DE ENSINO)

Atividade que realizamos no Colégio Bertholdo Cirilo foi alicerçada na teoria do psicólogo e pedagogo Jerome Seymour Bruner (1915 – 2016), que foi professor da Universidade de Harvard University, New York University, New School for Social, entre outras, atuou na coordenação de grupo de pesquisa nas áreas de Psicologia, Pedagogia e Educação. Segundo ele, é possível ensinar qualquer assunto a uma pessoa em qualquer fase do seu desenvolvimento de maneira honesta, desde que sejam usadas técnicas de ensino adequadas. Tomando por base a afirmação de Bruner, é possível introduzir conteúdos de Astronomia nas diversas fases de aprendizagem. O teórico observou em suas pesquisas que cada indivíduo assimila informações em tempos e ritmos diferentes, de acordo com suas potencialidades e capacidades. É evidente que o professor deve ser um mediador sensível para possibilitar as condições cada vez mais favoráveis, mediante a realidade do educando (MARQUES; MOREIRA, 1999).

A fim de estimular o desenvolvimento de uma atividade de ensino-aprendizagem, temos a necessidade de adotar uma metodologia de ensino adequada, capaz de aproximar o educado do conhecimento. O leque de opções de metodologias da educação é amplo, assim sendo, não é fácil optar por uma em detrimento da diversidade disponível. As teorias da educação têm como

questão relevante desenvolver métodos para o educador desenvolver estratégia capaz de auxiliar o educando a aprender, de forma plena, com menor dificuldade possível, formando um indivíduo consciente do saber e emocionalmente equilibrado. Algumas teorias propõem estratégias capazes de disseminar o conhecimento científico, considerando a realidade cultural do aluno; pautado neste princípio, optei pela teoria de Jerome S. Bruner para embasar este trabalho.

O Bruner argumenta em sua teoria que o ensino se dá por descoberta, pois o sujeito deve estar envolvido, constantemente, na elaboração do seu aprendizado, desse modo, é pertinente explorar as potencialidades dos estudantes usando técnicas pedagógicas adequadas, que considere o meio no qual o estudante está inserido. Sua proposta influenciou no planejamento e na orientação das ações realizadas neste Projeto, visto que levei em consideração a realidade dos alunos, sendo em sua maioria economicamente carentes, muitas vezes desprovidos de instrumentos de pesquisa e estímulo para a sua realização. A construção das maquetes produzidas e exibidas na Feira de Ciência e Astronomia por eles, só foi possível porque aproveitamos materiais recicláveis ou de baixo custo, acessíveis a sua realidade financeira, adequando-os ao contexto de sua experiência cultural. No que tange a influência e potencialidade destes estudantes, considerei o fato que alguns, prematuramente, já desenvolvem hábitos de construir ou reformar seus próprios brinquedos, à vista disso, aproveitei tais competências e habilidades para usá-las na confecção das peças de exposição. Neste sentido a teoria de Bruner torna-se pertinente, dado que ela reforça a ideia que o educando é capaz de organizar diferentes modos de representação da realidade, utilizando as técnicas do seu contexto cultural (MARQUES; FILIPPI; BORTOLINI; HANEL DIAS, 2012).

A Astronomia é uma área do conhecimento que tem a vantagem de incorporar diversas áreas correlatas do conhecimento, tais como: Astronomia de Posição, Astronáutica, Cosmologia, Astrofísica, Astrobiologia, Mecânica Celeste, Tecnologia Espacial, etc., a sua diversidade de conhecimento estabelece vínculos de multidisciplinaridade com outras áreas do conhecimento, como por exemplo: Física, Química, Geografia, Matemática, Biologia, dentre outras. A teoria de Bruner foi desenvolvida tendo como meta a reforma do ensino das disciplinas de Ciência da Natureza e Matemática, na segunda metade do

século XX, no contexto da Guerra Fria. Ele foi um importante teórico da aprendizagem, do currículo, da pedagogia e da antropologia, influenciou os EUA e a Europa, sua teoria impactou na reforma curricular de Ciências e de Matemática, das Escolas Básica e Secundária norte americana, nas décadas de 60, 70 e 80. Sua atuação coincidiu com os fatos envolvendo a corrida espacial, no período da Guerra Fria. Alguns dessas reformas foram exportadas para países de América do Sul, incluindo o Brasil, por exemplo. O ensino de Física foi influenciado pelo Projeto Harvard com a introdução dos PSSC (Physical Science Study Committee), classificado por Marcos A. Moreira de paradigma dos projetos (PENA, 2012; MARQUES).

A construção do saber em Astronomia pode ser realizada por diversas abordagens. Os temas podem ser trabalhados por meio de: pesquisas em livros, internet, leituras em artigos científicos, exibição e produção de vídeos, construção de maquetes, realização de oficinas, observação do Universo, etc. Durante uma aula expositiva dialogada, onde os discentes também puderam sugerir e opinar, eles foram orientados e incentivados a pesquisarem em diversas fontes possíveis, para adquirir as informações relacionadas às atividades propostas, era uma tática para introduzi-los na iniciação da pesquisa científica. Este incentivo é importante para os estudantes construírem uma cultura científica, nesta perspectiva, são encorajados a serem agentes e construtores de seu próprio conhecimento. A sua curiosidade, portanto, foi instigada, para que eles descobrissem o próprio potencial. As atividades foram supervisionadas e orientadas por mim. Sempre que necessário houve intervenção na condução do processo. Esta estratégia está em plena, em harmonia com a teoria descrita acima, posto que:

Bruner, portanto, enfatiza aprendizagem por descoberta, porém de maneira “dirigida”, de modo que a exploração de alternativas, não seja caótico ou cause confusão e angústia no aluno. Se por um lado um guia de laboratório ou um roteiro de estudo, por exemplo, não deve ser do tipo receita de cozinha, por outro, não deve também ser totalmente desestruturado deixando o aluno “perdido”. (MOREIRA, p. 87).

A dinâmica social tem exigido cada vez mais pessoas cultas cientificamente. Logo, é importante que o aluno construa sua cultura científica. A Astronomia sempre desperta o interesse do estudante, pois quando ele é atraído pelo assunto e motivado, poderá ser o próprio agente da construção do seu conhecimento, evidenciando uma autonomia intelectual. Na condição de

professor fui o agente mediador e supervisor das atividades desenvolvidas, sempre que necessário sugerindo saídas para superar as dificuldades que surgiram durante as etapas, em todas as oportunidades, quando fui solicitado esclarecia as dúvidas ou indicava novas alternativas. (MOREIRA 1999).

A construção de maquetes, experimentos, cartazes, etc., foi um exercício prático e oportuno, para os estudantes praticarem os conhecimentos adquiridos nas pesquisas bibliográficas. Esta atividade foi desafiadora, pois os alunos tiveram a oportunidade de confrontar as reflexões obtidas nas teorias. O êxito da realização foi motivador e os possíveis erros não foram desprezados, serviram como incentivos e experiências para outras tentativas, no futuro, posto que os objetivos propostos no Projeto foram alcançados.

A teoria do desenvolvimento intelectual de Bruner diz que a linguagem tem papel amplificador das competências cognitivas da criança, tendo sua eficiência tanto rápido quanto mais rico e estimulante for o meio cultural em que ela estiver inserida; assim sendo, o quanto antes o aluno tiver a oportunidade de discutir temas científicos relevantes em sua formação escolar, a sua cultura científica irá se consolidando, principalmente, caso o ambiente escolar lhe seja favorável nos aspectos acima citados.

Os temas relacionados à Astronomia e à tecnologia espacial poderão ser abordados em várias séries do Ensino Médio, devido à riqueza dos conteúdos, com espaço ainda para abordar tópicos da História e Filosofia da Ciência. São várias as possibilidades de abordagem para discussão, tais como: História da Astronomia e História da Corrida Espacial. Nas aulas de Mecânica Clássica é possível abordar, bem como analisar as leis de Kepler, as influências do movimento da Terra em relação ao Sol, a lei da gravitação universal, velocidade de escape da Terra, as estações do ano, a influência da Lua e do Sol nas marés, monitoramento das rotas dos meteoroides ou dos asteroides e com possibilidade de colisão com a Terra e a ciência envolvendo os veículos espaciais.

Nesta mesma perspectiva incluem-se estudos sobre os perigos dos detritos espaciais, a contribuição dos satélites artificiais nos meios de comunicação, no monitoramento de queimadas, fenômenos climatológicos, segurança militar, entre outras informações. Além disso, podemos abordar as atuais tecnologias espaciais disponíveis e as implicações para colocar um

veículo espacial em órbita, então, será discutida a contribuição da Dinâmica Orbital, como ferramenta de extrema relevância nas atividades espaciais.

As aulas de Termodinâmica e de Calorimetria são ótimas oportunidades para estudar os assuntos relacionados à Astrofísica Estelar e introduzir a discussão sobre a Classificação das Estrelas, por meio de sua temperatura e também do fenômeno da Reentrada na atmosfera terrestre. Nas aulas de Óptica podemos abordar o brilho e a massa das estrelas, causas da intermitência, constituição química e classificação no diagrama HR. Discutir a importância da estrela mais próxima da Terra, o Sol e a sua fundamental importância para existência da vida.

Estudar os efeitos da radiação solar (benefícios e implicações para a saúde), são assuntos essenciais à prevenção de alguns tipos de doenças. Outro tema relevante a ser estudado é a composição da matéria constituintes de alguns corpos celestes, como por exemplo, os planetas rochosos, os planetas jovianos, os meteoroides, os cometas e os asteroides. Nas aulas de Eletromagnetismo podem ser introduzido assuntos relacionados ao campo magnético da Terra, como: o vento solar, a magnetosfera e sua influência para a vida e funcionamento dos aparelhos eletrônicos na Terra, as partículas radioativas, o Cinturão de Van Allen, a Aurora Boreal, a força de pressão de radiação solar sobre veículo espacial e o funcionamento da propulsão plasma dos satélite mais modernos, etc. E nas discussões sobre preservação do meio ambiente, é pertinente fazer uma reflexão sobre os detritos espaciais artificial, que é uma categoria de poluição procedente da exploração espacial e tem sido uma preocupação de alguns países.

Segundo as concepções de Bruner, durante o desenvolvimento do conhecimento a criança deve participar ativamente do seu processo de aprendizagem. Portanto, incentivei os estudantes a pesquisarem para que adquirissem conhecimentos científicos e propus atividades de manipulação de materiais educativos, construindo objetos representativos de alguns equipamentos da tecnologia espacial. Na condição de professor eu estava oferecendo oportunidade para eles exercitarem sua criatividade e também era um desafio, pois a partir das respostas dadas no questionário, presumi que estas seriam as primeiras atividades envolvendo conhecimento de Astronomia. À luz da teoria de Bruner os alunos estavam realizando uma das transições cognitivas,

se desprendendo da memória visual e se apropriando da linguagem simbólica, de caráter abstrato (segunda e terceira fase do desenvolvimento cognitivo desta teoria). A construção das maquetes e dos cartazes pelos alunos foram ações que eles realizaram visando atingir estes objetivos.

A Feira de Ciência e Astronomia foi o momento culminante, onde eles exercitaram sua linguagem simbólica adquirida durante as pesquisas, construindo os artefatos que foram exibidos no dia da exposição. Bruner diz ainda que: somos frutos do nosso contexto social, o ensino-aprendizagem evolui quando o sujeito é um agente ativo desta construção. Ele enfatiza o uso da linguagem como o principal meio simbólico de representar a realidade, tanto do ponto de vista concreto como abstrato.

A realização do evento foi um período de desafio para os estudantes e também para mim, como mediador do processo. Foi um momento importante e desafiador, visto que, seria o momento deles demonstrarem os conhecimentos adquiridos em suas pesquisas pois teriam que se colocar perante a curiosidade dos visitantes, por outro lado, eu também estava sendo avaliado e também me questionando, se havia alcançado os objetivos planejados. Estávamos realizando um evento para um público heterogêneo, docentes (meus colegas) e discentes (colegas deles), momento de tensão e responsabilidade, uma vez que, os assuntos diluídos na exposição para alguns dos visitantes era novo e conseqüentemente, suscitaria perguntas para os expositores. Nesse contexto estávamos sendo avaliados por todos visitantes, eles também se auto avaliavam, pois o espírito competitivo os motivavam a se destacarem. Neste sentido, segundo, Bruner é natural que os indivíduos tenham desejo recíproco de responder e operar com os outros, e de narrar o relato de suas próprias experiências, para atingir objetivos comuns. Os resultados alcançados na feira foram frutos dos diversos debates e das atividades realizadas na classe e extra classe (MARQUES; FILIPPI; BORTOLINI; HANEL DIAS, 2012).

Para que as discussões fossem fomentadas, foi fundamental a minha presença como professor, eu estava comprometido em disseminar os conhecimentos pertinentes à Física, Astronomia e temas correlatos. Estimulei os alunos e provoquei momentos de reflexão sobre tais assuntos e criei oportunidade, para que eles se tornem multiplicadores, popularizando os

conhecimentos de Astronomia e outros conhecimentos científicos, no contexto de sua comunidade.

Como já fora mencionado, a Astronomia é uma ciência interdisciplinar, com possibilidade de dialogar com outras áreas do conhecimento e ser difundida mediante atividades em classe e extraclasse, como por exemplo, museus, feiras científicas, eventos educacionais, em ambientes populares, etc. Portanto, os conhecimentos de Astronomia podem ser popularizados, inclusive, por meio de projetos educativos e científicos na comunidade na qual a escola está inserida.

10 RELATO DA FEIRA DE CIÊNCIA E ASTRONOMIA

10.1 INTRODUÇÃO

Os Mestrados Profissionais têm como objetivo principal a transferência imediata dos conhecimentos científicos, assimilados no processo de estudos e no decorrer de sua conclusão, para o mercado de trabalho e para a sociedade em geral. No caso dos Mestrados Profissionais da Área de Ensino, alguns dos ambientes para essa transferência de conhecimentos são as instituições educacionais, em geral. Habitualmente, os professores mestrandos exercitam os conhecimentos adquiridos nas escolas onde são docentes. Uma das propostas do Programa deste Mestrado é desenvolver atividades pedagógicas de Astronomia e/ou tecnologia espacial na unidade escolar.

Figura 10.1.43 – Faixada do Colégio Bertholdo, unidade escolar onde foi realizada a Feira de Ciência e Astronomia, do Programa da Pós-Graduação em Astronomia Mestrado Profissional.



Fonte: dos arquivos do autor.

A atividade relatada faz parte de uma das etapas do programa do curso da Pós-Graduação em Astronomia: Mestrado Profissional, da Universidade de

Feira de Santana – UEFS, realizada no Colégio Estadual Democrático Bertholdo Cirilo dos Reis (veja a Figura 10.1.43), localizado no bairro de São João do Cabrito, Salvador, Bahia. O tema da referida atividade foi: “Feira de Ciência e Astronomia”.

Para o sucesso desta atividade, contei com a colaboração de vários membros da comunidade escolar. Por esta razão, agradeço o empenho dos alunos que participaram da construção e/ou visitaram a feira. Sou grato à colaboração da direção, coordenação pedagógica e funcionários, sobretudo pelo apoio e incentivo dos meus colegas. Todos foram importantes, cada um, contribuindo a sua maneira, para que esta atividade tivesse êxito. Saliento também a importância dos visitantes, que nos prestigiaram, com suas presenças, em nossa Feira e com suas dúvidas em Astronomia, sendo algumas, prontamente, esclarecidas pelos organizadores.

10.2 PROPOSTA DA ATIVIDADE AOS ALUNOS (METODOLOGIA DE ENSINO)

Segundo Jerome S. Bruner, qualquer assunto pode ser ensinado a qualquer criança em qualquer idade, desde que apresente os conteúdos ajustados ao desenvolvimento intelectual do educando. A teoria de Bruner é conhecida pelo “método da descoberta e currículo em espiral”. Baseado na proposta teórica deste cientista da educação, iniciei minha abordagem com os assuntos de Astronomia, de forma descontraída, tentando despertar a curiosidade da turma (MARQUES; MOREIRA, 1999).

Introduzi os primeiros tópicos com perguntas, como: “Qual tempo necessário para a luz, partindo da superfície do Sol, demoraria para chegar até Terra?” Ao fazê-la aproveitei também para fazer comparações entre o tamanho em volume do Sol, da Terra e da Lua. Se eles tinham alguma ideia, dentre estes corpos qual seria maior ou menor deles. Em outro momento, aproveitei e exibi um documentário de Astronomia para reforçar e atrair a atenção de alguns alunos.

Inicialmente, a minha pretensão era preparar os alunos para participarem da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), de 2019. E essa seria a primeira participação da escola, nesses eventos. Porém, quando tive acesso às provas das olimpíadas passadas,

percebi que não haveria tempo suficiente para treinar os alunos até a data da prova da OBA do referido ano, dado que as datas são agendadas para o início do ano, no caso em questão, seria no mês de maio. A princípio, considerei o nível da prova alto para minhas turmas, em se tratando de alunos do Primeiro Ano do Ensino Médio, que nunca possuíram (ou tiveram pouco), contato com os conteúdos de Astronomia.

O início do ano letivo é sempre acompanhado de diversas demandas, que alteram a programação e repercutem no calendário escolar, especialmente nas escolas públicas. O início oficial do ano letivo de 2019, foi 11 de fevereiro, mas no primeiro e no segundo mês, houve diversos ajustes como, por exemplo, jornada pedagógica, recesso de carnaval, entre outros. Esses imprevistos interferem na quantidade de dias letivos. Diante desta realidade, optei por readaptar o meu miniprojeto que havia entregue à direção, e planejei outra ação, pois não haveria tempo suficiente para preparar os alunos. Preferi realizar uma Feira de Ciência e Astronomia, onde os estudantes construiriam algumas maquetes e cartazes, apresentando-os numa exposição no Auditório do Colégio.

