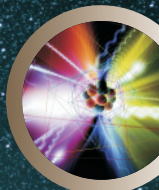


REVISTA DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

Ano 08 - Nº 31 - Setembro/2021

AstroNova

**PARTÍCULAS
ELEMENTARES**



**LUNA-25: O INÍCIO
DE UMA BASE NA LUA**



**IMPRESSÃO 3D:
APLICAÇÕES**



**A NOÇÃO DE
INFINITO**



**COMO ESTÃO HOJE
AS SONDAS VOYAGER**



ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL 

ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL TIANGONG 

AGENDA DOS LANÇAMENTOS ESPACIAIS 



Wilson Guerra
Revista AstroNova

EDITORIAL

Neste Equinócio de Primavera (no Hemisfério Sul) a Revista Astronova publica sua 31ª edição. Como na maior parte do mundo, no Brasil a pandemia e Covid-19 começa a ser superada, graças à Ciência. Em (bem) menor grau, devido a forma dos gestores públicos trataram o grave problema.

Mas com os ventos dos bons tempos de fim de pandemia Adriane Casteleira traz um resumo operacional das sondas Voyager, que mudaram nossa visão do Sistema Solar nas últimas décadas. Eternizadas por Carl Sagan, estas espaçonaves estão no coração de qualquer entusiasta do Cosmos.

Rafael Cândido discorre sobre o mundo das partículas elementares, continuando o tema da edição passada, desta vez tratando sobre os Quarks.

O matemático Maico Zorzan nos escreve sobre a noção de

infinito e como essa (literalmente) grande idéia influencia o pensamento da humanidade, inclusive acerca do Universo.

Ricardo Francisco Pereira inicia uma série de artigos sobre tecnologia de impressão 3D e mostra como essa inovadora indústria já está ficando e vai ficar cada vez mais presente em nosso cotidiano.

Eu concluo esta edição tratando do projeto Luna-25, uma missão de sonda automática que a Rússia retoma depois de décadas, mas agora num contexto muito maior: a construção de uma base de pesquisas na superfície da Lua!

Mas como sempre, começamos com a agenda de lançamentos espaciais e um resumo das atividades nas estações espaciais Internacional e Tiangong.

Tome a vacina, confie na Ciência (não nos políticos) e uma boa leitura!

Wilson Guerra
Revista AstroNova

EXPEDIENTE

Conselho editorial:

Maico A. Zorzan
maico@astronova.com.br

Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

Wilson Guerra
guerra@astronova.com.br

Redatores desta edição:

Adriane Casteleira
Maico Zorzan
Rafael Cândido Jr.
Ricardo F. Pereira
Wilson Guerra

Arte e Diagramação:

Wilson Guerra

Astrofotos:

Adriane Casteleira
Bruno Bonicentro
Carlos Aparecido Domingues
Fernando Oliveira de Menezes
Maico Zorzan

Redes sociais

Facebook/Instagram:

Wilson Guerra

Podcast:

Mateus Leal Castanheira

Twitter/Youtube:

Adriane Casteleira

Website:

Maico Zorzan

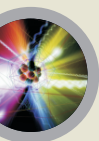
Capa:

Chuva de meteoros perseidas
apod.nasa.gov/apod/ap210820.html



O QUE AINDA FUNCIONA NAS NAVES VOYAGER 1 e 2

09



MODELO PADRÃO AS PARTÍCULAS ALÉM DO ÁTOMO

17



AS VÁRIAS CONCEPÇÕES DE INFINITO E SEUS IMPACTOS NA HISTÓRIA

25



O MUNDO DA IMPRESSÃO 3D APLICAÇÕES

31



SONDA LUNA-25: O INÍCIO DA ESTAÇÃO LUNAR CIENTÍFICA INTERNACIONAL

39



PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

EUA

Foguete: Atlas V (ULA)

Carga: sonda Lucy (Nasa), que estudará asteroides troianos

Local: Cabo Canaveral

Data: 16/10/2021

Foguete: SLS (Boeing/NG)

Teste não-tripulado da nave Órion para a Lua (missão Artemis-1)

Local: Kennedy Space Center

Data: 22/11/2021

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)

Crew Dragon com tripulação Crew-3 da ISS

Local: Kennedy Space Center

Data: 31/10/2021

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)

Sonda Dart (Nasa), que estudará efeito de impacto em asteroide

Local: base de Vandenberg

Data: 24/11/2021

Foguete: Soyuz-2 (Роскосмос)

Nave Soyuz MS-19 com tripulação da ISS para gravação de longa

Local: Cosmódromo de Baikonur

Data: 05/10/2021

Foguete: Soyuz-2 (Роскосмос)

Carga: OneWeb-11, 36 satélites de telecomunicação e internet

Local: Cosmódromo de Vostochny

Data: 14/10/2021

Foguete: Soyuz-2 (Роскосмос)

Nave cargueira Progress MS-18 com equipamentos e suprimentos para ISS

Local: Cosmódromo de Baikonur

Data: 28/10/2021

Foguete: Soyuz-2 (Роскосмос)

Nave Soyuz MS-20 com tripulação de turistas para ISS

Local: Cosmódromo de Baikonur

Data: 08/12/2021

RÚSSIA



PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

EUROPA



Foguete: Ariane 5 (Ariane Space)

SES 17 & Syracuse 4A, satélites de comunicação

Local: espaçoporto de Kourou
Data: 22/10/2021

Foguete: Ariane 5 (Ariane Space)

James Webb, telescópio espacial infravermelho
Local: espaçoporto de Kourou
Data: 18/12/2021

Foguete: Soyuz-2

Satélites Galileo 27 & 28; sistema europeu de geolocalização

Local: espaçoporto de Kourou
Data: 22 ou 23/10/2021

Foguete: Ariane 5 (Ariane Space)

Ovzon, satélite de comunicação
Local: espaçoporto de Kourou
Data: 12/2021

Foguete: Longa Marcha 2F (Casc)

Nave Shenzhou-13 com tripulação para a estação Tiangong
Local: Base de Jiuquan
Data: 10/2021

Foguete: Longa Marcha 2D

Shijian-19, satélite de comunicação
Local: Base de Jiuquan
Data: 11/2021

CHINA



COREIA DO SUL



Foguete: KSLV 2 (Kari)

Teste de lançamento orbital
Local: Naro Space Center
Data: 21/10/2021

ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

Principais atividades - julho a setembro/2021

Tripulação atual



Próximas Expedições

Soyuz MS-19: Roscosmos (05/10/2021)



Crew-3: SpaceX (23/10/2021)



Astronauta Megan McArthur no Advanced Plant Habitat, onde um pé de pimenta floresceu.



Astronautas conversam ao vivo com estudantes de Nova Iorque e Nova Jersey.



Cosmonautas Dubrov e Novitsky concluem segunda caminhada espacial instalando equipamentos na parte externa do novo módulo científico Nauka.



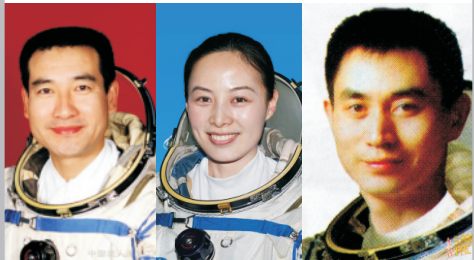
Estação Espacial Tiangong

Principais atividades - julho a setembro/2021

中国载人航天

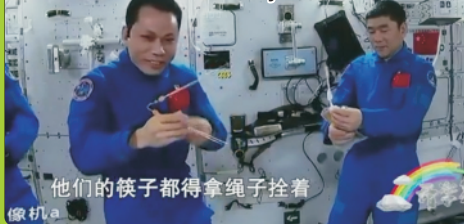
Próximas Expedições

Shenzhou-13: Expedição 02 - 10/2021

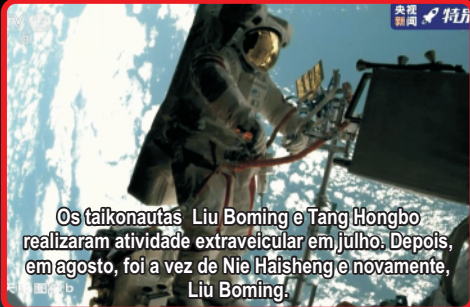


A 1ª tripulação da Tiangong organizou equipamentos e instrumentos da estação.

Nie Haisheng, Liu Boming e Tang Hongbo deram uma aula ao vivo para milhões de estudantes chineses da Educação Básica.



Os taikonautas Liu Boming e Tang Hongbo realizaram atividade extraveicular em julho. Depois, em agosto, foi a vez de Nie Haisheng e novamente, Liu Boming.



Retorno de Liu Boming, Tang Hongbo e Nie Haisheng, em setembro.



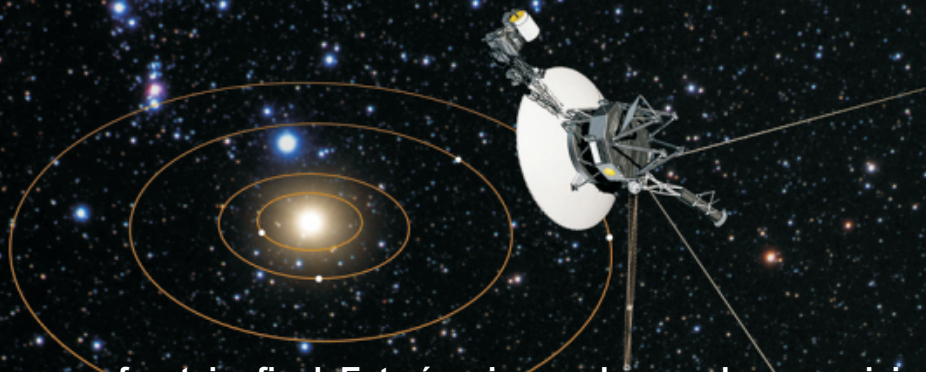
Nave cargueira Tianzhou-3 acoplou automaticamente no módulo TianHe da estação Tiangong.





Via Láctea
Astrofotógrafa: Adriane Casteleira
04/09/2021
Ruína da Capela Sagrada Família
Mandaguari - PR

O que ainda funciona nas naves VOYAGER 1 e 2



Espaço: a fronteira final. Esta é a viagem das sondas espaciais Voyager 1 e 2 prosseguindo em sua missão de explorar o Sistema Solar externo, há mais de quatro décadas, rumo ao frio e silencioso espaço interestelar, seguindo audaciosamente onde nenhuma outra espaçonave da Terra jamais esteve.

Adriane C. Casteleira
nany@astronova.com.br

Antes de mais nada, o fato é que tanto a Voyager 1 como a Voyager 2, não deveriam estar funcionando mais. Porém, contra todas as expectativas, por mais de quarenta anos, a mais de 20 bilhões de quilômetros da Terra, elas continuam a seguir seu caminho rumo ao meio interestelar e ainda capazes de enviar informações para a Terra com alguns de seus instrumentos que continuam operacionais.

