

O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR: MUITO ALÉM DOS OITO PLANETAS

PROF. RAFAEL COSTA DOS SANTOS

PROF. CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO

APRENDA ASTRONOMIA DE MANEIRA DIVERTIDA COM
UMA TECNOLOGIA INOVADORA



TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA
DISPONÍVEL NESTE MATERIAL

O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR: MUITO ALÉM DOS OITO PLANETAS



PROF. RAFAEL COSTA DOS SANTOS

Licenciado em Física e Mestre em Astronomia pela
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS- BA)
Professor de Física e Astronomia
(Autor)



DR. CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO

Bacharel, Mestre e Doutor em Física pela Universidade
Federal de Pernambuco (UFPE)
Professor e Pesquisador em Física (UEFS)
(Orientador)

O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR: MUITO ALÉM DOS OITO PLANETAS



Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

S238m

Santos, Rafael Costa dos

O magnífico sistema solar: muito além dos oito planetas / Rafael Costa dos Santos, Carlos Alberto de Lima Ribeiro – Feira de Santana: UEFS, 2024. 58 f.: il.

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana, aplicado aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio no Colégio Estadual do Campo de Castro Alves, na cidade de Castro Alves-BA.

1. Astronomia. 2. Sistema solar. 3. Realidade aumentada. 4. Animação 3D. I. Ribeiro, Carlos Alberto de Lima, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU 523:371.671

Daniela Machado Sampaio Costa - Bibliotecária - CRB-5/2077



Apresentação:

É com imensa satisfação que apresento o **Magnífico Sistema Solar: Muito Além dos Oito Planetas**. Este é um projeto que tem como principal motivação, despertar o brilho no olhar dos leitores para as ciências espaciais como a Astronomia e Astro-náutica.

Este material tem a finalidade de abordar os conhecimentos pertinentes ao Sistema Solar, baseando-se em fontes científicas como agências espaciais e pesquisas bibliográficas. Tendo como o principal objetivo tornar este mesmo conhecimento acessível para todos, seja em aspectos de linguagem, quanto na gratuidade do aplicativo na loja Google. Assim, esperamos que este material se torne referência para docentes e discentes da educação básica.

Este paradidático contempla uma temática que envolve saberes a nível de público livre.



Sumário

O Planeta mais próximo do Sol.....	06
O mais misterioso por séculos.....	08
Uma passadinha em casa.....	10
Planeta Popstar.....	12
Um intruso entre nós?.....	14
O grande guardião.....	16
Um dos poucos que possui anel.....	18
Nem tudo é o que parece.....	20
O oitavo Planeta.....	22
O pequenino transnetuniano.....	25
A Deusa da discórdia.....	27
A primeira homenagem a um Deus Sul-americano.....	29
Divindade Havaiana.....	31
A Astronomia nasceu na Europa?.....	34
Esforços de brasileiros para o avanço da Astronomia.....	35
Os mais poderosos telescópios presentes nos observatórios.....	36
Telescópio Refrator.....	37
Telescópio Refletor.....	38
Tecnologias Brasileiras.....	40
Tecnologias Estrangeiras.....	42
Acidente entre Eua e Rússia.....	46
Limite de vida útil.....	47
Detritos espaciais.....	48
Como andam os projetos atuais de mineração espacial?.....	50
Economia Lunar?.....	53
A lua possui o combustível do futuro.....	54
O que mais se sabe sobre recursos econômicos na lua.....	55



Os mundos mais conhecidos em nossa vizinhança:



Mercúrio



Vênus



Terra (Nossa Casa)



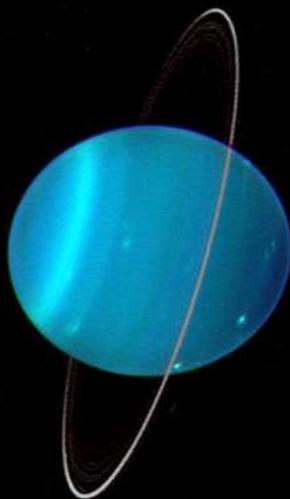
Marte



Júpiter



Saturno



Urano



Netuno

O Planeta mais próximo do sol

Devido a forte influência do eurocentrismo nos livros e artigos científicos ao longo dos séculos, os planetas do Sistema Solar tornaram-se conhecidos por nomes de Deuses da cultura Europeia. O nome Mercúrio, surgiu da mitologia romana, em homenagem a um mensageiro dos deuses com este mesmo nome. Entretanto, na África, Ásia e América existiam os egípcios, Chineses, Indianos e Maias que já tinham conhecimento de muitos planetas do Sistema Solar, estes povos também os nomearam. Assim, não somente Mercúrio, mas outros planetas que citaremos adiante terão nomes da mitologia Europeia. A figura 1 mostra Mercúrio visto pela sonda MESSENGER, até onde se encontram registros, ela foi a primeira tecnologia capaz de orbitar e nos mostrar mais detalhes deste planeta.

Figura 1. Mercúrio

Mercúrio é o planeta mais próximo do sol, o raio de sua órbita é muito pequeno comparado aos outros sete planetas vizinhos. O fato de sua órbita o posicionar mais próximo do sol, faz com que este seja um planeta de superfície seca, pois a água não condensa em uma região de alta temperatura. Mercúrio é o menor planeta do sistema solar, sua temperatura na região iluminada é de aproximadamente 430 graus celsius e -180 graus celsius na região oposta ao sol. O que vemos a direita (figura 2) é a imagem de mercúrio gerada pela tecnologia Mercury Dual Imaging System (MDIS) que realizou estudos geofísicos na superfície do planeta. A tecnologia consiste em enviar pulsos de ondas eletromagnéticas enquanto orbita o planeta para estimar a profundidade de cada região do solo. Cada cor na foto é computadorizada, elas simbolizam que aquela região está dentro de uma estimativa de profundidade ou altura. É assim que podemos entender a existência de montanhas em outros planetas, por exemplo. Abaixo com o aplicativo aberto, você poderá ter uma noção de como é a órbita de Mercúrio. Este é um dos planetas do Sistema Solar, que não possui satélite natural (lua) e por isto não haverá nenhuma na animação.

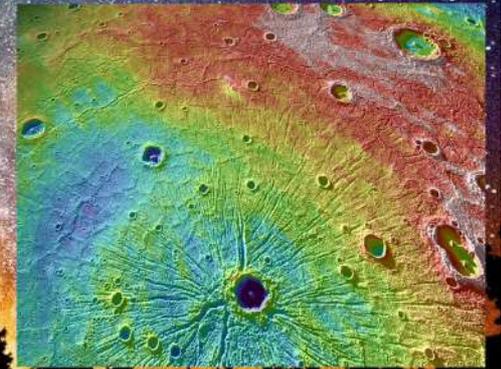
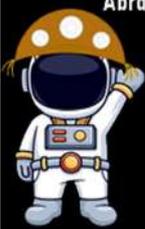


Figura 2. MDIS

Animação 01: Órbita de Mercúrio.



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Um pouco mais de Mercúrio



Figura3: Mariner 10

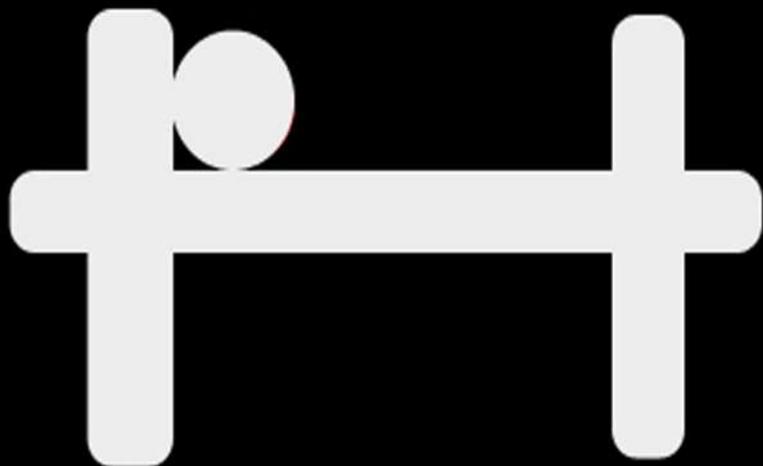
Mercúrio tem uma atmosfera composta de 52% oxigênio, 39% sódio e 8% hélio, além de 1% de outros gases de menor presença neste meio. Dados como estes, sobre a superfície e atmosfera planetária são capturados por máquinas equipadas com sensores criados por corajosas pessoas que projetam minuciosamente os sistemas de detecção e acreditam no potencial de suas invenções para o avanço da Astronomia. A figura 3 à esquerda, mostra a Mariner 10, esta que foi a primeira espaçonave capaz de utilizar da gravidade de um planeta para alcançar outro. Como Mercúrio fica muito próximo ao Sol, alcançar este planeta diretamente saindo da Terra é uma tarefa bastante complicada. Para resolver este problema, economizando o máximo da energia da sonda, ela foi projetada para utilizar a gravidade de Vênus como um trampolim para alcançar imagens de Mercúrio e se tornou a primeira a realizar este feito com sucesso em 1973.

Embora muito já se soubesse sobre Mercúrio, devido a sua posição muito próxima do sol, sempre foi muito difícil realizar observações com a precisão que se tinha igualmente a outros planetas por telescópio. Assim como toda ciência da natureza, em algum momento precisamos utilizar sensores mais confiáveis, coletar amostras físicas e comparar os dados antes de bater um martelo sobre a composição ou comportamento de algo. No caso de Mercúrio, a sonda Mariner 10 foi lançada com o objetivo de definir se o planeta tinha realmente ou não atmosfera e se a composição de sua superfície era como observada da Terra. Descobriu-se nesta empreitada que Vênus tem atmosfera, entretanto os elementos de sua composição não são os utilizados para manutenção da vida que conhecemos. Logo, para fins práticos como um ser humano viver em Mercúrio, ela é considerada irregular. A figura 4 mostra como era a construção das sondas de linha Mariner na época. Com o aplicativo, abaixo você verá uma animação que mostra como Mercúrio é de perto.



Figura4. Mariner em Construção

Animação 02: O planeta Mercúrio.



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Mercúrio2

O mais misterioso por séculos!



Figura5. Vênus

Vênus é o segundo planeta de raio orbital mais próximo do Sol. Vênus sempre foi misterioso devido as posições que ele assume em órbita e a composição que sua atmosfera possui, estas coisas sempre dificultaram estimar algo sobre sua superfície por um telescópio da Terra. Assim como nosso satélite natural (lua), Vênus assume várias fases durante seu trajetória orbital vista da terra. Diferente de Marte ou Júpiter, onde é possível visualizar e estudar com um telescópio não tão sofisticado os detalhes da atmosfera e superfície, com Vênus a situação é mais complicada. A figura 5 mostra a visão de Vênus divulgada pela Nasa, a fotografia foi codificada a partir de dados obtidos pela sonda Mariner 10. Os Maias que foram uma Civilização que estima-se ter existido entre os séculos V e XII, posuíam astrônomos que já estudavam nas Américas a órbita de Vênus. O codex de Dresden é um raro documento da extinta biblioteca dos Maias, lá os Mais descrevem um pouco do estudo realizado por eles sobre o planeta Vênus. Existem registros de até mesmo os Babilônicos terem feito pesquisas sobre Vênus. Ainda assim, somente vários séculos após estes povos, começamos a obter registros detalhados sobre como é o interior deste Planeta vizinho da Terra através de novas tecnologias.

Em 11 de outubro de 1994 a NASA lançou a missão Magellan Mission to Vênus, esta que teve como objetivo causar um pouso forçado na superfície de Vênus para entendermos o que há debaixo de sua atmosfera e obter novas leituras de sensores aprimorados. Entretanto, a União Soviética foi a primeira nação a pousar na superfície de Vênus, tornando sua sonda Venera 7, a primeira a pousar na superfície do Planeta em 1972. Venera 7 transmitiu dados por uma hora em péssima qualidade, devido a temperatura do planeta afetar o funcionamento dos dispositivos. O Soviéticos não desistiram aí, em 1982 a sonda Venera 13 havia sido criada e lançada para novamente descer em Vênus. A Venera 13 conseguiu fotografar em uma qualidade maravilhosa para a época e em condições atmosféricas difíceis, a superfície de Vênus. A figura 6, mostra a primeira imagem da superfície de Vênus feita pela URSS Academy of Sciences e pela humanidade. A animação abaixo, busca dar uma noção de como é a órbita de vênus ao redor do sol. Vale lembrar que Vênus não possui um satélite natural (lua), e por isto, não haverá nenhuma lua na aaminação de sua órbita.

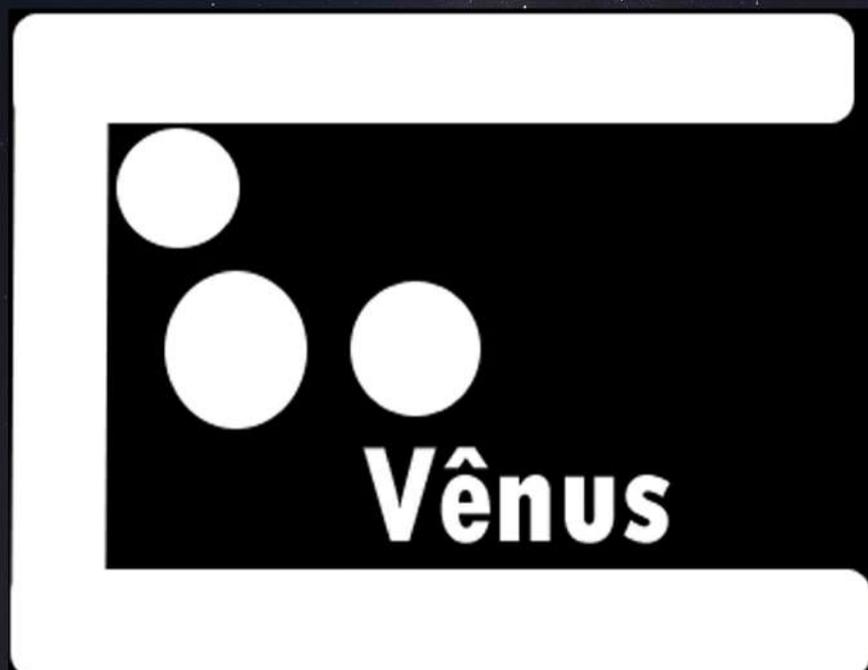


Figura6. Conquista Soviética em Vênus

Animação 03: Órbita de Vênus.