Depois desta decisão, realizei minhas primeiras abordagens com as turmas, comentando acerca do evento que eu pretendia realizar em conjunto. Iniciei conversando informalmente. Falei sobre a dinâmica das universidades, dos cursos de Graduação e Pós-Graduação, profissão e mercado de trabalho. Perguntei se eles sabiam ou se entendiam a respeito. Neste momento, aproveitei para dizer que eu estava fazendo uma Pós, que pretendia desenvolver uma atividade na escola, gostaria de contar com a colaboração e a participação deles.

Geralmente, os alunos só se interessam por atividades que são pontuadas, isto é, que resultem em possibilidades deles melhorarem suas notas. Depois da minha abordagem, logo veio a pergunta deles: “vale ponto professor?” De imediato, eu não confirmei e também não descartei a possibilidade de pontuar. Prometi que conversaríamos sobre o assunto depois, mas sem firmar compromisso. Usei essa estratégia para conquistar primeiro os mais interessados em Astronomia e os mais comprometidos, neste sentido, inicialmente voltei minha atenção para aqueles que demonstraram curiosidade, nessa primeira abordagem, mas meu foco era obter atração de todos, direta ou indiretamente.

O estudo dos conteúdos de Astronomia foram iniciados por meio de diálogos descontraídos, com a descrição superficial da proposta do evento, em seguida, evoluímos para exposição de vídeos e aulas expositivas. Para otimizar o tempo ao máximo possível, várias atividades foram realizadas, fora dos horários das aulas do calendário oficial. Mesmo extraclasse, algumas atividades eu acompanhei presencialmente e a outras eles tomavam suas decisões por meio de reuniões e encontros das equipes, realizavam as tarefas, e me informavam por meio de relatório (vide modelo no apêndice), pois segundo o Bruner, o professor é o mediador de conflitos epistemológicos e deve organizar os roteiros a serem seguidos.

Conforme citado, anteriormente, para desenvolver a dinâmica das atividades tomei por base as orientações apresentadas nas propostas de Bruner, dentre elas: “currículo em espiral”²². Tomando como orientação tais instruções, parti inicialmente dos conteúdos mais simples e fui ampliando para alguns assuntos com um nível maior de complexidade. Esclarecendo as dúvidas, durante as exposições dialogadas, ou sugerindo revisões em suas pesquisas, nesse sentido posso afirmar que utilizei a teoria de ensino de Bruner, em todas as etapas do Projeto, culminando com a exposição das maquetes produzidas pelos alunos.

Segundo Bruner, a motivação e a prática em laboratório, são elementos bastante importantes para o ensino-aprendizagem, porém como ele mesmo diz, as condições sociais e culturais do educando devem ser consideradas. A disponibilidade de laboratório não condiz com a realidade da escola pública, sendo necessária a habilidade do improviso. Neste sentido, o nosso diferencial foi construir as maquetes que foram expostas (vide foto na conclusão) aproveitando os recursos disponíveis no momento, neste sentido, estávamos valorizando e aproveitando a condições sociais disponíveis dos alunos. A realização da Feira de Ciência e Astronomia foi o resultado obtido desta motivação, esforço e aprendizado dos alunos. Bruner afirma ainda que a colaboração e a cultura são realidades a serem confrontadas (FILIPPI; BORTOLINI; HANEL DIAS, 2012).

²² Currículo em espiral é uma expressão da Teoria ensino aprendizagem de Jerome S. Bruner, onde o professor apresenta os conteúdos iniciando pelos assuntos mais simples e ampliando o nível de complexidade a medida que o estudante desenvolve seu aprendizado.

10.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS DISCENTES E ANÁLISE

Antes de aplicar o questionário, fiz uma abordagem inicial sobre Astronomia, com alguns questionamentos, propondo as seguintes intervenções pedagógicas: solicitei que os alunos desenhassem uma estrela. Conforme a concepção empírica, que é popularizada naturalmente, eles desenharam a estrela com ponta. Perguntei que tipo de astro era o Sol, quase que as respostas foram unânimes: “eles responderam que era uma estrela”. “Eu perguntei então, se o Sol é uma estrela onde estão suas pontas, tal como foi vocês desenharam para as outras estrelas?” Aproveitei este momento de conflito epistemológico e pedi que eles respondessem a um questionário, com perguntas da área de Astronomia. O questionário era constituído de nove questões objetivas, de cinco alternativas, sendo uma única verdadeira. A décima questão era uma pergunta dissertativa, envolvendo cálculo. O modelo da atividade está no Apêndice D.

Os assuntos dos quais tratava o questionário foram referentes aos fenômenos astronômicos do cotidiano, que supostamente alunos do Primeiro Ano do Ensino Médio deveriam saber; por exemplo, a diferença entre astros luminosos e iluminados, o nome da estrela mais próxima da Terra. Eu queria me certificar se havia algum aluno que não sabia que o Sol é uma estrela. O objetivo do questionário era obter uma visão prévia dos conhecimentos de Astronomia dos alunos. Ao saber do seu nível de conhecimento, seria importante e me ajudaria na seleção dos materiais de apoio que eu pretendia usar e indicar, para as turmas pesquisarem. Já que, eu pretendia usar a teoria de Bruner, cuja ideia é apresentar os conteúdos diversas vezes, em diferentes abordagens, iniciando por conteúdos mais simples; e aprofundar, no decorrer do processo, o que ele chamou de processo por descoberta, exploração de alternativas, “currículo em espiral”, valorizar a experiência. A teoria de Bruner foi propícia para eu abordar os conteúdos das Ciências Naturais pois, de um modo geral, os discentes necessitam de diferentes abordagens para que eles possam alcançar a aprendizagem dos conteúdos. Responderam ao questionário um total de 129 alunos, distribuídos em sete turmas (seis turmas de 1º Ano: A, B, C, D, E, F, e uma de 2º Ano Tec. de ADM.), que (MARQUES).

O resultado do questionário está expresso na Tabela 12. 3.4. A média das notas, foram de zero a 6,0 e 7,0, ou mais, como o questionário tinha dez questões, então, 63 alunos acertaram até 60% das questões, o restante acima de 70% de acertos, nenhum aluno conseguiu 100% de acerto²³. Segue inclusa, na tabela específica, a quantidade de acertos por questões. O resultado desse pré-teste pode não expressar, com exatidão, os conhecimentos prévios da turma em Astronomia, visto que os alunos estão habituados a valorizar, quantitativamente, os acertos, ou seja, a quantidade de proposições verdadeiras. O fato deles serem orientados, de que a atividade era individual e que deveria respondê-la, tomando por base os conhecimentos prévios, para eu saber o seu nível de conhecimento, eles não se continham e tentavam consultar os colegas ou acessar a internet, pelo celular. Este é um ato quase habitual, dos estudantes, eles querem acertar o máximo de questões, pois estão condicionados a valorizar a quantidade de acertos, ao invés do conhecimento. Quando percebia tal prática, tentava contê-los, mas o resultado foi suficiente para eu saber quais materiais deveria selecionar para eles pesquisarem.

Os assuntos do questionário abrangiam três eixos temáticos: localização, identificação e características de alguns corpos celestes. Conforme a relação das questões abaixo, os conteúdos abordados foram:

- ✓ Da 1ª, 2ª, 3ª e 5ª questões 62% dos alunos acertaram. Abordagem: identificação e localização dos planetas, do Sol e da Lua no Sistema Solar.
- ✓ A 4ª questão 7,75% dos alunos acertaram. Abordagem: identificação de corpos luminosos e iluminados.
- ✓ A 7ª questão 10,9% dos alunos acertaram. Abordagem: distância da Lua em relação a Terra.
- ✓ As 6ª, 8ª e 9ª questões 71,3% acertaram. Abordagem: Posicionamento e identificação dos corpos celestes, os iluminados e luminosos, e eclipse.
- ✓ A 10ª questão foi uma aplicação de matemática, não houve acerto. A maioria dos alunos têm dificuldade para interpretar problemas, de organizar de forma lógica as informações das questões e pouca

²³ A decima questão era uma questão dissertativa envolvendo cálculo.

habilidade na resolução de problemas envolvendo aplicação de matemática.

Tabela 10.3.4 – Resultado do questionário (teste de sondagem) aplicado nas turmas: nota, nome das turmas, quantidade acertos e número de alunos.

Turmas Série	Total de Alunos*	Alunos**		Quantidade de certos das questões			
		$N \leq 6$	$N \geq 7$	1º, 2º, 3º e 5º	4º	7º	6º, 8º e 9º
1º A	24	04	20	22	02	01	20
1º B	26	19	07	16	01	02	15
1º C	22	08	14	12	0	01	18
1º E	09	08	01	03	01	0	08
1º F	17	06	11	04	01	04	10
1º D	17	14	03	10	01	0	09
2º ADM	14	04	10	13	04	06	12
Total	129	63	66	80	10	14	92

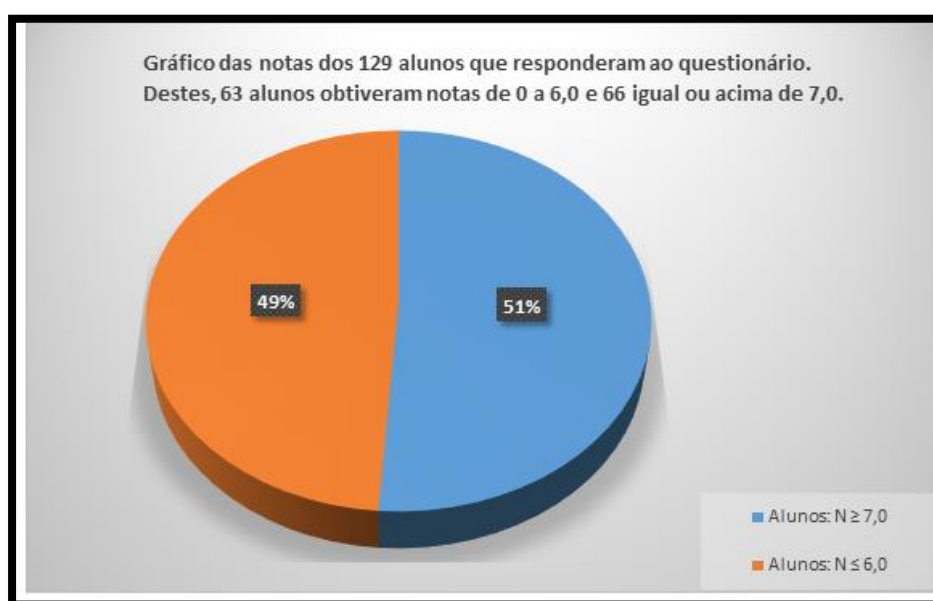
*Quantidade de alunos que responderam ao questionário.

**Quantidade de alunos, por médias de nota, de cada turma.

Fonte: dos arquivos do próprio autor.

Em termos gerais; 48,8% dos alunos acertaram até 6.0 questões, e 51,2% de 7.0 a 9.0 questões, conforme demonstra o gráfico da Figura 10.3.44. Admitindo que esses dados expressam mais ou menos os conhecimentos dos alunos em Astronomia, neste caso, os alunos do Ensino Médio não conseguiram relacionar alguns conteúdos de Astronomia, aprendidos nas aulas de Geografia que tiveram no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental.

Figura 10.3.44 – Gráfico com o percentual de acertos dos 129 alunos que responderam o questionário.



Fonte: dos arquivos do autor.

O instrumento usado para averiguar os conhecimentos dos alunos (um questionário com questões e respostas objetivas) oferece ampla probabilidade de falha, pois os alunos podem acertar as alternativas verdadeiras no “chute”. A falha se acentua quando a sala de aula tem um número significativo de alunos e a atividade é realizada apenas uma única vez. Escolhi esse método de sondagem e o apliquei, visto que otimizaria o tempo, dentro da programação do ano letivo, que já é bastante diminuto.

Para perceber se os alunos tiveram contato com os conteúdos de Astronomia, no Ensino Fundamental, procurei saber quem foram os professores (ou professoras) do ciclo. Posteriormente, selecionei três livros do Ensino fundamental II, adotados no Colégio Bertholdo. Dois livros de Ciências do 9º ano; Ciências Vida & Universo, editora FTD, 2018. O segundo livro; Apoema Ciências, Editora Brasil 2018 e um de Geografia do 6º ano, o último; Vontade de Saber Geografia, Editora Quinteto. Na breve pesquisa que eu fiz sobre os conteúdos dos referidos livros constatei que havia alguns tópicos de Astronomia, de forma bem superficial, porém os conteúdos estavam atualizados. Por exemplo, o livro tinha imagem dos cinturões de asteroides e no texto constava a nova relação dos planetas do Sistema Solar (oito) e os cinco planetas anões. Eu considero que um docente com conhecimento de Astronomia e auxiliado por materiais de outras fontes, poderá ministrar aulas com qualidade usando tais livros. Suas capas seguem expostas na Figura 10.3.45.

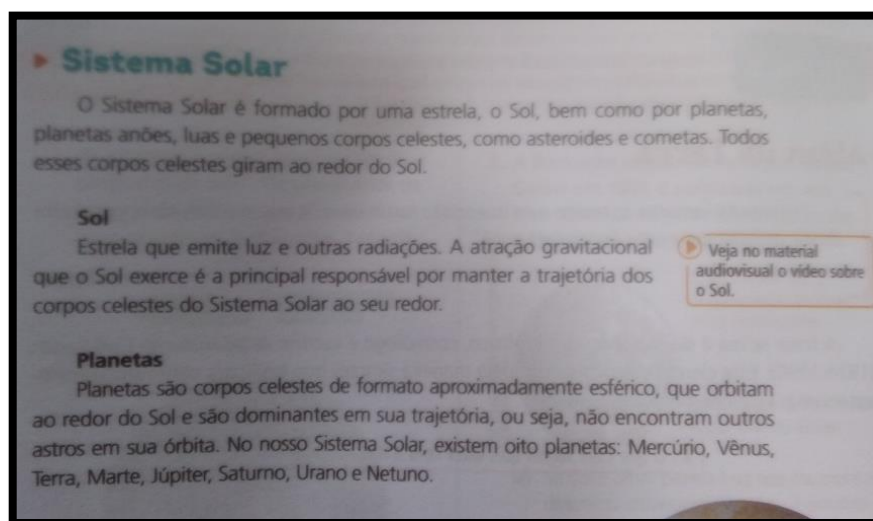
A pesquisa que fiz nestes livros não tinha o objetivo de analisar os conceitos textuais de Astronomia, porém nesta breve observação constatei erros conceituais simples, por exemplo, em um dos livros a definição de planeta era de um corpo, aproximadamente, esférico que orbitava o Sol, sendo dominante em sua órbita. O termo “que orbita o Sol” não está correto, em se tratando de um conceito geral, esta afirmação é específica para os planetas do Sistema Solar, faltou esta observação (Figura 10.3.46), visto que, esse conceito também é empregado em corpos que orbitam outras estrelas. Além de todas as características que foram definidas, sobre um planeta, a expressão poderia ser pelo menos assim: “um corpo que orbita uma estrela, no caso dos planetas do Sistema Solar: o Sol”, pois as estrelas conhecidas têm outros nomes, deste modo, só existe uma estrela nomeada Sol.

Figura 10.3.45 – Capa dos livros, de Ciências e Geografia que foram verificados sobre os conteúdos de Astronomia.



Fonte: dos arquivos do autor.

Figura 10.3.46 – Foto da página do livro de Ciências (Ciência Vida & Universo) com a definição de planeta.



Fonte: dos arquivos do autor.

10.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS DOCENTES E ANÁLISE

Atividade semelhante do corpo discente, questionário de sondagem de Conhecimentos Básicos de Astronomia, também foi realizada com os professores do Colégio Bertholdo. Apliquei um questionário de dez perguntas objetivas, envolvendo Conteúdos Básicos de Astronomia.

Os temas abordados foram, relativamente, os mesmos dos alunos, adequando apenas a linguagem ao nível docente. Pressupus que os professores

do Ensino Fundamental e Médio, de qualquer área do conhecimento, seriam capazes de responder a algumas perguntas, simples, sobre o tema, dado que, todos cursaram Ensino Médio, fizeram Faculdade e tais assuntos são de Nível Médio e comumente noticiados, cotidianamente, na internet e na televisão. O modelo de questionário segue exposto no Apêndice E.

Participaram 26 professores, mas só foram corrigidos 25 questionários, pois um dos professores só marcou cinco das dez questões, ou seja, respondeu a metade²⁴ das questões. Os resultados da atividade constam na Tabela 10.4.5.

Tabela 10.4.5 – Tabela com os acertos dos professores que responderam ao questionário.

NÚMERO DE:						
Professores	02	05	06	04	06	02
Acertos	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

Fonte: dos arquivos do autor.

Uma breve análise estatística do resultado dos acertos:

- Cálculo da média simples: $\bar{x} = \sum_i^n \frac{x}{n}$; $x = 15, n = 6$ e $i = 1$;

Média: 2,5.

- Cálculo da Mediana por meio da regra par; $n = 6$:

$$P_1 = \frac{n}{2}; P_1 = 2,0 \text{ (nota da terceira posição)}$$

$P_2 =$ a posição que sucede P_1 (nota da quarta posição), estão;

$$P_2 = 3,0;$$

$$M_d = \frac{2,0+3,0}{2} = 2,5.$$

Mediana: 2,5.