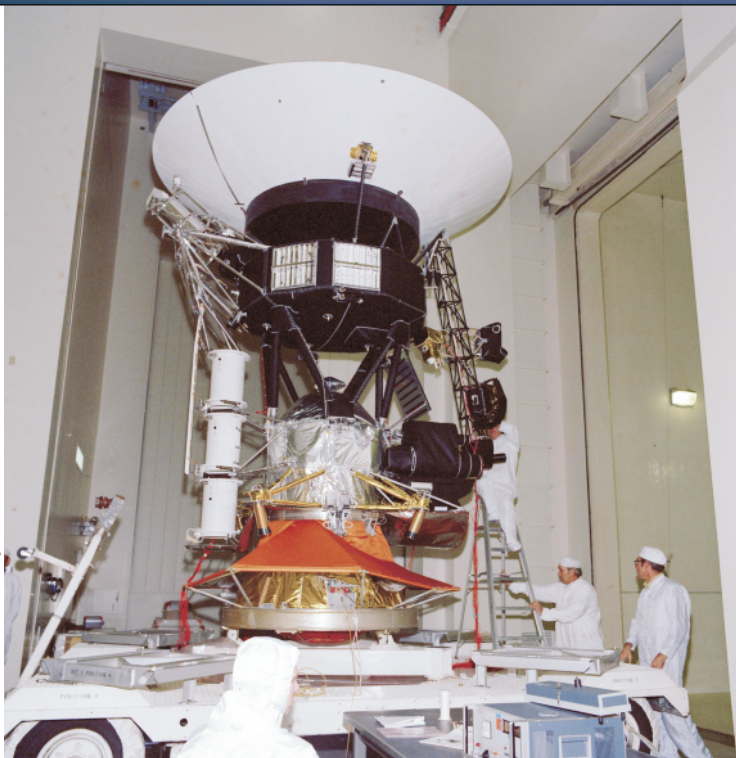
As sondas foram lançadas em 1977 com uma missão primária: explorar o Sistema Solar externo e coletar observações diretas de planetas, como Urano e Netuno, levando instrumentos para estudar suas características, até então pouco conhecidas pelos cientistas. Foram as Voyagers, por exemplo, que primeiro observaram os vulcões em Io, satélite de Júpiter, e os geisers da lua Tritão, de Netuno. Para tanto, a trajetória da Voyager 1 foi traçada para seguir rumo à grande lua

Titã, de Saturno, curvando seu caminho para fora do plano eclíptico - o plano em que a maioria dos planetas orbita o Sol - e para a Voyager 2, o plano era voar por Saturno em um ponto em que enviaria automaticamente a espaçonave na direção de Urano.

A fim de cumprir seu objetivo primário de estudar os planetas gigantes, as sondas contavam com magnetômetros, para estudar a magnetosfera dos planetas, isto é, como as

partículas carregadas pelo vento solar interagem com a atmosfera do planeta; espectrômetros no ultravioleta e infravermelho para compreender a composição química presente nesses objetos; além de, é claro, imageadores em luz visível (a câmera), dentre outras ferramentas de estudo; e ambas levaram consigo, também, um disco de ouro contendo sons e imagens selecionadas para retratar a diversidade da vida e da cultura na Terra em uma “linguagem” que poderia ser descriptografada por qualquer forma de vida inteligente que porventura viesse a encontrá-las num futuro muito distante.

Depois de incríveis imagens, como a icônica “Pálido Ponto Azul”, poeticamente descrita no livro de Carl Sagan, com o mesmo nome, no ano de 1989, assim que o sobrevôo por Urano foi finalizado, os engenheiros do programada desligaram as câmeras da Voyager 2 a fim de poupar energia, memória e taxa de dados para seus outros instrumentos que serão usados em sua nova missão: Coletar dados do Vento Solar e do meio interestelar. E, em 1998, a Voyager 1 se tornou o objeto criado pela humanidade mais distante



Voyager1 em testes finais.

da Terra, ultrapassando a Pioneer 10.

Agora, mais de quatro décadas depois de seu lançamento, o ambiente que elas exploram está mais frio e tênue, mas, ainda assim, as Voyagers continuam fazendo medições de uma miscelânea de gás, plasma e partículas de estrelas e regiões gasosas não originadas de nosso sistema. Seus instrumentos, originalmente projetados para medir as propriedades dos planetas gigantes, agora

coletam dados sobre os efeitos no espaço, dentro e de fora da nossa heliosfera, fornecendo pistas sobre a natureza meio interestelar à medida que as sondas continuam sua jornada.

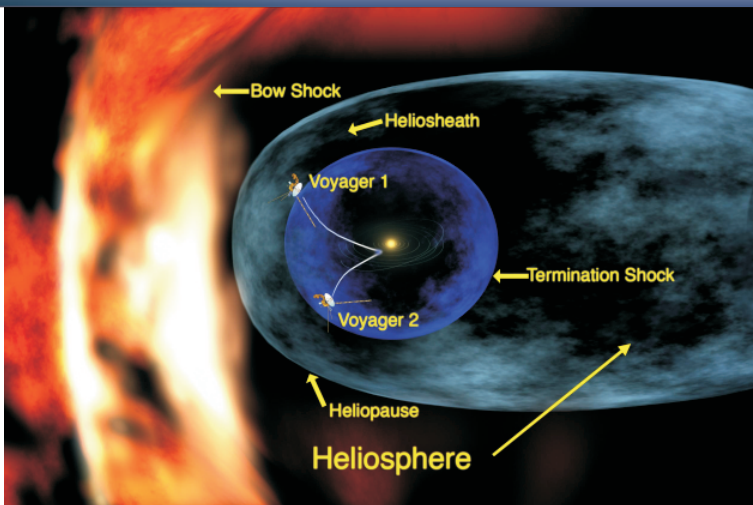
Atualmente, entre os dez instrumentos que cada uma carrega, estão operantes ainda apenas quatro na Voyager 1 e cinco na Voyager 2. Destes, três são os principais atuantes no estudo de como o espaço dentro da heliosfera difere para o espaço interestelar: o

Magnetômetro, o Cosmic Ray Subsystem e o Plasma Science Instrument (ativo apenas na Voyager 2).

Os instrumentos das sondas Voyager 1 e 2

1) Magnetômetro (MAG): Durante a missão planetária das Voyagers, o MAG foi utilizado para investigar as magnetosferas dos planetas e de suas luas, determinando a mecânica e os processos das interações desses campos magnéticos com o vento solar. Depois que a missão terminou, sua função passou a ser estudar o campo magnético da heliosfera e além, observando o alcance magnético do Sol e as mudanças que ocorrem dentro desse alcance durante a atividade solar.

Cada Voyager carrega vários magnetômetros interligados distribuídos ao longo de um enorme e delicado braço de 13m de comprimento chamado “Magnetometer Boom”. Para obter esses dados magnéticos, a Voyager faz uma manobra interessante para calibrar: ela gira em torno de si mesma, em um movimento que a permite diferenciar entre o campo magnético da própria espaçonave e os campos magnéticos do espaço.



Atual localização das sondas Voyager em relação à Heliosfera

Status	
Voyager 1	ON
Voyager 2	ON

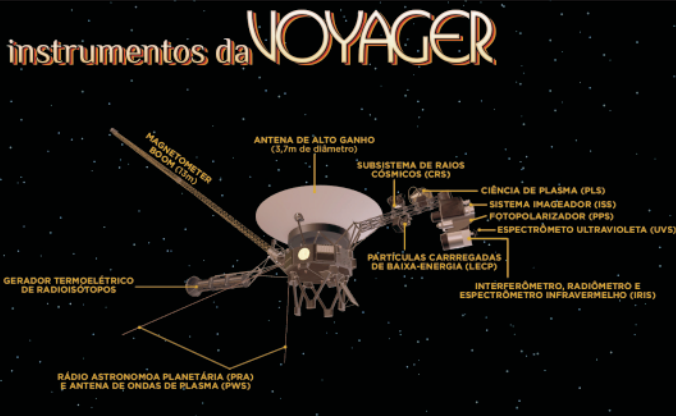
2) Cosmic Ray Subsystem (CRS): Semelhante ao magnetômetro, o Subsistema de Raios Cósmicos foi projetado para estudar as composições de partículas energéticas nas magnetosferas de Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. O CRS foi usado para estudar as partículas carregadas dentro do Sistema Solar e sua distribuição entre os planetas. Desde que deixou os planetas para trás, no entanto, o CRS tem sido utilizado para estudar as partículas carregadas da heliosfera e, agora, as partículas no meio interestelar.

O CRS mede a taxa de

contagem, ou quantas partículas detectadas por segundo, usando dois telescópios: o Telescópio de Alta Energia, que mede as partículas de alta energia (70MeV), identificáveis como partículas interestelares, e o Telescópio de Baixa Energia, que mede partículas de baixa energia (5MeV) que se originam no Sol.

Status	
Voyager 1	ON
Voyager 2	ON

3) Plasma Science (PLS): O instrumento Subsistema de Ciência de Plasma foi feito para medir plasma e partículas ionizadas em torno dos planetas externos e para medir a influência do vento solar nesses planetas. O PLS é composto por quatro



copos de Faraday, um instrumento que mede o plasma conforme ele passa pelos copos e calcula velocidade, direção e densidade do plasma.

Como previsto por cientistas e, posteriormente, comprovado pela Voyager 2, o plasma interestelar teria maior densidade, mas menor temperatura e velocidade do que o plasma dentro da heliosfera. O que sugere que o plasma nessa região está ficando mais frio e mais lento e se acumula ao redor da heliopausa e entra no meio interestelar.

E agora, graças ao PLS da Voyager 2, temos uma perspectiva nunca antes vista em nossa heliosfera: a velocidade do plasma da Terra à heliopausa.

Status	
Voyager 1	OFF
Voyager 2	ON

Obs.: Desativado desde 2007 por degradação do desempenho, tendo sido danificado durante a passagem por Saturno

4) Plasma Wave Subsystem (PWS): Dois instrumentos de pesquisa distintos compartilham as duas longas antenas que se estendem em ângulo reto entre si: O Subsistema de Onda de Plasma (PWS) e o instrumento de Radioastronomia Planetária (PRA).

O PWS cobre uma faixa de frequência de 10 Hz a 56 kHz para fornecer mensurações do perfil de densidade de elétrons em Júpiter e Saturno e informações básicas da interação onda/partícula local.

Status	
Voyager 1	ON
Voyager 2	ON

5) Planetary Radio Astronomy (PRA): Receptor de frequência de varredura que cobre ambos os estados de polarização: de 20,4 kHz a 1300 kHz e de 2,3 MHz a 40,5 MHz, para estudar os sinais de emissão de rádio de Júpiter e Saturno.

O sinal era recebido por um par de antenas monopolo ortogonais de 10m e o estudo desses sinais rendeu dados relativos à física das ressonâncias do plasma magnetosférico e às emissões de rádio não térmicas dessas regiões planetárias.

Status	
Voyager 1	OFF
Voyager 2	OFF

Obs.: Desativado desde 2008, em ambas as sondas, para economia de energia.