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Um pouco mais sobre Vênus



Figura7. Venera 13

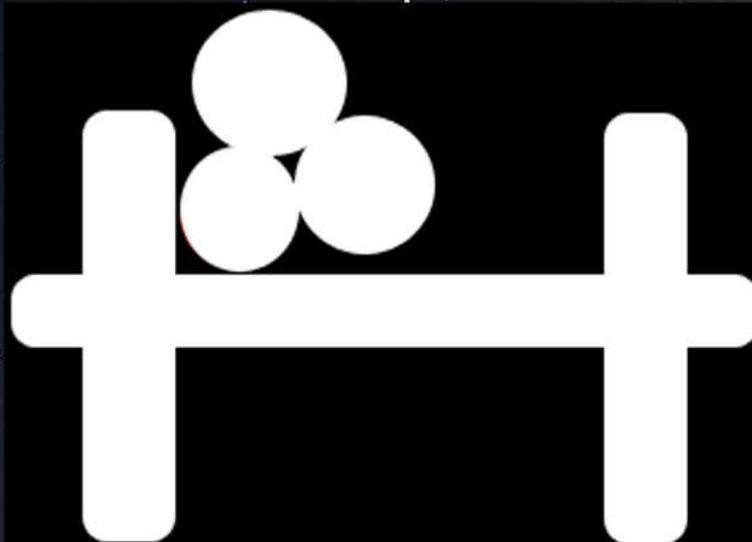
A sonda Venera 13 (figura 7), foi uma das primeiras sondas a pousar com sucesso em um corpo celeste e capturar imagens do local. Foi a primeira sonda a pousar e capturar dados como sensoriamento do ambiente e fotografias da superfície de Vênus. A sonda foi parte do projeto da União Soviética para fazer frente à corrida espacial contra os EUA em 1981. O estilo soviético de fazer sondas era bem diferente naquela época, a sonda tinha seu sistema baseado em eletrônica analógica que ficava no seu interior e o corpo da mesma servia como “um jarro pressurizado”. Era necessário fazer desta forma uma sonda enviada para Vênus, pois a pressão atmosférica local é 92 vezes maior que a da Terra podendo esmagar muitos componentes desenvolvidos pensados na utilização Terrena.

Ainda que pouco divulgado no ocidente, o programa de sondas Venera proporcionou o primeiro pouso e transmissão de dados de um artefato em outro planeta. As sondas venera eram lançadas com o veículo lançador Próton. A URSS utilizava este foguete por ser de enorme confiança demonstrada em testes de orgivas nucleares e outras missões espaciais. Hoje a Rússia ainda domina a tecnologia de fabricação e lançamento dos foguetes de serie Próton, estes que proporcionaram a humanidade pousar a primeira nave interplanetária. A direita na figura 8, podemos ver o foguete lançador próton usado desde a guerra fria até os dias atuais para missões espaciais. Abaixo com o uso do aplicativo, você verá o planeta Vênus mais de perto, além das sondas venera pousadas aproximadamente no local da missão e a “Nave-mãe” que tinha como papel leva-las até o planeta como último estágio do foguete próton.



Figura8. Próton

Animação 04: O planeta Vênus.



Vênus2



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Uma passadinha em casa!



Figura9. Planeta Terra

Em nosso sistema solar, não identificamos até então, nenhum planeta como o nosso. O nosso planeta é rico em água, oxigênio e tem atmosfera densa o suficiente para refletir grande parte da radiação solar que seria prejudicial à vida. A radiação solar é fundamental para manutenção da vida, mas somente em níveis necessários e moderados. Como a temperatura média da terra gira em torno dos 15 graus celsius, a água consegue se manter em forma líquida, nos dando outro elemento fundamental para viver aqui. Este é o único planeta que conhecemos até o momento, com vida evoluída em um estágio superior ao de micro organismos. O planeta Terra (figura 9) é rico em diversidade da vida como nunca visto em nenhum outro.

Nosso Planeta se mostra com capacidades únicas para a vida prosperar, seja pelas condições de temperatura, humidade, nível de radiação solar e a presença de elementos químicos encontrados nas fases necessárias. Vale lembrar que a terra possui condições ideais para o conceito de vida que estamos familiarizados. Conforme os pesquisadores avançam na Astronomia e Astronáutica, nosso entendimento e definição de vida irá evoluir. Nada impede que micro organismos como os que evoluíram na terra durante as difíceis condições iniciais do planeta, possam se adaptar em outros corpos celestes e tenha tornado o universo mais fértil do que imaginamos. A figura 10 nos mostra que ao contrário do imaginário popular, mesmo em lugares de difícil adaptação, a Terra ainda surpreende com uma rica diversidade de fauna e flora, como é o caso da Caatinga no Nordeste brasileiro. Na figura ao lado vemos uma onça parda típica desta região. A região de caatinga do nordeste do Brasil historicamente passou por períodos de baixo volume de água e por consequência da vegetação. A existência de uma onça parda que se manteve a este local e lá permanece até hoje, é a prova da capacidade de adaptação da vida. Na figura abaixo, você pode ter uma noção de como o sistema Terra-Lua orbita o Sol.



Figura10. Caatinga Nordestina

Animação 05: Órbita da Terra



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



O sistema de nossa casa!



Figura 11. Satélite natural

A Lua (figura 11) é a companheira de milhões de anos de nosso planeta. É impossível pensar no céu noturno terrestre sem falar da Lua e de suas fases. Enquanto a Lua orbita a Terra, ela assume diversas posições frente ao sol, isto faz com que as pessoas que se encontram em diferentes posições geográficas da terra vejam a parte iluminada da Lua por diferentes posições. Desta maneira, as pessoas em diferentes épocas do mês observam distintas fases lunares como Cheia, Minguante, crescente e nova. Vale lembrar que a lua possui 28 fases, entretanto, as mais conhecidas e facilmente notáveis são as quatro citadas acima.

O dia e noite na Terra são definidos pela rotação do nosso planeta em torno de seu próprio eixo. Enquanto a Terra gira, ela faz com que parte dos países e continentes estejam em frente a nossa estrela (Sol) e isto ocasiona o dia nestas regiões do planeta. Os outros países e continentes que não estão frente ao Sol recebem um nível muito baixo de iluminação, devido a reflexão da luz do Sol através da Lua, chamamos esta parte pouco iluminada da terra de Noite. Uma volta completa de uma região (360 graus) demora 24 horas para ocorrer no nosso planeta, o que ocasiona 12 horas de dia e 12 horas de noite. Ao lado (figura 12) vemos a terra com metade do seu globo sendo dia e metade sendo noite. Com o aplicativo ligado, aponte para a animação abaixo e você poderá visualizar uma simulação da rotação da Terra e da órbita lunar gerando suas fases.

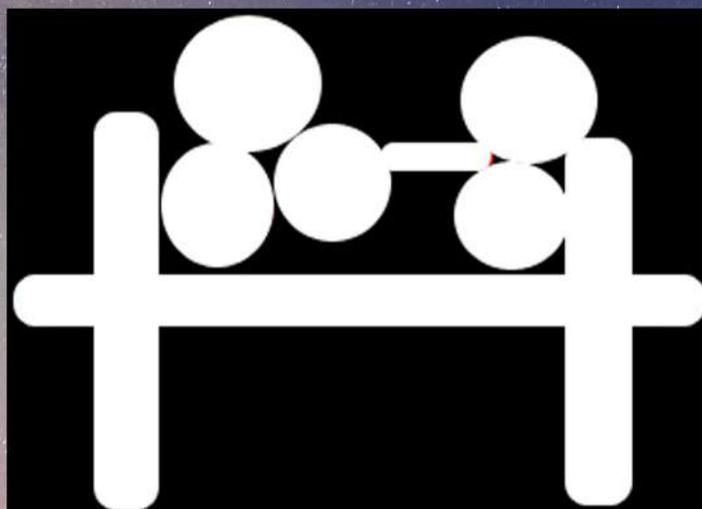


Figura 12. Dia e noite terrestre

Animação 06 - A Terra e seu satélite em órbita



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Terra2



Planeta PopStar!



Figura13. Marte

Marte é sem sombra de dúvidas, um Planeta do qual todos notarão com ainda mais intensidade nos jornais pelos próximos anos. Este é um Planeta que por muitos foi subestimado. Fruto de discordias entre pesquisadores por anos, Marte levou séculos dividindo aqueles que o viam como um grande deserto sem água, oxigênio e vida dos que continuaram arduamente coletando dados sem desacreditar do nosso vizinho. Com o passar do tempo, os Astrônomos perceberam calotas polares em Marte, isto os incentivou a acompanhar o planeta com mais afinco e encontrar dados que viessem a incentivar o financiamento de uma sonda para analisar regiões possivelmente congeladas no planeta. Depois de Várias tentativas, a sonda Mars Express da Agência Espacial Europeia (ESA) encontrou, em 2018, água presente em uma região marciana. Após o achado da ESA, Marte (Figura 13) que já era cobiçado, obteve hiper foco de Bilionários que lançaram suas empresas de serviços espaciais como SpaceX e Blue Origin com o intuito de alcança-lo.

Não foram somente as empresas privadas que tiveram o hiper foco no que Marte pode oferecer, as estatais como a NASA (EUA) e ROSCOSMOS (RUSSA) fazem missões em Marte muito antes destas empresas nascerem. Países como Eua, Rússia, Dubai e Índia são exemplos de nações que estão não somente investindo em estudar o Planeta, mas que pretendem construir cidades e atmosfera artificial no terreno marciano. Na figura 14, vemos o maior e mais recente esforço da humanidade para aprender a viver em outros mundos. A máquina se chama Rover Perseverance, fruto de uma das mais atuais missões de parceria entre a NASA dos Estados Unidos e a ESA da União Europeia. A missão desceu o robô sucessor do Rover Curiosity em 2021 visando continuar a missão de explorar o planeta e coletar amostras de Marte, por isto foi batizado de Perseverança. Se observarmos com mais atenção na figura 14, notamos objetos deixados pelo Perseverance no solo marciano, estes que são os dispositivos coletores Atsah e Skyland. Os coletores na imagem são apenas dois em um total de dez, eles foram colocados sobre o solo com o intuito de coletar amostras de atmosfera, rochas e poeira próximo da cratera Jezero. Abaixo com o aplicativo ligado, você poderá ver uma simulação da órbita de Marte.



Figura14. Rover Perseverance

Animação 07: Órbita de Marte



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Marte

Um pouco mais de Marte



Figura 15. Rover Zhurong

Ao contrário do que muito se vê na televisão, embora pareça, a Nasa não é a única com interesse e sucesso na exploração da superfície marciana. A china criou a sua versão de robô explorador planetário para competir com o rover Perseverance. O rover chinês Zhurong pousou com sucesso através do módulo Tianwen-1 que é a base à direita do Zhurong na figura 12. O rover chinês pousou na região conhecida por Utopia Planitia de Marte para realizar estudos geofísicos sobre água e núcleo planetário entre outros interesses Chineses. Além disto, é sabido que Emirados Árabes, Japão e Índia estão entre os nomes da corrida planetária de Marte.

Marte possui duas luas chamadas Phobos e Deimos. Phobos é o satélite natural que orbita mais próximo de Marte e possui uma velocidade maior. Já Deimos, possui velocidade orbital naturalmente menor por está mais distante do planeta. Na figura 16 é possível notar uma ilustração feita pela Agência Espacial Europeia (ESA) onde podemos ter uma noção de como é a órbita de Phobos e Deimos. É possível ainda notar uma órbita vertical com nome "Mars Express", esta que é uma sonda Europeia em operação desde de 2004 que busca estudar o solo e clima do planeta Marte. Com o aplicativo aberto, abaixo você verá uma simulação da órbita dos satélites naturais (luas) de Marte e da órbita da primeira sonda que orbitou e coletou dados de Marte (Mariner 4).

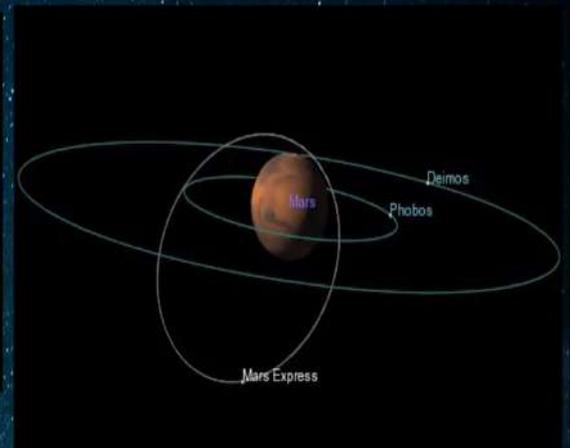
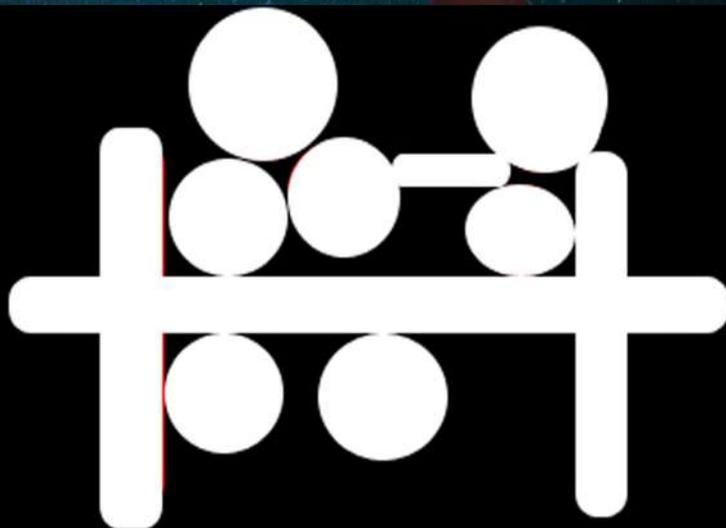


Figura 16. Luas de Marte e Mars Express

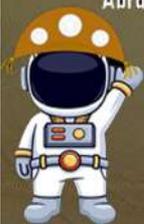
Animação 08: O planeta Marte



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Marte2



Um intruso entre nós? Não, ele sempre esteve por aqui!

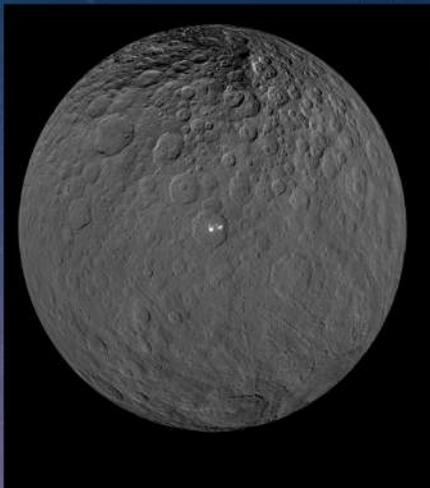


Figura 17: Ceres

Nos livros didáticos, é muito comum que seja citado o sistema solar com a ordem exibida no formato tradicional, como se existissem apenas oito planetas. Entretanto, quantas vezes foi contado ao público que entre as órbitas de Marte e Júpiter existe outra órbita que permite a coexistência naquela região de um planeta denominado Ceres? Pois é caro leitor(a), em 1801 um astrônomo chamado Giuseppe Piazzi, descobriu que Ceres realmente existia no sistema solar. Muitos astrônomos vieram antes estudando e tendo embates sobre a existência deste Planeta, mas foi Piazzi que conseguiu confirmar sua existência. Outra coisa que precisamos deixar claro, Ceres é um Planeta Anão, existe uma importância nesta informação e no parágrafo seguinte você entenderá. Isto não significa que ele é menos importante ou impossível de conter vida. Um exemplo disto, é que a humanidade está investindo bilhões na observação espacial de um dos satélites naturais (luas) de Júpiter em busca de vida. Vamos falar desta Lua mais a frente.