- Moda: todos valores se repetem, porém 12 professes tiveram mais repetições, 6 acertaram 2,0 questões e 6 professores 4,0 questões.
- Variância:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^6 (x - \bar{x})^2} = 1,87 ;$$

$$s = 1,87.$$

- Desvio padrão: $\sigma = \sqrt{s} = \sqrt{1,87}$
 $\sigma = 1,37.$

²⁴ Julgo que o professor não percebeu as dez questões, estavam escritas na frente e no verso da folha.

As notas dos professores têm oscilações de $\pm 1,37$ em torno da média, sendo o mínimo 1,13 e o máximo 3,87.

- Média da frequência $\bar{x}_f = \frac{\sum_i^n (f \cdot x)}{\sum f}$; $(f \cdot x) = 63,0$; $\sum f = 25,0$

$$\bar{x}_f = 2,52.$$

A quantidade de acertos dos 25 professores estão centralizados em 2,5, conforme os valores da média, mediana e média das frequências com uma variação de 1,37 para mais e para menos, com amplitude, entre o menor e o maior número de acertos no valor de 5,0, sendo que, dois professores tiveram a menor (0,0) e também dos a maior (5,0) quantidade de acertos.

Conforme pode ser conferido na Figura 10.4.47 algumas respostas dadas pelos dos professores que aceitaram responder o questionário, entre 28% e 40% acreditam que a causa das estações do ano está diretamente relacionada à distância entre a Terra e o Sol, 84% acreditam que a Lua só tem quatro fases, representa a cópia do questionário com o número de professores relacionados as questões respondidas.

Observei, nas respostas, que poucos professores sabiam, atualmente, quantos planetas orbitam no Sistema Solar. Os dados dessa breve sondagem pressupõem que os professores estão bastante desatualizados no que tange aos conhecimentos astronômicos. Nesse caso, seria interessante haver permanente atividades de atualização, como: cursos, seminários, oficinas, etc. para o corpo docente dessa escola e de outras, já que, provavelmente, os professores de outras escolas públicas também devem necessitar de atualização, para estarem a par das novidades no campo da Astronomia e tecnologia espacial. Esta dissertação e o produto educacional, o Paradidático “Astronomia para a Educação Básica”, fruto deste trabalho de pesquisa, já é um material com condições de auxiliar professores que queiram consultá-lo.

Figura 10.4.47 – Cópia do questionário aplicado aos professores. Os números dentro dos colchetes representam a quantidade de professor que escolheram essa a alternativa.

1.0 – A causa das estações do ano, no planeta Terra, está diretamente relacionada com:

- a) [02] a órbita elíptica da Terra.
- b) [07] a aproximação (periélio) e o afastamento (afélio) do planeta ao Sol durante o seu movimento de translação (revolução).
- c) [06] a inclinação do eixo de rotação com relação a sua órbita. **(24%)**
- d) [10] a posição do planeta no sistema solar em relação ao Sol.

2.0 – Acredita-se que o fenômeno fase da Lua já era conhecido por Aristóteles (384 – 322 a.e.c.). Baseado em seus conhecimentos quantas fases tem a Lua?

- a) [] uma fase Lua cheia.
- b) [] duas fases Lua cheia e nova.
- c) [21] quatro fases Lua cheia, nova, quarto minguante e quarto crescente. **(84%)**
- d) [04] Aproximadamente 27 fases, as mais lembradas são: Lua cheia, nova, quarto minguante e quarto crescente.
- e) [] Aproximadamente 30 fases, as mais lembradas são: Lua cheia, nova, quarto minguante e quarto crescente.

4.0 – O movimento das águas dos oceanos, conhecido popularmente como enchente e vazante, está relacionado diretamente com a influência da(os):

- a) [17] Lua. **(68%)**
- b) [01] Sol.
- c) [01] Planetas mais próximos.
- d) [02] Forças gravitacionais
- e) [03] Movimentos do planeta

5.0 – Quantas viagens tripuladas já foram realizadas com sucesso à Lua?

- a) [01] Nenhuma.
- b) [15] Apenas uma. **(60%)**
- c) [01] Apenas duas.
- d) [04] Apenas Três.
- e) [03] Mais de cinco.

6.0 – O sistema solar é constituído por:

- a) [04] 7 planetas e um planeta anão.
- b) [04] 8 planetas e um planeta anão. **(16%)**
- c) [02] 8 planetas e mais de um planeta anão. **(08%)**
- d) [06] 9 planetas.
- e) [10] 9 Planetas e um planeta anão.

9.0 – O céu noturno é repleto de pontinhos brilhantes de corpos celestes, luminosos e iluminados. Observá-lo é motivo de fascínio, que remota à antiguidade. Baseado em nossa experiência de observações diárias do céu noturno, é correto afirmar: **[Dupla resposta verdadeira]**

- a) [01] todas as estrelas que são observadas no céu noturno estão no mesmo plano galáctico.
- b) [08] todos os pontos iluminados, observados no céu, são provenientes das estrelas que estão em diferentes distâncias. **(16%)**
- c) [04] a luminosidade observada no céu noturno é ocasionada por estrelas e outros corpos celestes. **(08%)**
- d) [07] as estrelas são corpos celestes que só brilham à noite.
- e) [03] a lua é o corpo iluminado mais próximo da Terra. **(12%)**

Fonte: dos arquivos do autor.

10.5 ATIVIDADE INTRODUTÓRIA, PARA SENSIBILIZAR OS ALUNOS

Para motivar a curiosidade e despertar a atenção dos alunos, na abordagem seguinte, propus a exibição de um documentário de Astronomia e assim aconteceu, o título foi: “O universo: sete maravilhas do sistema solar” (veja Figura 10.5.48). Preparei um questionário com dez perguntas para eles responderem, após a exibição do filme. Esta atividade abordava alguns assuntos de Astronomia e de Física, sugeri que eles respondessem em casa e entregassem-me em uma data combinada, modelo no Apêndice F. Visando reforçar seu interesse, os informei que o conteúdo do qual este instrumento metodológico aborda, fazia parte dos assuntos da avaliação da I Unidade. No prazo combinado, eles trouxeram a atividade respondida. Corrigi e devolvi. No dia da devolução fiz uma nova correção, com exposição dialogada, para esclarecer as dúvidas, constatadas nas respostas.

Figura 10.5.48 – Print da tela com a imagem de abertura do documentário exibido para os alunos (esse vídeo não está mais disponível no site).



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=XKKqguI5npc>:

Realizei um seminário para informar à comunidade escolar sobre o meu Projeto, que por sinal, eu já havia iniciado, e aproveitar para convidar os demais professores a participarem, com seus alunos da Feira. O evento poderia ser nomeado, sem prejuízo, Feira de Astronomia, entretanto, incluí o nome “Ciência”

com intenção de atrair docentes de outras áreas e ficou com o seguinte nome: “Feira de Ciência e Astronomia”.

10.6 FORMAÇÃO DAS EQUIPES (PESQUISADORES JÚNIORES)

Quando começou a II Unidade, reforcei o convite. Percebi que o número de interessados aumentou, porém eles insistiram perguntando se a atividade valeria ponto, para somar com a nota da unidade em curso. Eu não havia confirmado ainda; primeiramente, eu pretendia selecionar os mais interessados e compromissados, que participassem com motivações, que extrapolassem o interesse da nota, ou seja, que gostassem de estudar Astronomia. Devido às notas baixas na primeira unidade, que a maioria dos alunos obtiveram, aproveitei para incluir mais participantes no projeto. Provavelmente, eles já previam que haveria alguma bonificação por suas participações e as inscrições se iniciaram.

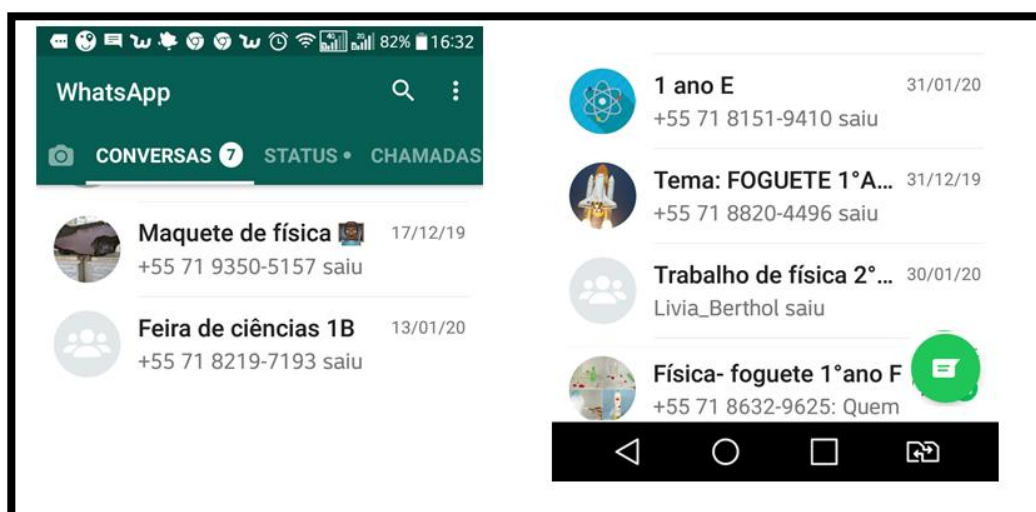
A seleção dos alunos para participarem do Projeto, Feira de Ciência e Astronomia, foi organizada por eles mesmos. Sugeri que se organizassem em grupos de, no máximo, dez pessoas e me dessem a lista com os nomes dos inscritos. Propus, ainda, que eles escolhessem dois coordenadores (ou líderes), por equipe, para manter-me informado sobre o desenvolvimento dos trabalhos. Sugeri também a eles que formassem grupos na rede social (pelo aplicativo Whatsapp), para eu poder orientá-los, fora do horário das aulas (à distância), e enviar materiais de pesquisa. Assim, eles também poderiam combinar reuniões, esclarecer dúvidas, trocar informações entre eles, etc. Assim o fizeram, eles formaram as equipes, entregaram-me a lista dos inscritos, e organizaram os grupos de Whatsapp, sugerido, conforme mostra a Figura 10.6.49.

Depois que as turmas entregaram a relação dos participantes do Projeto, elaborei um modelo de ficha-relatório de acompanhamento, entregava ao líder das equipes e solicitava a devolução, preenchida, mais ou menos, a cada quinze dias. O objetivo desta estratégia era acompanhar as etapas da elaboração dos trabalhos. Nela, eles relatavam os avanços, expressavam suas dúvidas etc. Por meio das informações dos relatórios, eu ficava ciente das dúvidas e sabia como estavam sendo desenvolvidas as atividades. Baseado nos relatos escritos, eu os orientava e propunha sugestões. O modelo do relatório é o do Apêndice G.

Na fase inicial foram formadas seis equipes de Pesquisadores Jr. (as turmas que participaram foram do 1º ano A, B, C, E, F e 2º Ano Tec. Adm.). Selecionei seis temas, os quais foram: construção de foguete com garrafa pet, meteorito Bendegó, réplica de telescópio Hubble, óptica do olho (maquetes), construção de luneta com tubo de pvc e lixo espacial (cartaz informativo).

Passados alguns dias, quando o projeto já estava em andamento, alguns alunos pediram para participar, os informei que procurassem os líderes e se inscrevessem na equipe de sua preferência. A participação não era unânime, mas já havia um número considerável de participantes no Projeto. Quase todas as turmas que responderam o questionário estavam participando.

Figura 10.6.49 – Print da tela do meu celular com os nomes de alguns grupos formados pelos alunos que participaram do projeto.



Fonte: dos arquivos do autor.

10.7 REALIZAÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA DO PROJETO

Planejei a execução do Projeto, Feira de Ciência e Astronomia para duas etapas. Primeira etapa, iniciando na II Unidade, com pesquisa, e culminância na III Unidade, do ano letivo de 2019, com a exposição. As atividades da primeira etapa foram divididas em dois eixos, 1) pesquisar e ler sobre Astronomia Básica, esse assunto era comum a todas as equipes, e 2) cada equipe iria pesquisar assuntos relacionados ao seu tema. Exemplo, a equipe iria expor a maquete dos meteoritos, pesquisaria sobre o assunto geral, comum a todos (Astronomia Básica) e o assunto específico sobre asteroides, meteoróide, meteoro e

meteorito. Na segunda etapa do projeto, cada equipe faria pesquisa, se aprofundando mais no seu tema, construiria a maquete e a exporia em data a combinar (Os produtos da exposição seriam apresentados em maquetes e cartazes).

As distribuições dos temas por equipes procederam da seguinte forma: Equipes C e F – cada uma, iria construir um foguete de garrafa pet. Eles foram orientados para fazer uma pesquisa sobre assuntos de Astronomia Básica (comum a todas as equipes) e tecnologia espacial, aplicada aos foguetes espaciais.

Equipe A – iria construir uma réplica do meteorito de Bendegó. Eles foram orientados a pesquisar sobre asteroide, meteoróide, asteroide e meteorito. E a história do meteorito que caiu no Riacho de Bendegó (e mais o tema comum).

Equipe B – iria construir uma luneta com tubo de pvc. Esta equipe pesquisaria sobre aplicação da óptica em lentes e o uso da luneta por Galileu, na Astronomia (e mais o tema comum).

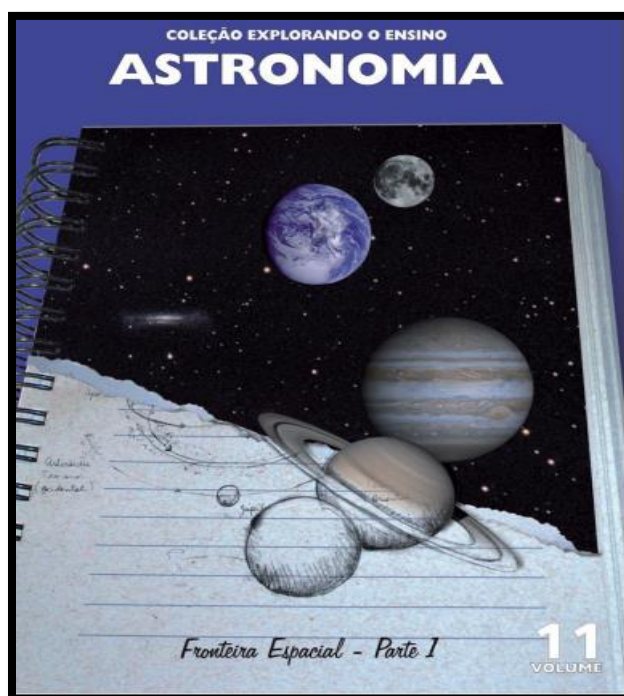
Equipe E – iria construir uma réplica do Telescópio Hubble. Esta equipe pesquisaria sobre Edwin P. Hubble e as pesquisas realizadas com o telescópio Espacial Hubble (e mais o tema comum).

Para facilitar seus estudos, elaborei um roteiro dos assuntos que deveriam ser estudados por eles. O roteiro dos tópicos estavam divididos em duas seções; uma comum a todas as equipes e a outra direcionada, conforme o tema de cada equipe. Modelo da lista de assuntos segue no Apêndice H. Enviei pelo Whatsapp um livro em PDF, ASTRONOMIA – Coleção Explorando o Ensino, para os alunos pesquisarem (veja a Figura 10.7.50). Postei também alguns vídeos e os artigos científicos para complementar e auxiliar nas pesquisas (Apêndice A).

Conseguí cumprir todas as etapas planejadas, para ser executado na primeira fase do projeto: selecionei os assuntos, distribuí, organizei as equipes e mandei formar os grupos na rede social (whatsapp). Aparentemente, estava tudo organizado para executar a primeira fase do Projeto. Nestas circunstâncias, os alunos já estavam cientes de que haveria uma nota pela realização das atividades. A notícia da nota foi dada depois que todas as equipes estavam organizadas, pois a minha estratégia era ter uma maioria de participantes, responsáveis e comprometidos com as tarefas previstas.

Acredito que seria inviável formar grupos, onde a maioria dos alunos, só tivessem interessados apenas em melhorar suas notas. Esse comportamento, paulatinamente, está mudando, uma vez que, o estudante sinta-se atraído pela atividade, tende a ter mais esmero nas tarefas. Sempre há alguns com este perfil, mas não são a maioria. Reuni as equipes e informei os critérios para a obtenção da nota: todos os participantes teriam de 0 a 3,0 pontos. Nota máxima para o trabalho que atendesse os critérios, previamente, combinados (Apêndice H).

Figura 10.7.50 – Imagem da capa do livro de Astronomia que foi postada nos grupos de Whatsapp para os alunos pesquisarem.

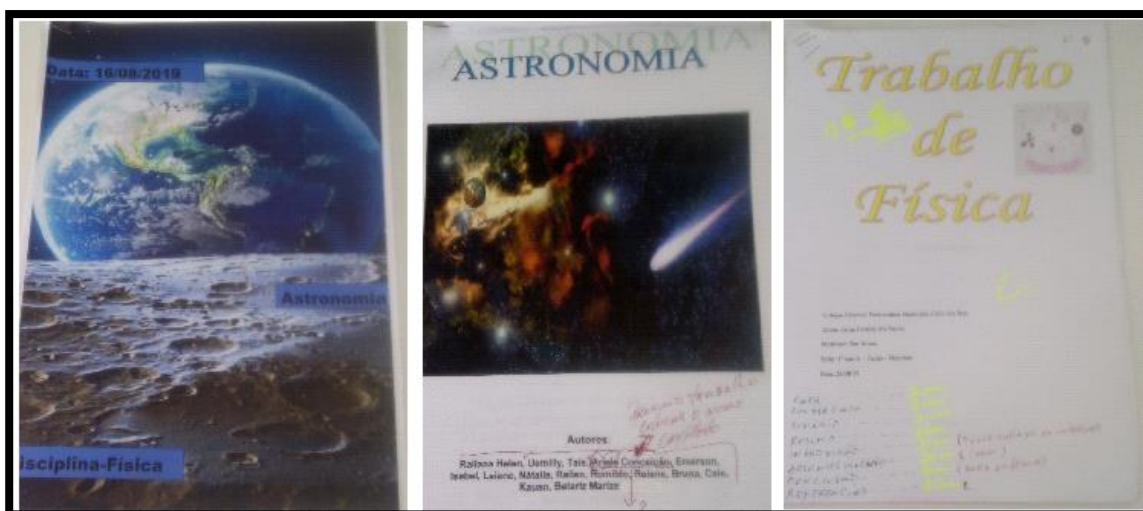


Fonte: dos arquivos do autor.