6) Low-Energy Charged Particles (LECP): O LECP é composto por dois subsistemas: o Analisador de Partículas Magnetosféricas de Baixa Energia (LEMPA) e o Telescópio de Partículas de Baixa Energia (LEPT), seu objetivo é procurar e analisar elétrons, prótons, partículas alfa e outros elementos pesados ao redor de planetas e no espaço interplanetário. O LECP foi usado para identificar a

forma das magnetosferas em torno de Saturno e Urano.

Status	
Voyager 1	ON
Voyager 2	ON

7) Imaging Science Subsystem (ISS): Sistema imageador composto por duas câmeras: grande angular e ângulo estreito, no espectro da luz visível e ultravioleta, para fazer imagens dos planetas e demais objetos do Sistema Solar.

Status	
Voyager 1	OFF
Voyager 2	OFF

Obs.: Desativadas desde 1989 (Voyager 2) e 1990 (Voyager 1).

8) Infrared Interferometer Spectrometer and Radiometer (IRIS): IRIS é, na verdade, três instrumentos distintos. O primeiro, um termômetro capaz de analisar a distribuição energia de calor emanada de um corpo ou substância, permitindo a determinação de sua temperatura; o segundo, um dispositivo é capaz de identificar quais tipos de elementos e compostos estão presentes na atmosfera ou na superfície; e o terceiro, um radiômetro para investigar a quantidade de luz solar refletida em um corpo no comprimento do

ultravioleta, visível e infravermelho.

Investigou perfis dos planetas e satélites como: equilíbrio energético global e local, composição atmosférica e temperatura, bem como a composição, propriedades térmicas e tamanho das partículas nos anéis de Saturno.

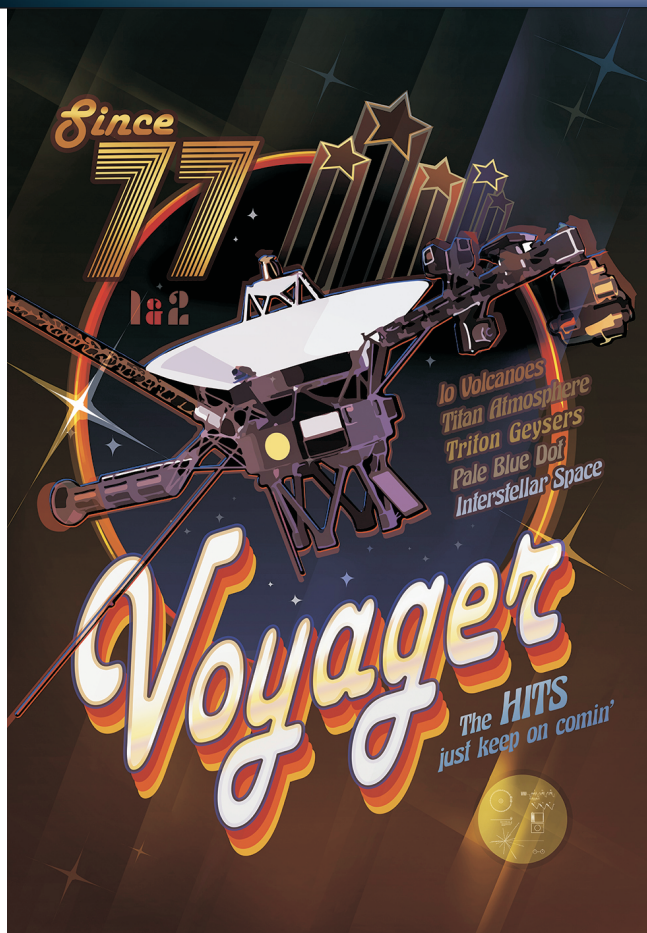
Status	
Voyager 1	OFF
Voyager 2	OFF

Obs.: Desativadas desde 1998 (Voyager 1) e 2007 (Voyager 2) para economia de energia das sondas.

9) Ultraviolet Spectrometer (UVS): O Espectrômetro Ultravioleta foi projetado para medir as propriedades atmosféricas e a radiação na faixa de comprimento de onda de 0,04 a 0,16 micrômetros (400 a 1600 Å). No modo airglow, media-se a radiação atmosférica, que era, predominantemente, a radiação solar espalhada por ressonância, onde o espalhamento é por constituintes atmosféricos moleculares ou atômicos, como hidrogênio (1216 Å) ou hélio (584 Å). No modo de ocultação, a luz do sol era refletida no espectrômetro. À medida que a atmosfera se movia entre a sonda e o sol,



Design geral das sondas Voyager.



as características de absorção da atmosfera eram obtidas na região do comprimento médio de onda. O espectro de absorção foi usado para identificar o absorvedor e também para medir sua abundância na linha de visão do sol. Além disso, a estrutura térmica atmosférica pôde ser inferida.

Status	
Voyager 1	OFF
Voyager 2	OFF

Obs.: Desativadas desde 2016 (Voyager 1) e 1998 (Voyager 2) para economia de energia das sondas.

10) Photopolarimeter Subsystem (PPS): Tratava-se de um telescópio de 8", f/1.1, capaz de enviar suas

observações através de um polarizador e um filtro para uma das oito bandas na região espectral de 2200 a 7300 Å, e então para um tubo photomultiplier. Por meio do estudo desses dados de intensidade de emissão, informações sobre a textura e composição da superfície de ambos os planetas (Júpiter e Saturno) puderam ser obtidas, juntamente com informações sobre a distribuição de tamanho e composição dos anéis de Saturno e as propriedades de espalhamento atmosférico e densidade para ambos os planetas. As alturas da escala molecular para ambos os planetas também podem ser determinadas a partir desses dados.

Status	
Voyager 1	OFF
Voyager 2	OFF

Obs.: Desativadas desde 1980 (Voyager 1) e 1991 (Voyager 2) devido à degradação da performance.

Adriane C. Casteleira, graduada em Letras e profissional da área de comunicação e publicidade. É integrante do Gedal, astro-fotógrafa amadora, administradora das redes sociais da Revista Astronova e chegada numa sondinha espacial.

Referências:

www.nasa.gov
<http://ntrs.nasa.gov>
<http://voyager.jpl.nasa.gov>
https://en.wikipedia.org/wiki/Voyager_program
 Revista Astronova nº15



M20 / Nebulosa Trífida
(com filtro de banda estreita)
Astrofotógrafo: Bruno Bonicontró
Julho/2021
Maringá - PR



Aglomerado poço dos desejos (NGC 3532)
Astrofotógrafo: Fernando Oliveira de Menezes
Junho/2020
Campos do Jordão - SP



Modelo Padrão

As partículas além do átomo

Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

No artigo: As forças fundamentais do Universo, da edição anterior (Revista Astronova, nº 30), foi citado que cada uma destas forças apresenta uma partícula mediadora (exceto a gravidade) e que estas forças interagem com determinadas subpartículas que formam a matéria e que são indivisíveis. Neste artigo vamos conhecer quem são estas partículas e como elas estão relacionadas com as forças fundamentais e as divisões do átomo.

Porém, antes de prosseguirmos, é importante ressaltar que, quando

estudamos as partículas constituintes da matéria torna-se um tanto complicado definir a massa dessas partículas nas unidades convencionais de quilograma (kg), grama (g) ou nanograma (ng). Para isso, utiliza-se a definição de massa a partir da energia. Lembrando a famosa equação de Einstein: $E = mc^2$; onde E é a energia, m é a massa e c é a velocidade da luz, tem-se que a massa é dada por $m = E/c^2$. Sendo a energia de uma partícula atômica ou subatômica na unidade elétron-volt (eV, onde 1 eV é a energia necessária para deslocar 1 elétron em uma diferença de potencial de 1 volt), a

massa é dada pela energia em elétron-volt dividido pelo quadrado da velocidade da luz (c^2). As unidades MeV (mega elétron-volt) e GeV (giga elétron-volt) designam, respectivamente, um milhão de elétron-volt (1.000.000 eV) e um bilhão de elétron-volt (1.000.000.000 eV).

Massas, cargas, giros... cores e sabores

Quando estudamos Química, ainda no ensino médio, aprendemos que ao longo da História a ideia de menor porção de matéria foi de uma partícula indivisível (o átomo indivisível de Demócrito de Abdera) aos átomos constituídos de elétrons, prótons e nêutrons

(modelo atômico de Rutherford).

Foi a partir do desenvolvimento da Física Nuclear nos anos 1930 que foram propostas partículas constituintes dos prótons e nêutrons, ou seja, estes constituintes do átomo não eram indivisíveis. Para verificar estas propostas, foi construído no final da década de 1960 o Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) que tinha como objetivo estudar a distribuição de carga em um próton. Ao analisar os dados de diferentes experimentos, se comprovou que prótons e nêutrons são formados por partículas que não eram detectadas isoladas e tinham massa, carga elétrica fracionária e número de

spin (relacionado ao momento angular, ao 'giro' da partícula). A estas partículas, o físico estadunidense Murray Gell-Mann denominou quarks, palavra que tirou do livro *Finnegans Wake* do escritor irlandês James Joyce.

Além das características quânticas citadas, Gell-Mann verificou que haviam mais dois estados quânticos que caracterizam um quark. Para tentar simplificar a compreensão destes estados, um foi denominado carga de cor e outro foi denominado sabor. É importante salientar que apesar dos nomes, cor e sabor, estas características não estão vinculadas à visão e nem ao paladar. Como citava Gell-Mann em suas aulas e palestras, sua preocupação era tornar

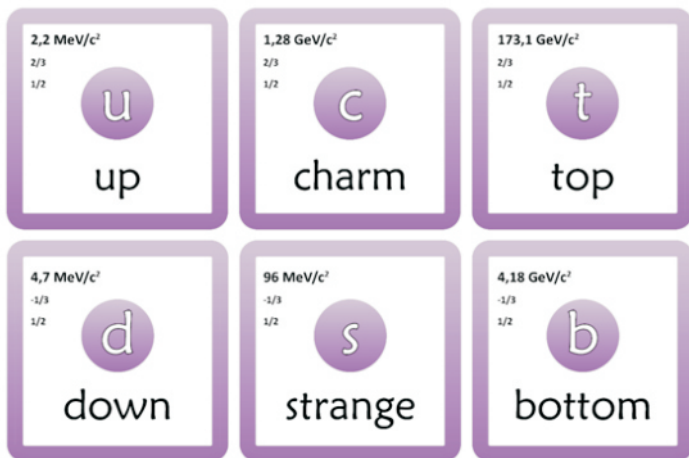


Murray Gell-Mann (1929 – 2019), prêmio Nobel de Física (1969) pela descoberta dos quarks.

didático aos seus estudantes algo que era definido por uma equação muito complexa.

Desta forma, os quarks apresentam-se com os seguintes sabores: up (u), down (d), charm (c), strange (s), top (t) e bottom (b). E suas cores são vermelho, verde e azul; cores primárias que usamos hoje para construir as cores no computador (sistema RGB – red, green, blue), que tem suas origens nas primeiras fotografias coloridas realizadas pelo físico escocês James Clerk Maxwell e pelo químico russo Sergei Prokudin-Gorsky.