O termo Planeta anão, vem de um conjunto de regras para diferenciar o que é um Planeta e quando ele é um anão. A União Astronômica Internacional (UAI) em 2006 definiu o que se precisa para um corpo celeste ser chamado de Planeta. Primeiro deve orbitar o Sol, além disto, deve ser grande o suficiente para que sua gravidade o modele em formato esférico. A última condição é que sua massa deve ser maior que a soma das massas de seus vizinhos de órbita. Como Ceres não atende ao terceiro requisito, ele é classificado como planeta anão. Isto nada tem haver, repito, com possibilidade de vida ou riquezas minerais. Apenas é uma diferenciação para catalogar as diferenças dos Astros. Na figura 17, podemos ver um pouco da estrutura de Ceres. A missão Dawn da NASA, utilizou uma sonda para orbitar e coletar o maior número de dados sobre este Planeta. Com base nos dados gerados pela sonda, foi possível modelar a provável estrutura de Ceres à direita. A figura 18 apenas ilustra que nem tudo nele é rocha, pois Ceres possui uma camada interna de Gelo, o que pode significar a existência de água líquida em algum local do planeta. Com o aplicativo aberto você poderá ver uma simulação da órbita de Ceres.

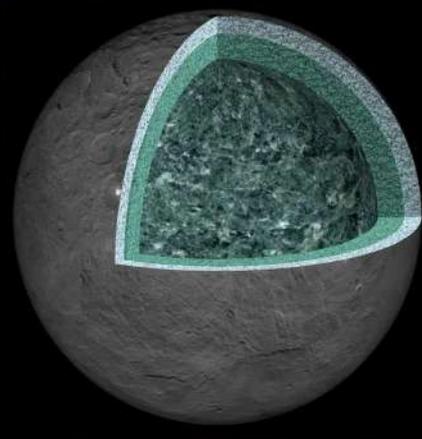
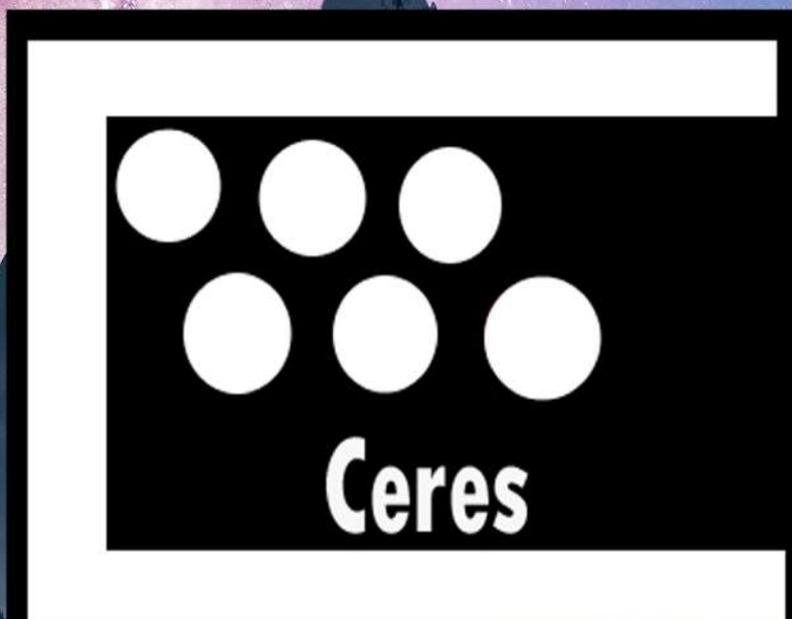


Figura 18. Estrutura

Animacão 09: A órbita de Ceres.



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Um pouco mais sobre o curioso e pequeno planeta!



Figura 19. Sonda Dawn

Em 2007 a Sonda Dawn da NASA foi lançada para iniciar sua missão coletando informações sobre o asteroide Vesta. A sonda viajou até o segundo maior cinturão de asteroides do sistema solar e foi a primeira sonda a conseguir orbitar um corpo na região entre Marte e Júpiter. Durante sua órbita, Ceres se aproxima e inclusive adentra esta região do cinturão de asteroides. Sabendo da relativa proximidade entre Vesta e Ceres por estarem no cinturão de asteroides, os cientistas responsáveis planejaram fazer Dawn “saltar” da órbita de Vesta para Ceres. Em 2015 depois da tentativa de salto gravitacional, Dawn chegou a Ceres e conseguiu orbitar o planeta com sucesso. Ela se tornou a primeira sonda a orbitar dois mundos, isto pois não se considera a Terra no processo. O conceito de mundo, não se resume a planetas, podem ser satélites naturais (luas) ou asteroides de grande porte. A NASA considera a órbita dupla entre Ceres (Planeta anão) e Vesta (asteroide) uma órbita entre dois mundos.

Todos que examinam mais de perto o planeta Ceres se questionam, o que seria aquele ponto branco brilhante em sua superfície? Para responder esta questão os pesquisadores enviaram a sonda Dawn (amanhecer) para Ceres e esclarecer esta dúvida. A sonda detectou que a composição do ponto branco brilhante seria principalmente de sal e carbono. À direita na figura 20, podemos ver de perto uma fotografia captada pela sonda Dawn da NASA, ela mostrou mais de perto o ponto brilhante que na verdade se mostrou sendo uma cratera. Os pesquisadores nomearam essa localidade de cratera Occator. Com o aplicativo aberto, você verá abaixo o planeta anão Ceres mais de perto. Além disto será possível ver a Cratera Occator mais de perto.

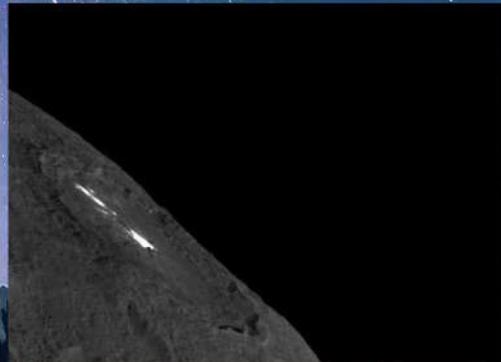
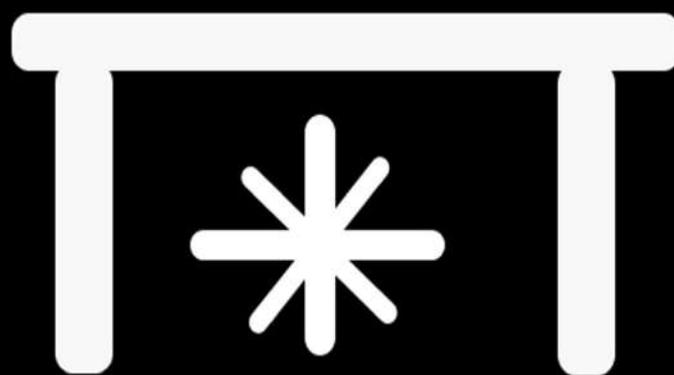


Figura 20. Cratera Occator

Animação 10: O pequeno Ceres.



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Ceres2

O grande Guardião!



Figura16. Júpiter

Podemos dizer que a presença de Júpiter no sistema solar, é como a de um guardião ou protetor da vida na terra. Graças a sua enorme massa, Júpiter possui uma alta intensidade de força gravitacional. Isto faz com que diversos corpos, como asteróides que se propagam pelo sistema solar, sejam arrastados para o planeta ou redirecionados por sua gravidade. O fato é que muitos destes corpos teriam real possibilidade de vir em nossa direção, talvez até entrar em nossa atmosfera e matar pessoas. Graças a força de Júpiter, somos salvos todos os anos várias vezes. Desta maneira, ele é visto como um protetor, pois protege não só o nosso planeta, mas também outros corpos do sistema solar que possuem ou poderão possuir vida um dia. A figura 16 nos traz uma noção de como é a atmosfera de Júpiter, esta que terá foco no parágrafo seguinte.

A atmosfera de Júpiter é composta de diversos tipos de gases como hidrogênio e Hélio. Até onde podemos estudá-lo sem forçar a descida de uma sonda, o planeta indica de todas as maneiras aos sensores, não possuir uma superfície sólida. Logo, o modelo atual indica que Júpiter é constituído de seu núcleo e uma atmosfera hélio e hidrogênio gasoso. Na figura 17, vemos uma mancha de cor laranja na atmosfera de Júpiter, a mesma trata-se de uma tempestade, um tipo de movimento rotacional (vórtice) onde seus gases se movem em movimento circular. Se observarmos com atenção a figura 16, veremos que existem vários desses vórtices pela atmosfera do Planeta, a maior é laranja e as menores são brancas. Como Júpiter não possui superfície, acredita-se que esta seja a explicação dos vórtices se sustentarem a séculos, pois não há nada que forneça atrito o suficiente para dissipar a energia cinética destes gases.

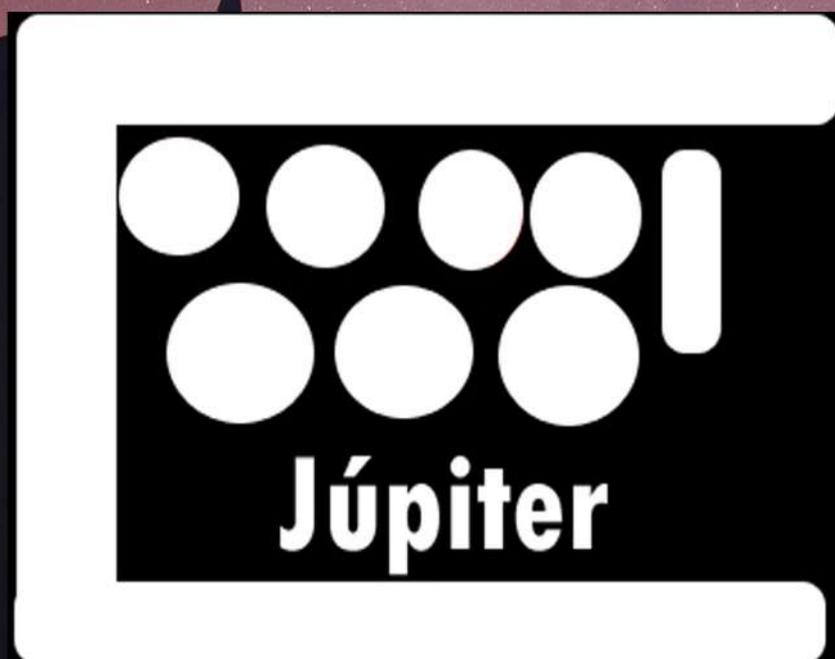
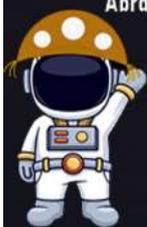


Figura17. A tempestade

Animação 11: Órbita de Júpiter



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Um pouco mais de Júpiter



Figura23. Juno

A NASA em 2011 lançou uma sonda para melhor estudar o gigante gasoso. A ideia inicial era estudar por 5 anos o planeta, entretanto a missão e o sistema da sonda Juno (figura 23) suportou funcionar muito mais tempo que o previsto. A missão da Juno está ainda em 2023 durante a produção deste livro ativa em pleno funcionamento e a Nasa acredita que ela deve suportar até 2025 o prolongamento da missão no planeta. Juno surpreendeu tanto que durante 35 voltas de órbita no planeta coletou 3 terabits de dados científicos. Durante este período, Juno trouxe informações sobre o clima de Júpiter e sobre a famosa tempestade que lá ocorre.

Europa é uma das 92 Luas reconhecidas na órbita do planeta Júpiter. A superfície principalmente coberta de gelo chamou a atenção dos pesquisadores, devido a alta possibilidade de haver um enorme oceano em Europa que abrigue vida. Com isto, financiamentos para explorar Europa ganharam força e neste ano de 2024 será lançada a missão Europa Clipper da Nasa, que visa lançar uma sonda orbitadora para coletar dados mais precisos e de maiores profundidades além da superfície do planeta. As pesquisas sobre Europa tem criado uma certa animação na comunidade científica e população devido a curiosidades globais. Europa tem vida? Quais variedades de espécies existem? Bom, a resposta para isto só virá acompanhando o lançamento, chegada e recebimento de dados da sonda até o fim de 2028 por ser uma viagem de aproximadamente 4 anos.

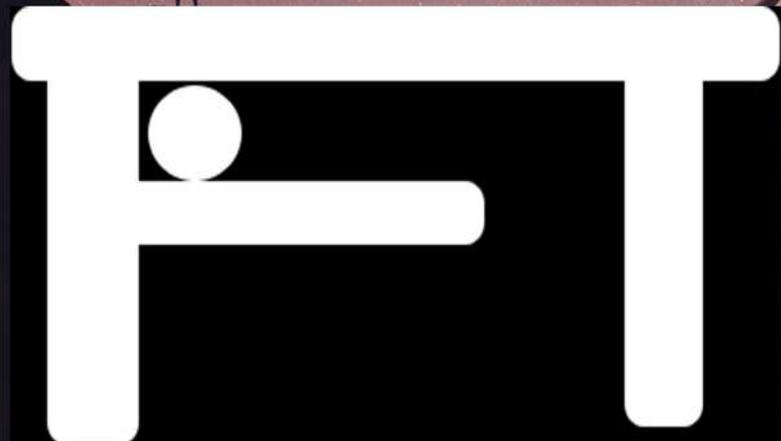


Figura24. Europa

Animação 12: O planeta Júpiter



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Júpiter2

Um dos poucos que possui anel



Figura25. Saturno

Saturno é o segundo Planeta de maior volume do sistema solar, perdendo apenas para Júpiter até o presente momento. O interior de Saturno chove hélio, a região inferior da superfície de saturno onde o hélio líquido cai, sofre com ventos de 1.800 km/h devido a rápida rotação do planeta em torno do próprio eixo. O Astrônomo Christiaan Huygens desenvolveu excelentes telescópios, foi o primeiro cientista que se tem registro, a descobrir os aneis de Saturno em 1655. De lá pra cá, a tecnologia espacial avançou consideravelmente e temos telescópios de grande porte na terra e no espaço. Com isto, viemos descobrindo novos detalhes deste planeta lindo e bem diferente do nosso, seja pela natureza de seus aneis ou de seus satélites naturais. A figura 25, nos mostra uma imagem de saturno pelo telescópio da NASA. Como podemos ver, o Planeta possui um anel, sua atmosfera tem um tom que varia entre marrom, amarelo e branco.

Em 1997, foi lançada a sonda Cassini para realização de estudos em Saturno e seus satélites. Durante a órbita, a sonda Cassini, fruto da parceria entre NASA e ESA conseguiu fotografar a figura que vemos à direita. Na figura 26, podemos observar que o anel do planeta tem uma altura muito pequena, embora a figura 25 indique o raio do anel consideravelmente grande. Outra coisa que podemos notar na figura 26, é que dois satélites naturais (luas) podem ser observadas. Estes satélites se chamam Mimas (acima dos aneis) e Tétis (abaixo dos aneis). Abaixo você verá uma animação que representa a órbita de saturno.



Figura26. Saturno Lateral

Animação 13: A órbita de Saturno



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo a direita.