Informei para eles como seria meu método de avaliar dos seus trabalhos. A nota seria dividida entre duas atividades; de 0 a 2,0 pontos para a pesquisa escrita. Nota máxima para aqueles que seguissem os critérios, previamente, estabelecidos, sobre a qualidade e a organização da pesquisa. De 0 a 1,0 ponto pela resposta de um questionário, baseado nos assuntos que foram pesquisados. Esse critério seria uma maneira de estimulá-los a serem os autores dos trabalhos, pois é muito comum os alunos entregarem textos baixados da internet, sem ao menos lê-los. Segue modelo do questionário no Apêndice I (os Apêndices J, L, M, são cópias de três atividades respondidas).

As equipes entregaram as pesquisas nas datas combinadas, umas redigidas à mão e outras digitadas, eles confeccionaram capas bonitas, conforme a Figura 10.7.51, aparentando trabalhos com qualidade intelectual.

Figura 10.7.51 – Imagem da capa de alguns trabalhos, que foram entregues pelas equipes.



Fonte: dos arquivos do autor.

Quando analisei os trabalhos digitados, observei que a maioria eram cópias idênticas ao conteúdo da internet, da modalidade, “copiou colou”. Provavelmente, este comportamento se deve à falta de experiência dos alunos com atividades deste porte. Assim sendo, apliquei o questionário para complementar a nota. A maioria não conseguiram o valor da nota prevista.

Quando comuniquei o valor das notas eles ficaram insatisfeitos com o resultado. Justifiquei os motivos da nota ser menor que as suas expectativas. Reuni-me com eles e expliquei sobre a necessidade do trabalho ser construído, da forma mais honesta possível, ou seja, ler os textos dos livros, artigos e internet, em seguida reelaborar seus próprios textos, baseado no entendimento do que foi lido. Sendo essa a maneira deles construírem os conhecimentos necessários, a fim de interpretar e demonstrarem no dia da exposição. Aproveitei para dizer-lhes que o conhecimento é construído com esforço e dedicação, além do mais, a importância de sermos honestos e éticos, pois se um estudante agir da maneira certa tende a ser um bom profissional.

Após a reunião, alguns entenderam que cometeram falhas nas suas pesquisas (outros se mantiveram insatisfeitos), na aula seguinte, as insatisfações estavam mais amenizadas. As notas finais da primeira etapa do

trabalho foram baixas, uma vez que a maioria dos textos não atenderam aos critérios combinados (capa, índice, referencias, texto de qualidade, etc.). E alguns deles não responderam ao questionário. A média das notas por equipe está na Tabela 12.7.6. A média total foram: 1,67.

Tabela 10.7.6 – Médias das notas por equipes da primeira fase do Projeto.

A média das notas das equipes, na primeira etapa do Projeto	
Equipes	Média
Meteorito (1º Ano A)	1,4
Luneta de pvc. (1º Ano B)	0,7
Foguete de garrafa pet (1º ano C)	1,7
Telescópio Hubble (1º Ano E)	2,3
Foguete de garrafa pet (1º ano F)	1,3
Óptica ocular (2º Ano Tec. Adm.)	2,6

Fonte: dos arquivos do próprio autor.

10.8 REALIZAÇÃO DA SEGUNDA ETAPA DO PROJETO

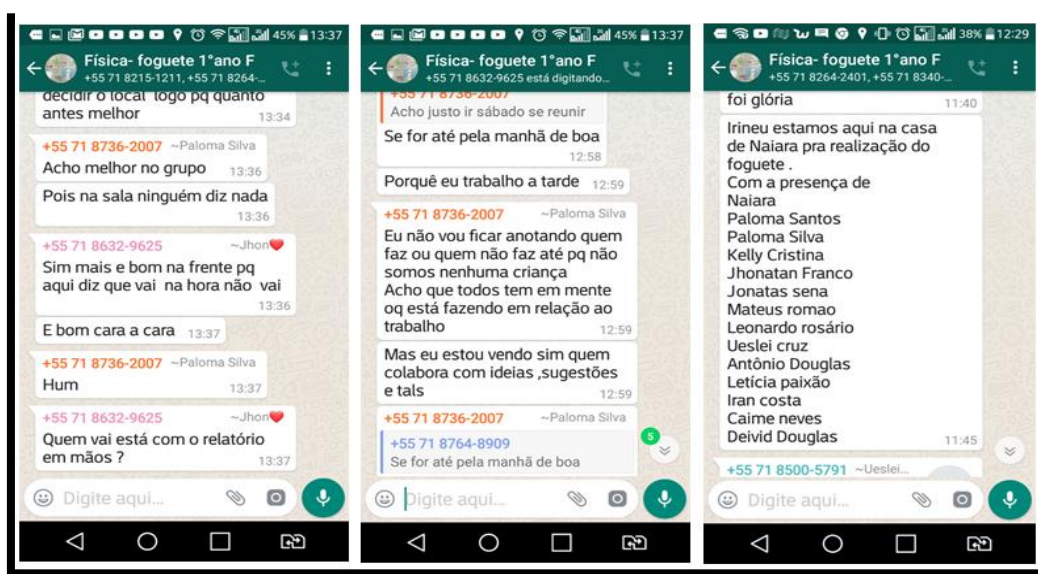
Iniciamos a III Unidade, retomando a segunda etapa do Projeto. Conversei sobre o rendimento de cada equipe, obtido na primeira etapa, acolhendo-os com palavras de incentivo. Disse-lhes que tinham capacidade de atingir melhores notas nesta etapa, era só se dedicarem, com responsabilidade. Na retomada dos trabalhos, eles se justificaram dizendo que houve esforço da parte deles, porém alegaram que os assuntos eram muito complexos.

Apesar da desistência de alguns alunos, o começo da unidade foi revigorado com a participação de novos membros e a formação de novas equipes. A motivação da entrada de alguns membros novos no Projeto, se deu com a intenção de melhorar as notas, que foram baixas. Considerei essa novidade (a entrada de novos alunos) ótima, pois serviria para animar os demais participantes. Com a chegada de novos membros, alterei a organização da Feira, incluindo mais alguns temas. Indiquei alguns assuntos para os novos inscritos pesquisarem, como por exemplo: pesquisar quem foi o primeiro homem e a primeira mulher que foram ao espaço, as mulheres que foram vítimas de acidentes espaciais, etc. Sugeri que na exposição desta atividade eles fizessem cartazes para exporem a forma de painéis.

A organização dos trabalhos na segunda etapa prosseguiu, aparentemente mais animada, eu os orientava, presencialmente, durante as

aulas, nos intervalos e pela rede social (whatsapp), postando também materiais de apoio (vide Apêndice A). Propus que estudassem e se preparassem para responder as possíveis perguntas dos visitantes, sobre suas apresentações. O uso do aplicativo whatsapp foi bastante útil, dado que algumas equipes interagiram bastante, trocando mensagens, combinando reuniões, encontros e adquirindo materiais diversos, etc. (veja a Figura 10.8.52).

Figura 10.8.52 – Print da tela do celular com texto dos diálogos da turma do 1º Ano F e a lista dos presentes numa das reuniões, durante a construção do foguete de garrafa pet, uma das atividades da Feira de Ciência e Astronomia.



Fonte: dos arquivos do autor.

A Feira de Ciência e Astronomia aconteceu em 29 de outubro do ano letivo de 2019, previamente agendada com a coordenação pedagógica. Quando faltava um pouco mais de um mês para o evento, as reuniões com os líderes das equipes passaram a ser semanais. Uma semana antes, aproveitando a presença da maioria na aula de Física, para esclarecer as dúvidas, combinar os últimos detalhes e definir os critérios para a arrumação e organização do espaço, onde seria o evento.

Essa foi a Primeira Feira de Ciência e Astronomia, do Colégio Bertholdo. Montamos sete estandes para exposição de maquetes e dois espaços para painéis, onde foram colocados seis cartazes. (O modelo do cronograma de orientação do evento que foi entregue às equipes encontra-se no Apêndice N.) Elaborei um folder do evento para ser distribuído aos visitantes no dia da

atividade, conforme está na Figura 10.8.53. O espaço foi arrumado no horário das 08:00h às 10:00h e as visitas ocorreram das 10:00h às 12:00h.

10.9 CULMINÂNCIA DO PROJETO (FEIRA DE CIÊNCIA E ASTRONOMIA)

A Feira de Ciência e Astronomia foi exitosa, do ponto de vista dos objetivos previstos. Recebemos elogios de todos os visitantes, incluindo, os docentes, direção e alunos de outras turmas, a Figura 10.9.54 expressa um dos momentos da Feira. Os estudantes estavam bastante empolgados, finalizaram seus trabalhos, dando exemplo de responsabilidade. Podemos dizer, pelo resultado, que os nossos esforços valeram a pena.

Figura 10.8.53 – Folder de divulgação do evento.

A Feira de Ciência e Astronomia dos alunos do 8º, 1º Ano e 2º Tec. de ADM do Colégio Bertholdo é uma oportunidade para que possam mostrar suas potencialidades e habilidades; divulgando seus trabalhos de Física, Tecnologia Espacial e Astronomia desenvolvidos durante o ano letivo.

Esta atividade faz parte do Projeto de Intervenção Escolar do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O desempenho e a dedicação de todos os envolvidos (alunos, professores, direção, coordenação e funcionários) tornaram possível a superação desse desafio.

Objetivo: Desenvolver o espírito científico e motivar as potencialidades dos estudantes, no que tange à pesquisa científica e ao uso da tecnologia, de forma crítica e consciente.

Antônio Máximo Abreu
Diretor

Olívia Ramos de Oliveira
Vice-Diretora

Ubiracema Alves
Coordenadora Pedagógica

Ras Irineu Odúúwà (Irineu Santos)
Ana Salete
Professores participantes

Credito das imagens:
<http://domberreto.x12.br/porta/?q=14621>
<http://www.metroplus.com/mundo/por-que-sedram-este-velo-asteroide-esta-e-caminho-de-terra>

PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS

**Colégio Estadual Bertholdo
Cirilo dos Reis**
Feira de Ciência e Astronomia

10 de Dezembro
Dia da Astronomia
Astronomy Day

**Bertholdo
Salvador Bahia
2019**

Fonte: dos arquivos do autor.

Figura 10.9.54: Momentos da exposição com a presença de alguns visitantes.



Fonte: dos arquivos do autor

Os estandes foram identificados com os nomes dos temas, conforme a Figura 10.9.55, que demonstra o estande que os visitantes poderiam medir sua força peso. As equipes com temas iguais compartilharam o mesmo estande. Todas as maquetes estavam bem feitas com bom acabamento, algumas merecedoras de destaque, como por exemplo: as maquetes Meteorito, Bendegó e Meteorito Chelyabinsk, o Telescópio Hubble e o foguete de garrafa pet (mais fotos do evento nas páginas posteriores, Figuras 11.56 a 11.58.3).

O balcão de força peso foi uma atração para alguns visitantes, pois o visitante media a sua massa, numa balança do tipo “balança de banheiro”, depois escolhia um astro qualquer do cartaz (Sol, Lua, planetas, etc.), e os alunos calculavam sua força peso e comparavam à força peso calculada na Terra. Para realizar a atividade, os membros dessa equipe teriam que saber o valor da gravidade de alguns corpos celestes e estar munidos de balança e calculadora (Figura 10.9.55).

A seção de painéis ficou bastante interessante, expondo cartazes sobre a participação feminina na astronomia, informando, inclusive, o infortúnio da morte de algumas delas em acidentes espaciais, assim como, divulgação do primeiro homem e da primeira mulher a irem para o espaço, enviados pela União Soviética. E um cartaz, com o resumo bibliográfico da astrônoma Hypatia (a

primeira mulher a constar em documentos como sendo astrônoma, aproximadamente, no século IV). O tema sobre a participação da mulher na Astronomia foi uma sugestão para divulgar a contribuição de tal público nesta área da ciência, que às vezes passa despercebida. Havia também um painel com informações referentes ao lixo espacial e suas consequências.

Figura 10.9.55: Imagem do balcão para medir Força Peso, na Feira de Ciência e Astronomia.



Fonte: dos arquivos do autor

Fizemos duas listas: uma da frequência dos alunos responsáveis pelo evento e outra para controlar o número de visitantes, (vide modelo nos Apêndices O e P). Baseado na quantidade dos que assinaram, percebe-se que houve uma boa frequência de visitantes. A direção da escola suspendeu as aulas a partir das 10:00h da manhã, em todas as turmas, possibilitando a visita de todos da comunidade escolar.

Considerei o evento ótimo. E que contribuiu para enriquecer o aprendizado dos alunos e também para o meu, como professor, posto que, também estamos aprendendo, enquanto ensinamos. Eles foram dedicados na construção das maquetes, na organização do espaço, na recepção e interação

com os visitantes. As notas tiveram melhora significativa, quase todas as equipes conseguiram obter o valor máximo. O valor das médias por equipe está na Tabela 10.9.7.

A minha avaliação, durante o evento, foi observando o desempenho, a interatividade e a performance das equipes. Ao finalizar, solicitei que cada um fizesse um relatório, expressando sua opinião, sobre a própria experiência, o aprendizado ao participar do projeto, dificuldades, expectativas, etc. O modelo deste consta no Apêndice Q; sendo que nos Apêndices R, S e T contém três cópias dos relatórios preenchidos.

Ao avaliar o resultado da feira, ficou evidente o crescimento e o rendimento dos alunos, nos aspectos quantitativo e qualitativo. Afirmando isso, com base na qualidade dos trabalhos e nas notas que eles conquistaram (Tabela 10.9.7). Pudemos observar que das 09 equipes participantes, 07 conseguiram obter a pontuação máxima combinada, isto é, 77,7 % das equipes, portanto, é um indicativo de que os alunos se dedicaram. A média total, das equipes, na segunda etapa, foi de: 2,91. Consta-se, portanto, que suas notas melhoraram em 74%, entre uma etapa e outra, visto que, a média total na primeira etapa foi 1,67.

Conforme a experiência obtida neste evento, os resultados foram emocionantes e compensadores, também foi desafiadora, pois houve vários obstáculos para serem ultrapassados, alguns já conhecidos, porém as dificuldades surgidas, durante o processo, foram de possível superação.

Tabela 10.9.7 – Médias das notas por equipes da segunda fase do Projeto.

Média das Notas da Segunda Etapa do Projeto	
Equipes	Média
Meteorito (1º Ano A)	3,0
Luneta de pvc. (1º Ano B)	2,8
Foguete de garrafa pet (1º ano C)	2,4
Telescópio Hubble (1º Ano E)	3,0
Foguete de garrafa pet (1º ano F)	3,0
Óptica ocular (2º Ano Tec. Adm.)	3,0
Lixo espacial (painéis)	3,0
O primeiro homem e a primeira mulher que foram ao espaço (painéis)	3,0
Mulheres que morreram em acidentes espaciais (painéis)	3,0

Fonte: dos arquivos do autor.

11 CONCLUSÃO

O ambiente escolar é bastante rico em oportunidade para trabalhar os conteúdos de Astronomia, porém é muito desafiador. Com tantas possibilidades, inicialmente, fiquei em dúvida sobre qual delas seria a mais adequada, porque não basta escolher uma qualquer, é importante selecionar aquela que seja adequada às condições da escola, ao perfil dos estudantes, o tempo disponível para desenvolver todo o projeto, etc., portanto há toda uma logística a ser pensada. Por exemplo, uma das equipes do foguete de garrafa pet pretendia lançá-lo, entretanto, infelizmente, o colégio não possuía espaço adequado, teríamos que organizar o deslocamento alunos para um local viável. Prometi que o lançamento poderia acontecer em outro momento, mas, lamentavelmente, não possível.

Antes de escolher um projeto, o professor deve preparar-se para este acontecimento, inclusive, para a dinâmica da escola, que se altera sempre, sobretudo na Escola Pública, em razão das especificidades dos órgãos públicos, experiência adquirida por mim, ao longo desta trajetória. Surgem vários problemas que fogem ao controle do professor e também da direção. Alguns acontecimentos, imprevisíveis, poderão, até mesmo, causar interrupção nas aulas, comprometendo o calendário escolar (reduzindo os dias letivos). Por exemplo, chuva intensa, pode causar inundação na escola ou no seu entorno, paralisação de servidor público, violência envolvendo a comunidade do entorno, disputas entre grupos rivais (o que poderá impor toque de recolher), etc.