Quarks de cores diferentes, mas de mesmo sabor, apresentam os mesmos valores de massa, carga elétrica e de spin. A tabela 1 apresenta estes dados para quarks de diferentes sabores.



$2,2 \text{ MeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ <u>u</u> up	$1,28 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ <u>c</u> charm	$173,1 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $1/2$ <u>t</u> top
$4,7 \text{ MeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ <u>d</u> down	$96 \text{ MeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ <u>s</u> strange	$4,18 \text{ GeV}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ <u>b</u> bottom

Tabela 1. Massa aproximada, carga elétrica e spin para cada sabor de quark (a cor do quark não altera estas grandezas).

Existem 6 sabores de quarks e para cada sabor, há 3 possibilidades de cores. Portanto, há um total de 18 quarks.

Leves, mas não tanto

Outros experimentos verificaram que o elétron é uma partícula fundamental, ou seja, é indivisível. Junto ao elétron, outras duas partículas, o múon e o tau, formam o grupo dos léptons. A palavra lépton em grego significa leve e foi dada para se contrapor aos hádrons (partículas pesadas formadas por quarks); entretanto, nem todos os léptons são leves. Tendo como referência a massa do elétron, o múon tem massa 207 vezes maior e o tau tem massa 3477 vezes maior, ou seja, mais pesado que um próton ou um nêutron!

Os léptons não interagem com a força forte, apenas com a força gravitacional (pois possuem massa), eletromagnética (pois possuem carga elétrica) e com a força fraca. Como visto no artigo citado da edição anterior, a ação da força fraca está relacionada com a liberação de um elétron ou um pósitron e de um neutrino ou de um antineutrino. Desta forma, o elétron, o múon e o tau apresentam cada um o seu

neutrino associado.

Os neutrinos não apresentam carga elétrica e são muito mais leves. O neutrino do elétron, por exemplo, tem massa 255 mil vezes menor que a massa do elétron. A massa do neutrino do múon é aproximadamente 560 vezes menor que a massa do múon e a massa do neutrino do tau é cerca de 100 vezes mais leve que a massa do tau.

Apesar do múon e do tau terem a mesma carga elétrica e spin do elétron, respectivamente, -1 e $1/2$; como as massas destas partículas são muito maiores que a massa do elétron, elas são instáveis e duram pouco tempo, ocorrendo sua

desintegração.

O múon dura 2,2 microssegundos (1 segundo dividido em 1 milhão de pedacinhos iguais, o tempo de vida do múon é de apenas dois pedacinhos) e o tau dura ainda menos, aproximadamente 0,3 trilionésimos de segundo!

A desintegração do múon gera elétron, um neutrino e um antineutrino. A desintegração do tau é mais diversa. Devido à sua massa é o único lépton que pode desintegrar-se em uma partícula mais pesada, um hádron. Em 18% das vezes o tau desintegra-se formando um elétron e dois neutrinos, 18% das vezes desintegra-se na forma de um múon e dois neutrinos e em 64% das vezes desintegra-se em

$0,511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$  elétron	$105,66 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$  múon	$1,7768 \text{ GeV}/c^2$ -1 $1/2$  tau
$<1,0 \text{ eV}/c^2$ 0 $1/2$  neutrino do elétron	$<0,17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$  neutrino do múon	$<18,2 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$  neutrino do tau

Tabela 2. Massa aproximada, carga elétrica e spin dos léptons.

hádrons e um neutrino.

Estes léptons de pouca estabilidade são formados em colisões de altas energias, como as que envolvem raios cósmicos ou em aceleradores/colisores de partículas. A tabela 2 apresenta massa, carga elétrica e spin dos léptons.

As mensageiras das forças

No artigo da edição anterior foi citado que as forças fundamentais, exceto a gravidade, apresentam partículas mediadoras, ou seja, partículas que 'transportam' a força, fazendo com que a matéria tenha interação com uma destas quatro forças.

Estas partículas mediadoras são denominadas bósons de calibre, bósons de gauge ou bósons vetoriais. O nome bóson foi dado pelo físico britânico Paul Dirac (prêmio Nobel de Física de 1933), em homenagem à contribuição do físico indiano Satyendra Nathan Bose. Como característica fundamental, estas partículas apresentam spin unitário. A massa e a carga elétrica dos bósons variam conforme a força fundamental com a qual estão relacionadas.

Os bósons são os fótons (relacionados à força

eletromagnética), glúons (relacionados à força forte) e os bósons W e Z (relacionados à força fraca).

O fóton é um quantum, menor porção de energia possível, de onda eletromagnética; ou seja, é o menor 'pacote' de uma onda de rádio, micro-onda, infravermelho, luz, ultravioleta, raio-X ou raio gama. Sendo uma onda, não possui massa.

A relação entre fótons e elétrons foi explicada pelo trabalho de Einstein sobre o efeito fotoelétrico, o que resultou no prêmio Nobel de Física em 1921. No cotidiano vemos como exemplo dessa interação entre o fóton, um bóson vetorial, e o elétron, um lépton, nos sensores de aproximação que abrem portas automaticamente. O corpo humano emite radiação eletromagnética no infravermelho, que possui uma determinada frequência, a qual consegue remover elétrons de uma determinada liga metálica. Este sinal é intensificado por um circuito eletrônico de modo que torna possível acionar a abertura da porta automática.

Os glúons atuam entre quarks e tem esse nome derivado da palavra glue, cola em inglês, pois sua ação

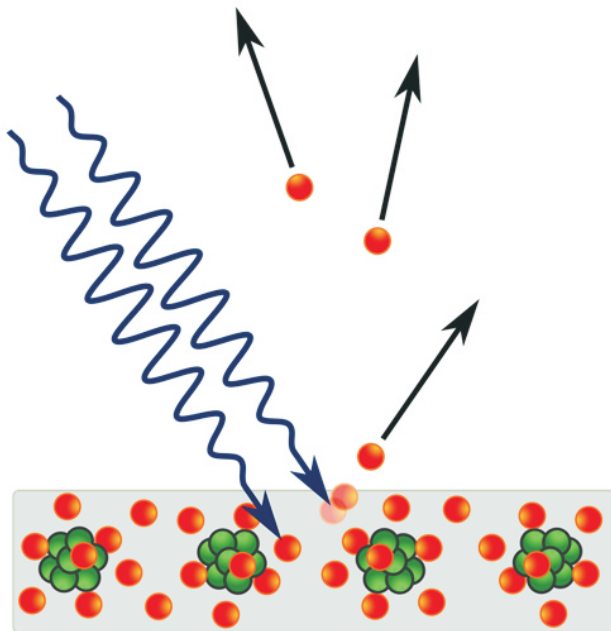


Satyendra Nath Bose (1894 – 1974), homenageado pelo nome bóson.

foi considerada como uma cola entre quarks formando prótons e nêutrons. Como citado no artigo da edição anterior, os glúons podem ser entendidos como uma mola que une os quarks, evitando que se aproximem ou que se afastem além de uma determinada distância.

Assim como os quarks possuem uma carga de cor e podem alterá-la (lembrando sempre que a cor de um quark é uma abstração de um estado quântico, não uma cor conforme nosso senso), os glúons também possuem carga de cor, a qual pode ser alterada.

Existem oito tipos de glúons



Esquema fundamental do efeito fotoelétrico. A radiação eletromagnética de uma determinada frequência interage com a matéria e consegue provocar a emissão de elétrons.

sendo cada um deles uma combinação de cor-anticor. Porém, estes tipos não serão apresentados neste artigo porque necessitam de conhecimentos físicos e matemáticos muito profundos e apresentados em um campo de estudos denominado Cromodinâmica Quântica (QCD, *Quantum Chromodynamics*).

Por fim, os bósons W e Z apresentam massa e, no caso do bóson W, carga elétrica. O bóson W tem esse nome devido ao nome da força fraca em inglês: weak force.

O bóson Z recebeu esse nome devido à sua carga elétrica, ou seja, zero.

Os dois bósons W são denominados de W^+ e W^- devido às suas cargas elétricas e durante o processo de transmutação de próton em nêutron e vice-versa, a carga do bóson é mediadora de absorção ou emissão de neutrino ou antineutrino e de elétron ou pósitron (o elétron com carga positiva). O bóson Z atua na transferência de momento linear, spin e energia quando ocorre espalhamento de neutrinos.

Este bóson não interfere na absorção e na emissão de elétrons ou pósitrons. Os bósons vetoriais são apresentados na tabela 3.

Em relação à força gravitacional, a suposta partícula mediadora é o gráviton, a qual nunca foi detectada, embora modelos teóricos tenham previsto que o gráviton é um bóson de spin 2 e possivelmente com

0 0 1		glúon
0 0 1		fóton
91,2 GeV/c ² 0 1		bóson Z
80,4 GeV/c ² -1/+1 1		bóson W

Tabela 3. Massa aproximada, carga elétrica e spin dos bósons. Nota-se que a carga elétrica do bóson W pode ser -1 ou +1.

Ilustração: Renato Candido (Dandara Produções)

massa nula.

Por fim, há o bóson de Higgs, que é um bóson escalar massivo, sem carga elétrica, com spin zero e sem carga de cor. Sendo escalar, este bóson não está vinculado a nenhuma força fundamental. Esta partícula tem esse nome em homenagem ao físico Peter Higgs que no ano de 1964 propôs uma partícula que explicaria a origem da massa. Este bóson só foi detectado em experimentos realizados pelo colisor de partículas LHC (LargeHadronCollider) em 2012. Assim, em 2013, Peter Higgs e François Englert foram laureados com o prêmio Nobel de Física. Na mídia, esta partícula chegou a ser denominada “partícula de Deus” em um tremendo golpe de marketing para a venda do livro de mesmo nome (The GodParticle) escrito pelo físico Leon Lederman, também laureado pelo Nobel. Infelizmente, existem muitos charlatões por aí que usam essa denominação para dar uma aparência científica para pseudociência, enganação e charlatanismo.

Modelo Padrão das Partículas Elementares

Define-se como Modelo

Padrão a teoria que descreve as forças fundamentais do Universo e todas as partículas que constituem toda a matéria. Quase todos os testes experimentais corroboraram o que era previsto, porém não é uma teoria completa das interações fundamentais pois há uma lacuna em relação à gravidade.

O Modelo Padrão é apresentado de uma forma um tanto semelhante à Tabela Periódica dos elementos químicos. Nesta forma, além da divisão entre quarks, léptons e bósons; tem-se que léptons e quarks, por terem o spin de valor fracionário ($s = \frac{1}{2}$) são

denominados férmions (em homenagem ao físico italiano Enrico Fermi). Assim, os férmions são as partículas que constituem a matéria, e os bósons, com spin de valor inteiro ($s = 1$), transmitem as forças entre a matéria.

Há também uma divisão de quarks e léptons em gerações, baseada na massa destas partículas. De modo que a geração I é a de menor massa, a geração II tem massa intermediária e a geração III tem a maior massa. A tabela 4 apresenta de forma completa o Modelo Padrão das Partículas Elementares.

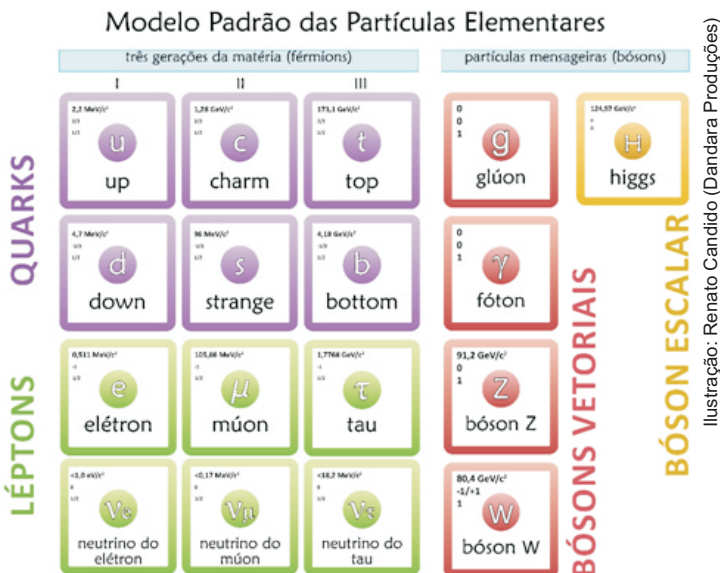


Tabela 4. Modelo Padrão das Partículas Elementares.



Diagrama conceitual do Modelo Padrão de partículas elementares.

Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelopadiao.pdf>

Hádrons, mésons e bárions

Os hádrons são as partículas compostas por quarks e, portanto, estão sob a ação da força forte. São divididos em duas famílias: bárions, que possuem um número ímpar de quarks (geralmente 3 quarks) e mésons, que possuem um número par de quarks (geralmente um quark e um antiquark).

Prótons e nêutrons são exemplos de bárions; as partículas píons e káons são exemplos de mésons. Existem também os hádrons exóticos como as partículas

de tetraquark e de pentaquark, detectadas no LHC.

Existem muitas outras partículas, detectadas ou hipotéticas, mas suas definições e descrições encontram-se muito além da proposição deste artigo. A Física de Partículas é um vasto campo de pesquisas que envolve muitos conceitos físicos e ferramentas matemáticas que são estudados apenas em cursos de pós-graduação em Física.

Por fim, apresenta-se um

diagrama conceitual que resume de forma sucinta o Modelo Padrão das partículas elementares.

Rafael Cândido Jr. é graduado e mestre em Engenharia Química (USP) e doutorando em Engenharia Aeroespacial. Integra o grupo de astronomia Arcturus, da UFABC.

Para saber mais:

O Modelo Padrão explicado: A melhor teoria da Física: <https://youtu.be/Kn4pAoucyMg>

React "Quarks & Léptons" – Anima Física – Física de Partículas – Física e Afins: https://youtu.be/1U8nMic3s_4



Nebulosa da Cabeça do Cavalo
Astrofotógrafo: Fernando Menezes
04 a 05/06/2021
Campos do Jordão- SP



AO INFINITO NÃO TEM ALÉM

As várias concepções de infinito e seus impactos na História

Maico Zorzan

zorzan@astronova.com.br

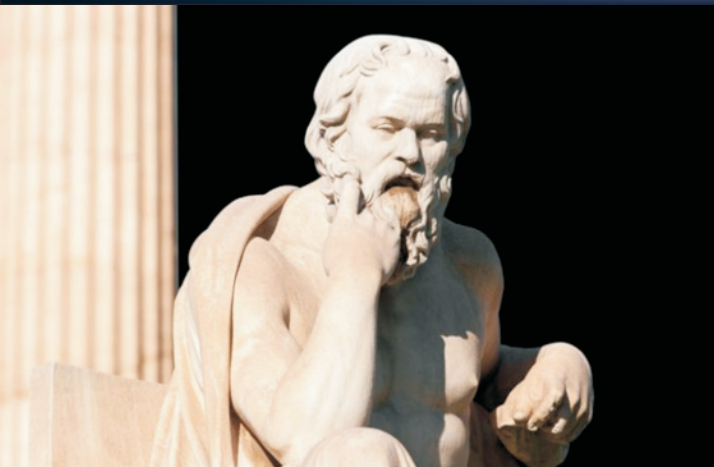
A curiosidade humana sempre se surpreendeu com o tamanho das coisas, seja ao pensar nas pequenas ou grandes coisas, nossa espécie sempre buscou mensurar a dimensão de tudo que vemos, tocamos ou imaginamos. E como lidamos com a ideia de que algo possa não ter fim? Presente em nossas vidas desde a ideia de uma vida eterna e infinita pregada por diversas religiões, a ideia de amor proposta pela literatura, a percepção de tempo, na compreensão do cosmos e até na

complexidade do mundo quântico, o infinito é tão próximo de nós como nossos pensamentos.

A ideia de infinitude sempre foi um tema muito polêmico na história da matemática. Desde os pitagóricos na Grécia Antiga até o grande matemático Georg Cantor no séc. XIX com a teoria dos conjuntos, que dá a matemática uma linguagem e notação dos conjuntos além de suas descobertas sobre os números cardinais de conjuntos infinitos, e para muitos até hoje ainda é motivo de fascínio. Cantor foi o primeiro a descobrir que existem conjuntos

infinitos com diferentes cardinalidades ao provar que não pode haver uma correspondência biunívoca entre o conjunto dos números inteiros e dos números reais, o que revolucionou o conceito de infinito dando. Além disso, mostrou que a reta, o plano, o espaço tridimensional e todos os espaços de dimensão qualquer têm o mesmo número cardinal.

O infinito, que por sua grandiosidade é tão admirado, tendo até mesmo assumido o papel de divindade, que tanto pode ser infinitamente grande como infinitamente



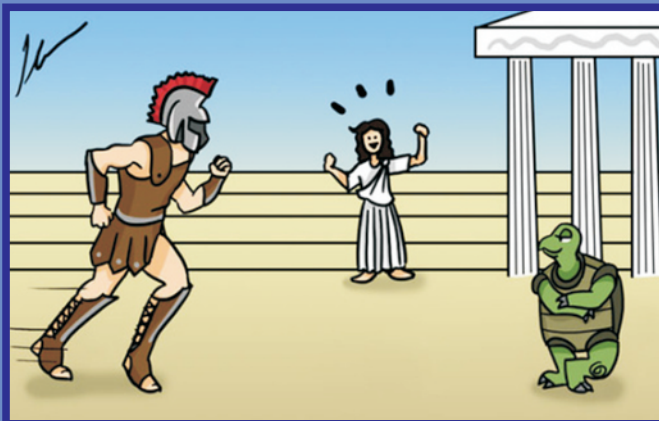
Zenão de Eleia, considerado por Aristóteles como o criador da dialética. Foi um filósofo grego pré-socrático, e um dos primeiros a pensar sobre o conceito de infinito.

pequeno, onde usamos o termo infinitesimal, provoca ao mesmo tempo desconforto e perplexidade por suas propriedades aritméticas e seus inevitáveis paradoxos consequentes da sua aceitação. Os que primeiro se depararam com essa encruzilhada foi a escola pitagórica da Grécia Antiga. A geometria da época mostrava que os inteiros e suas razões eram insuficientes para comparar medidas tão elementares como a diagonal e o lado de um quadrado, a aresta e a diagonal de um cubo ou mesmo a hipotenusa de um triângulo retângulo com seus catetos se estes medirem uma unidade de comprimento. E a conclusão foi que, considerando apenas os números

racionais, esses não são suficientes para medir tudo. Hoje a matemática sabe que a reta racional é um conjunto infinito e denso, mas não possui os pontos irracionais e por isso, não é contínuo. Essa contradição entre a geometria e os números não foi o único impacto da escola pitagórica. Outro paradoxo foi levantado pelo filósofo Zenão, que viveu por volta de 450 a.C. Em um de seus paradoxos, Zenão imagina que Aquiles, herói na mitologia grega, disputa uma corrida contra uma tartaruga. Por ser mais lenta, Aquiles dá uma distância de vantagem a esta e assim, surge o paradoxo de que Aquiles nunca alcançará a tartaruga. Zenão confundiu seus companheiros

argumentando que o herói, por mais rápido que fosse, não conseguiria ultrapassar a lenta tartaruga que partira à sua frente, pois quando atingisse o ponto de partida da tartaruga, A, então esta já se deslocara para um ponto B. Quando ele alcançasse B, a tartaruga já haveria avançado para C. Dessa forma, dizia Zenão, a tartaruga estaria sempre à frente, mesmo que fosse por uma distância mínima. Zenão era atentado de forma infinita, pois além desse paradoxo acima, existem outros paradoxos deixados por Zenão que causaram na época, e para alguns causam até hoje. Outro paradoxo bem interessante que ele nos deixou, diz que antes que algo possa percorrer uma distância, primeiro deve percorrer metade desta, e antes disso, deve percorrer a metade dessa metade e assim por diante, sucedendo uma infinidade de subdivisões. Aquele que precise pôr-se em movimento deve fazer infinitos contatos num tempo finito, o que impossibilita iniciar o movimento. Muitos argumentos foram dados para os paradoxos deixados por Zenão. A questão é que faltava uma linguagem adequada para falar do infinito, e assim os paradoxos causam desconforto negando a realidade que observamos.

Paradoxo de Aquiles e a tartaruga



Imagine uma corrida entre um atleta velocista (Aquiles) e uma tartaruga. Suponhamos que é dada para a tartaruga uma vantagem inicial em distância. Aquiles jamais a alcançará, porque quando ele chegar ao ponto de onde a tartaruga partiu, ela já terá percorrido uma nova distância; e quando ele atingir essa nova distância, a tartaruga já terá percorrido uma outra nova distância, e assim, ao infinito.

Todos sabem que, sendo mais rápido, Aquiles alcançará a tartaruga. E esse incômodo que causam esses paradoxos trouxe aos gregos o horror ao infinito.

O conceito de infinito sempre teve relação muito forte com o conceito de tempo, todavia, é no debate sobre o tamanho do universo que a ideia de infinidade chega mais próxima da população. Sábios medievais já discutiam a questão da natureza finita ou infinita do universo, principalmente no contexto aristotélico. Foi também nesse período que se deu o lento desenvolvimento da astronomia, que tinha pouca conexão com a cosmologia, o principal estímulo para

seu estudo na época era o desejo de calcular horóscopos mais precisos (Sim, astronomia e astrologia ainda não tinham tomado caminhos distintos com uma seguindo a razão e a outra a ilusão das crendices). O salto qualitativo e revolucionário foi dado por Copérnico, com a publicação, em 1543, do seu livro “Das revoluções dos orbes celestes”, no qual expôs a teoria de que o Sol, e não a Terra, era o centro do sistema solar. De Copérnico a Stephen Hawking, passando por Galileu, Newton, Giordano Bruno, Tycho Brahe e Kepler, a história da astronomia e da cosmologia tomou rumos novos, dando fundamentação a discussão sobre a dimensão finita ou

infinita do universo.

Enquanto o ocidente se afundava em trevas intelectuais, no oriente, a matemática indiana dava passos importantes para a compreensão da infinidade, principalmente com os trabalhos de Brahmagupta no século 6 D.C. A compreensão de Brahmagupta dos números negativos permitiu-lhe ver que as equações quadráticas teriam sempre duas soluções. E que uma delas poderia ser negativa. Ele foi ainda mais longe resolvendo equações com duas variáveis (X e Y). Esse movimento só aconteceria no Ocidente em 1657, quando o matemático francês Pierre de Fermat apresentou sua solução, alheio ao que seu colega

indiano havia encontrado mil anos antes.

Foi Brahmagupta ao estudar operações com zero, que demonstrou propriedades essenciais do zero, principalmente quando tentou dividir algo por zero. Sendo necessário um novo conceito para compreensão dessa condição: o infinito.

O símbolo de infinito é chamado de lemniscata, do latim lemniscus. O matemático John Wallis é creditado pela introdução do símbolo em 1655 na sua obra "De sectionibus conicis". Uma conjectura sobre o porquê ter escolhido este símbolo é ele derivar de um numeral romano para 1000 que, por sua vez foi derivado do numeral etrusco para 1000, que se assemelhava a CIO e era por vezes usado para significar "muitos". Outra conjectura é que ele deriva da letra grega

a última letra do alfabeto grego. Também, antes de máquinas de composição serem inventadas, ∞ era facilmente impresso em tipografia usando o algarismo 8 deitado sobre o seu lado. A curva matemática que gera o símbolo é a lemniscata, e na teoria dos conjuntos, o infinito é representado pela letra hebraica Aleph.

Visto pela religião como a ideia de algo eterno, que sempre existiu e sempre

existirá, o conceito de infinito também teve importantes contribuições de Tomaz de Aquino. Neste cenário, o infinito é de forma simplista dado como uma reta temporal onde uma ou mais divindades são eternas, existindo antes mesmo do próprio tempo, e que jamais se extinguirão. O realmente infinito e o potencialmente infinito.

Para Aristóteles, que achamos ser o primeiro a fazer a distinção entre Infinito Potencial e Real, o infinito potencial é capaz de um crescimento indefinido. Já infinito real é possível de ser medido. Para ele o Infinito Real não existe! Por exemplo, não poderia haver um vácuo perfeito na natureza, caso contrário, um objeto poderia ser acelerado até velocidade infinita já que não encontraria nenhuma resistência! Sendo uma ideia muito próxima do conceito de infinito dos números inteiros, cuja reta numérica parte de $-\infty$, passando pelo ponto 0 indo a ∞ . É na religião também, que graça aos conceitos cristãos ocidentais, temos por milhares de anos o entendimento da natureza do Universo sustentado pelo ponto de vista de Aristóteles. A crença de que o Infinito Real não pode existir. O único Infinito Real que deveria existir é o Divino.



John Wallis, matemático britânico cujos trabalhos sobre cálculo foram precursores aos de Isaac Newton. É atribuído a ele o símbolo ∞ para o infinito.

Já na cosmologia, desde que nossa espécie olha para o céu, imagina o quanto grande é nosso universo, que por sinal a noção de universo também foi modificando com o tempo, aumentando conforme aprendemos mais sobre o mundo que nos cerca. É nessa ideia, que conceitos do Big Bang, de uma expansão do universo é iniciada num momento passado finito quando a densidade era infinita em um único ponto. A densidade seria infinita também no centro de um buraco negro. Este infinito, se existir, seria infinito real, mas hoje muitos o consideram infinito potencial. Também vemos noções de infinitude na geometria do espaço que é

determinada pela densidade de matéria nele. Com “certa quantidade” de matéria obtemos um espaço curvo fechado (volume finito), já com quantidade inferior de matéria obtemos um espaço curvo aberto (volume infinito).

Também na computação, física, telecomunicações, e engenharia, temos noções e conceitos de infinito sendo aplicados todos os dias. Mas se formos ficar explorando todas essas possibilidades, precisaremos de infinita paciência de vocês para ficar lendo tantos termos técnicos e conceitos complexos. Então vamos para a matemática, que é onde o infinito reina entre conceitos e postulados, e onde sua beleza desfila pela pureza dos princípios triviais da ciência pura.

Na matemática o conceito de finito e infinito está para o matemático como as pernas estão para um cavalo. É tão fundamental, que sem esses conceitos se torna impossível compreender a natureza dos números, suas operações, os conjuntos, o cálculo, álgebra, e até mesmo o popular

É na matemática que temos a linda compreensão de que um infinito não é igual ao outro, que em uma simples fatia da reta numérica nos números reais entre 0 e 1, por exemplo, existem infinitos números ali, e que



Uma das concepções modernas da Cosmologia da infinitude é que o Universo é finito, porém sem fronteiras.

se cortado uma fatia da fatia anterior, essa também terá infinitos números, e assim cada próxima fatia da fatia anterior também terá infinitos números, e assim infinitamente. Não importa que pensemos em um número grande entre os números naturais, sempre teremos um número que será o pensado mais 1, e desse mais 1, também infinitamente. E assim também entre os números inteiros, que sempre teremos um número maior que o que pensarmos... ou menor caso pensemos um número negativo... E nosso querido pi, que não importa o quanto estejamos dispostos da dividir a circunferência pelo seu diâmetro, sempre acharemos mais uma dízima.

Tinha razão o poeta quando escreveu que o infinito é um dos deuses mais lindos. Seu

conceito, sua grandeza e a singela percepção da nossa pequenez perto da natureza e da matemática que nos cercam, com suas infinitas aplicações e sua infinita utilização dentro da ciência, da filosofia e da nossa própria história, tornam o infinito uma das mais belas ferramentas do conhecimento humano na linguagem que a natureza escreveu o mundo.

Maico Zoran é matemático, astrônomo amador e membro fundador do Clube de Astronomia Edmond Halley

Bibliografia:

Infinito, lógica, geometria - Paolo Mancosu

Uma Breve Historia Do Infinito - Richard Morris

A Fascinante História Da Matemática - Mickaël Launay

CURSO DE EXTENSÃO em ASTROBIOLOGIA

DE 18 DE OUTUBRO A 29 DE NOVEMBRO DE 2021

18 out.	Abertura UEL/GEDAL/SBA Introdução à Cosmologia - Alexandre Cherman (ABP) Mitos da Criação - Walimir Cardoso (PUC-SP São Paulo)
19 out.	Origem e Evolução Estelar - Miguel Fernando Moreno (GEDAL Londrina) Buracos Negros - Tina Andreola (UTFPR Pato Branco)
20 out.	Origem e Evolução do Sistema Solar e Planetologia Comparada - Paulo Sobreira (UFG Goiânia) Impactos no Sistema Solar - Rodrigo Sato (SMB Florianópolis)
25 out.	Habitabilidade e exoplanetas habitáveis - Gustavo F. Porto de Mello (UFRJ Observatório do Valongo / RJ) Biossinaturas para detectar vida extraterrestre - Fábio Rodrigues (IQUSP São Paulo)
26 out.	Fontes de moléculas e moléculas existentes / Síntese de moléculas em ambientes interestelares - Enio F. da Silveira (PUC Rio de Janeiro) Interação da radiação na formação de moléculas na Terra prébiótica - María Colín García (UNAM México)
27 out.	Os diversos mundos (RNA, proteínas, lipídeos, metabolismo, hipótese Cairn Smith) - Sávio T. de Farias (UFPA) Evolução prébiótica - Dimas A. M. Zaia (UEL Londrina)
08 nov.	Introdução aos microrganismos extremófilos - Rubens Tadeu Delgado Duarte (UFSC Florianópolis) Microrganismos resistentes à radiação - Ivan Glauco Paulino Lima (Instituto Blue Marble NASA)
09 nov.	Habitat Marte - Julio Francisco Dantas de Rezende (UFRN Natal) Evolução da Biodiversidade Terrestre - Miriam Pacheco (UFSCar São Carlos)
10 nov.	Escrever sobre ficção científica - Alexey Dodsworth Magnavita de Carvalho Ficção científica - Salvador Nogueira (Mensagem Sideral)
16 nov.	Luz síncrotron e Astrobiologia - Douglas Galante (LNLS Campinas/SP) Exploração de Europa/Encéladus - Alexandre Bergantini de Souza (CEFET/RJ)
17 nov.	Evolução humana - Anapaula Sommer Vinagre (UFRGS Porto Alegre) A evolução do cérebro humano - Wania Aparecida Partata (UFRGS Porto Alegre)
22 nov.	Astrobiologia no Brasil e no mundo - Jorge Alberto Quillfeldt (UFRGS Porto Alegre) Impacto social da Astrobiologia - Edgar Indalecio Smaniotto (Professor - Marília)
23 nov.	Cometas - Daniela Lazzaro (Observatório Nacional Rio de Janeiro) Missão Rosetta, Instituto Garatea e New Space - Lucas Fonseca (Airvantis Chicago)
24 nov.	Divulgação da Astrobiologia - Eduardo Janot Pacheco (IAG USP) Astrobiologia e BNCC - Leandro Godoy (Escritor - Londrina)
29 nov.	Programa Espacial Brasileiro - Cristiano Trein (AEB Brasília) Blue Marble Brasil - Ivan Glauco Paulino Lima (Instituto Blue Marble NASA) Discussão e encerramento

Mais informações: www.facebook.com/events/834678300510584/

Inscrições de 06/09/2021 a 15/10/2021: <https://tinyurl.com/fvzrxp8>

Realização:



Apoio:





O mundo da impressão 3D APLICAÇÕES

Ricardo Francisco Pereira

ricardo@astronova.com.br

Já faz muito tempo que venho me dedicando a aprender sobre a impressão 3D, suas nuances e seus usos no ensino de Ciências (Ciências, Física, Química e Biologia), com isso, também faz tempo que estou devendo textos sobre impressão 3D para a Revista Astronova e agora vai logo três na sequência. Quem acompanha as *lives* da Astronova deve ter reparado nas várias peças 3D que tenho ao fundo de meu cenário, ali é só uma pequena parte das peças que

já imprimir, de vez em quando até uso alguma quando tenho oportunidade para ajudar a explicar algumas coisas e sempre tem gente que acaba se interessando em saber mais sobre as peças e sobre impressões 3D.

Este texto é sobre algumas aplicações importantes da impressão 3D, cujo objetivo é, além de mostrar obviamente essas aplicações, a de instigar a curiosidade em você leitor para acompanhar os próximos textos nas próximas edições e conhecer mais sobre esse fantástico mundo da

impressão 3D. Na edição de Solstício de Verão da revista (em dezembro/2021), publicarei um texto sobre os princípios básicos da impressão 3D e como é o processo de imprimir uma peça 3D e na edição de Equinócio de Outono (março/2022) publicarei o último texto escrevendo sobre a impressão 3D na Educação.

Vamos ao que interessa.

Na atualidade existem muitas aplicações da impressão 3D com muitas tecnologias diferentes para produzir muitas coisas diferentes e com materiais




Imagem 1: Impressora 3D de chocolate.
Fonte: Tech tudo.

diferentes, possivelmente vocês se surpreenderão com tantas aplicações já importantes e muitas outras que ainda estão em desenvolvimento e com potencial de revolucionar a nossa vida em um futuro não muito distante. Escolhi apresentar algumas que eu acho que a aplicação tem maior relevância no momento, entretanto, com uma rápida pesquisa no Google ou no Youtube, vocês poderão conhecer inúmeras outras aplicações dessas tecnologias.

Existem impressoras que trabalham com materiais alimentícios para imprimir algum tipo de alimento como chocolates, massa para

bolos e macarrão, entretanto, existem muitas pesquisas sobre o desenvolvimento dessa tecnologia para imprimir

outros tipos de alimentos, como carnes. É importante salientar que essas tecnologias para impressão de alimentos comestíveis são certificadas para que o processo de impressão não contaminem os alimentos que estão imprimindo, por isso são chamadas de “Food safe” (na tradução literal, “comida segura”). Essa denominação também é atribuída a qualquer material imprimível que pode ter contato com alimentos.

Os fãs de Star Trek vão imediatamente lembrar dos sintetizadores de alimentos, era só dizer o que queria e o aparelho imediatamente materializava o alimento pedido. Na verdade, o sintetizador podia replicar qualquer coisa de quaisquer materiais que tivesse em seu banco de dados.



Imagem 2: sintetizador de alimentos em Star Trek.

Fonte: <https://www.aficionados.com.br/star-trek-discovery-easter-eggs-episodio-4/>

Na construção civil, as impressoras 3D estão em pleno desenvolvimento, ganhando mais e mais aplicações dia após dia, nesse ramo, essas impressoras funcionam extrusando (passagem forçada do material por um orifício) uma massa baseada no concreto, sendo até mesmo mais resistente que ele e com boas propriedades de isolamento acústico e térmico. Comparado com uma construção tradicional, o tempo de finalização do imóvel é muito mais rápido, o custo será bem mais baixo (conforme a tecnologia se desenvolve e mais construtoras passem a usá-la, o custo naturalmente passará a cair), o custo de mão de obra será mais barato, o desperdício é muito menor e com isso ajuda o meio ambiente. Outra vantagem importante é o uso dessa tecnologia em lugares remotos, se ela tem menor custo, demanda



Imagem 3: Impressora 3D e uma casa sendo construída.
Fonte: Inovação Tecnológica

menos material e menos mão de obra, ela pode se tornar uma importante ferramenta para a construção de imóveis nesses lugares.

No campo da Astronomia e construção civil, também há muitas pesquisas sobre como produzir casas ou

prédios em outros lugares além da Terra, como na Lua e em Marte aproveitando a própria poeira depositada na superfície desses lugares. A Nasa em parceria com a startup Icon vem trabalhando no Projeto Olympus, que tem como objetivo usar a poeira lunar (chamada de regolito) como matéria prima para construir habitats na Lua. O projeto já vem desenvolvendo a tecnologia com a empresa trabalhando com materiais que simulam o regolito da Lua. Os desafios são enormes porque a impressora em si tem que trabalhar em um ambiente muito hostil e as construções precisam resistir a grandes variações de temperatura, alta



Imagem 4: Ilustração de como seriam as construções lunares feitas por meio de impressoras 3D. Fonte: Inovação Tecnológica.

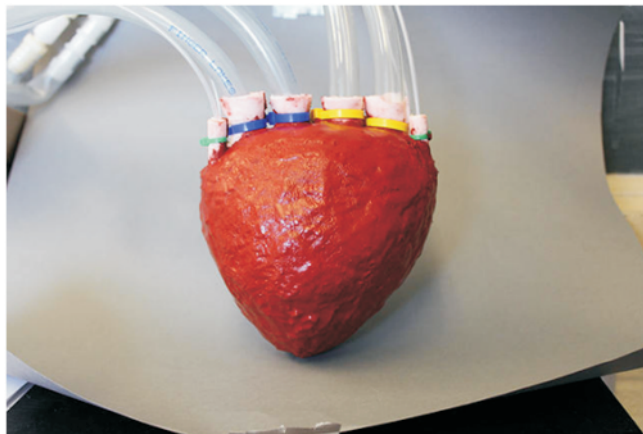


Imagem 5: Coração artificial impresso em impressora 3D.

Fonte: R7 Notícias

concentração e radiação, baixa gravidade e precisa possuir capacidades de isolamento térmico e altíssima resistência.

Nos dias de hoje, acredito ser na Medicina que as impressoras 3D estão mais colaborando para a sociedade e que ainda poderá ter uma importância gigante para a qualidade de vida das pessoas. Já são muitos os usos dessa tecnologia nessa área, tais como: próteses de baixo custo, reparação de crânios, impressão de pele artificial (que inclusive também vem sendo estudada pelas empresas de cosméticos para teste de produtos em vez do uso de animais), substituição de tecidos cardíacos, reprodução de cartilagens e ossos e estudo do câncer.

Para mim, a aplicação mais importante da impressão 3D

na Medicina é sem dúvida as pesquisas para o desenvolvimento de uma impressora de órgãos. Já existem impressoras que imprimem órgãos, mas ainda estamos um pouco longe deles poderem ser transplantados em humanos. Na atualidade os transplantes são problemáticos, tanto pela falta de órgãos disponíveis quanto a questão da rejeição desses órgãos por parte do sistema imunológico das pessoas que receberam o transplante. Sendo possível construir um órgão com as próprias células da pessoa a tendência é que não ocorra a rejeição, o que tornará o processo do transplante muito menos traumático, além de poder imprimir um órgão conforme a necessidade, então deverá no mínimo diminuir drasticamente o tempo de espera pelo órgão.

Obviamente isso não estará disponível no curto prazo e no início provavelmente não será nada barato, mas é um alento saber que no futuro essa tecnologia poderá salvar inúmeras vidas.

Ainda nessa área, o desenvolvimento de tecnologia para imprimir órgãos para substituir órgãos defeituosos ou que deixaram de funcionar também refletirá na exploração espacial. Sabemos que a permanência de longa duração no espaço ou em outros corpos celestes como a Lua e a Marte causam muitos problemas de saúde em um corpo humano que evoluiu para viver nas condições da superfície do planeta Terra, em especial à gravidade terrestre, além disso, temos a camada de ozônio e o campo magnético do planeta como poderosas proteções contra radiações ionizantes vindas do Sol e do espaço. Viver em ambientes de sensação de ausência de gravidade e ou microgravidade e de menos proteções contra radiações ionizantes causará danos ao corpo humano e ter a oportunidade de substituir órgãos defeituosos, sejam pelos motivos citados ou outros, poderá ajudar na exploração espacial dando mais oportunidade de sucesso a esse tipo de empreendimento.

A empresa RocketLab vem

revolucionando a construção de foguetes com um tipo novo e revolucionário de motor de foguete, cujos componentes primários onde ocorre a queima do combustível é impressa em uma impressora 3D com tecnologia própria deles, além de outras tecnologias não relacionadas à impressão 3D. Esse motor se chama Rutherford e 9 deles equipam o foguete reutilizável Electron da própria empresa, que é usado para colocar em órbita cargas de até 300 quilos. Eles desenvolveram uma tecnologia de impressão que usa um feixe de elétrons de alta energia para derreter e fundir uma combinação de pó de titânio e zinco, assim, camada por camada, construindo a parte principal dos motores Rutherford. Com esse processo, a RocketLab produz esse componente que é bem mais durável e confiável, porque não tem soldas, além de ser produzido muito mais rápido e muito mais barato.

Dado o sucesso da tecnologia de produção de motores de foguetes, a empresa já está desenvolvendo um foguete maior chamado de Neutron, a ser lançado a partir de 2024, que conseguirá colocar em órbita até 8.000 quilos de carga ou mesmo enviar até 1.500 quilos de carga para o planeta Vênus. A Nasa



Imagem 6: o engenheiro Peter Beck, CEO da RocketLab, segura um motor Rutherford, fabricado com impressão 3D. Fonte: www.rocketlabusa.com

também vem pesquisando a tecnologia de impressão 3D para imprimir partes de foguetes para aumentar a confiabilidade, diminuir os custos e o tempo de produção. Inclusive ela tem o objetivo de recriar uma versão moderna dos motores de foguete que impulsionaram o imenso foguete Saturno V, que enviou as naves do Projeto Apollo em direção à Lua.

Na área automotiva, a fabricante de carros alemã Porsche, vem investindo pesado na impressão 3D e já implementa em seus veículos superesportivos o uso de pistões produzido por esse processo, eles são cerca de 10% mais leves e com formato que propicia uma melhor refrigeração da peça, com isso, se estima que os

motores produzidos pela fabricante ganharam até 30 cavalos de potência só por causa desses novos pistões. Pistões não são as únicas peças impressas 3D que a Porsche usa em seus veículos, eles também passaram a usar um assento anatômico completo impresso em impressoras 3D e também produzem diversas peças de reposição de plástico, aço e outras ligas para veículos clássicos. A tecnologia que a empresa usa também é a de derreter um pó metálico, mas diferente da RocketLab, eles usam uma laser de alta potência.

Pouca gente sabe, mas há uma impressora 3D na Estação Espacial Internacional (ISS) já a alguns anos, inclusive com

uma recicladora de objetos plásticos para reutilizá-lo na impressora. A instalação dessa impressora é parte de pesquisa para avaliar a utilização desse equipamento no espaço, ou seja, em ambiente de microgravidade. A impressora foi desenvolvida pela empresa *Made In Space* e tem um tamanho semelhante ao de um aparelho de micro-ondas. O objetivo é que essa impressora possa produzir peças ou ferramentas que sejam necessárias no dia a dia da estação. Caso eles necessitem de algo que não está no banco de dados da impressora, a modelagem das peças e/ou ferramentas será feita na Nasa e enviada à ISS para ser impressa.

Segundo a empresa *Made In Space*, cerca de 30% das peças da ISS podem ser substituídas por peças impressas em impressoras

3D, caso seja necessário substituir algo que dê problema. Em vez de esperar por uma nova missão espacial de entrega de suprimentos ou troca de astronautas/cosmonautas, que normalmente acontece com período de meses entre elas, o modelo a ser impresso pode ser produzido e imediatamente enviado a ISS para ser impresso em somente algumas horas.

A recicladora de material plástico foi desenvolvida pela empresa *Made in Space* em parceria com a empresa brasileira Braskem em um projeto chamado “Imprimindo o Futuro”, cujo objetivo é promover a autonomia e sustentabilidade para o uso de plástico nas futuras missões espaciais, reciclando o material que já foi impresso e eventualmente não tenha

mais uso para os tripulantes da ISS.

O que foi apresentado aqui é somente algumas aplicações do uso das impressões 3D, pesquisando na internet você poderá conhecer muito mais aplicações e ver todo o potencial que essa tecnologia já tem e que ainda poderá ter vir a ter para nos ajudar em nosso dia a dia.

Acompanhe as edições seguintes para ler os próximos textos dessa série sobre impressão 3D.

Ricardo Francisco Pereira é professor do Departamento de Física da UEM. Graduado em Física, é mestre e doutor em Educação para a Ciência e Matemática. Mantém a página *Recursos de Física*.