Um pouco mais de Saturno



Em 1997 uma parceria entre (NASA) Agência Espacial Estadunidense, ESA (Agência Espacial Europeia) e ASI (Agência Espacial Italiana) lançou ao espaço a sonda Cassini que possuía como um dos principais objetivos o estudo do planeta Saturno. Embora muitas vezes não pareça ao público geral, os planetas possuem colossais distâncias entre si. Para se ter noção, a sonda Cassini que foi lançada em outubro 1997 e chegou na órbita de Saturno apenas em julho de 2004. Na figura 27, vemos a sonda Cassini no Galpão em seus últimos preparos. A sonda possuía 11 metros de altura, as vezes achamos que as sondas são pequenas e pela figura 27 conseguimos ter noção da diferença de altura entre um ser humano (círculo vermelho) e a sonda. É impressionante imaginar que a humanidade consegue lançar tecnologias colossalmente grandes para além de nossa atmosfera, vagar acima dos céus do nosso mundo rumo ao universo.

Figura27. Sonda Cassini

Encélado é uma das 145 luas conhecidas de Saturno. Durante a missão de estudar melhor Saturno a sonda Cassini passou próximo a este corpo celeste e coletou alguns dados. Para a surpresa dos pesquisadores, o que se viu foi um mundo gelido e com nevascas, como mostra a figura 28. A sonda cassini detectou também vários Gêiseres, o que confirma a presença de água líquida em várias partes de Encélado. Com isto, logo após pesquisas sobre este satélite natural com telescópios e a tentativa de envio da sonda Clipper para a lua de Júpiter, acredita-se que Encélado será a próxima empreitada de uma análise mais minuciosa com sondas espaciais. Abaixo, você verá mais de perto como é o planeta Saturno e algumas luas de órbita mais próxima do Planeta.

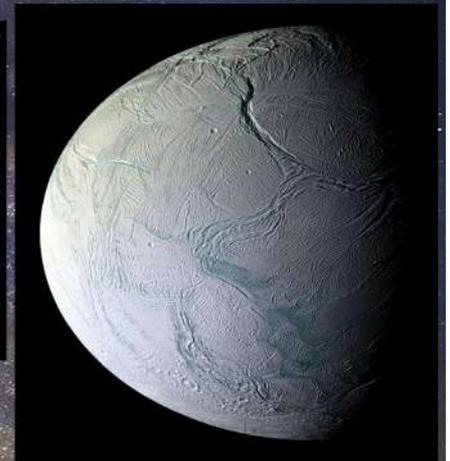
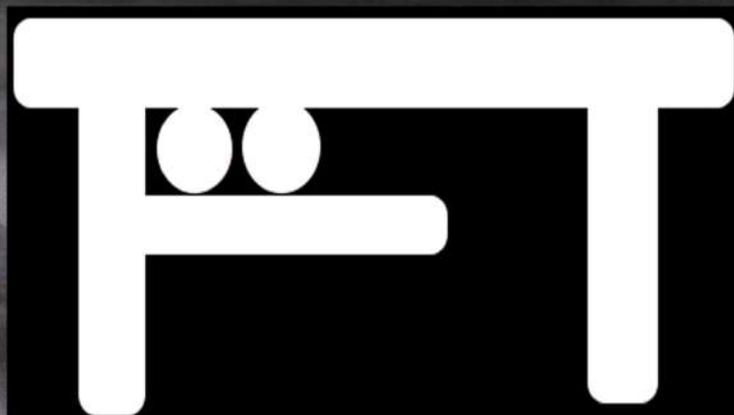


Figura28. Encélado

Animação 14: O planeta Saturno



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo a direita.



Saturno2



Nem tudo é o que parece!



Figura29. Urano

Ao ser visto por um telescópio, Urano se mostra um lindo e atraente planeta azul. Mas tome cuidado! Isto não é água como estamos acostumados a pensar. A sonda Voyager 2, foi lançada em 1977 pela NASA para coletar dados de Saturno e logo após visitar Urano. A sonda confirmou que na atmosfera de Urano existe água, proveniente do gelo existente por lá. Entretanto, a sua atmosfera também contém quantidades consideráveis de amônia e metano. A amônia pode ser sufocante e prejudicial aos olhos em quantidades elevadas, o problema é que esta compõe parte considerável da atmosfera de Urano. Por isto, por mais lindo que um planeta pareça, devemos lembrar que em grande parte dos que conhecemos, não podemos viver sem um traje adequado ou uma atmosfera artificial. Análises de espectrômetros são sempre necessárias para prevermos o que vamos encontrar ao aterrissar. Logo, a Astronáutica é fundamental para obtermos dados cuja distância entre a órbita e a superfície não nos permite tirar um conclusão aprofundada.

Urano é realmente um planeta bem diferente, ele possui o maior eixo de inclinação conhecido no sistema solar. Urano é tão inclinado que ele chega a ser quase paralelo ao seu plano orbital. Na aula abaixo será demonstrado melhor o planeta Urano e sua inclinação. Urano atualmente possui 21 luas descobertas, onde as maiores são: Puck, Miranda, Ariel, Umbriel, Titânia e Oberon. Se observarmos melhor a figura 30, vemos algumas manchas brancas no canto direito de Urano. Estas manchas brancas consolidaram a descoberta de nuvens em Urano, elas foram captadas com sensores infravermelhos e projetadas por computador. O fato de Urano ser um planeta inclinado, faz com que seus anéis pareçam estar na vertical, mas o planeta é que está inclinado com base no plano do Sistema Solar.



Figura30. Inclinação de Urano

Animação 15: Órbita de Urano



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Urano

Um pouco mais de Urano



Figura31. Voyager 2

Em 1977 entrou em operação espacial a sonda Voyager 2 que recebeu o título de dispositivo humano que alcançou a maior distância percorrida no espaço. A mesma é a primeira sonda a alcançar e visitar Urano e Netuno. A Voyager foi enviada para estudar os planetas considerados gigantes gasosos do nosso sistema planetário. Utilizando o campo gravitacional de Urano e depois de Netuno, a sonda lançou-se para regiões distantes entre o que se considera fronteira entre o sistema solar e o espaço interestelar. Entrar na fronteira do espaço interestelar não era uma missão prevista para esta sonda, os engenheiros responsáveis decidiram desligar instrumentos não essenciais para tentar estudar e captar algo desta região. A razão do desligamento é que quanto mais distante do sol, menos energia pode-se captar e carregar o sistema, desta forma desligar parte dos equipamentos não essenciais é fundamental para garantir que ela consiga captar o máximo de dados até 2025.

Durante seu lançamento, o telescópio espacial James Webb alcançou a órbita desejada pelos pesquisadores. A partir do lance desta órbita, ele estava pronto para começar a buscar imagens em qualidades jamais vistas sobre o universo, mas havia um problema. Uma missão caríssima como a do James Webb deve mitigar o máximo erros possíveis, para isto ele deveria ser calibrado. Os pesquisadores escolheram treinar a mira do James Webb utilizando Urano, nesse treino eles conseguiram fotografar o planeta e 27 de seus satélites naturais (luas). Porém, a coisa mais impactante é que o James Webb, com sua alta resolução acabou fotografando a existência de anéis internos e externos existentes no planeta, o que colocou Urano em um seleto grupo de corpos celestes com anel. Outra coisa inovadora, é que o James Webb foi capaz de evidenciar a existência de uma calota polar em Urano. Abaixo você pode ver Urano um pouco mais de perto em uma simulação 3D.

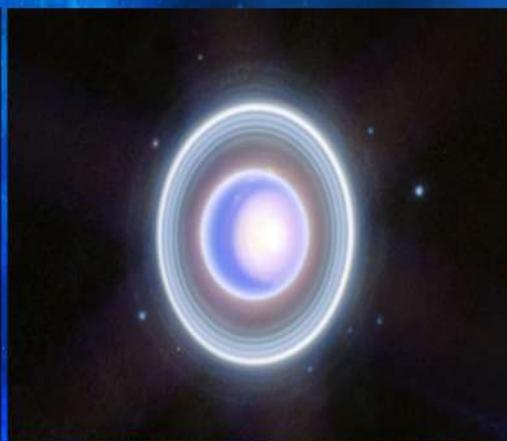
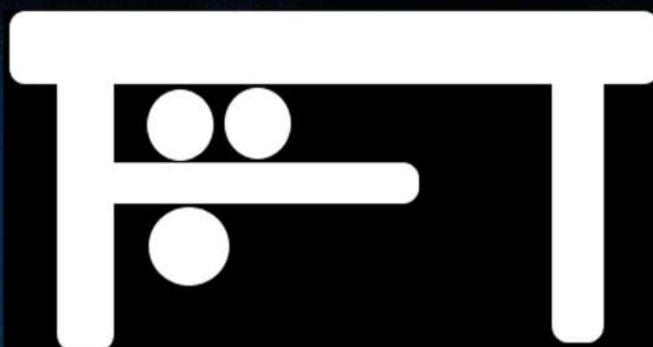


Figura32. Anéis de Urano

Animação 16: Urano



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Urano2

O oitavo Planeta

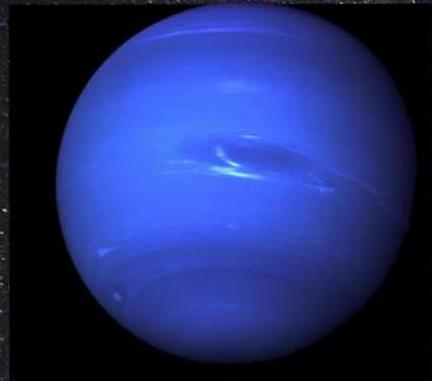


Figura33. Netuno

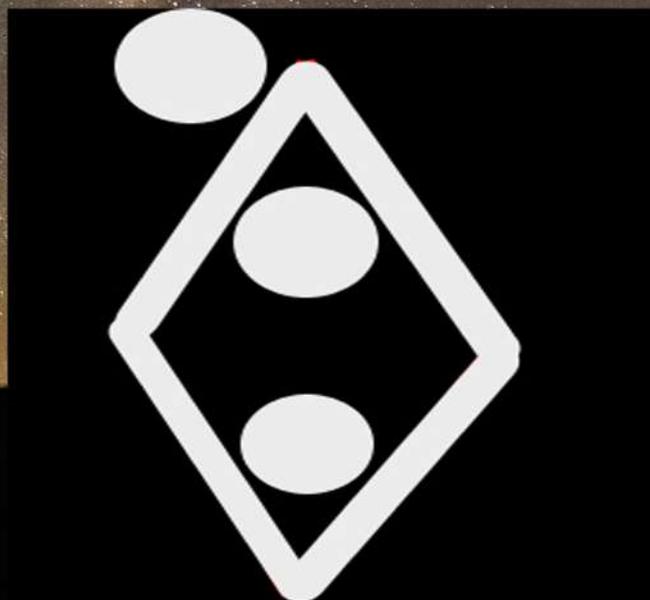
A sonda Voyager 2 fez inúmeras descobertas maravilhosas, pois Netuno é um caso de um Planeta em distâncias grandes demais para tirar boas conclusões com telescópios terrenos. Não bastasse contribuições em Saturno e Urano, a sonda Voyager 2 trouxe informações importantes sobre Netuno. Hoje, sabemos que ele tem um anel e que é um planeta frio e azul. Assim como Urano, Netuno apresenta alto índice de hidrogênio, seguido de hélio, metano e demais gases. Devido ao Planeta somente completar sua órbita em torno do sol a cada 165 anos aproximadamente, cada estação do ano em Netuno dura aproximadamente 40 anos para variar.

Netuno é um dos quatro maiores Planetas do Sistema Solar, fica atrás apenas de Júpiter, Saturno e Urano. Não é que Netuno não tenha um local sólido para pouso, ele até tem uma camada superficial sólida de gelo, metano e amônia. Entretanto, o termo superfície é normalmente associado a camadas de rochas e elementos que formam as placas tectônicas como nosso Planeta. Se considerarmos como superfície a camada de gelo interna de Netuno, pode-se dizer que tanto ele quanto Urano tem uma superfície. A figura 34 mostra uma tempestade que ocorre em Netuno, esta se assemelha muito a de Júpiter. Através da unificação de imagens de telescópios infra-vermelhos no Hawái e do telescópio espacial Hubble, pesquisadores descobriram que a mancha em Netuno não somente era uma tempestade, como ela se move pelo Planeta causando ventos com velocidade de 1448 km/h. Para fins de analogia, o temido furacão Katrina que causou muita destruição por onde passou nos EUA, gerou ventos de apenas 280 km/h. Abaixo, você verá uma simulação que traz a noção de como é a órbita de Netuno.



Figura34. Nova Mancha

Animação 17: O oitavo Planeta!



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Netuno

Um pouco mais de Netuno



Figura35. Netuno pela Voyager

A imagem à esquerda mostra o planeta Netuno visto pela Voyager 2, esta imagem foi tirada quando ela saía das proximidades de Urano em direção a órbita de Netuno. Neste momento a sonda estava 16 milhões de quilômetros do planeta, pode parecer muito distante, mas é o suficiente para os fotosensores captarem a luz do sol refletida pela atmosfera do planeta e conseguir formar a imagem digital do seu globo. Com a chegada da Voyager 2, a humanidade pôde ter mais certeza sobre a atmosfera e aparência real de Netuno. Com a passagem de Voyager 2 nas proximidades de Netuno, confirmou-se a existência da grande mancha escurecida na parte central do planeta (figura 35) e os dados trazem uma estimativa de que esta mancha ocupa 13 mil por 6,6 mil km de área.

Não foi somente sobre Urano que o telescópio espacial James Webb exibiu anéis. O telescópio conseguiu maravilhosas imagens de Netuno, isto incluiu o fato de conseguir fotografar os anéis do Planeta. Na figura 36 podemos ver uma foto tirada pelo James Webb, esta que exibe um conjunto de nuvens existentes no planeta. outra coisa notável na imagem são os anéis do planeta. Além disto, alguns satélites (luas) de Netuno foram fotografados e é possível notar estes nas proximidades dos anéis. Vale lembrar que Netuno foi fotografado com uma câmera infravermelha e por isto ele não exibi as mesmas cores que as mostradas na figura 35. Abaixo, com o uso do aplicativo, você poderá ver Netuno de perto.



Figura36. Netuno pelo James Webb

Animação 18: Netuno

Netuno2



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Os 4 Anões: Grupo Transnetuniano

Só existem entre oito e nove mundos na nossa vizinhança?
A resposta para isto, é um belo Não! Há outros!



Plutão



Éris



Makemake



Haumea

O pequenino transnetuniano!



Plutão é, sem dúvidas, o planeta que mais tem causado debate acalorado entre a comunidade científica. Plutão é um corpo celeste que fura uma das condições para ser planeta, ele não possui gravidade forte o bastante para garantir que sua órbita não seja compartilhada com outros corpos, atraíndo-os. Entretanto a comunidade astronômica internacional sofreu críticas, pois parte dos astrônomos não concorda em rebaixar Plutão como Planeta Anão. Estes astrônomos dizem que se fosse levar a condição a risca, teríamos que rever muitos planetas no sistema solar, que compartilham órbita com Asteróides, como é o caso da Terra e Júpiter. Este é um Planeta (Anão) que, possui aproximadamente 99,97% de nitrogênio e 0,03% de outros gases compondo sua atmosfera. Plutão possui superfície composta de rocha e gelo. Vale lembrar que Plutão é um dos menores Planetas já descobertos, para se ter noção, Plutão é menor que nossa Lua .