As Escolas Públicas estão sujeitas a diversos problemas de ordem social, financeira, de material humano, entre outros; diante disto, o professor necessita revisar seu planejamento diversas vezes, para administrar os imprevistos, portanto, elaborar uma ação pedagógica diferenciada requer um grande esforço. É importante também fomentar o interesse dos estudantes, conquistar a colaboração da comunidade escolar, etc. Tais problemas não devem ser motivos para desânimo e desistência. O esforço mútuo de discentes e docentes poderá produzir ótimos resultados. As fotos exibidas, nas páginas a seguir, correspondentes aos momentos da Feira de Ciência Astronomia, comprovam que é possível fazer um trabalho de qualidade, assim sendo, os obstáculos devem servir como desafios. As fotografias expressas nas Figuras 10.9.54/55,

11.56/57, 11.58 (11.58.1, 11.58.2 e 11.58.3) demonstram o êxito a exposição de Feira de Astronomia.

Nesse sentido, usei a estratégia de conquistar o interesse dos alunos, gradativamente. É cultural os alunos almejem bonificação pelo cumprimento de suas tarefas, quando não há, convencê-los a participar de atividade extraclasse é mais dificultoso. Apesar disto, estabelecer promessa de nota prematuramente, pode não garantir o sucesso de um trabalho de qualidade. Para realizar uma boa atividade é importante despertar o interesse de alguns e depois, com o apoio destes, envolver os demais. O professor deve usar boas estratégias para convencê-los, pois não há uma abordagem exclusiva, visto que cada realidade requer tratamentos específicos.

Figura 11.56 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.



Fonte: dos arquivos do autor.

Figura 11.57 – Um dos momentos que os alunos estão construindo os cartazes de divulgação.



Fonte: dos arquivos do auto

As estratégias que usei para envolvê-los foram: expus alguns vídeos de Astronomia, indiquei outros tantos, incluí no planejamento alguns assuntos e os informei de que iriam fazer parte das avaliações. Uma das atividades iniciais foi o estudo e exercícios sobre a estrutura do Sol. Como havia avisado, incluí tal

assunto na avaliação da I Unidade e outros do gênero foram realizados. O Estudo o Sol foi um tema que causou empolgação e ajudou a atrair a atenção de muitos, visto que, para foi uma novidade empolgante, conhecer um pouco sobre nossa estrela. Fiz várias atividades tratando deste tema, conforme sugere Bruner: os conteúdos e as atividades devem ser apresentados ao educando várias vezes por diferentes enfoques, então assim o fiz (MARQUES).

Na segunda unidade, reforcei minha proposta, pois alguns já faziam perguntas sobre o Projeto. Eles queriam saber sobre os assuntos, valor da nota, organização do evento, etc. Ao perceber que a curiosidade aumentava e eles se interessavam por Astronomia, eu expus sobre minha experiência acadêmica, relacionada à pesquisa na universidade, motivando-os a participarem e colaborarem com meu trabalho, a fim de obterem experiência e usá-la, futuramente, quando estiverem fazendo curso universitário ou técnico. Redigi, para eles uma carta motivadora, entreguei a cada aluno, para que servisse de estímulo (o modelo da carta encontra-se no Apêndice C).

A experiência que eu tive ao realizar esta Feira de Ciência e Astronomia foi surpreendente, devido ao potencial e à capacidade dos alunos no cumprimento de suas tarefas. O interesse também surgiu por terem se identificado com o tema, apesar de alguns imprevistos e limitações, no decorrer do processo. Percebi que, quando os alunos se sentem desafiados e motivados, as chances de sucesso aumentam. É evidente que a metodologia adequada, considerando cada realidade, ajuda bastante, as fotos demonstram isso. (Segue o texto, após as fotografias.)

Figura 11.58.1 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.



Universidade Estadual de Feira de Santana

Algumas fotografias da exposição da Feira de Ciência e Astronomia

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



Professor visitando estande da luneta



Maquete Física do olho



Eu (Ras Irineu) orientando uma aluna



Professores visitando a feira



Eu (Ras Irineu) e os alunos na feira



Equipe Física do olho falando aos visitantes

Fonte: dos arquivos do autor.

Figura 11.58.2 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.



Fonte: dos arquivos do autor.

Figura 11.58.3 – Momentos da Feira de Ciência e Astronomia.



Fonte: dos arquivos do autor.

11.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das dificuldades para ensinar Astronomia é o conteúdo programático de Física, por ser bastante extenso, sendo necessário escolher alguns assuntos, em detrimento de outros, dado que a carga horária semanal é insuficiente. Diante disto, uma opção será a inclusão de conteúdos extras, como Astronomia e tecnologia espacial, tão necessários à formação do estudante de Educação Básica, que podem ser propostos, nas aulas de Física, e outras disciplinas, por meio de atividades extraclasse. As pesquisas realizadas na elaboração desta Dissertação e na Feira de Ciência de Astronomia forneceram elementos para a elaboração de um produto educacional, um Paradidático, cujo título é: “Astronomia para a Educação Básica”. O Paradidático está dividido em três partes: conceitos básicos de Astronomia Básica, algumas aplicações de matemáticas na Astronomia e sugestões de atividades para o professor usar nas aulas.

Minha experiência para executar uma atividade diferenciada de Ensino de Astronomia foi a realização da Feira de Conhecimento. Essa não é a única atividade possível, outras podem ser planejadas como: seminários, textos poéticos, pinturas, observações do céu, visitas assistidas a museus de Astronomia e outras. Cada instituição escolar tem realidade específica, não é possível imaginar uma estratégia única para ensinar Astronomia ou outros conteúdos. Cada professor ou escola deve encontrar a sequência didática que melhor se adequa a sua realidade.

A realização da Feira de Ciência e Astronomia respondeu ao problema levantado nesta Dissertação, pois encontrar uma estratégia de ensino-aprendizagem para ensinar Astronomia e outros temas correlatos na disciplina Física, aos alunos do Colégio Estadual Democrático Bertholdo Cirilo dos Reis, constituiu um desafio e ao mesmo tempo foi instigante, uma vez que, inúmeras estratégias poderão ser executadas, desde que possam ser desafiadoras, prazerosas e produtivas. Os conteúdos de Astronomia têm facilidade de se relacionar com outras áreas do conhecimento, assim sendo, há um leque de possibilidades para desenvolver aulas empolgantes e divertidas.

Tomar por base a teoria do psicólogo Jerome Bruner, conferiu êxito à minha docência, visto que, o professor deve apresentar os conteúdos ao

estudante repetidas vezes, sempre diversificando a maneira da abordagem e considerando seu desenvolvimento multirreferencial. O método de Bruner é a aprendizagem pela descoberta, ou seja, estimular a curiosidade do aluno com estratégias adequadas, a fim de que ele possa buscar as respostas dos seus questionamentos e conflitos. Essa visão teórica pressupõe que, quando o estudante constrói seu próprio conhecimento, seu aprendizado é mais sólido, pois ele é o arquiteto intelectual do seu aprendizado. O teórico aborda em seus trabalhos o conceito de aprendizagem em espiral, onde o professor introduz os conhecimentos científicos partindo de casos simples, nas oportunidades seguintes, apresenta o mesmo conteúdo com um pouco mais de complexidade, de acordo com o desenvolvimento do aluno. (FILIPPI; BORTOLINI; HANEL DIAS, 2012).

REFERÊNCIAS

ABREU, Claudia Marques de et al. **História das Maquinas, ABIMAQ 70 Anos**. São Paulo, 2006. p. 12-16, 35-40.

ANDREAS, San. **Primeiro Satélite Comunicações do Governo do Brasil**. Outerspace, 2019. Disponível em: <https://forum.outerspace.com.br/index.php?threads/curiosidades-da-engenharia-3-primeiro-satelite-comunica%C3%A7%C3%B5es-do-governo-do-brasil-fotos.451064/>. Acesso em: 07 ago. 2019.

ARAÚJO, Tarso. **Como é o lançamento de um foguete?** Super.abril, 2020. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-e-o-lancamento-de-um-foguete/>. Acesso em: 21 mar. 2020.

ARAÚJO, Noemi dos Santos. **Estudo de Transferências Orbitais Utilizando Algoritmo Genético**; Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPQ/INPE), 2011. p. 3-10.
ASTEROIDES troianos de Júpiter. Wikipédia, 2018. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Asteroides_troianos_de_J%C3%BApiter. Acesso em: 12 nov. 2019

BASCHTA Junho, Roland. **Satélite de Comunicação**, Universidade Tecnológica do Paraná, Campus Curitiba, Departamento de Eletrônica. Cap. 3, 2019. Disponível em: <http://aneste.org/satlites-geoestacionrios.html>. Acesso em: 02 abr. 2020.

BATISTA, Andreza da Costa. **Estudo de Modelos e Condições Iniciais da Geração a Priori de Detritos Espaciais e sua Propagação Orbital**. Trabalho de Mestrado do curso de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais. INPE, 20011. P. 7-15.

BRANCO, Pércio de Moraes. **Breve História da Terra, Serviço Geológico do Brasil – CPRM**. cprm, 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Breve-Historia-da-Terra-1094.html>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BRASIL está fora do projeto da estação espacial (ISS). G1 globo.com, 2007. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,AA1549783-5598,00-BRASIL+ESTA+FORA+DO+PROJETO+DA+ESTACAO+ESPACIAL+ISS.html>. Acesso em: 08 jan. 2019.

CANHÃO, Telo Ferreira. **O Calendário Egípcio, Origem, estrutura e sobrevivência**. Cultura, Revista de História e Teoria das Ideias, vol. 23, 2006. p. 1-7.

CARVALHO, Wilton Pinto de et al. **O Mistério de Bendegó: história, mineralogia e classificação química.** Revista Brasileira de Geociências, v. 41, Rio de Janeiro, mar. 2011. p. 144.

CURY, Lucilene; CAPOBIANCO, Ligia. **Princípios da História das Tecnologias da Informação e Comunicação Grandes Invenções.** VIII Encontro Nacional da História das Mídias. USP/SP, 2010. p. 1-7.

DA SILVA, Wellington Guilherme. **Qualificação de materiais utilizados em sistemas de proteção térmica para veículos espaciais,** 112f: Tese de Mestrado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos SP, 2009. p. 20-31.

DE SOUSA, Rafael Ribeiro. **Estudo de Manobras Evasivas com Perturbações Orbitais:** Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Dissertação de Mestrado, 2015. p. 23-25

ECHER, E. **Magnetosferas Planetárias,** Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 32, n. 2 (2301) São José dos Campos SP, 2010.

ENTENDA porque o meteorito causou tanto estrago na Rússia. ultimosegundos, 2013. Disponível em: <https://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/2013-02-15/entenda-por-que-o-meteorito-causou-tantos-estragos-na-russia.html>. Acesso em: 11 mar. 2020.

ESTAÇÃO Espacial Mir. Wikipédia, 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Mir#/media/Ficheiro:Mir_Space_Station_viewed_from_Endavour_during_STS-89.jpg. Acesso em: 25 mar. 2020.

ESTÁGIOS de foguete (astronáutica). Wikipédia, 2020. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Est%C3%A1gio_\(astron%C3%A1utica\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Est%C3%A1gio_(astron%C3%A1utica)). Acesso em: 21 mar. 2020.

ESTUDO diz que meteorito da Rússia se originou de choque de asteroides. G1 globo.com, 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/05/estudo-diz-que-meteorito-da-russia-se-originou-de-choque-de-asteroides.html>. Acesso em: 11 mar. 2020.

EXPLORAÇÃO Espacial. Wikipédia, 2018. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Explora%C3%A7%C3%A3o_espacial. Acesso em 12 dez 2018.

FARIA, Rachel Suchi; VOELZKE, Marcos Rincon. **Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá.** Revista Brasileira de Ensino de Física. SP, v. 30, n. 4, 4402, 2008.

FERREIRA, Dirceu; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. **Desafios e possibilidades no ensino de astronomia**. p. 1- 4. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2356-8.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

FERREIRA, Thamís Côrtes Freire de Carvalho. **Manobras Evasivas e Estratégia de Mitigação para Detritos Espaciais e Asteroides em Rota de Colisão com a Terra**, Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2019. p. 4-8.

FILIPPI, Adriana; BORTOLINI, Camila Comin; HANEL DIAS, Rosângela. **METACOGNIÇÃO: O ELO DE SIGNIFICAÇÃO ENTRE MÉTODO, AVALIAÇÃO E APRENDIZAGEM**. Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul (IX ANPED SUL) 2012. p. 1-3.

FORTES, Elaine Cristina Ferreira Silva; AZEVEDO, Franciane; KOLLAND, Marcos. **Desvendando o Endereço Físico do Telescópio James Webb**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 3, e3306, (2018). p. 1-5.

GALANTE, Douglas et al. **Astrobiologia uma Ciência Emergente**. Tikinet: Edição IAG/USP, SP, 2016. p. 315-335.

GALLIANO, A. Guilherme. **O Método Científico, Teoria e Prática**: Editora Mosaico Ltda. SP 1979. p. 30-112.

GOMES, Carla Amado (Org.). **Relatório Estudo Sobre Risco Tecnológico**: Instituto de Ciências Jurídico-Políticas Centro de Investigação de Direito Público. RJ, 2017. p. 129, 146-151.

FOTO do Sputnik. Ninfinger, 2007. Disponível em: http://www.ninfinger.org/models/vault2007/Sputnik%201/Energia2007ssIMG_1562.jpg. Acesso em: 22 jul. 2019.

FOTOS de desenhos esquemático do Sputnik. Ninfinger, 2007. Disponível em: <http://www.ninfinger.org/models/vault2007/Sputnik%201/index.html>. Acesso em: 22 jul. 2019.

GONZAGA, Edson Pereira; VOELZKE, Marcos Rincon. **Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 33, nº 2, 2311 2011. p. 1 – 2.

IMPACTO de meteorito na Rússia foi maior do que se calculava, diz estudo. G1 globo.com, 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/11/impacto-de-meteorito-na-russia-foi-o-dobro-do-que-se-calculava-diz-pesquisa.html>. Acesso em: 01 abr. 2020.

JESUS, Antonio Delson C. **Mitigação de Perigos de Colisões de Objetos Espaciais com a Terra**. Caderno de Física da UEFS, v. 16, Departamento de

Física Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA. 2018. p. 1402.1-18.

JUNQUEIRA, Thiago Correr. **Estrutura Espiral da Galáxia baseada no estudo de órbitas estelares**. Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas Departamento de Astronomia. SP, 20013. p. 27-28.

LANGHI, Rodolfo; NARDIR, Roberto. **Ensino de Astronomia: Erros Conceituais mais Comuns Presentes em Livros Didáticos de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V. 24, n. 1 p. 87 – 111, 2007. p. 87-91.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Editora Atlas S. A. 5 ed. 2003 SP. p. 99-102.

LATTARI, Cleiton Joni Benetti; TREVISAN, Rute Helena. **RADIOASTRONOMIA: NOÇÕES INICIAIS PARA O ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL COMO ILUSTRAÇÃO DE AULA**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 18 nº 2, 2001. p. 229 – 239.

LEITÃO, Mario Jorge M. **Sistema de Comunicação por satélite, Sistema de Telecomunicação II**, [200?]. Disponível em: https://www.academia.edu/22868157/Sistemas_de_Telecomunica%C3%A7%C3%B5es_II_SAT_1_MJL_Sistemas_de_Comunica%C3%A7%C3%A3o_por_Sat%C3%A9lite. Acesso em: 02 abr. 2020.

LISTA de asteroides. Astronoo, 2013. Disponível em: <http://www.astronoo.com/pt/artigos/asteroides-lista.html>. Acesso em: 11 fev. 2020.

LUNIK 3. Proyectoidis, 1959. Disponível em: <https://proyectoidis.org/lunik-3/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MADEHSKY, Rainer Karl. **Curso Básico de Astrofísica E Cosmologia: O sistema solar, as estrelas e a Via Láctea**. Feira de Santana: Editora UEFS, 2014. p. 15-17, 225-235, 260.

MANTELLATTO, Paulo Meira Bonfim. **As Influências da Lua na Terra e o Fenômeno das Marés**. Universidade Federal São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Departamento de Matemática, São Carlos SP, 2012. p. 23-27.

MARQUES, Ramiro. **Pedagogia de Jerome Bruner (2016?)**. Disponível em: http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica_pedagogia/A%20Pedagogia%20de%20JeromeBruner.pdf. Acesso em: 05 set. 2019.

MARAN, Stephen P. **Astronomia para Leigos: Vermelho, Frio e Árido: Descobrimos os mistérios de Marte**. Tradutor Ricardo Sonovick, 2 ed. 2011. p. 100-102.

https://books.google.com.br/books?id=42x9DwAAQBAJ&pg=PA103&lpg=PA103&dq=astronomia+como+defender+a+terra+do+impacto+com+um+asteroide&source=bl&ots=WfGnsGdk8R&sig=ACfU3U1IINBhOVrhj_C1ki9m8XwJTGzGGA&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwiE9JH33NLgAhWmHbkGHbIFCdc4FBD0ATABegQIBBAB#v=onepage&q=astronomia%20como%20defender%20a%20terra%20do%20impacto%20com%20um%20asteroide&f=false . Acesso em: 23 fev. 2019.

MARTINS, Manel Rosa. **Benefícios do Programa Espacial – O impacto positivo da NASA na sociedade.** Astropt, 2019. Disponível em: <http://www.astropt.org/2012/12/29/beneficios-do-programa-espacial-o-impacto-positivo-da-nasa-na-sociedade/>. Acesso em: 07 jan. 2019

MARÉ. Wikipédia, 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mar%C3%A9>. Acesso em: 24 abr. 2020.

MATSUURA, Oscar T (Org.). **História da Astronomia no Brasil** 1 ed. CEPE. PE, 2013. p. 53-54 e 159 -188.