Para conhecer mais:

<https://www.techtudo.com.br/listas/2018/10/impressora-3d-de-comida-conheca-modelos-que-criam-alimentos-de-verdade.ghtml>

<https://www.lwtsistemas.com.br/2016/04/13/impressoras-3d-chegam-ao-espaco-e-farao-historia-nos-proximos-anos/>

<https://noticias.r7.com/tecnologia-ciencia/impressoras-3d-ja-reproduzem-orgaos-com-celulas-humanas-vivas-13112015>

<https://portaltelemedicina.com.br/blog/7-aplicacoes-da-impressao-3d-na-medicina>

<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/aplicacoes-da-impressao-3d/>

<https://3dlab.com.br/impressao-3d-na-industria/>

<https://www.wishbox.net.br/blog/industria-de-plasticos-impressao-3d/>

<https://www.youtube.com/watch?v=JHzP7-1KIXo>

<https://www.youtube.com/watch?v=frZr5Yi2e9Q>

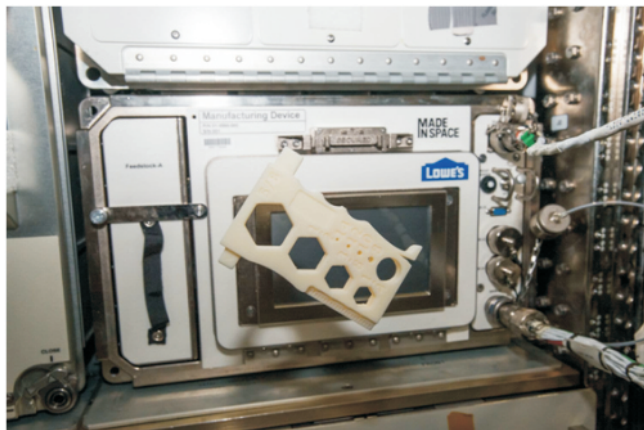


Imagem 7: Impressora 3D na ISS. Fonte: LWT Sistemas.

CONCURSO DE ASTROFOTOGRAFIA

Planeta.Rio

Olhe para o Céu 2021

de
08.SET



até
10.OUT

Acesse planeta.rio verifique o
regulamento e envie sua foto. Participe!



GOVERNO E
INTEGRIDADE
PÚBLICA

PLANETÁRIO





**WWW.
RECURSOSdeFÍSICA
.com.br**

Página que socializa produção de recursos de ensino adaptados à sala de aula e aos professores. Material produzido nas disciplinas do curso de Licenciatura em Física da UEM e em outros projetos coordenados pelo prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira.

SONDA LUNA-25



O INÍCIO DA ESTAÇÃO LUNAR CIENTÍFICA INTERNACIONAL

Wilson Guerra

guerra@astronova.com.br

A Roscosmos (Agência Espacial da Rússia) informou que o lançamento da sonda lunar Luna-25 será em maio de 2022. A Luna-25 faz parte da retomada do projeto Luna, desenvolvido no período soviético, mas agora integrando o programa da Estação Lunar Científica Internacional (ILRS) em conjunto com a China. Nesta primeira fase as sondas de pouso serão usadas para reconhecimento, ajudando a definir o local de construção da base.

O lançamento

O lançamento da sonda lunar Luna-25 foi definido para a segunda janela de lançamento. É o intervalo de tempo em que a espaçonave é lançada da Terra, levando em consideração suas características de projeto e relação potência-peso, para chegar ao seu destino de forma otimizada ao longo de uma determinada trajetória. Será em maio de 2022 a partir do cosmódromo de Vostochny, no leste da Rússia.

A decisão para definir o

lançamento para a segunda janela (a primeira era em outubro) ocorreu devido à necessidade de verificação e testes dos dispositivos, conjuntos e sistema de propulsão. Estes testes foram realizados simulando as condições mais próximas possíveis das encontradas no espaço.

Os resultados obtidos são importantes para o desenvolvimento experimental da sonda, e mostrou a necessidade de pesquisas adicionais, inclusive levando em consideração as condições



A ILRS (International Lunar Research Station) é um projeto conjunto China-Rússia aberto a integrantes internacionais.

balísticas do voo à Lua. Sendo uma nave automática, equipada com sensores, atuadores e sistemas de controle, há a necessidade de realizar verificações para garantir a confiabilidade necessária da primeira missão russa à Lua no século XXI.

O corpo técnico da Roscosmos verificou o funcionamento dos equipamentos a bordo, elaborando a acoplagem elétrica dos componentes seguindo uma lógica de funcionamento e repetição operações típicas do programa de voo.

O programa Luna

O projeto espacial Luna-25 utiliza os mais recentes avanços no campo da

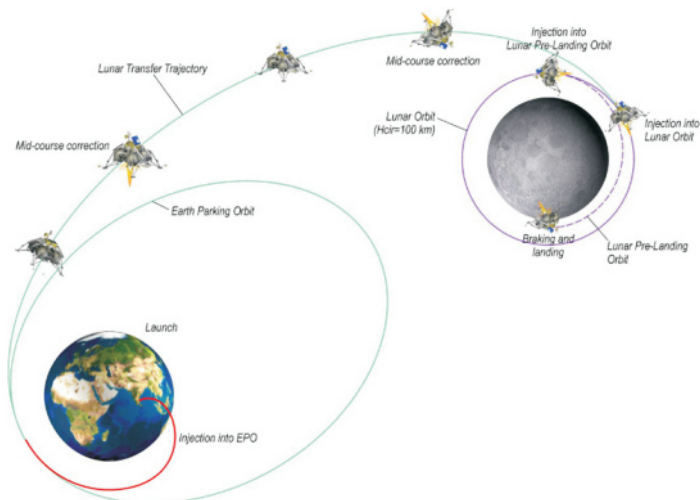
instrumentação espacial e utiliza como referência a experiência anterior em expedições lunares dos tempos soviéticos da Corporação Lavochkin (hoje parte da Agência Espacial da

Rússia).

Este projeto abre o programa lunar russo de longo prazo, que incluirá missões para estudar a Lua em órbita e superfície, a coleta e retorno do solo lunar à Terra.

Estrutura

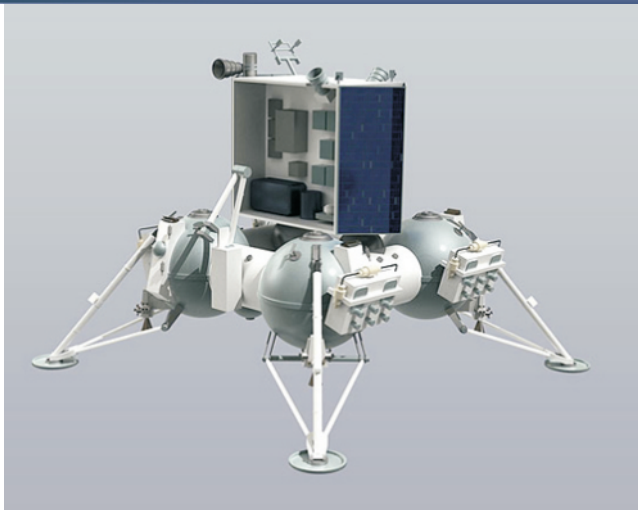
A espaçonave Luna-25 é constituída de duas partes estruturais principais. A parte inferior é um dispositivo de pouso com “patas” para a pouso e suportes que garantem um contato seguro com a superfície. Nela também são fixados o sistema de propulsão, para corrigir a trajetória de voo até a Lua, realizar a desaceleração (fundamental durante a saída de órbita) e o pouso



Perfil da trajetória da sonda Luna-25, desde o lançamento até o pouso lunar.

suave autocontrolado.

A parte superior é o compartimento de instrumentação. Contém painéis solares, radiador para o sistema de controle térmico, sistemas de controle, instrumentos científicos e fonte de energia. A principal tarefa desta missão é desenvolver tecnologias básicas de pouso suave na região circumpolar e conduzir estudos na superfície em alguma região do Pólo Sul lunar.



Estrutura básica da sonda Luna-25

Astrobiologia

A missão Luna-25 é um passo importante na pesquisa espacial. Permitirá um novo passo no estudo da Lua e de uma nova perspectiva para estudar como foi o desenvolvimento dos planetas do Sistema Solar, compreender suas origens, o

aparecimento da água na Terra e, conseqüentemente, o surgimento da Vida em nosso planeta.

ILRS: Estação Lunar Científica Internacional

A sonda Luna-2 faz parte da primeira missão de estudo

para se selecionar o local de construção da **Estação Lunar Científica Internacional (ILRS)**, um projeto conjunto da Agência Espacial da Rússia com a Agência Espacial da China (CNSA). A ILRS é um ambicioso projeto de ocupação permanente da superfície da Lua, podendo contar com uma estação orbital de suporte. O programa foi descrito com detalhes na edição n. 30 da Revista Astronova.

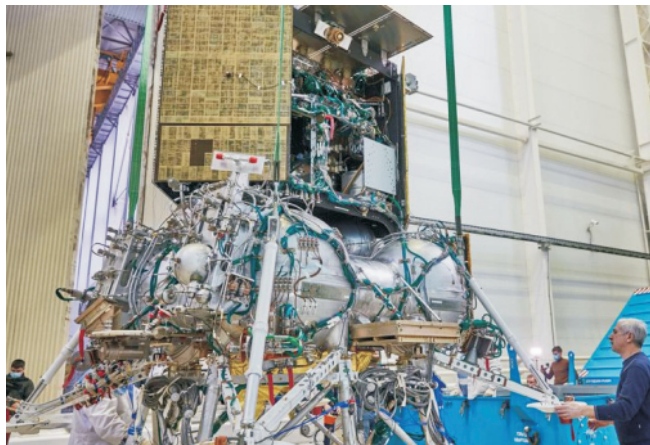
Wilson Guerra é professor de Física, tem especialização em Astrobiologia e é Mestre em Educação Científica.

Fonte:

Roscosmos

<https://www.roscoms.ru/3224/>

Com tradução de Rafael Cândido



Luna-25 em testes, na Rússia.



Cometa C/2020 F3 NEOWISE
Astrofotógrafo: Maico Zorzan
01/08/2020
Marialva - PR



Omega Centauri (NGC 5139)
Astrofotógrafo: Fernando Oliveira de Menezes
Junho/2021
Campos do Jordão - SP



REVISTA DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

AstroNova é uma colaboração de entusiastas, estudantes, professores, astrônomos amadores e profissionais para a divulgação de Astronomia e Ciências da Natureza. É trimestral, com divulgação gratuita. É permitida sua reprodução total ou parcial desde que citada a fonte.

Disponível em:
www.astronova.com.br

Nos acompanhe nas redes sociais:

 **[/revistaastronova](https://www.youtube.com/revistaastronova)**

 **[/AstroNovaBrasil](https://www.facebook.com/AstroNovaBrasil)**

 **[/rev_astronova](https://twitter.com/rev_astronova)**

 **[/revistaastronova](https://www.instagram.com/revistaastronova)**

 **[/astronova](https://www.soundcloud.com/astronova)**