Figura37. Plutão

Em 1929 Clyde Tombaugh que trabalhava com pesquisas em Astronomia, conseguiu entrar para o observatório de Lowell no Arizona. Clyde recebeu a missão de encontrar um tal Planeta X previsto nos cálculos matemáticos de Elizabeth Williams e William Pickering. Entretanto, ao invés disto, o que ele encontrou foi um pequeno Planeta utilizando um Astrografo de 330 mm de abertura (figura 38), o que é um razoável tamanho de espelho para observação espacial. Clyde suspeitou que descobriu um planeta comparando as diferentes imagens geradas por ele no Astrografo, ele notou que enquanto estrelas pareciam estáticas, este astro se deslocava em cada imagem e se mostrava orbitar após netuno. Muitos nomes foram sugeridos como Minerva, Chronos e Plutão. Uma criança Inglesa de 11 anos de nome Venetia Burney sugeriu que o nome deveria ser Plutão, pela dificuldade de observar o Planeta que o fazia quase invisível como o Deus da mitologia romana. Outro fato é Plutão possuir no início de seu nome, as duas letras que homenageam o fundador do observatório que Clyde trabalhou e que o deu a primeira oportunidade de emprego, Percival Lowell.

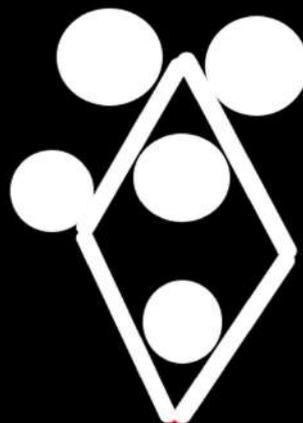


Figura38. Astrógrafo

Animação 19: Órbita de Plutão.



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Plutão

Mais do pequenino



Em 2015 a sonda News Horizons que entrou em órbita de plutão, enviou para casa várias imagens do primeiro mundo transnetuniano a partir do Sol. Na figura 30, podemos observar regiões rochosas cegas e outras cobertas de neve. Além disso, podemos ver que plutão tem muitas montanhas. A região foi nomeada como Sputnik Planitia, em homenagem a uma das primeiras sondas enviadas para o espaço pela humanidade, a antiga sonda Soviética Sputnik estudou os efeitos da ausência de gravidade e da forte incidência da radiação solar nas tecnologias. A sonda News Horizons foi construída e é operada pelo laboratório de física aplicada da universidade Johns Hopkins nos EUA. A News Horizons tem sido um sucesso e conseguiu flagrar também a órbita de Lua Caronte em torno de Plutão. Vale lembrar que o telescópio espacial Hubble já ahavia observado Plutão de longe e constatado que haviam mais de uma Lua. Esses satélites artificiais (Luas) hoje recebem o nome de Caronte, Nix e Hydra.

Figura39. Orbitando Plutão

A sonda News Horizons sem dúvida trouxe enormes descobertas para a humanidade a respeito de Plutão e outros objetos na região do cinturão de Kuiper. O maior foco da sonda foi estudar e trazer novidades da geologia de Plutão. A sonda descobriu criovulcões, montanhas, cânions e crateras na superfície de Plutão. A figura 40 mostra a sonda News Horizons sendo confeccionada no Laboratório de Física Aplicada na Universidade Johns Hopkins (EUA). Esta missão foi muito importante para se construir mapas topográficos da superfície de Plutão visando exploração espacial e conhecimentos futuros.

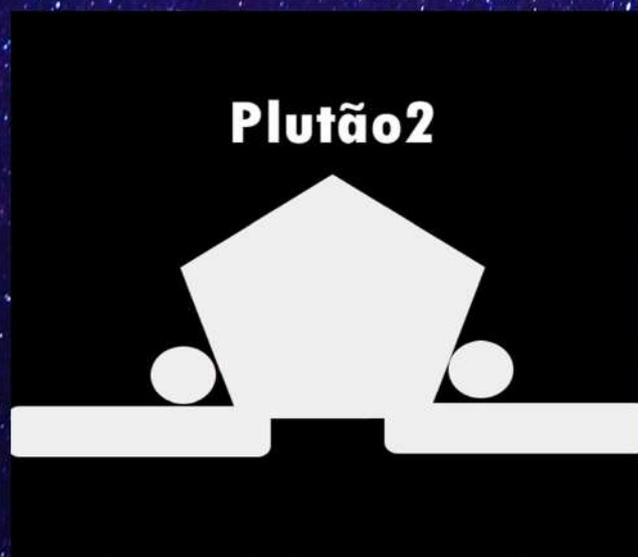


Figura40. News Horizons

Animação 20: Plutão



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Plutão2

A Deusa da discórdia



Figura41. Éris

Éris é um Planeta Anão descoberto em 2005 quando o pesquisador em Astronomia Mike Brown resolveu revisar dados obtidos pelo telescópio do Observatório Palomar na Califórnia de 2003. Os cientistas do observatório, no início resolveram chamar o planeta de Xena, uma homenagem a série de televisão da princesa guerreira do qual tanto gostavam. Entretanto, a comunidade astronômica internacional resolveu modificar o nome do Planeta (Anão) para Éris, devido sua descoberta criar uma discórdia entre os cientistas sobre Plutão. Éris é o nome de uma Deusa romana da discórdia, este foi o escolhido depois que se descobriu que Éris era maior que Plutão. Depois das descobertas, a comunidade Astronômica Internacional decide mudar novamente a definição de planeta e caracteriza tando Éris quanto Plutão como Planetas Anões.

A figura 42 à direita, nos dá uma noção da dimensão do observatório Palomar. Perceba que ele é aproximadamente 4 vezes maior que a árvore a sua frente. Isto é necessário, pois para observar bem os astros além da órbita de Netuno, os telescópios precisam ter grande abertura de espelhos. Além disto, pela lei óptica é preciso haver maiores distâncias focais. Em resumo, para observar objetos muito distantes e com mais detalhes, é preciso telescópios cada vez maiores. Este fato demanda observatórios grandes para proteger estes enormes instrumentos da humidade, chuva e insolação prolongada ampliando sua vida útil. Falaremos mais de telescópios na seção de tecnologias para estudos espaciais. O famoso astrônomo Edwin Hubble, aquele que descobriu de forma observacional que o universo está se expandindo, foi o primeiro astrônomo a utilizar este observatório. Vale lembrar que o famoso telescópio espacial Hubble, tem esse nome em homenagem a este pesquisador.

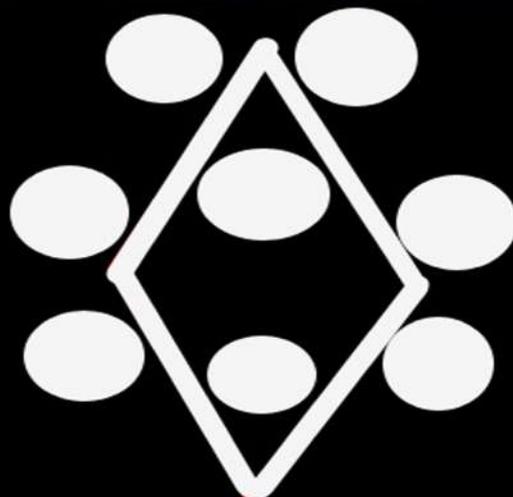


Figura42. Observatório Palomar

Animação 21: Órbita de Éris



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Éris

Mais de Éris

Éris está bastante longe da Terra, desta forma nenhuma sonda espacial ainda foi lançada até o momento com o objetivo de alcançá-lo, as sondas que chegaram nesta região em que Éris está localizado não foram utilizadas pois na época não se sabia de sua existência. Tudo o que sabemos sobre Éris é captado por meio de estudos espectroscópicos em telescópios. Os dados apontam que Éris assim como Plutão tem superfície composta com rochas e gelo. Durante observações astronômicas perceberam que Éris ocultou uma estrela, o que fez os pesquisadores entenderem que Éris era maior do que se pensava. Na animação abaixo, você verá mais sobre Éris e observaremos a projeção computacional da superfície criada por cientistas baseada nos dados de telescópios. A figura 43 mostra como o telescópio captou Éris.

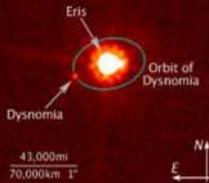


Figura 43. Éris Observado

Animação 22: Éris

Éris2



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



A primeira homenagem a um Deus Sul-Americano

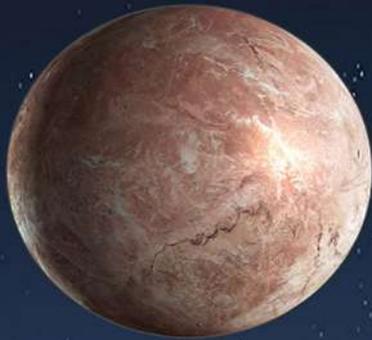


Figura44. Makemake

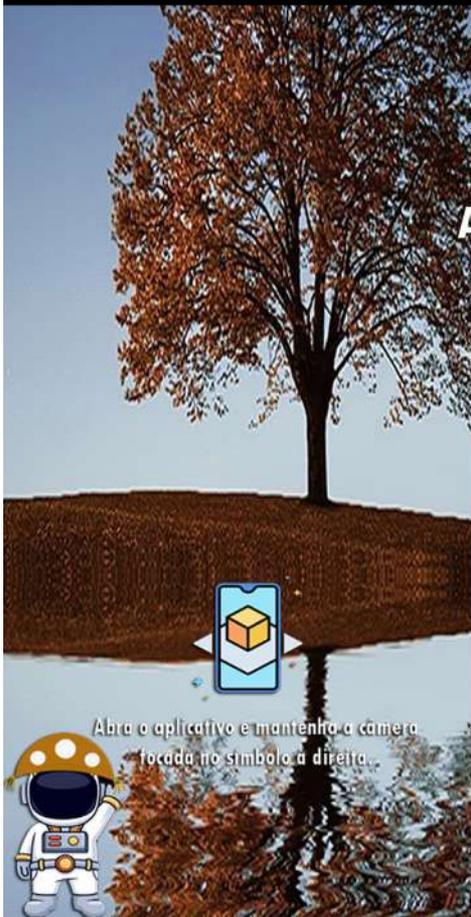
Em 2005 M.E. Brown, C.A. Trujillo e D.L. Rabinowitz no Observatório Palomar avistaram um Planeta após a órbita de Plutão e Éris. Como era próximo a páscoa, isto veio como um presente e ele foi batizado de Coelho da Páscoa. Depois de um tempo com o primeiro nome de batismo, os pesquisadores decidiram mudar este nome e o dar um nome mais encorpado. Pela primeira vez foi quebrado o padrão de nome dos Deuses do continente Europeu. O nome escolhido foi Makemake, o nome vem da cultura Rapanui, para eles era assim que se chamava o Deus que criou a humanidade. A civilização Rapanui foi composta por um povo que se acredita ter vivido nos séculos XIII à XVI na Ilha de Páscoa pertencente ao Chile. A figura 44 demonstra uma imagem da superfície computadorizada de Makemake com base na análise de dados coletados por diversos telescópios.

O Observatório de Palomar na Califórnia, vem liderando pesquisas planetárias no sistema solar. Assim como Éris, a mesma equipe liderada por M.E Brown descobriu a existência de Makemake. A figura 45 mostra Jean Mueller, uma Astrônoma que trabalhava na década de 90 como assistente de observação no Palomar Observatório. Ao lado dela, está o histórico telescópio Samuel Oschin, que contribuiu diretamente para encontrar Makemake. Este telescópio é um dos três profissionais disponíveis no observatório de Palomar. O telescópio Oschin possui um espelho de 1.2 metros de diâmetro, isto o permite ter uma resolução óptica maravilhosa para observar o Sistema Solar. Discutiremos melhor sobre os telescópios nos capítulos a seguir. Abaixo, vocês conhecerão a órbita de Makemake.

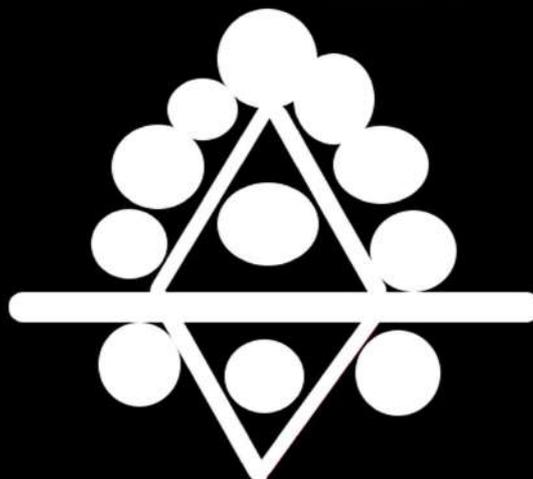


Figura45. Telescópio Oschin

Animação 23: Órbita de Makemake



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Makemake

Um pouco mais de Makemake

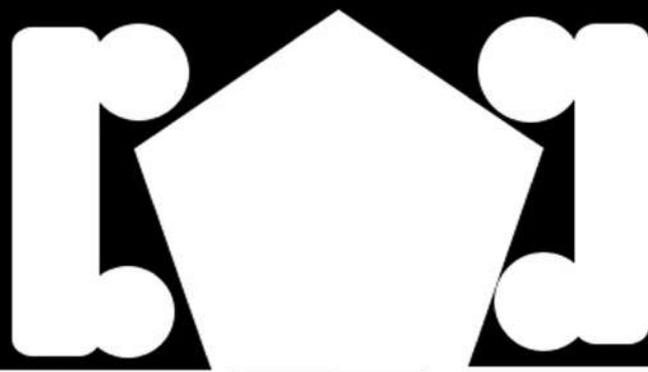
A descoberta de Makemake junto a de Éris foram uma das maiores atualizações da área da Astronomia, isto ocorre porque ao descobrir Makemake e estudar sua órbita a comunidade mundial astronômica se viu obrigada a atualizar a definição de planeta e criar um novo grupo de planetas anões. À esquerda vemos Makemake observado pelo telescópio espacial Hubble (objeto mais brilhante) e seu satélite natural (Lua) chamada MK 2. O sistema de sensoriamento de imagens super afiado e sensível WFC3 acoplado no telescópio espacial Hubble foi o responsável pela captação da figura 46 no ano de 2015. Assim como Éris, Makemake está muito distante daqui da Terra e por este motivo nenhuma sonda ainda foi enviada para alcançá-lo. A voyager 2 poderia ter potencial de alcançá-lo, entretanto, na época em que ela foi projetada não se conhecia Makemake.



Figura46. Makemake

Animação 24: O Planeta Makemake

Makemake



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita



Divindade Havaiana

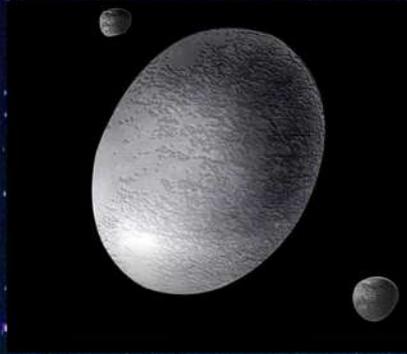


Figura47. Haumea

Haumea é um dos mais distantes descobertos no Sistema Solar. Mais de um observatório alegou a descoberta do corpo celeste, entretanto, a comunidade Astronômica Internacional bateu o martelo até o momento decidindo o observatório de Sierra-Espanha, como sendo o local do primeiro avistamento. Haumea é do mesmo tamanho que Plutão, é um corpo que tem uma rápida rotação em torno de seu próprio eixo. A rápida rotação de Haumea, cerca de 3h e 24 minutos, contribui para deformação no formato do Planeta Anão como um Ovo ou uma bola de futebol Americano. Quando foi descoberto, Haumea foi batizado de “Papai Noel” por estar bem distante do Sol contribuindo para baixas temperaturas em sua superfície.