MESQUITA FILHO, Julho. **A INSTABILIDADE NA EVOLUÇÃO DINÂMICA DO SISTEMA SOLAR:** Considerações sobre o Tempo de Instabilidade e a Formação Dinâmica do Cinturão de Kuiper. Guatinguetá, **UNESP** 2019, p. 107 – 108.

METEORITO de Bendegó - o sobrevivente brasileiro. galeriadometeorito, 2018. Disponível em: <https://www.galeriadometeorito.com/2018/09/meteorito-de-benedego-historia.html>. Acesso em: 12 mar. 2020.

METEORO de Cheliabinsk. Wikipédia. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Meteoro_de_Tcheliabinsk . Acesso em: 01 out. 2019

METEORITO Shelyabinsk na Rússia - 15/02/2013. Disponível em: <https://meteoritosbrasil.weebly.com/artigos/meteorito-na-russia-15022013>

<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/02/ha-um-ano-localidade-da-russia-se-assustava-com-queda-de-meteorito.html>. Acesso em: 02 out. 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem.** Editora PU. SP, 1999. Cap. 5.

MOTHÉ-DINIZ, Thais; ROCHA, Jaime F. Villas da. Sistema Solar Revisto. Disponível em: <https://docplayer.com.br/10342709-O-sistema-solar-revisto-thais-mothe-diniz-observatorio-nacional-thaismothe-on-br-e-jaime-f-villas-da-rocha-uerj-roch-dft-if-uerj.html>

MUNIZ, Sergio Ricardo. **INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE ESTATÍSTICA DE MEDIDAS:** Fundamento de Matemática II. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1919031/mod_resource/content/0/Introducao_Estatistica_plc0016_14.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.

NASCIMENTO, Lucas C. Cratera de Berringer: **Cratera de Meteoro no Arizona. Blog boralá, 2018.** Disponível em: <https://borala.blog.br/cratera-meteoro-arizona-barringer/>. Acesso em: 25 mar. 2020.

NÓBREGA, Antonio José Farias. **Caracterização das Estruturas Espirais em Galáxias Discoidais Grand Design.** Instituto de Física UFRGS, Porto Alegre 2007. p. 25-26.

NOGUEIRA, Pablo. Terra? **A surpresa dos asteroides: Será que os astrônomos estão preparados para prever ameaças vindas do espaço?** Revista Galileu, 2019. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT318081-1719,00.html>. Acesso em: 23 fev. 2019.

OLIVEIRA, Juan Carlos Soares de. **Análise e Simulação Computacional de Órbita de Transferência de Hohmann pelo Método de Euler.** Universidade Federal Rural do Semi-Árido Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros. Pau dos Ferros, R N, 2018. p. 18-22.

OLIMPIÁDA **Brasileira de Astronomia (OBA) e Astronáutica Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG).** Realização: Sociedade Astronômica Brasileira (SEB) e Agência Espacial Brasileira (AEB), RJ, 2019.

OLIVEIRA, A. J. & FLORESTI Felipe. **Subutilizado, satélite brasileiro tem custo diário de R\$ 800 mil.** Revista Galileu, 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/07/subutilizado-satelite-brasileiro-tem-custo-diario-de-r-800-mil.html>. Acesso em: 21 mar. 2020.

OLIVEIRA REIS, Norma Teresinha et al. **Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial.** Revista Brasileira em Ensino de Física, v. 30, n. 1, 1401 (2008). p. 3-5.

OPPORTUNITY (sonda espacial), **Robô enviado a Marte.** Disponível em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Opportunity_\(sonda_espacial\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Opportunity_(sonda_espacial)). Acesso em: 19 jun. 2020.

O SOL – a nossa estrela. if.ufrgs, 2019. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>. Acesso em: 22 mar. 2020.

PARÂMETROS Curriculares Nacionais: **Ensino Médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 1998. p. 26 e 27.

PARÂMETROS Curriculares Nacionais: **Ensino Fundamental Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 1998. p. 39 e 40.

PENA, Fábio Luís Alves. **Sobre a Presença do Projeto Harvard no Sistema Educacional Brasileiro.** Revista Brasileira de Ensino de Física v. 34 n. 1, 1701 (2012).

PEREZ, Muni. **Tudo sobre a Estação Espacial Internacional**. Calantech, 2019. Disponível em:

<https://canaltech.com.br/ciencia/Tudo-sobre-a-Estacao-Espacial-Internacional/>.

Acesso em: 06 jan. 2019.

PINHEIRO, Eduardo Carvalho. **Equações de Clohessy-Wiltshire**: modelo linear para variação de massa nas manobras evasivas de veículos espaciais, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguá SP 2016. p. 11-14.

REIS, Norma Teresinha Oliveira. **Fundamento da Mecânica orbital II, Conceitos & Atividades para Educação Básica**, Rio Grande do Norte, (normareis@mec.gov.br). Disponível em:

<https://educacaoespacial.files.wordpress.com/2011/08/mecc3a2nica-orbital-parte-2.pdf> . Acesso em: 20 dez. 2018.

REIS, Norma T. O. **Asteroides, Cometas e Riscos de Impacto com a Terra**. 2012 Disponível em: <https://educacaoespacial.files.wordpress.com/2010/10/neo.pdf>. Acessado em: 22 nov. 2019.

ROSSETTO, Erika A. de Souza. **Lixo espacial e seu monitoramento**. Contribuição pela modelagem correta de imagens traço, com certificação via astrometria de satélites geoestacionários, Universidade Federal de Rio de Janeiro. RJ 2013. p. 17-24.

SIEMSEN, Giselle Henequim & LORENZETTI, Leonir; **A pesquisa em Ensino de Astronomia para o Ensino Médio**. v. 2, n. 3, Curitiba: ACTIO, 2017. p. 185 – 207.

SANTANA, Saymon H. Santos et al. **Transferências Orbitais para Asteroides Próximos à Terra**: Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics. v. 5, n. 1, 2017.

SALGADO, Maria Cristina Vilela; BELDERRAIN, Mischel Carmem N. e SILVA, Amanda Cecília S. da. **Avaliação do vôo tecnológico XVT02 do Veículo Lançador de Satélites VLS-1 por meio de decisão em grupo**. Journal of Aerospace Technology and Management, v.1, n. 1, jan. – jun. 2009. p. 79-83.

SEVERINO, Antonio Joaquim. Docência Universitária: **A Pesquisa como Princípio Pedagógico**, 2009.

SILVA NETO, José Batista da. **Estudo da Passagem de uma Nuvem de Partícula por um Corpo Celeste** (Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica; PIBITI/CNPQ/INPE). Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, São José dos Campos SP, jun. 2012. p. 12 -14.

SOUZA, Kellcia Rezende; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. **Abordagem quanti-qualitativa**: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação, Educação e Filosofia, 2017. p. 21- 34.

THE CLEAN space blog (O Blog Espaço Limpo). esa, 2019. Disponível em: <http://blogs.esa.int/cleanspace/> . Acesso em: 07 jun. 2020.

TORRES, João Carlos, **University of Lisbon, Asteroides; Revista**: Divisão de Atividade Educacionais (DEAD). Observatório Nacional, 2 ed. 20011 Nº 08. 07 Publications, January 2016.

TYCHO Cratera. Wikipédia, 2018. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tycho_\(cratera\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tycho_(cratera)). Acesso em: 25 mar. 2020.

VEIGA, Carlos Henrique; LOPES, Dalto de Farias, (Rev.). **Asteroide, Observatório Nacional**, 2 ed. RJ, nº 8, 2011

VILAS BÔAS, Danton José Fortes. **O VEÍCULO LANÇADOR DE SATÉLITES - VLS-1**. Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE, **Centro Técnico Aeroespacial – CTA**. São José dos Campos SP (2005?).

XAVIER, fontdeglòria. **Estação espacial chinesa ‘Tiangong-1’ cai no Pacífico sul**. El País, 2019. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/04/02/internacional/1522633599_636912.html. Acesso em: 07 jan. 2019.

WINTER, Othon Cabo e PRADO Antonio Fernando Bertichini de Almeida (Orgs.). **A Conquista do Espaço: do Sputnik à Missão Centenária**: Editora Livraria da Física, SP 2007. Cap. 01-03, 08-09.

APÊNDICE A – Materiais Didáticos de Apoio para os Alunos

ORD.	TEXTOS
01	O Meteorito Bendegó: história, mineralogia e classificação química. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-48892011000100141
02	Um Foguete de Garras pet. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a02.pdf
03	Alguns aspectos da óptica do olho humano. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n3/12.pdf
04	Telescópio espacial Hubble. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Telesc%C3%B3pio_espacial_Hubble
05	Coleção Explorando o Ensino: Astronomia (livro em pdf) Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=4232-colecaoexplorandoensino-vol11&category_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192
06	Os Aspectos Físicos e Matemáticos do Lançamento do Foguete de Garrafa pet. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/pibidfisica/files/2013/03/OS-ASPECTOS-F%C3%8DSICOS-E-MATEM%C3%81TICOS-DO-LAN%C3%87AMENTO-DO-FOGUETE-DE-GARRAFA-PET.pdf
07	A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a16.pdf
07	Como Funcionam Os Telescópios. Disponível em: http://www.ultimosacontecimentos.com.br/conhecendo-mais-sobre/como-funcionam-os-telescopios.htm
ORD.	VÍDEOS
01	O Universo: as 7 maravilhas do sistema solar. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=nl-fXAlp7c (este vídeo não está mais disponível)
02	Matéria de Capa – Maravilha do universo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7E4s0mG8XvA
03	Hubble: a última missão. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=CehTJyPeua8
04	Asteroides - A Terra em rota de colisão. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=QeYo6jaWm3Q

APÊNDICE B – Materiais Complementares

Computador	Cartolina
Internet	Tesoura
Datashow	Cola
Livros	Isopor
Caderno	Tinta à base d'água
Lápis, caneta e borracha	Pincel
Papel	Garrafa pet
Cartolina	Tube de PVC
Válvula de pneu de bicicleta	Mangueira de borracha
Espuma	Cordão
Tinta	Lentes
Papelão	Estilete

APÊNDICE C – Carta Convite para os Alunos



Universidade Estadual de Feira de Santana

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



Prezado aluno,

Eu, Mestrando IRINEU SANTOS, convido você a participar de um grupo de pesquisa científica, como colaborador, realizando algumas atividades na área de Astronomia, Astrofísica e Física, no Colégio Estadual Bertholdo Cirilo dos Reis, as quais fazem parte do meu Projeto de Pesquisa de Dissertação do Curso Pós-Graduação Em Astronomia, Mestrado Profissional.

Esta é uma oportunidade para você aumentar seus conhecimentos relacionados à Ciência e Tecnologia Espacial e, concomitantemente, adquirir algumas experiências como Pesquisador Jr. para a sua posterior vida acadêmica, caso deseje cursar uma faculdade.

As Universidades são assentadas em três pilares: Ensino, Pesquisa e Extensão. O aluno que faz pesquisa, durante a sua vida acadêmica, amplia as chances de entrar no mercado de trabalho e/ou fazer uma Pós-Graduação, possuindo um currículo diferenciado. Dado que, alguns estudantes, no início dos estudos universitários, não sabem como funcionam os trâmites da vida acadêmica, no que tange às pesquisas e bolsas e chegam a perder oportunidades preciosas, ocasionando, às vezes, frustrações.

Nesse sentido, ao desenvolver essas atividades, você poderá obter conhecimentos que ajudarão nos seus estudos e poderá se divertir com novas descobertas, a partir da Astronomia.

Bons estudos!

Atenciosamente,

Salvador, ____ de _____ de 2019

Ras Irineu Odùdùwà

APÊNDICE D – Questionário de Sondagem (alunos)

Questionário de conhecimentos astronômicos

Orientação:

Esta atividade é um questionário para testar seus conhecimentos astronômicos, isto é, saber o quanto você já conhece sobre o espaço e os corpos celestes que compõem o sistema solar, no qual o nosso planeta está inserido.

- 1.0 – Como se chama a região do espaço onde está o planeta Terra?
- a) Sistema planetário.
 - b) Sistema espacial.
 - c) Sistema solar.
 - d) Sistema geocentrismo.
 - e) Sistema gravitacional
- 2.0 – Qual a estrela mais próxima do planeta Terra?
- a) Estrela cadente.
 - b) Estrela Dalva.
 - c) O Sol.
 - d) A Lua.
 - e) Marte.
- 3.0 – Contando a ordem dos planetas partindo Sol, a Terra é:
- a) o primeiro planeta.
 - b) o segundo planeta.
 - c) o terceiro planeta.
 - d) o quarto planeta.
 - e) o quinto planeta.
- 4.0 – Os corpos celestes iluminados no céu são:
- a) as estrelas e a Lua.
 - b) os planetas e a Lua.
 - c) o Sol e os planetas.
 - d) o Sol e as estrelas.
 - e) a Lua e o Sol.
- 5.0 – O planeta mais próximo do Sol é:
- a) Terra.
 - b) Mercúrio.
 - c) Vênus.
 - d) Marte.
 - e) Netuno.
- 6.0 – O movimento de translação da Terra em torno do Sol dura aproximadamente 365 dias. Para realizar o mesmo movimento, os planetas levam, por exemplo: Mercúrio 88, Vênus 225, Marte 687 e Júpiter 4.333, dias terrestres. Baseado nesses dados pode-se afirmar que:
- a) Marte está mais próximo do Sol do que Vênus.
 - b) A Terra está mais próxima do Sol do que Vênus
 - c) Júpiter está mais próximo do Sol do que Vênus.
 - d) Júpiter está mais distante do Sol do que a Terra.
 - e) Júpiter está mais próximo do Sol do que Marte.

7.0 – O raio do Sol e da Terra são, respectivamente: 695.500 km e 6.371 km. Alguns astros observados da Terra aparentam estar posicionados no mesmo plano. A Lua é vista, aparentemente, do mesmo tamanho do Sol porque:

- a) tem o mesmo tamanho do Sol
- b) está mais distante da Terra que o Sol.
- c) está mais próxima da Terra que o Sol.
- d) está mais próxima do Sol que da Terra.
- e) é maior que a Terra.

8.0 – O céu noturno é repleto de pontinhos brilhantes, que são corpos celestes, luminosos e iluminados. Observá-lo é motivo de fascínio, que remota à antiguidade. Baseado em nossa experiência de observações diárias do céu noturno, é correto afirmar que:

- a) as estrelas são corpos iluminados
- b) todos os pontos brilhantes observados no céu noturno são estrelas
- c) os pontos brilhantes observados no céu noturno podem ser estrelas ou outros corpos celestes, planetas, por exemplo.
- d) as estrelas são corpos celestes que só brilham à noite.
- e) a lua é o corpo luminoso mais próximo da Terra.

9.0 – Um eclipse é um evento astronômico que ocorre quando a posição de um objeto celeste, em trânsito, é coincidente ou atravessa, na posição aparente de outro mais distante. Um eclipse pode ser:

- a) apenas lunar.
- b) apenas solar.
- c) lunar ou solar.
- d) solar e lunar no mesmo instante.
- e) lunar e solar no mesmo instante.

10.0 – Em 20 de julho de 1969 o astronauta norte-americano, Niel Armstrong, se tornou o primeiro homem a pisar literalmente na Lua. Este corpo celeste fascinante é o mais próximo da Terra, com sua distância média de 384.000 km. Supondo que a espaçonave Apollo 11 para ir até à Lua tenha desenvolvido uma velocidade média de 1.000 km/h. Quantos dias o veículo levou para chegar ao seu destino? **(Considere que foi realizada uma manobra hipoteticamente retilínea e um dia civil com 24 horas)**

- a) 10 dias.
- b) 12 dias
- c) 15 dias.
- d) 16 dias.
- e) 20 dias.

APÊNDICE E – Questionário de Sondagem (professores)

Caros colegas!

Eu, Irineu Santos (Ras Irineu Odùdúwà), estou fazendo uma Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, na UEFS. Uma peculiaridade dessa modalidade de pós é desenvolver algumas ações no local de trabalho, deste modo, o ambiente aonde pretendo realizá-las é no Colégio Bertholdo Cirilo.

Venho solicitar a colaboração de vocês, para que eu possa realizar algumas atividades propostas na Dissertação. Vamos aproveitar a oportunidade para testar um pouco os conhecimentos em Astronomia, que cada um já possui, **respondendo este questionário. Escolha uma alternativa e marque um (x), pois só há uma correta. NÃO É NECESSÁRIO SE IDENTIFICAR.**

1.0 – A causa das estações do ano, no planeta Terra, está diretamente relacionada com:

- a) a) a órbita elíptica da Terra.
- b) b) a aproximação (periélio) e o afastamento (afélio) do planeta ao Sol durante o seu movimento de translação (revolução).
- c) c) a inclinação do eixo de rotação com relação a sua órbita.
- d) d) a posição do planeta no sistema solar em relação ao Sol.

2.0 – Acredita-se que o fenômeno fase da Lua já era conhecido por Aristóteles (384 – 322 a.e.c.). Baseado em seus conhecimentos quantas fases tem à Lua?

- a) a) uma fase Lua cheia.
- b) b) duas fases Lua cheia e nova.
- c) c) quatro fases: Lua cheia, nova, quarto minguante e quarto crescente.
- d) d) Aproximadamente 27 fases, as mais lembradas são: Lua cheia, nova, quarto minguante e quarto crescente.
- e) e) Aproximadamente 30 fases, as mais lembradas são: Lua cheia, nova, quarto minguante e quarto crescente.

3.0 – Quantos movimentos principais são executados pelo planeta Terra?

- a) a) Um; rotação.
- b) b) Um: translação (revolução).
- c) c) Dois; rotação e translação (revolução).
- d) d) Três principais; rotação, translação (revolução), Precessão e outros.
- e) e) Apenas três principais; rotação, translação (revolução) e Precessão.

4.0 – O movimento das águas dos oceanos, conhecido popularmente como enchente e vazante, está relacionado diretamente com a influência da(os):

- a) a) Lua.
- b) b) Sol.
- c) c) Planetas mais próximos.
- d) d) Forças gravitacionais
- e) e) Movimentos do planeta

5.0 – Quantas viagens tripuladas já foram realizadas com sucesso à Lua?

- a) a) Nenhuma.
- b) b) Apenas uma.
- c) c) Apenas duas.
- d) d) Apenas Três.
- e) e) Mais de cinco.

6.0 – O sistema solar é constituído por:

- a) a) 7 planetas e um planeta anão.
- b) b) 8 planetas e um planeta anão.
- c) c) 8 planetas e mais de um planeta anão.
- d) d) 9 planetas.

- e) 9 Planetas e um planeta anão.
- 7.0 – Um brilho fugaz que surge no céu noturno, conhecido popularmente como “estrela cadente”, ocorre devido a qual fenômeno?
- uma estrela aparente mudando de posição.
 - um asteroide adentrando a atmosfera terrestre em alta velocidade.
 - entrada de corpos rochosos ou metálicos, ou rochosos-metálicos (meteoroides) vindos do espaço, cujas pesquisas apontam que tais materiais são oriundos da explosão de estrelas.
 - um meteoro entrando na atmosfera terrestre.
 - ionização da atmosfera, devido a uma descarga elétrica.
- 8.0 – Devido ao movimento de rotação da Terra ocorrem os instantes nascer e ocaso dos astros (movimento diurno), chamado de movimento aparente. Nesse caso pode-se afirmar que:
- o Sol nasce sempre no leste e se põe (ocaso) sempre no oeste.
 - o Sol nasce no lado leste e se põe (ocaso) no lado oeste.
 - o Sol nasce sempre no oeste e se põe (ocaso) sempre no leste.
 - o Sol nasce no lado oeste e se põe (ocaso) no lado oeste.
 - o Sol nasce sempre no oeste e se põe (ocaso) sempre no horizonte.
- 9.0 – O céu noturno é repleto de pontinhos brilhantes de corpos celestes, luminosos e iluminados. Observá-lo é motivo de fascínio, que remota à antiguidade. Baseado em nossa experiência de observações diárias do céu noturno, é correto afirmar: **[Dupla resposta verdadeira]**
- todas as estrelas que são observadas no céu noturno estão no mesmo plano galáctico.
 - todos os pontos iluminados, observados no céu, são provenientes das estrelas que estão em diferentes distâncias.
 - a luminosidade observada no céu noturno é ocasionada por estrelas e outros corpos celestes.
 - as estrelas são corpos celestes que só brilham à noite.
 - a lua é o corpo iluminado mais próximo da Terra.
- 10.0) Um eclipse é um evento astronômico que ocorre quando a posição de um objeto celeste, em trânsito, é coincidente ou atravessa, na posição aparente de outro mais distante, portanto, um eclipse é:
- solar quando o Sol encobre a Lua.
 - solar quando a Terra está alinhada entre a Lua e o Sol.
 - solar quando a Lua está alinhada entre a Terra e o Sol.
 - lunar quando a Lua está alinhada à Terra e passa em frente ao Sol.
 - lunar quando à Lua encobre o Sol.

APÊNDICE F – Atividade de Astronomia

O primeiro dever da inteligência é desconfiar dela mesma.” Albert Einstein.

Questionário

Depois da exibição do documentário “AS MARAVILHAS DO SISTEMA SOLAR”, pesquise em outras fontes sobre Astronomia para responder este questionário.

- 1.0) Qual o nome do maior e do menor planeta do nosso sistema solar?
- 2.0) Qual o planeta mais quente e o mais frio do nosso sistema solar?
- 3.0) Todos os planetas do nosso sistema solar têm satélites?
 - a) Cite os que não têm?
 - b) Cite os que têm?
- 4.0) Quais os nomes dos satélites galileanos de Júpiter?
- 5.0) Porque quando lançarmos um corpo (uma bola) para o alto, o mesmo retorna para a superfície da Terra? (Justifique)
- 6.0) O que aconteceria se lançássemos o mesmo corpo para o alto da superfície da Lua? (Justifique)
- 7.0) O que é velocidade de escape (v_e)?
- 8.0) Exemplo do cálculo da velocidade de escape da Terra.

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}};$$

Dados: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{N}^2 \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, $M = 5,98 \times 10^{24} \text{kg}$ $R = 6,38 \times 10^6 \text{m}$

$$v_e = \sqrt{\frac{2(6,67 \times 10^{-11} \text{N}^2 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 5,98 \times 10^{24} \text{kg})}{R = 6,38 \times 10^6 \text{m}}} \cong 11,18 \text{m/s}$$

8.1 Baseado no exemplo da 8ª questão, calcule a velocidade de escape do planeta Vênus.

9.0) Baseado no resultado das questões (7.0, 8.0 e 8.1) dos planetas Terra e Vênus, qual deles haveria maior gasto de energia para se lançar um foguete, estando a base de lançamento nas suas superfícies? (Justifique)

10.0) O que é asteroide? Tal corpo celeste representa perigo para o planeta Terra? (Justifique).

APÊNDICE G – Modelo do Relatório de Acompanhamento das Equipes

Ficha de acompanhamento das atividades Projeto Feira de Ciência e Astronomia. Pesquisadores Jr. 1º Ano F (Estande do Foguete).

Este documento é uma ficha de acompanhamento para o êxito de nossa Feira de Ciência e Astronomia. A equipe deve relatar, quais as etapas já foram concluídas e quais as que ainda faltam, assim bem como, encaminha as dúvidas para o PROFESSOR. Obs.: Assinatura é um controle da presença dos participantes nas reuniões.

Ord.	Nome	Assinatura
01	Paloma Costa Silva	
02	Kelly Cristina	
03	David Douglas	
04	Leonardo Rosário	
05	Paulo Henrique	
06	Mateus Romão	
07	Ueslei Santos	
08	Caime Neves	
09	Jonathan França	
10	Jonatan Sena	
11	Antônio Douglas	
12	Paloma Santos de Lima	
13	Gloria Stefane	
14	Naiara Kelly dos Santos	
15	Vanessa Silva Pereira	
16	Iran Costa	
17	Danila de Almeida	
18	Letícia da Paixão Magalhães	
19	Maria Regina S. Rodrigo	

Nome dos Líderes do grupo de trabalho: _____

e _____

Data: ____/____/2019

RELATÓRIO

APÊNDICE H – Modelo: Roteiro dos Assuntos (Etapa I)

Lista dos assuntos para ser pesquisado no livro Coleção Explorando o Ensino: Astronomia em PDF postado no grupo e em outras fontes que desejarem.

Para entender a teoria da física, suas aplicações na Astronomia e para ser possível interpretar seus fenômenos nos artefatos que serão montados, maquetes e painéis, é necessário pesquisar alguns conteúdos. Nesse caso este trabalho será organizado em duas etapas. A primeira realizada nessa II unidade, com realização de pesquisa e a entrega de um trabalho escrito dos assuntos pesquisados e a segunda etapa na III unidade, constituindo de aprofundamento dos conhecimentos, montagem das maquetes construção dos painéis e culminância com exposição na **Feira de Ciência e Astronomia**.

Etapas do trabalho:

Etapa I Pesquisa para compreensão dos conceitos básicos de Física, de Astronomia e assuntos relacionado ao seu tema de exposição.

Etapa II Aprofundamento dos estudos (principalmente referente ao tema da exposição), montagem da maquete, ou painel, organizar o local da exposição na data (a combinar) que acontecerá a Feira de Ciência e Astronomia.

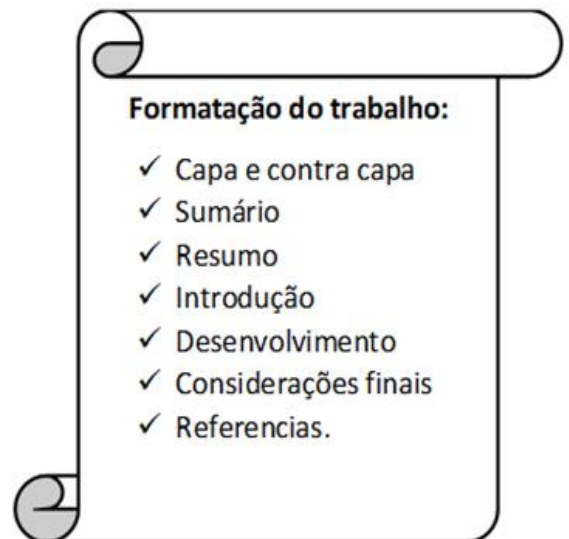
Elaborar um trabalho de pesquisa escrito com os seguintes assuntos:

- Região onde surge as primeiras observações astronômicas.
- Os povos que influenciaram os gregos nos conceitos astronômicos.
- Descrição do sistema solar na concepção de Claudio Ptolomeu (explique o modelo).
- Descrição do modelo heliocêntrico e quem propuseram esse modelo.
- Explique as três leis de Kepler.
- O que é a teoria do Big Bang.
- O que é galáxia.
- Descreva a Via Láctea e o sistema solar.
- Descreva o funcionamento de uma estrela
- O que é asteroide.
- Quais as ameaças que podem vir do espaço e atingir a Terra (cite as naturais e as artificiais).
- Pequeno resumo da viagem do homem à Lua.
- Quais as implicações para se colocar um veículo espacial em órbita (satélite, sondas, telescópios, etc.).

Incluído também no seu trabalho os assuntos referentes ao seu tema de exposição.

- **Equipe da réplica do meteorito de Bendegó**
 - ✓ Conceitos de meteoro, meteoritos e asteroides
 - ✓ Cinturões de asteroides (o principal e os troianos)
 - ✓ Tamanhos dos asteroides.
 - ✓ Queda de asteroides na Lua
 - ✓ Queda de asteroide no planeta Terra.
- **Equipe que construirá a luneta de pvc**
 - ✓ Introdução da luneta na Astronomia (quem foi).
 - ✓ As primeiras imagens astronômicas vista pelo homem por meio da luneta.

- ✓ Telescópios.
 - ✓ Tipos de telescópios.
 - ✓ Telescópios terrestre e espacial.
 - ✓ Espelhos dos telescópios.
 - ✓ Aberrações nas lentes dos telescópios.
- **Equipe que construirá o foguete com garrafa pet**
- ✓ Velocidade de escape.
 - ✓ Velocidade de escape do Sol e da Terra.
 - ✓ Combustíveis usados no lançamento dos foguetes.
 - ✓ Discrções para se colocar um veículo espacial em órbita.
 - ✓ As condições internas da cabine (gravidade, temperatura, pressão, etc.) onde fica os astronautas.
 - ✓ Estação espacial
 - ✓ Locais a onde as naves espaciais pousaram na Lua.
- **Equipe que construirá a maquete do telescópio Hubble**
- ✓ Um resumo sobre Edwin Powell Hubble.
 - ✓ Resumo sobre telescópio Hubble.
 - ✓ Missões realizada pelo telescópio Hubble.
 - ✓ As descobertas feita por Hubble sobre o universo.
 - ✓ Resumo sobre galáxia.
 - ✓ Resumo sobre nossa galáxia (Via Láctea).
- **Equipe que construirá a maquete óptica do olho e telescópio**
- ✓ Refração da luz total e parcial.
 - ✓ Índice de refração
 - ✓ Refração atmosférica.
 - ✓ Cor por refração.
 - ✓ Espectro de cores.
 - ✓ Arco-íris.
 - ✓ Imagem num espelho.
 - ✓ Espelhos esféricos e côncavos.
 - ✓ O olho humano características básicas.
- **Equipe que apresentará o painel sobre lixo espacial**
- ✓ Conceito de lixo e de sucata;
 - ✓ Satélites artificiais
 - ✓ Foguete espacial;
 - ✓ Estágios dos foguetes espaciais;
 - ✓ Estação espacial;
 - ✓ Telescópios espaciais;
 - ✓ Lixo espacial;
 - ✓ Os possíveis perigo do lixo espacial;
 - ✓ Acidentes já confirmados envolvendo lixo espacial.



APÊNDICE I – Modelo: Atividade de Avaliação, Etapa I (questionário)

Nome: _____

Série/turma: ____/____ data: ____/____/2019 Nota: _____

Questionário sobre o trabalho de Astronomia – 1º Etapa

Decorar, apenas, não quer dizer aprender, o aprendizado se dá pela capacidade da interpretar e sintetizar as principais ideias do texto lido. Essa atividade é para verificar seu domínio sobre os assuntos pesquisados em Astronomia. Escolha três tópicos e responda em linhas gerais seu entendimento, com letras inteligíveis. Faça uma síntese explicando seus conhecimentos sobre o produto que você irá expor na Feira de Ciência e Astronomia (foguetes, luneta telescópio, etc.). (ATIVIDADE INDIVIDUAL)

- a) Região de onde surgiu as primeiras observações astronômicas.
- b) Os povos que influenciaram os gregos nos conceitos astronômicos.
- c) A descrição do sistema solar na concepção de Claudio Ptolomeu (explique o modelo).
- d) A descrição do modelo heliocêntrico e quem propôs esse modelo.
- e) As três leis de Kepler.
- f) Um breve resumo do seu entendimento sobre a teoria do Big Bang.
- g) Descreva em linhas gerais o que é galáxia.
- h) Uma breve descrição da Via Láctea e do sistema solar.
- i) Uma breve descrição do funcionamento das estrelas
- j) Uma breve descrição o que é asteroide.
- k) Uma breve descrição das ameaças que podem vir do espaço e atingir a Terra (cite os naturais e os artificiais).
- l) Faça um pequeno resumo de seu conhecimento da ida do homem à Lua.
- m) Uma breve descrição das implicações para se colocar um veículo espacial em órbita (satélite, sondas, telescópios, etc.). **(Use o verso da folha para completar suas respostas se for necessário).**

Tópico, letra (___): _____

Tópico, letra (___): _____

Tópico, letra (___): _____

Faça um resumo das características, da aplicação na Astronomia e/ou alguma atuação da lei da Física, no objeto que você irá expor na Feira de Ciência e Astronomia.

APÊNDICE J – Atividade Respondida



Colégio Estadual Bertholdo Cirilo dos Reis
Rua Estrada do Cabrito, 80-E. São João – Plataforma. Salvador – Bahia.
Tel.: 3398 – 3728



Nome: Bruna Alves

Série/turma: /

data: / / 2019

Nota: / 2,0

0,2

Questionário sobre o trabalho de Astronomia

Decorar não quer dizer aprender, o aprendizado se dá pela capacidade da interpretar e sintetizar as principais ideias do texto lido. Essa atividade é para verificar seu domínio sobre os assuntos pesquisados em Astronomia. Escolha três tópicos e responda em linhas gerais seu entendimento, com letras inteligíveis. Faça uma síntese explicando seus conhecimentos sobre o produto que você exporá na Feira de Ciência e Astronomia (foguetes, luneta telescópio, etc.). (ATIVIDADE INDIVIDUAL)

- Região de onde surgiu as primeiras observações astronômicas.
- Os povos que influenciaram os gregos nos conceitos astronômicos.
- A descrição do sistema solar na concepção de Claudio Ptolomeu (explique o modelo).
- A descrição do modelo heliocêntrico e quem propôs esse modelo.
- As três leis de Kepler.
- Um resumo sobre a teoria do Big Bang.
- Descreva em linhas gerais o que é galáxia.
- Uma breve descrição da Via Láctea e do sistema solar.
- Uma breve descrição do funcionamento das estrelas.
- Uma breve descrição o que é asteroide.
- Uma breve descrição das ameaças que podem vir do espaço e atingir a Terra (cite os naturais e os artificiais).
- Um pequeno resumo da viagem do homem à Lua.
- Uma breve descrição das implicações para se colocar um veículo espacial em órbita (satélite, sondas, telescópios, etc.). **(use também o verso da folha para completar sua resposta e/ou redigir a última pergunta).**

Tópico): Na Mesopotâmia, onde surgiu a
1ª observação dos fenômenos. Surgiu a
religião, o sumério foram 1ª heliocêntrico.

Tópico): _____


Tópico): _____

Faça um breve resumo das características e da aplicação de alguma lei da Física atuando no objeto que você irá expor na Feira de Ciência e Astronomia.

APÊNDICE L – Atividade Respondida

BAHIA
GOVERNO DO ESTADO
C. E. Bertholdo Cirilo dos Reis

Colégio Estadual Bertholdo Cirilo dos Reis
Rua Estrada do Cabrito, 80-E. São João – Plataforma. Salvador – Bahia.
Tel.: 3398 – 3728


Governo do Estado da Bahia

Nome: Taís de Jesus

Série/turma: 1/A data: 10/09/2019 Nota: 1,0 **20**

Questionário sobre o trabalho de Astronomia

Decorar não quer dizer aprender, o aprendizado se dá pela capacidade de interpretar e sintetizar as principais ideias do texto lido. Essa atividade é para verificar seu domínio sobre os assuntos pesquisados em Astronomia. Escolha três tópicos e responda em linhas gerais seu entendimento, com letras inteligíveis. Faça uma síntese explicando seus conhecimentos sobre o produto que você exporá na Feira de Ciência e Astronomia (foguetes, luneta telescópio, etc.). (ATIVIDADE INDIVIDUAL)

- Região de onde surgiu as primeiras observações astronômicas.
- Os povos que influenciaram os gregos nos conceitos astronômicos.
- A descrição do sistema solar na concepção de Claudio Ptolomeu (explique o modelo).
- A descrição do modelo heliocêntrico e quem propôs esse modelo.
- As três leis de Kepler.
- Um resumo sobre a teoria do Big Bang.
- Descreva em linhas gerais o que é galáxia.
- Uma breve descrição da Via Láctea e do sistema solar.
- Uma breve descrição do funcionamento das estrelas.
- Uma breve descrição o que é asteroide.
- Uma breve descrição das ameaças que podem vir do espaço e atingir a Terra (cite os naturais e os artificiais).
- Um pequeno resumo da viagem do homem à Lua.
- Uma breve descrição das implicações para se colocar um veículo espacial em órbita (satélite, sondas, telescópios, etc.). (use também o verso da folha para completar sua resposta e/ou redigir a última pergunta).