Haumea é a Deusa havaiana da fertilidade, vista pelos havaianos como a criadora da humanidade. É interessante vermos que novamente o padrão de Deuses gregos não volta a se repetir desde Makemake. Em 2017, professores pesquisadores em Astronomia detectaram que Haumea possui anéis assim como Saturno e Netuno. Os Astrônomos utilizaram o método de ocultação estelar, este funciona aguardando o momento em que no caminho de sua órbita Haumea esteja sobreposto a uma estrela distante, neste momento é possível detectar com câmeras e sensores fotosensíveis a mudança na intensidade luminosa da estrela. Este acontecimento nas mãos de pessoas preparadas fornece noção de tamanho, velocidade e permite evidenciar satélites naturais (luas) até mesmo anéis como é o caso de Haumea que teve seu anel (figura 48) descoberto por pesquisadores brasileiros.

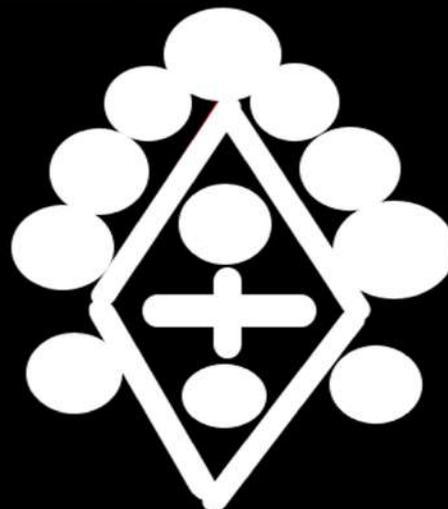


Figura48. Ilustração do Anel (Haumea)

Animação 25: Órbita de Haumea



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Haumea

Mais sobre Haumea

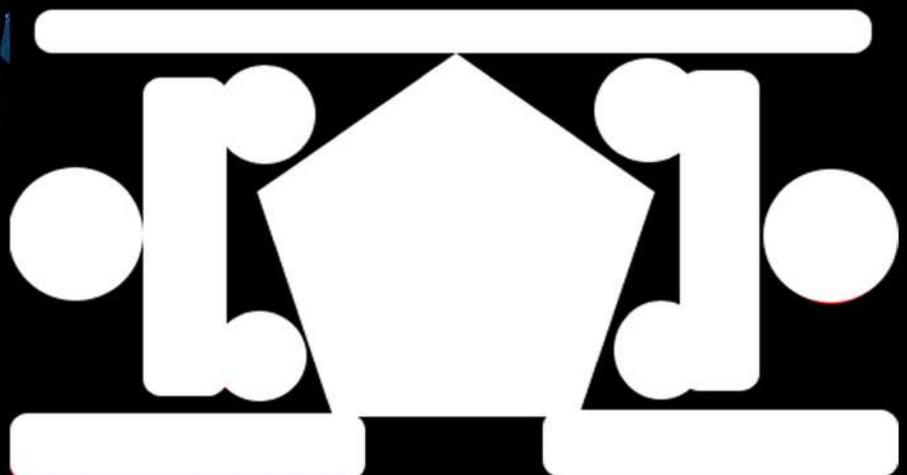


Figura49. Observatório Interamericano de Cerro Tololo

Haumea foi descoberto em 2003 por uma equipe de pesquisadores no Observatório Interamericano de Cerro Tololo (figura 49) localizado no Chile. Em setembro de 2008 a Comunidade Astronômica internacional designou Haumea como o quinto planeta anão do Sistema Solar. Como é um planeta que é rochoso e consideravelmente denso, Haumea tem um nome bastante justo por ser nomeado da mesma forma que a Deusa havaiana da pedra. Em 2005 Hi'iaka e Namaka foram descobertas, estes que são satélites naturais de Haumea (Luas), sendo que a primeira tem período orbital de 49 e a segunda 18 dias. Os sensores dos telescópios apotam que as Luas de haumea tem superfície coberta de gelo composto por H₂O. Assim como os demais planetas após a órbita de Plutão, Haumea não recebeu nenhuma sonda para ser estudado de perto devido a sua enorme distância. Resta torcer para que os mundos transnetunianos em breve recebam mais atenção e investimento com sondas especialmente lançada para estuda-los e podermos ver mais detalhes destes mundos.

Animação 26: Haumea

Haume2



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Observatórios e Telescópios



História dos Observatórios



**Observatório Moderno
(Nacionais)**



Telescópios Refletores



Telescópios Refratores

A Astronomia nasceu na Europa? A resposta é: Nem pensar!



Figura50. Observatório El Caracol

Costumamos pensar que a Astronomia é somente a ciência do telescópio com lentes e espelhos óticos que vemos na televisão, internet e documentários. Este modo de fazer a Astronomia até onde sabemos, começou com Galileu adaptando um instrumento de uso naval para observar o céu. Entretanto, a Astronomia já era estudada com maestria e excelência por outros povos. Os Maias, civilização que ocupou grande parte da América Central e Sul, são um exemplo do que a humanidade era capaz de fazer mesmo antes dos telescópios e câmeras. Este é um povo que mapeou com considerável precisão orbitas de planetas e movimento aparente de estrelas para diversas aplicações como religião, agricultura e conhecimento do mundo. À esquerda vemos na figura 50, um antigo observatório utilizado pelo Maias para calcular diversos fenômenos. O observatório está localizado em um sítio arqueológico de Chichén-Itzá, Yucatan, México.

A China foi um dos berços da Astronomia de ponta das eras pré-telescópio. Existiam muitos chineses notórios em matemática e estudo dos astros. Um exemplo foi Guo Shoujing, foi um astrônomo, engenheiro hidráulico, matemático e político chinês da dinastia Yuan e viveu em 1231. Um fabricante de instrumentos científico alemão, Johann Adam Schall von Bell, conheceu o observatório e instrumentos desenvolvidos por Shoujing e ficou maravilhado com o que viu. Shoujing era não somente habilidoso com Matemática e Astronomia, como também era excelente projetista, construiu um observatório inteiro com equipamentos de ponta para época em Astronomia. Hoje esse observatório é conhecido como Antigo Observatório de Beijing. Fica localizado em Pequim na China. Para se ter ideia da grandiosa habilidade de Shoujing, Adam ao ver seu observatório o chamou de o Tycho Brahe da China. Tycho foi um dos maiores nomes da Astronomia. Na figura 51, nota-se uma esfera armilar.



Figura51. Observatório de Beijing



A Índia é composta por uma das civilizações mais antigas do Planeta. Seria impossível crer que durante milênios este povo não se fascinou pelo estudo do céu e os benefícios sociais que isto traria. Em Jaipur - Rajastão na Índia, existe um antigo observatório criado pelo extinto império Indiano. O nome Jantar Mantar do observatório (figura 52), vem da língua morta Sânscrito Védico originalmente escrita como Yantra Mantrara que significa Máquina de Consultar. Alguns dos instrumentos encontrados neste observatório são citados nos textos védicos que datam do primeiro milênio antes de Cristo, como o Gnomon. Através do ímpeto de seu criador, o príncipe Jai Singh II, o observatório foi um ponto de encontro para diferentes culturas científicas e deu origem a práticas sociais generalizadas ligadas à cosmologia.

Figura52. Observatório Yantra Mantrara

Esforços de brasileiros para o avanço da Astronomia no país!



Figura53. Observatório Nacional

Em 1827, quando o Brasil ainda possuía um império, a Assembleia Geral Imperial Legislativa junto ao Imperador decretaram a abertura do Observatório Nacional do Brasil. Antes os estudos eram um pouco mais simples, mas com avanço da tecnologia e esforço dos professores envolvidos, hoje o Observatório Nacional conta com pesquisas em Astronomia, Geofísica, Astrofísica e metrologia para o INMETRO. Além disso, o Observatório Nacional oferece capacitação a nível de Mestrado e Doutorado em Astronomia e Geofísica contribuindo para capacitação profissional da sociedade científica do Brasil.

O Observatório Antares pertenceu ao pesquisador Augusto César Pereira Orrico, que o fundou em 1971. O pesquisador decidiu doar o observatório para ser propriedade da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), devido ao fato do observatório se localizar na mesma cidade. Com isto a UEFS viu a oportunidade de expandir suas linhas de pesquisa através do departamento física (DFIS) e concursos públicos para professores com capacitação em Astronomia foram ofertados. Hoje o local funciona como museu espacial, centro de formação de mestres em ensino de Astronomia e observatório de pesquisas em Astronomia. O Observatório recebe muitas alunos de escolas para visitação e professores para capacitação.



Figura54. Observatório Antares



Figura55. Observatório Dietrich Schiel

O Observatório Dietrich Schiel foi fundado em 1986 para estudar a passagem do cometa Harley. O observatório localiza-se na Universidade Estadual de São Paulo (USP) e busca divulgar a Astronomia para visitantes escolares e acadêmicos. As atividades são muitos parecidos com o observatório Antares. Em 1987 deu-se o início do Projeto: "Astronomia para a Comunidade" do Centro de Aperfeiçoamento de Profissionais do Ensino Superior (CAPES) do Ministério de Educação e Cultura. Esse convênio teve mais três complementações orçamentárias. Com isto o espaço se tornou local de recepção de alunos de escolas e universidades, além de receber toda a sociedade visitante.



Os mais poderosos telescópios presentes nos observatórios citados anteriormente.



Figur56. Observatório Antares

O Observatório Nacional possui o maior telescópio do tipo refrator do país, além disto, este é o mais antigo. O instrumento é apelidado de Luneta 46, pois a sua lente possui diâmetro de 46 cm, o que é muito por ser quase meio metro. O tubo óptico deste colossal telescópio mede incríveis 6 metros de comprimento. Entretanto nem tudo são flores, devido ao alto desenvolvimento do Rio de Janeiro onde o observatório se encontra, a poluição luminosa tornou quase impraticável uma boa visão para fins profissionais de estudos noturnos. Devido as dificuldades os pesquisadores decidiram mudar a linha de pesquisa para estudo da Astrofísica Solar, se tornando um centro de referência nesse segmento.

O Observatório Astronômico Antares conta com um telescópio poderoso da PlanetWave denominado CDK20. Este equipamento tem 508 mm de abertura, o que o faz ter uma magnífica qualidade de imagem sendo do tipo refletor. O telescópio possui câmera profissional para fins astronômicos e motorização por coordenadas equatoriais. Alguns dos usos desta ferramenta por professores são a demonstração educacional, pesquisa na área de variabilidade estelar e exoplanetas.



Figura57. Observatório Antares



Figura58. Observatório Dietrich Schiel

O Observatório Dietrich Schiel possui um telescópio refrator com uma lente objetiva de 204 mm. Atualmente para fins de pesquisa, o telescópio funciona para estudo do comportamento solar. Sobre as exposições, o telescópio é utilizado para demonstração do comportamento solar. As crianças e demais visitantes podem ver o disco solar e suas manchas, entendendo que o estudo do Sol também é um dos enfoques da Astronomia ao contrário do que muitos costumam pensar.



Telescópio Refrator



Figura59. Telescópio Refrator

O telescópio do tipo refrator funciona basicamente através de duas lentes. Uma lente é chamada objetiva e a outra denominada ocular. A lente objetiva (Figura 59) é a lente de entrada da luz, a mesma tem a capacidade de refratar a luz em um ângulo suficientemente grande para atingir a lente ocular. A lente ocular, como o nome sugere, é menor e a mais próxima do olho buscando refratar a luz para atingir a retina e permitir a visualização do Astrô. Ainda na figura 59 vemos o que parece ser um telescópio menor em cima do telescópio refrator, a mesma é chamada de mira buscadora, esta tem a finalidade de ampliar em menor escala os objetos apenas para mirar corretamente objetos que seriam muito mais difíceis de encontrar pelas enormes lentes que amplificam a imagem do telescópio.

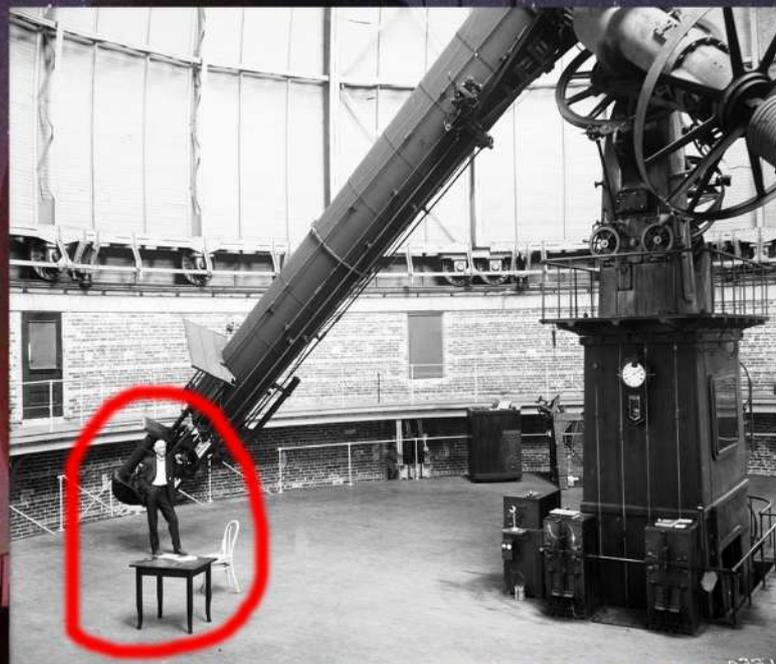


Figura60. Telescópio Refrator

Na figura 60, notamos o quão grande um telescópio refrator precisava ser para estudar objetos muito distantes. Percebemos isto analisando o tamanho do antigo telescópio refrator da Universidade de Chicago no Observatório Yerkes. Se prestarmos atenção, notamos que o professor pesquisador da universidade parece um boneco perto do enorme objeto. Isto sempre foi a desvantagem dos telescópios refratores, para melhorar a qualidade das imagens se precisa de estruturas descomunamente grandes.

Telescópio Refletor



Figura61. Telescópio Refletor

A figura 61 mostra uma noção de funcionamento do telescópio refletor. Em (A) temos o espelho primário que reflete toda luz que entra pelo tubo. Em (B) temos o espelho secundário que é responsável por enviar a luz para a lente ocular. A lente ocular refrata a luz diretamente no olho humano. Como a luz carrega as informações que formam a imagem, durante a reflexão nos espelhos até chegar em nosso olho, a imagem é transmitida. Como explicado anteriormente nos refratores, existe uma pequena luneta em cima dos telescópio, certo? Bem, esta luneta é chamada assim como a outra de buscadora, ela é feita com lentes que promovem pouco aumento de imagem justamente para lhe permitir ver uma maior área do céu e mirar mais facilmente os alvos que quer enxergar na ocular. A vantagem deste tipo de telescópio é ocupar um menor tamanho para obter grande qualidade de imagem.



Figura62. Telescópio Refletor Antares

Na figura 62 vemos o telescópio de uso profissional e observação do público no observatório Antares em Feira de Santana. Este é um telescópio refletor da PlanetWave com 508 mm de abertura. É usado para estudo variabilidade estelar e exoplanetas. Ele é muito menor do que o telescópio profissional refrator da figura 37, certo? Pois bem, esta é a 'magia' dos refletores.

Tecnologias e Lixos Espaciais



Tecnologias brasileiras



Figura 63. Satélite Amazônia-1

A figura 63 mostra o satélite brasileiro Amazônia-1, o satélite foi inteiramente fabricado no Brasil. O satélite tem monitoramento diário de envio e recebimento de dados entre Espaço-Terra pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O objetivo é mapear crimes em geral na região amazônica, principalmente crimes ambientais e incêndios naturais nas regiões de preservação. O satélite foi lançado em parceria com a Índia, o país utilizou seu veículo lançador de satélite PSLV lançando o satélite brasileiro da base na Ilha Sriharikota pertencente ao estado Indiano. Na animação abaixo, você verá uma animação que transmite uma ideia da órbita do Amazônia-1.

Animação 27: Órbita Amazônia-1



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Amazônia-1

Tecnologias Estrangeiras



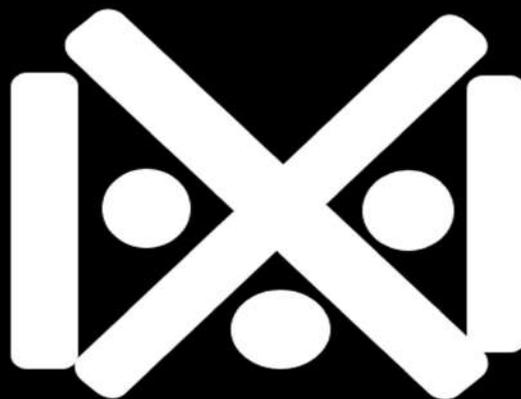
Figura 65. CHANDRAYAAN-3

A missão Chandrayaan 3 lançada pelo governo Indiano, através da Organização Indiana de Pesquisas Espaciais (ISRO) tem como objetivo realizar pesquisas na superfície da Lua. Diferente das tecnologias brasileiras mostradas anteriormente, esta tecnologia Indiana não tem um propósito de orbitar no espaço, ela vem para aterrisar na Lua. Assim como no caso de Marte, a Índia buscou soltar na lua seu robô Rover de nome Pragyan. O Rover Pragyan irá andar sobre o terreno lunar realizando estudos geológicos sobre composição do solo lunar e estudos de minerais. A Índia tentou outras duas vezes lançar seus módulos na lua, entretanto ocorreram problemas de comunicação entre Terra-sonda e a tecnologia foi perdida. As tecnologias anteriores da Índia tiveram sucesso e pousaram, mas os problemas foram em falhas para receber dados de comunicação e tiveram que ser abandonadas. Desta vez, em 14 de julho de 2023 a Chandrayaan 3 foi lançada para transportar o robô rover Pragyan visando estudar os recursos do solo lunar. A missão Chandrayaan 3 teve êxito e realizou um pouso histórico sendo o primeiro país a pousar no "lado escuro" da lua (Polo sul), isto ocorreu em 23 de agosto de 2023.

Animação 29: Missão Chandrayaan-3



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Chandrayaan-3

Tecnologias Estrangeiras



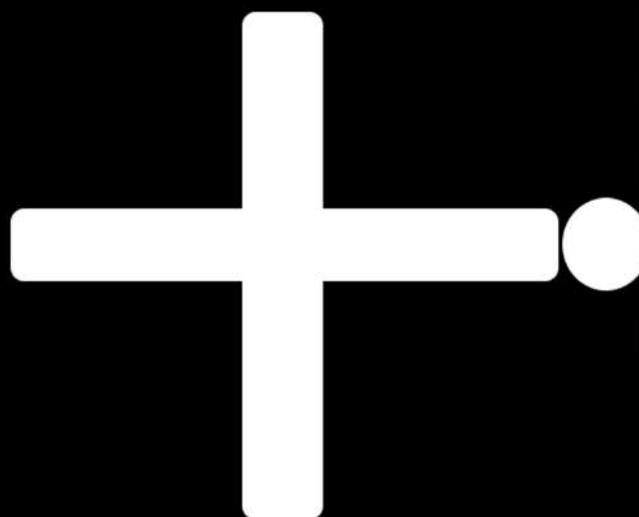
Figura 66. Laboratório espacial Chinês Tiangong

A China é umas das maiores potências espaciais no século XXI, lançando rovers para Marte, Lua e até mesmo satélites para outros planetas. A tentativa mais ousada espacial que um país pode dar, sem dúvidas é a construção de um laboratório espacial. Exige-se um enorme conhecimento de ciência para colocar em órbita um grande laboratório que acomodará humanos em um ambiente sem oxigênio e de baixa gravidade, a estação espacial deve conseguir suprir tudo isto. Devido ao seu tamanho, este tipo de empreendimento deve ser lançado parcialmente, pois os riscos com nossa tecnologia atual de explosão ao atravessar objetos enormes na atmosfera é grande. Em 29 de abril de 2021 o módulo central Tianhe foi lançado com sucesso, isto colocou a China entre os três países que são donos de estações espaciais. Abaixo você verá uma simulação que mostra a estação Chinesa em órbita.

Animação 30: Laboratório espacial Chinês



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Tiangong

Tecnologias Estrangeiras

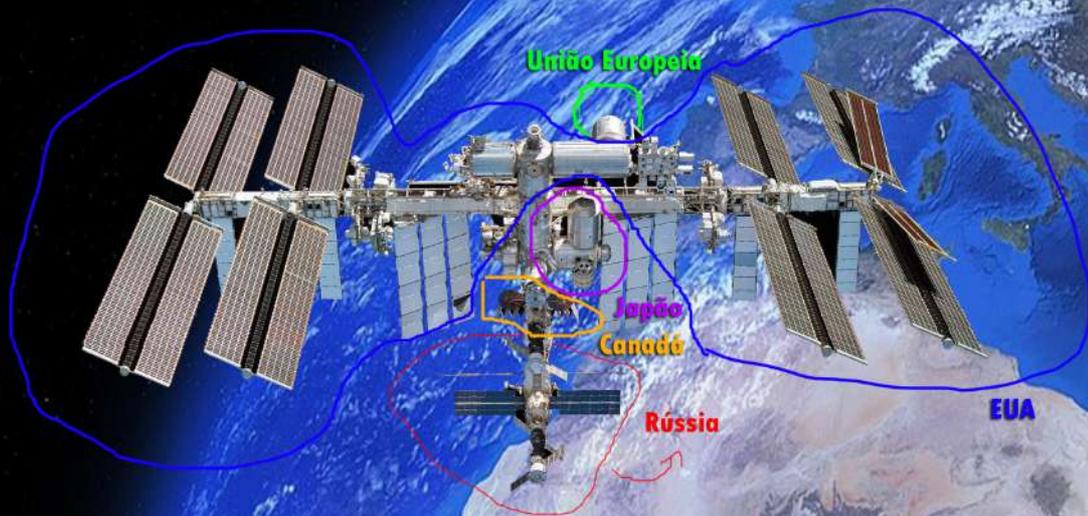


Figura 67. Laboratório espacial Internacional (ISS)

A estação espacial internacional é um laboratório que inicialmente foi criada e lançada pelos EUA com o intuito de elevar seu conhecimento científico e fazer frente a União Soviética na corrida espacial. Entretanto, a Rússia também estava espacialmente avançada e entrou com seu módulo espacial Zvezda dando o primeiro passo para internacionalização da estação espacial. Logo após a União Europeia, Canadá e Japão também entraram no programa. Na figura 67, vemos as partes da agência espacial que cada nação contribuiu. A Rússia com a agência espacial ROSCOSMOS, EUA com a NASA, Canadá com a CSA, União Europeia com a ESA e o Japão representado pela sua agência JAXA.

Animação 31: Um pouco sobre a ISS

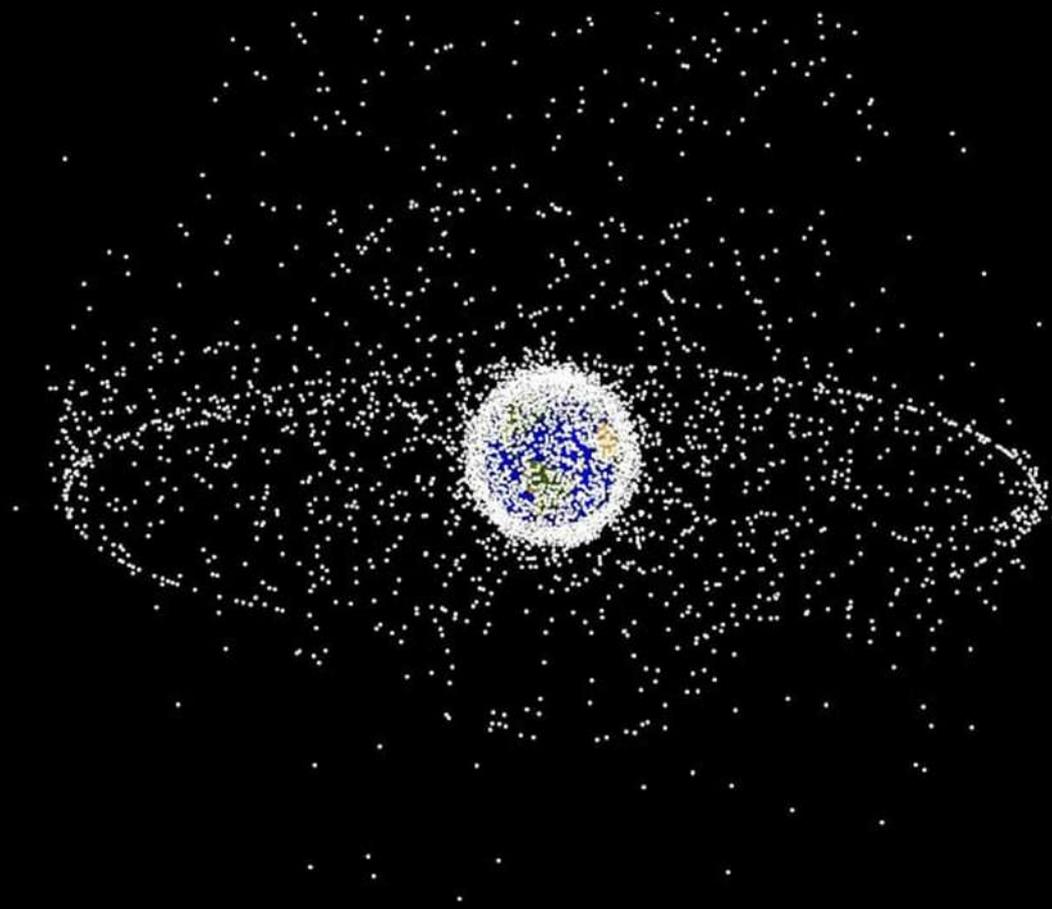


Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Estação Internacional

Noções de Detritos Espaciais

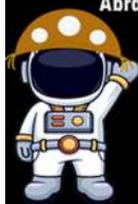


Detritos

Four horizontal white bars for writing, flanked by two white circles on either side.



Abra o aplicativo e mantenha a câmera focada no símbolo à direita.



Acidente entre Rússia-EUA

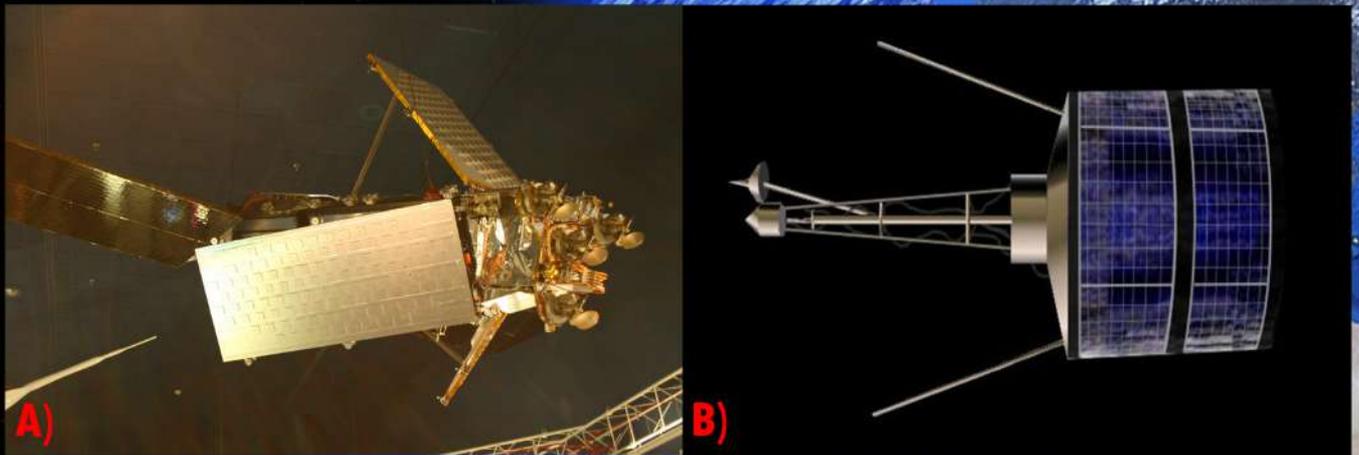


Figura 68. Colisão entre satélites Iridium e Kosmos

A Iridium telecomunicações é uma empresa dedicada a operar uma constelação de 66 satélites, ela possui um maior enfoque em disponibilizar grande alcance de sinal de redes móveis. Em 2009 um dos satélites da Iridium, denominado de Iridium 33 (Figura 68A) e o satélite militar Russo Kosmos 2251 (Figura 68B) colidiram em órbita. A colisão entre os dois satélites em um ambiente de bixíssima gravidade gerou uma enorme quantidade de destroços espaciais, desde de centenas de parafusos, placas de metal entre outros componentes. Esses destroços formaram uma grande quantidade de objetos pequenos e de difícil visualização que tem enorme potencial de causar novos acidentes com outros satélites em órbita e resultar, por exemplo, na queda de alguns veículos espaciais na Terra.

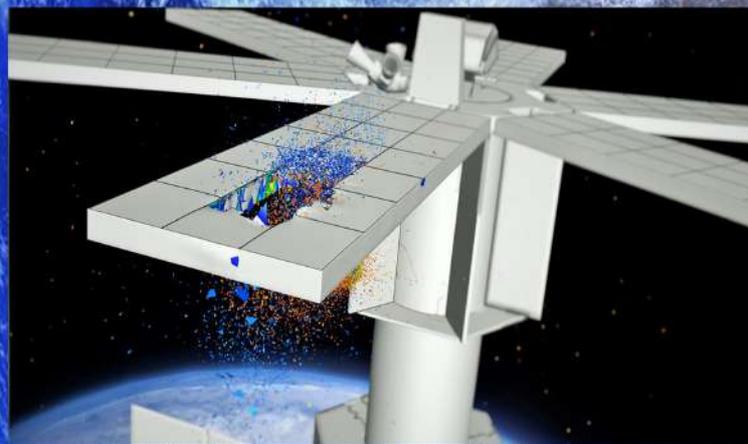


Figura 69. Efeitos da Colisão

Um dos motivos de lixo espacial é mostrado na figura 69, lançada pela Agência Espacial Europeia ESA. A agência publicou um artigo em que ela usa um simulador numérico para testar diversas probabilidades de colisões entre satélites e avaliar os riscos gerados. Quando um satélite ou qualquer tecnologia espacial colide entre si, seus detritos (pedaços) ficam espalhados orbitando o planeta. O grande perigo é que, quando estes detritos que podem ser painéis solares e parafusos conseguem encontrar outras tecnologias no espaço, podem facilmente destruí-las. Nas gravações para publicidade, a câmera que acompanha a ISS está na mesma velocidade que ela e isto as vezes nos engana e nos faz esquecer a absurda velocidade que estes objetos espaciais se movem. Para se ter idéia, a ISS orbita a terra com uma velocidade de $7.6 \text{ km/s} = 27360 \text{ km/h}$.