Tópico J: São corpos rochosos formados por restos de planetas e possui órbita ao redor do sol.

Tópico b: Via Láctea - é uma galáxia espiral, da qual o sistema solar faz parte. Galáxia - sistema solar isolado no espaço cósmico.

Tópico E: Explica que o universo surgiu a partir de uma explosão primordial, ocorrida aproximadamente em bilhões de an

Faça um breve resumo das características e da aplicação de alguma lei da Física atuando no objeto que você irá expor na Feira de Ciência e Astronomia.

Pelo que eu entendo os asteroides são corpos cósmicos que circulam pelo espaço sideral ao redor do sol, principalmente entre as órbitas de Marte e Júpiter. São corpos rochosos formados por

APÊNDICE M – Atividade Respondida

BAHIA
GOVERNO DO ESTADO
C. E. Bertholdo Cirilo dos Reis

Colégio Estadual Bertholdo Cirilo dos Reis
Rua Estrada do Cabrito, 80-E. São João – Plataforma. Salvador – Bahia.
Tel.: 3398 – 3728

Gov. do Estado da Bahia

Nome: Emerson Luiz

Série/turma: 1^o A data: 20/09/2019 Nota: 4,0 0,8

Questionário sobre o trabalho de Astronomia

Decorar não quer dizer aprender, o aprendizado se dá pela capacidade da interpretar e sintetizar as principais ideias do texto lido. Essa atividade é para verificar seu domínio sobre os assuntos pesquisados em Astronomia. Escolha três tópicos e responda em linhas gerais seu entendimento, com letras inteligíveis. Faça uma síntese explicando seus conhecimentos sobre o produto que você exporá na Feira de Ciência e Astronomia (foguetes, luneta telescópio, etc.). (ATIVIDADE INDIVIDUAL)

- Região de onde surgiu as primeiras observações astronômicas.
- Os povos que influenciaram os gregos nos conceitos astronômicos.
- A descrição do sistema solar na concepção de Claudio Ptolomeu (explique o modelo).
- A descrição do modelo heliocêntrico e quem propôs esse modelo.
- As três leis de Kepler.
- Um resumo sobre a teoria do Big Bang.
- Descreva em linhas gerais o que é galáxia.
- Uma breve descrição da Via Láctea e do sistema solar.
- Uma breve descrição do funcionamento das estrelas.
- Uma breve descrição o que é asteroide.
- Uma breve descrição das ameaças que podem vir do espaço e atingir a Terra (cite os naturais e os artificiais).
- Um pequeno resumo da viagem do homem à Lua.
- Uma breve descrição das implicações para se colocar um veículo espacial em órbita (satélite, sondas, telescópios, etc.). (use também o verso da folha para completar sua resposta e/ou redigir a última pergunta).

Tópico **D**: é a teoria que trata o sol, em sua própria
taxa imutável, perturbando os centros do Universo:
sem proporção a estabilidade (balança Galileu)

Tópico **L**: 1^o lei = todo planeta descreve em torno do sol
em uma órbita elíptica com o sol, 2^o lei: A linha reta
que une o sol ao planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

Tópico **J**: São corpos rochosos e metálicos que possuem órbita
determinada ao redor do sol.

Faça um breve resumo das características e da aplicação de alguma lei da Física atuando no objeto que você irá expor na Feira de Ciência e Astronomia.

Os asteroides são corpos rochosos e metálicos que possuem órbita desenhada
ao redor do sol. Historicamente, chegaram a ser igualmente denominados
planetaides, planetas menores ou outros planetas - mas na Resolução BS de
24 de agosto de 2006 foram em parte na direção astronômica internacional

APÊNDICE N – Roteiro dos Assuntos e Orientação do Evento (Etapa II)

Orientação para a realização da segunda etapa do projeto da Feira de Ciência e Astronomia

Caros alunos,

Para o sucesso da nossa **Feira de Ciência e Astronomia** além da construção das maquetes, experimentos, painéis e organização do espaço, é importante que os organizadores tenham lido os textos de preparação sobre o tema que vocês farão exposição. Pois eles são o suporte para vocês adquirirem um pouco de embasamento teórico, pois se um visitante curioso, fizer perguntas sobre as maquetes expostas é importante que os responsáveis saibam responder. Lembre-se, uma feira de conhecimento também é um espaço educativo.

Etapa II: Cada equipe construirá as maquetes, os experimentos e os painéis para ser exposto na Feira e farão também uma breve pesquisa relacionada ao seu tema de exposição, para complementar os conhecimentos adquiridos na etapa I.

Organização da Feira de Ciência e Astronomia

ESTANDES

Estande – 1: 1º ano A

Estande de exposição do Meteorito de Bendegó

Onde será exposto uma maquete do Meteorito que caiu na cidade de Monte Santo. Colocar também um cartaz (ou mais) informativo(s) com imagem(ns) e texto explicando de forma resumida sobre: asteroide, meteoróide, meteorito e meteoro. Um cartaz informativo também sobre o meteorito Bendegó (local da queda, ano, sua massa, característica do material de constituição e onde ele se encontra atualmente, etc.). **Obs.: conhecimentos necessário para esclarecer possíveis dúvidas dos visitantes.**

Estande – 1.1: 1º ano A

Estande de exposição do Meteorito de Chelyabinsk

Onde será exposto uma maquete do Meteorito que caiu na cidade na Rússia em 2013. Colocar também um cartaz (ou mais) informativo(s) com imagem(ns) e texto explicando de forma resumida sobre: asteroide, meteoróide, meteorito e meteoro. Um cartaz informativo também sobre o meteorito Chelyabinsk (local da queda, ano, sua massa, característica do material de constituição e onde ele se encontra atualmente, etc.). **Obs.: conhecimentos necessário para esclarecer possíveis dúvidas dos visitantes.**

Estande – 2: 1º ano B (duas equipes)

Estande de exposição da(s) luneta(s) de tubo pvc

Onde serão expostas as lunetas de tubo de pvc. Colocar também um (ou mais) cartaz(es) informativo(s) com imagem(ns) e texto explicando sobre o histórico do primeiro uso da luneta para ver astros (quem foi, em que época, evolução da luneta, etc.) e cartaz explicando a física aplicada a luneta, isto é, como funciona.

Obs.: conhecimentos necessário para esclarecer possíveis dúvidas dos visitantes.

Estande – 3: 2º ADMEstande de exposição de instrumentos ópticos (óptica da visão)

Onde será exposta uma maquete do globo ocular, acompanhada com lentes de correção para deficiência visual e uma maquete de um telescópio. Colocar também um (ou mais) cartaz(es) informativo(s) com imagem(ns) e texto explicando a física aplicada nas lentes e nos telescópios e explicar também alguns detalhes das suas utilidades e funcionamento. **Obs.: conhecimentos necessário para esclarecer possíveis dúvidas dos visitantes.**

Estande – 4: 1º ano EEstande do telescópio Hubble

Onde será a exposição da maquete do Telescópios Hubble. Colocar também um (ou mais) cartaz(es) informativo(s) com imagem(ns) e texto sobre que foi Edwin Powell Hubble e explicando detalhes do funcionamento telescópio Hubble, a física aplicada nos telescópios e algumas descobertas astronômicas realizada pelo telescópio Hubble. **Obs.: conhecimentos necessário para esclarecer possíveis dúvidas dos visitantes.**

Estande – 5: 1º ano C (dois) e FEstande dos Foguetes de garrafa pet e base de lançamento.

Onde serão expostos dois foguetes e bases de lançamento. Colocar também um (ou mais) cartaz(es) informativo(s) com imagem(ns) e texto explicando alguns detalhes dos foguetes espaciais (características, compartimentos, finalidade, tipos de combustíveis, velocidade do foguete, velocidade de escape da Terra e do foguete, as implicações de lançamento). Explicar também a física aplicada no foguete. **Obs.: conhecimentos necessário para esclarecer possíveis dúvidas dos visitantes.**

Estande – 6: 1º ano CEstande para calcular a força peso dos visitantes em diferentes astros

Organizar um balcão com uma balança tipo, balança de banheiro, para os visitantes da feira, que desejarem, calcular o valor da sua força peso. Procedimento: medir a massa do visitante na balança e calcular qual seria sua força peso na Terra e fora do planeta. (no Sol, na Lua, em Marte, etc.) expor também um cartaz informando as principais características (distância, massa, temperatura, gravidade, raio, constituição, etc.) dos astros mais conhecido do sistema solar. **Obs.: conhecimentos necessário para esclarecer possíveis dúvidas dos visitantes.**

PAINÉIS**1.0 Cartazes com Imagens e resumo biográfico dos seguintes personagens**

- a) Do primeiro homem que foi ao espaço.
- b) Da primeira mulher que foi ao espaço.

(Responsável: Deveson G. Santos)

- c) Das mulheres que morreram em acidentes espaciais
- d) Dos primeiros astronautas que foram à Lua espaciais.
- e) Imagem dos locais onde os astronautas pousaram na Lua espaciais.
- f) Hypatia: primeira mulher filósofa, matemática e astrônoma.

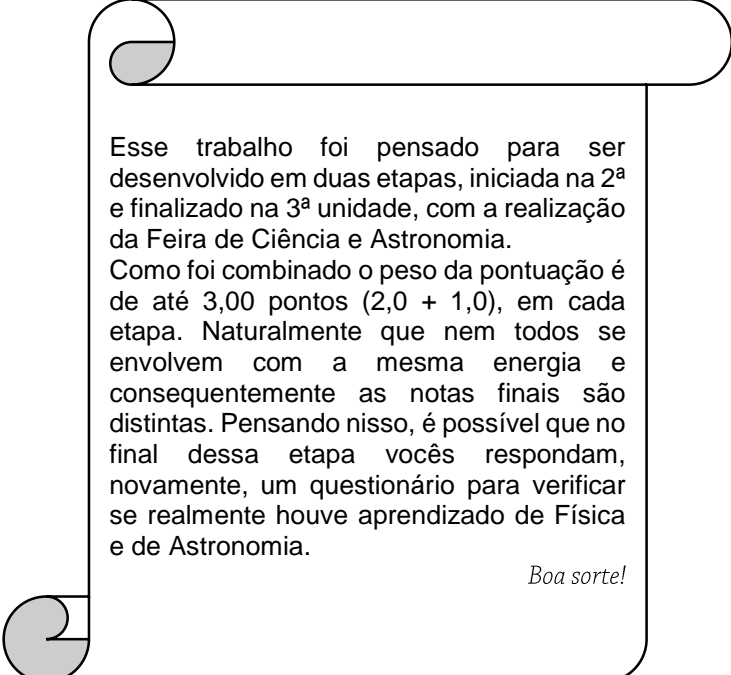
(Responsáveis: Ana Carolina e Brenda Fonseca)

2.0 Lixo Espacial ou detrito espacial

Expor um, ou mais, Cartaz com Imagens e informações sobre detritos ou lixo espacial. No cartaz deve conter explicação sobre o que é lixo espacial, quais as consequências para a sociedade e para as tecnologias que serve a sociedade, quais as providências que devem ser tomadas para diminuir seus impactos e com as atividades espaciais produz lixo no espaço. **(Responsáveis: Vanrley de Jesus e Guilherme Enderson)**

Evento previsto para ser realizado no “auditório” do Colégio Bertholdo em 29 de outubro de 2019.

Prof.: Ras Irineu Odùdùwà



Esse trabalho foi pensado para ser desenvolvido em duas etapas, iniciada na 2ª e finalizado na 3ª unidade, com a realização da Feira de Ciência e Astronomia.

Como foi combinado o peso da pontuação é de até 3,00 pontos (2,0 + 1,0), em cada etapa. Naturalmente que nem todos se envolvem com a mesma energia e conseqüentemente as notas finais são distintas. Pensando nisso, é possível que no final dessa etapa vocês respondam, novamente, um questionário para verificar se realmente houve aprendizado de Física e de Astronomia.

Boa sorte!

APÊNDICE O – Lista de Presença dos Alunos para o dia do Evento**Feira de Ciência e Astronomia**

Lista de assinatura dos alunos que participaram da organização da Feira.
Série/turma: ____/____, data ____/____/2019.


Ord.	Assinatura	Nota
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		

APÊNDICE P – Lista de Presença dos Visitantes para o dia do Evento**Feira de Ciência e Astronomia**

Lista de assinatura dos visitantes. Data ____/____/2019.

Ord.	Assinatura	Aluno/ prof./func..
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		

APÊNDICE R – Relatório Individual Redigido

 **Universidade Estadual de Feira de Santana** Instituto de Física
UFES

Relatório Individual

Prezado aluno,

Parabéns pelo seu empenho e esforço para que a Feira de Ciência e Astronomia fosse realizada com sucesso.

A atividade foi planejada visando alcançar alguns objetivos, dentre os quais, desenvolver espírito científico, incorporar conhecimentos da área de Ciência Exata e Astronomia, além de despertar habilidade de liderança, empatia entre os colegas e tolerância ao trabalho em grupo.

Relate suas impressões na realização dessa atividade, como por exemplo, se gostou da metodologia, dê exemplos de aprendizado sobre os assuntos pesquisados (Física, Tecnologia espacial e Astronomia) e aponte as dificuldades enfrentadas.

Nome: Caetano Borges Araújo Filho Turma: 121C

Tema do trabalho da Feira de Ciência e Astronomia: Foguete

Data: 12/11/2018

Gostei muito de ter participado dessa feira assim como feira de ciências aprendi muitas coisas gostei muito também dos trabalhos das outras equipes tudo organizado todo mundo dando suas explicações sobre foguetos. Bem uma reunião parai junto com meu grupo cada um tem algo para fazer na reunião equi- pe fizemos 7 componentes Amanda, Thaisa e Arthur para responderem para fazer explicações sobre o trabalho que eles fizeram um sorteio com tirante explicações legais. Eu mais Kailane ficou responsáveis de tirar o foguete agente fez o foguete ali que ficou legal mesmo com a pressão ai che- gar a hora de apresentar todo mundo ficou no começo mais depois de um tempo a maioria saiu no ficou eu, Thaisa e Arthur dando explicações sobre o trabalho para professores e alunos assim essa feira

APÊNDICE S – Relatório Individual Redigido



Universidade Estadual de Feira de Santana

Pos-Graduação em Astronomia
Mestrado Profissional
UEFS



Relatório Individual

Prezado aluno,

Parabéns pelo seu empenho e esforço para que a Feira de Ciência e Astronomia fosse realizada com sucesso!

A atividade foi planejada visando alcançar alguns objetivos, dentre os quais, desenvolver espírito científico, incorporar conhecimentos da área da Ciência Espacial e Astronomia, além de despertar habilidade de liderança, empatia entre os colegas e tolerância ao trabalho em grupo.

Relate suas impressões na realização dessa atividade, como por exemplo, se gostou da metodologia, dê exemplos de aprendizado sobre os assuntos pesquisados (Física, Tecnologia espacial e Astronomia) e aponte as dificuldades enfrentadas.

Nome: Estefane Santos Série/Turma: 1º B

Temá do trabalho da Feira de Ciência e Astronomia: _____

Data: 11/11 / 2019

Eu gostei muito de não saber de nada de matemática e agora eu sei e também foi bom que a gente fez um grupo um trabalho com outro pra saber de coisa o que era pra fazer e tudo. Eu queria que estivesse em outro para a gente fez um grupo e a gente de coisa e tudo. Gostei muito

APÊNDICE T – Relatório Individual Redigido



Universidade Estadual de Feira de Santana

Pos Graduação em Astronomia
Mestrado Profissional
UEFS



Relatório Individual

Prezado aluno,

Parabéns pelo seu empenho e esforço para que a Feira de Ciência e Astronomia fosse realizada com sucesso!

A atividade foi planejada visando alcançar alguns objetivos, dentre os quais, desenvolver espírito científico, incorporar conhecimentos da área da Ciência Espacial e Astronomia, além de despertar habilidade de liderança, empatia entre os colegas e tolerância ao trabalho em grupo.

Relate suas impressões na realização dessa atividade, como por exemplo, se gostou da metodologia, dê exemplos de aprendizado sobre os assuntos pesquisados (Física, Tecnologia espacial e Astronomia) e aponte as dificuldades enfrentadas.

Nome: Ana Carolina da S. Impar Série/Turma 1º / F

Temá do trabalho da Feira de Ciência e Astronomia: O espaço das mulheres e acidentes no espaço. Data: 12/11/2019

A feira me despertou o espírito de poder trabalhar em grupo e me interessar mais no assunto que eu escolhi. A importância das mulheres no espaço, e a sua falta de reconhecimento devido a vários acidentes.

Quando comecei a estruturar o trabalho busquei o máximo de informações sobre as mulheres líderes nesse espaço, como Hypatia a primeira mulher a entrar na história da astronomia, foi agredida por tentar entrar para fazer pesquisas.

A importância foi grandiosa, por um momento poder representar a voz dessas mulheres que fizeram conquistas importantíssimas para a história.