Limite de vida útil



Figura 70. Foguete Russo da missão Soyuz

Veículos lançadores de satélites são tecnologias espaciais que normalmente usam de propulsão com soluções químicas para levar os satélites até o ponto onde vão orbitar a terra ou outros planetas. Quando um satélite tem o intuito de orbitar outro planeta é mais comum ser nomeado apenas como sonda. O grande problema é que para “soltar um satélite em órbita” é necessário que o foguete tenha estágios e vá desacoplando várias partes no caminho. Durante o desacoplamento dos foguetes, lixos espaciais são gerados, pois muitas vezes as partes ficam em órbita somando com a quantidade de materiais já existentes na mesma órbita. A figura 70 traz como ilustração o foguete da missão Russa Soyuz, observe a capsula cinza e laranja circulado em vermelho. A região circulado mostra o costumeiro local onde se acopla satélites que serão levados no foguete. Quando o lançador chega ao local escolhido, todo o resto do foguete é ejetado e abandonado no espaço, sobrando apenas o pequeno propulsor que empurra a capsula circulado com o satélite para o colocar em órbita. A ideia é maravilhosa, entretanto como ainda não temos tecnologia para recolher o lixo, desde o século passado estamos lançando tecnologias espaciais neste processo e acumulando lixo espacial. A vida útil dos lançadores varia de algumas horas em caso de satélites e alguns anos no caso de sondas.



Figura 71. Desligamento

Que as tecnologias espaciais e os satélites são fundamentais para o mundo moderno funcionar, ninguém duvida, mas o que ocorre quando um satélite chega a seu limite de vida útil e para de funcionar? A resposta para isto é um breve nada! Ele se torna um objeto inútil que vaga pelo espaço em órbita e se une aos demais lixos espaciais futuramente causando problemas espaciais que podem até resultar em uma queda na Terra.

Detritos espaciais

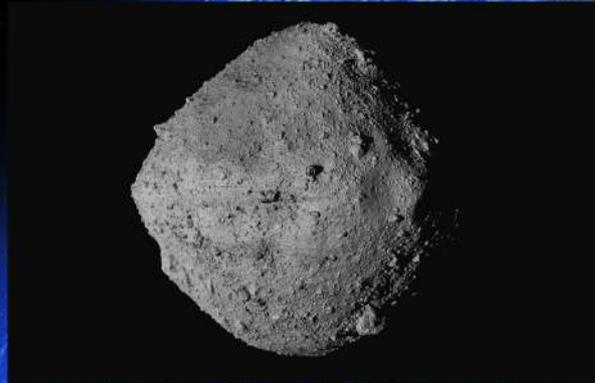


Figura 72. Asteróide Bennu

A ideia de detrito espacial não é muito diferente do lixo espacial que tratamos na página anterior. O lixo espacial é produzido pelo ser humano, já o detrito espacial é a junção do lixo produzido pelo ser humano com rochas espaciais produzidas pela natureza (Universo) e contribuem para dificultar o funcionamento das tecnologias espaciais e também ameaçam a vida na terra com quedas e colisões. O detritos espaciais na órbita da Terra, hoje se encontram, na ordem de de 130 milhões de objetos segundo a ESA. A figura 72 é uma foto do Asteróide Bennu tirada pela sonda OSIRIS-REX da NASA, o Asteróide é um exemplo de detrito que a própria natureza lança no espaço e que tem a possibilidade de colidir com nossas tecnologias e até com a Terra.



Figura 73. Momento Linear e Energia cinética

A primeira coisa que temos que entender sobre Astronomia e Astronáutica é que elas usam as ciências naturais como base para funcionar. A Física é uma das ciências mais utilizadas, para entender o perigo dos detritos espaciais, os conceitos de momento linear e energia cinética devem estar em mente. O momento linear (Q) é a grandeza física que mede a quantidade de movimento de um corpo. Imagine que um objeto colide com outro que está parado, ao colidir o corpo que está parado ganha movimento. Quando o corpo colidido se move, é porque devido a colisão ele adquiriu uma certa quantidade de movimento ou momento linear. A equação do momento linear (figura 73) é descrita como $(m \cdot v)$, pois a quantidade de movimento depende da massa do corpo e da velocidade que ela possui. Entretanto, essa equação nos diz algo mais. Imagine que um objeto seja pequeno, porém, ele tenha alta velocidade. Mesmo não sendo grande ele terá uma grande quantidade de momento e em sua colisão ele pode transmitir uma quantidade significativa de energia cinética até maior que objetos com mais massa que ele. Vale deixar claro, que a energia cinética é a energia que um corpo ganha para movimentar-se, como uma colisão ou um empurrão. O problema aqui é que por ser pequeno, o objeto ao invés de transmitir uma energia cinética aplicando força em uma grande área do corpo de um satélite que colidir, vai aplicar uma pressão em uma pequena área do satélite a uma velocidade, por exemplo, de 10000 e 15000 km/h atravessando a tecnologia e causando destruição por onde passar. Se algo assim acontece com a Estação Espacial Internacional, tenha certeza que poucos ou nenhum cientista que trabalha em um ambiente sem oxigênio e de baixa gravidade lá sobreviveriam. Com isto, acredito que agora você entende o perigo de não cuidarmos do lixo espacial.

Mineração Espacial e Economia lunar



Como andam os projetos atuais de mineração espacial?

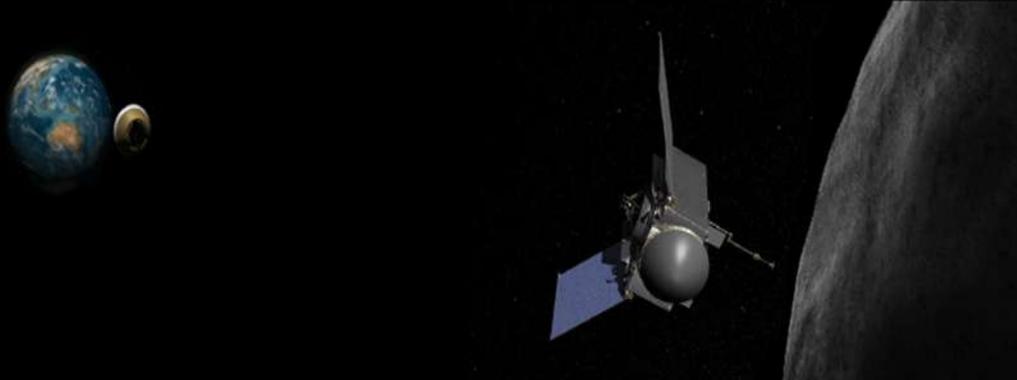


Figura 74. Missão OSIRIS-REx

Em 8 de setembro de 2016, a Nasa lançou a sonda OSIRIS-REx com o objetivo de testar tecnologias de extração de minérios espaciais. Um asteróide denominado Bennu, foi escolhido para pouso e coleta de amostras. O Asteróide tem aproximadamente 525 metros de diâmetro, a sonda OSIRIS-REx pousou em 2020 com sucesso na superfície de Bennu. De lá para cá muitos estudos e testes foram realizados voltados ao aprimoramento humano de minerar materiais do espaço. A sonda OSIRIS-REx em 2023 enviou amostras em viagem para estudos na Terra, as amostras só chegaram a superfície da Terra em 24 setembro de 2023. A humanidade ainda está aprendendo a trabalhar com mineração espacial, este é um setor científico, tecnológico e econômico ainda em construção. O Asteróide Bennu está a uma distância de aproximadamente 20 vezes ao equivalente da Terra até à Lua.



Como andam os projetos atuais de mineração espacial?



Figura 75. Hayabusa2

Não são somente os estadunidenses que estão de olho na mineração espacial, o Japão já percebeu o potencial em riquezas materiais que os corpos celestes no sistema solar podem possuir e começou uma corrida para explorar seu próprio Asteróide. A sonda Hayabusa2 foi a iniciativa ousada do Japão de alcançar e coletar amostras de estudos geológicos do Asteróide Ryugu que possui 1 km de diâmetro. Estas missões que Hayabusa e OSIRIS-REX estão realizando, trazem além de amostras para a Terra, dados da qualidade do funcionamento dos maquinários testados nas sondas para naveas futuras. Hayabusa 2 foi lançada em 2014 e em 2020 a cápsula lançada da sonda para a Terra chegou ao nosso Planeta. Entre 2020 e 2021 a Agência Espacial Japonesa (Jaxa) realizou estudos nas amostras que ajudaram a entender os potenciais do Asteróide para minérios e a capacidade da tecnologia Japonesa para estes trabalhos.



Como andam os projetos atuais de mineração espacial?



Figura 76. Sonda Roseta

Embora a sonda Roseta não tenha sido lançada visando a mineração espacial, o fato dela ter alcançado, pousado e enviado amostras do cometa de nome 67P/Churyumov-Gerasimenko mostrou ao mundo que já era possível pousar em objetos menores que Planetas e Luas. A ideia desta missão era estudar o cometa em questão citado, este que se formou quando o sistema solar estava em construção pelo que indica a sua datação. Estudando o material coletado, podemos ter melhores informações sobre a construção do sistema de mundos que vivemos. A contribuição indireta do pouso da Roseta no cometa, foi enorme, pois trocando informações científico-tecnológicas desta missão foi possível agilizar os pousos para estudos de mineração nos Astetórides.



Economia Lunar?



Figura 77. Economia Lunar

A economia lunar, pode ser compreendida como a movimentação econômica que a Lua pode gerar em nosso Planeta. Não é novidade alguma que países como Japão, China, EUA e Índia gastam bilhões para enviar sondas, rovers e módulos à lua visando seus recursos mineirais e não somente estudos sobre a história da humanidade. Já existem estudos sobre plantio e atmosfera artificial não somente de Marte como para a Lua. Neste últimos anos alguns países já comprovaram o potencial econômico da lua. Países como China encontraram elementos químicos de grande potencial científico e tecnológico da superfície Lunar. Todos sabemos que os minérios que dependemos para construir tecnologias e manter o mundo moderno em funcionamento não são eternos e vão acabar em algum momento. Alguns países já apresentam futura crise de minérios como platina e lítio que são muito importantes na eletrônica, estes correm risco de extinção nas minas locais e são denominados metais críticos.



A Lua possui o combustível do futuro!



Figura 78. Exploração lunar

A China vem realizando estudos de procura da concentração de Hélio-3 na Lua, este que é um minério importantíssimo como combustível da chamada segunda geração da fusão nuclear. O mais importante é que os países que estudam com sondas na órbita da Lua, concluíram que a Lua possui certa abundância do elemento. Isto pode explicar porque tantos países estão em uma corrida lunar. Hoje vemos Índia, EUA, China e Rússia enviando várias sondas e rovers lunares. Além disso, existem países que cogitam construção de bases em nosso satélite natural. Neste exato momento, em setembro de 2023 em que este livro é escrito, O Rover Pragyan Indiano estuda o solo lunar entre outros módulos espaciais dos EUA e China.



O que mais se sabe sobre recursos econômicos na Lua?



Figura 79. Mapa de recursos lunares conhecidos

Primeiramente, vale lembrar que todas as cores na superfície deste hemisfério lunar são coloridas artificialmente para simbolizar uma estimativa de onde os recursos foram detectados. A imagem é o resultado do empilhamento de 53 imagens feitas pela sonda Galileo da Nasa que orbitou a Lua no caminho para Júpiter. A figura 79 mostra o mapa de recursos conhecidos no hemisfério norte da Lua, vale lembrar que o famoso lado oculto é o hemisfério sul lunar. Os pousos para realização de novas pesquisas acontecendo atualmente na lua, são predominantemente, do lado oculto. Faz sentido, pois é o lado oculto que nunca está virado para a Terra e por isto sabemos pouco, pois não podemos estudá-lo por telescópios terrestres. Em rosa vemos onde existem materiais de “terras raras”, que são fundamentais para manutenção de tecnologia no mundo. Azul claro até a cor laranja simboliza fluxo de lava vulcânica. Azul escuro, verde laranja são regiões onde o titânio foi encontrado. As regiões azul claro também são onde os impactos por meteoroides são mais frequentes ultimamente, vale lembrar que as rochas espaciais de qualquer tipo que se propaga no espaço e colidem com a superfície do planeta podem enriquecer o solo de recursos minerais por estarem carregando estes minérios antes da colisão.

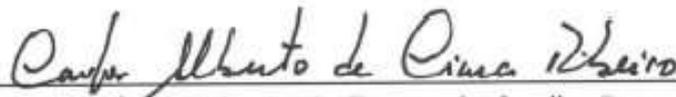




TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atestamos para os devidos fins que o produto educacional intitulado O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR. MUITO ALÉM DOS OITO PLANETAS foi aplicado com 23 estudantes do 1º ano do Ensino Médio, no Colégio Estadual do Campo de Castro Alves, na cidade de Castro Alves - BA.

Feira de Santana, 23 de agosto de 2024



Presidente da Banca de Avaliação:

Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro (DFIS-UEFS)



Membro Interno do Mestrado Profissional em Astronomia:

Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe (DFIS-UEFS)



Membro Externo – Convidado:

Prof. Dr. Kilder Leite Ribeiro (UFRB)

Sobre o autor:



Desde de muito jovem, sempre fui fascinado por documentários sobre o universo e a possibilidade de existir vida fora da terra. Fazendo pesquisas, descobri que existiam caminhos profissionais para a Astronomia no Brasil. Como os cursos de graduação em Astronomia são raros no Brasil e principalmente no nordeste, decidi licenciar-me em física e a posterior me especializar em Astronomia. Quando as esperanças já estavam se perdendo em conseguir aprender Astronomia, descobri que a UEFS, onde me formei, possuía um mestrado profissional em Astronomia onde eu poderia aprender a observar com telescópios, utilizar softwares computacionais de uso na Astronomia e poderia me tornar professor mestre desta mesma área. Assim, entro na pós-graduação e como projeto defendo a criação deste material que possibilitaria o desenvolvimento de um livro com caráter inovador na Astronomia utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada. Sou apenas um rapaz Latino Americano, vindo da escola pública do interior da Bahia, que não deixou as dificuldades da vida pararem seu sonho. Desta forma, busco difundir de uma maneira em que todos possam aprender, conhecimentos historicamente elitizados da ciência espacial, para que pessoas de todas as classes sociais possam entender como a astronomia é uma ciência apaixonante e fundamental para o futuro da humanidade e economia de nosso país. Com isto espero inspirar novos jovens, como eu fui um dia, a buscar caminhos profissionais na ciência, tecnologia e educação.

Apoio:

