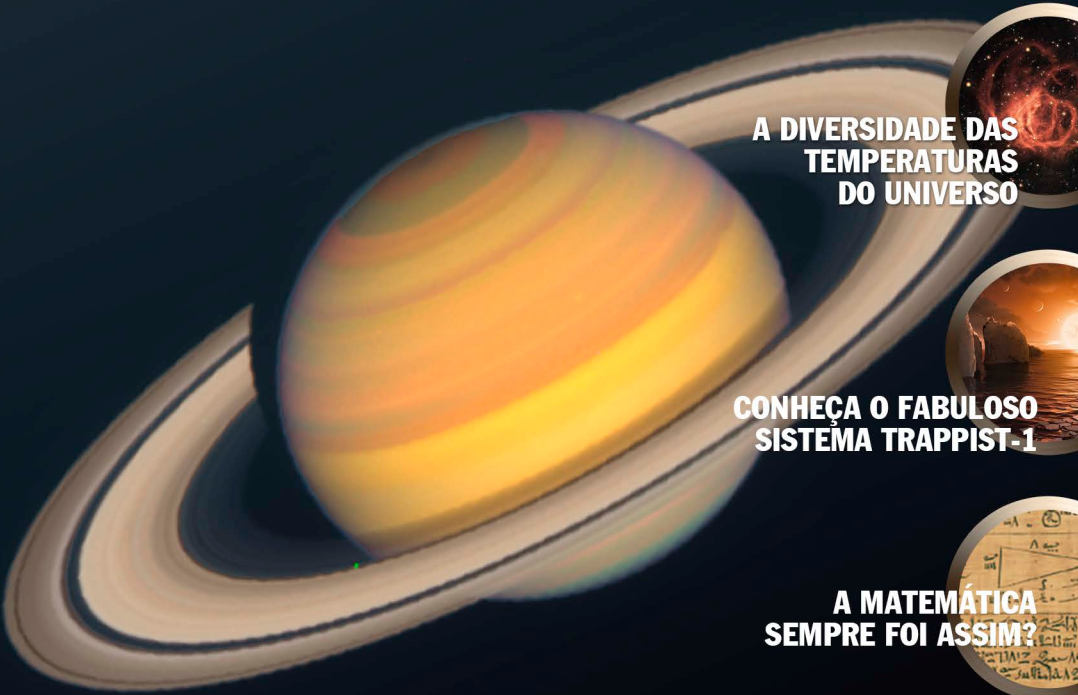


REVISTA DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

Ano 09 - Nº33 - Março/2022

AstroNova



A DIVERSIDADE DAS
TEMPERATURAS
DO UNIVERSO

CONHEÇA O FABULOSO
SISTEMA TRAPPIST-1

A MATEMÁTICA
SEMPRE FOI ASSIM?

O MUNDO DA IMPRESSÃO 3D

NESTA 3ª E ÚLTIMA PARTE DA SÉRIE,
CONHEÇA MAIS SOBRE O PROCESSO
PRÁTICO DA IMPRESSÃO

E MAIS:

AGENDA DOS LANÇAMENTOS ESPACIAIS
ATIVIDADES NA ISS E TIANGONG
CALENDÁRIO DE OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA



Maico Zorzan
Revista AstroNova

EDITORIAL

Emépocatãoconturbada da história, onde ideologias e crenças deixam de ser discutidas no campo das ideias e passam a ser enfrentadas aos braços de exércitos, nos damos conta do quanto a ciência é importante que a nossa espécie se afaste da barbárie. A ciência é a única demonstração do quanto somos iguais, enquanto espécie. Mesmo que muitas fontes desenvolvidas pelo ego, ganância e poder diga o contrário, a ciência prova-nos o quanto somos iguais, indiferentes de quais linhas imaginárias que nós mesmos posamos criar para dividir a nós mesmos.

Somos capazes de codificar línguas universais como a linguagem matemática e seus símbolos, capazes de enxergar tão longe pelos olhos da astronomia, tão pequeno pelos olhos da física quântica e de partículas, mas tão deficientes o quanto ain-

da somos imperfeitos como civilização nas relações políticas e sociais.

Há esperança! Há motivos para sonhar com uma civilização diferente, enquanto ainda resta dentro de nossas crianças a curiosidade e espírito desbravador para descobrir um mundo novo e fantástico dentro da ciência. Um mundo de descobertas, um mundo de desafios e experimentos, onde cabe a nós incentivar a jornada de imensos esforços para alcançar enxergar cada vez mais longe no universo.

É com orgulho que entregamos essa edição de outono, onde para muitos o fruto do conhecimento pode estar acessível através dessas singelas páginas, feitas com esmero e carinho, proporcionando bons momentos de leitura e aprendizado.

Trazemos nessa edição, além das tão esperadas agendas de lançamentos do trimestre e de atividades na ISS, um calendário de observação astronômica com alguma das efemérides mais destacadas do período, além de discutirmos sobre as novidades sobre impressão 3D, temperatura do Universo e suas curiosidades, além do sistema Trappist-1.

Venha conosco!



EXPEDIENTE

Conselho editorial:

Adriane Casteleira
nany@astronova.com.br

Maico A. Zorzan
maico@astronova.com.br

Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

Redatores desta edição:

Rafael Cândido Jr.
Maico Zorzan
Adriane Casteleira
Ricardo Francisco Pereira

Arte e Diagramação:

Adriane Casteleira

Equipe da Revista AstroNova

Maico Zorzan
Rafael Cândido Jr.
Adriane Casteleira
João Pimenta
Luiz Otávio Nacamura
Mateus Leal Castanheira
Ricardo Francisco Pereira

Capa: Planeta Saturno
imagem do arquivo do
Telescópio Espacial Hubble,
processada por Adriane
Casteleira.

SUMÁRIO



**A diversidade das
temperaturas no Universo09**



**A matemática
sempre foi assim?21**



**O fabuloso
sistema trappist-129**



**O mundo da impressão 3D:
O processo de impressão33**



Quão escuro é o céu43



**Calendário de observação
astronômica44**

PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE



Foguete: Falcon 9 (SpaceX) - Data: 30/03

Local de lançamento: LC-39A, Kennedy Space Center, Florida
Missão: Axiom Mission 1 - Lançamento de turistas espaciais para a ISS, onde permanecerão por 10 dias. Promovida pela Axiom Space.

Foguete: Space Launch System (SLS) - Data: abril

Local de lançamento: LC-39B, Kennedy Space Center, Florida
Missão: Artemis I - O foguete encomendado pela Nasa será lançado em seu primeiro teste de voo não tripulado com a cápsula Orion com o objetivo de colocá-la em órbita da Lua.

Foguete: Falcon 9 - Crew 4 - Data: 15/04

Local de lançamento: LC-39A, Kennedy Space Center, Florida
Missão: Crew 4 - Lançamento tripulado para a ISS.

Foguete: Falcon 9 (SpaceX) - Data: 01/05

Local de lançamento: LC-39A, Kennedy Space Center, Florida
Missão: SpaceX CRS 25 - Lançamento da Cápsula Cargo Dragon (SpaceX) levando suprimentos para ISS.

Foguete: Atlas 5 (ULA) - Data: 20/05

Local de lançamento: SLC-41, Cape Canaveral Air Force Station, Florida
Missão: Starliner Orbital Flight Test 2 - lançamento da cápsula Starliner da Boeing em um teste não tripulado para a Estação Espacial Internacional (ISS)





arianespace
service & solutions



Foguete: Soyuz-2.1b (VS28) - Data: 05 e 06 de abril
Local de lançamento: ELS, Sinnamary, Guiana Francesa
Missão: Galileo 29 & 30 - satélites da constelação europeia Galileo.

Foguete: Vega C - Data: maio
Local de lançamento: ZLV, Kourou, French Guiana
Missão: Lançamento do satélite LARES 2, da Agência Espacial Italiana.

Foguete: Ariane 5 ECA - Data: junho
Local de lançamento: ELA-3, Kourou, French Guiana
Missão: Lançamento dos satélites de comunicação MEASAT 3d e GSAT 24.



ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

janeiro a março de 2022

TRIPULAÇÃO ATUAL



Exped.66: Pyotr Dubrov, Thomas Marshburn, Anton Shkaplerov, Raja Chari, Mark Vande Hei, Kayla Barron, Matthias Maurer

PRÓXIMAS TRIPULAÇÕES



Crew-4 - 15/04/2022: Jessica Watkins, Robert Hines, Kjell Lindgren e Samantha Cristoforetti.



Axion Mission-1 - 30/03/2022: Eytan Shitbee, Michael López-Alegría, Mark Pathy e Larry Connor.



PRINCIPAIS ATIVIDADES



Anton Shkaplerov e Pyotr Dubrov realizaram a primeira caminhada espacial no dia 19/01/2022. O objetivo principal era integrar o módulo nodal Prichal

Projeto Solid Fuel Ignition and Extinction (SoFIE), um conjunto de experimentos que visa compreender mais profundamente o comportamento do fogo no espaço.



ESTAÇÃO ESPACIAL TIANGONG

janeiro a março de 2022

TRIPULAÇÃO ATUAL



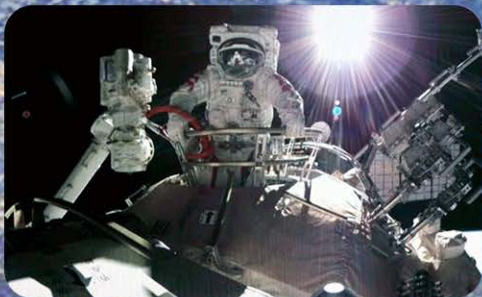
Shenzhou-13: Wang Yaping, Zhai Zhigang e Ye Guangfu

PRÓXIMAS TRIPULAÇÕES



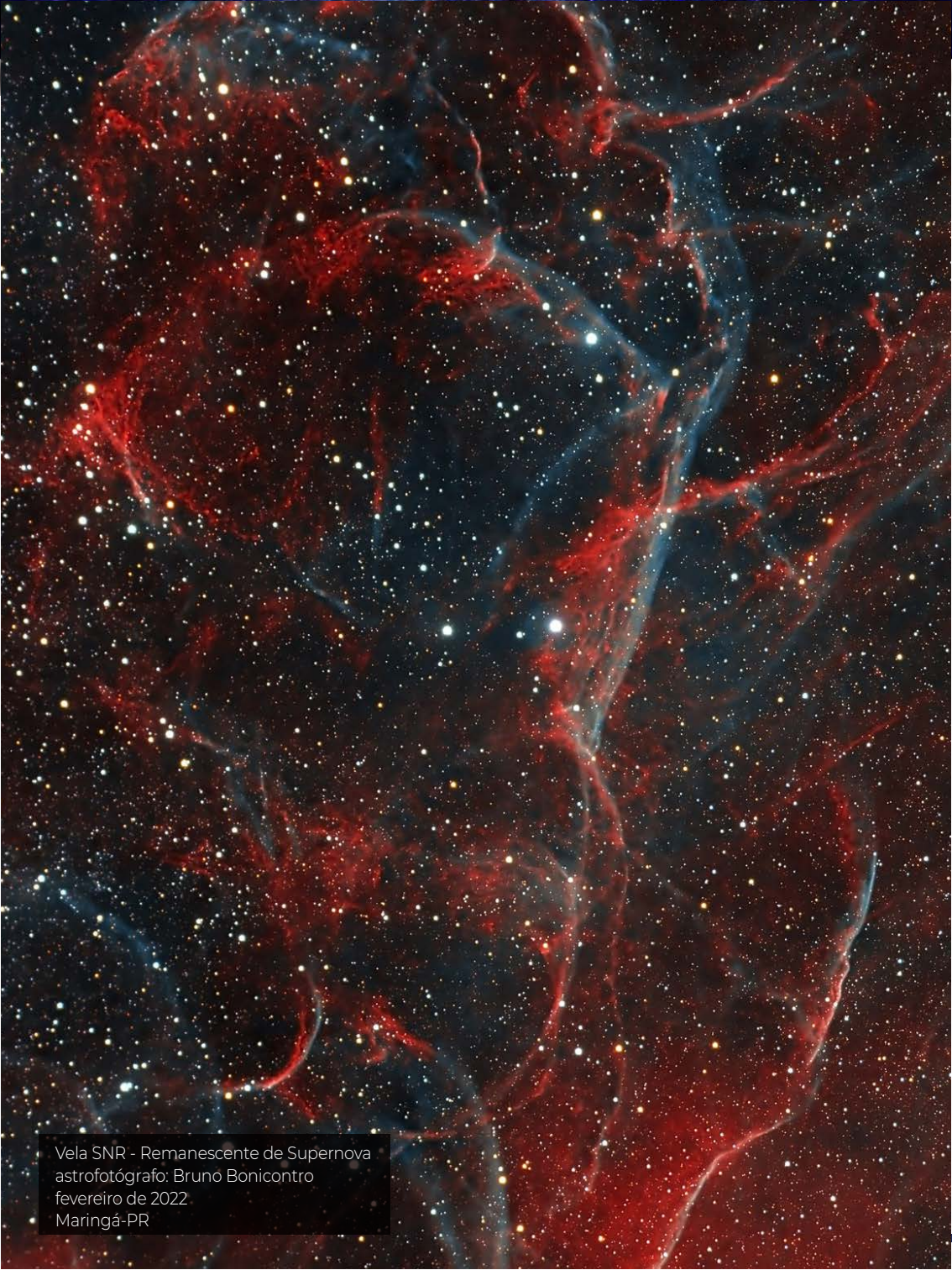
Shenzhou-14 - Expedição 3 - abril de 2022:
Jing Haipeng, Chen Dong e Zhang Lu

PRINCIPAIS ATIVIDADES



Dia 26 de dezembro de 2021, Zhai Zhigang e Ye Guangfu realizaram a segunda caminhada espacial desta expedição. O objetivo era continuar a equiar a estação para apoiar

Em 06/01/2022 foi realizado com sucesso o teste de transposição da nave de carga Tianzhou-2 usando o braço robótico da estação espacial.



Vela SNR - Remanescente de Supernova
astrofotógrafo: Bruno Bonicentro
fevereiro de 2022
Maringá-PR

FÍSICA

A DIVERSIDADE DAS TEMPERATURAS NO UNIVERSO

Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

Em nosso cotidiano lidamos com uma escala de temperaturas de pouco mais que duas centenas de graus Celsius, exemplos:

- manter congelado abaixo de -16°C
- pré-aquecer o forno a 150°C
- a febre cedeu e a temperatura está em 36°C
- a frente fria chega hoje a

noite o que fará a temperatura cair para 10°C

Em escala industrial, encontramos temperaturas como -180°C (oxigênio líquido usado na propulsão de foguetes) ou 1300°C (fusão do ferro fundido).

Certamente, você que está lendo já vivenciou algumas destas situações. Mas fica a questão, e temperaturas muito mais altas que a fusão do ferro fundido? Ou muito mais baixas que a ebulição do oxigênio líquido?

Além disso, para nós é tão corriqueiro usar a escala Celsius que nos parece um tanto estranho o uso da escala Fahrenheit (ainda utilizada nos EUA e na Libéria, em conjunto com medidas como polegadas, pés e libras). Mas qual a origem destas escalas? E quando falamos em zero absoluto, de qual escala estamos falando?

E no Universo? Que valores de temperaturas encontramos? Como devem ser as temperaturas em planetas, estrelas e em diferentes ob-

jetos celestes como nebulosas e supernovas?

As diferentes escalas de temperatura

Medir uma temperatura é uma ação relativamente recente na história da humanidade. Uma das primeiras tentativas de avaliação de temperatura foi o termoscópio criado por Galileo Galilei, que permitia que fosse verificado de forma qualitativa (pois o aparelho não tinha escala) o aumento ou a diminuição de temperatura através do deslocamento de uma substância termométrica no interior de um tubo capilar.

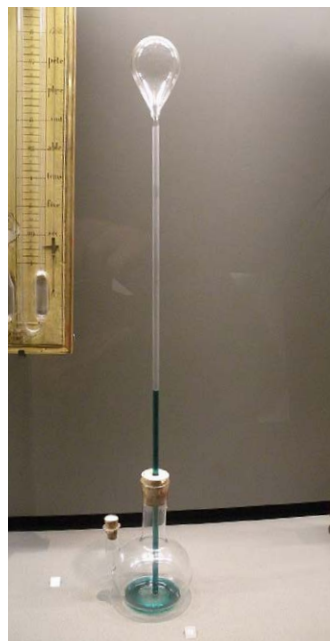
Como forma de quantificar a temperatura, em 1724 o médico Daniel Gabriel Fahrenheit (1686 – 1736) criou um novo tipo de aparelho, o termômetro, que utilizava mercúrio como substância termométrica ao invés do álcool colorido no termoscópio; e também propôs uma escala baseada em dois pontos fundamen-

tais. O zero da escala seria a temperatura de congelamento de uma solução saturada de água, gelo e cloreto de amônia e a temperatura de 90 graus seria a de um corpo humano em repouso. Porém estas duas balizas da escala não eram tão exatas pois poderiam haver diferenças na proporção dos constituintes da solução de cloreto de amônia e a temperatura de um corpo humano apresenta pequenas diferenças entre as pessoas, além de variar ao longo do dia e das estações.

Então foram propostas duas novas balizas, a diferença entre as temperaturas de fusão do gelo e da ebulição da água pura, ambas na pressão do nível do mar, foi definida como 180 divisões, denominadas graus (de forma equivalente ao ângulo raso). Fahrenheit usou este valor porque 180 apresenta como divisores fundamentais 2, 3 e 5. Assim, definiu-se que a fusão do gelo ocorreria em 32 graus e a

ebulição da água ocorreria em 212 graus. Estes valores foram escolhidos de modo que a temperatura de um ser humano com febre fosse 100 graus.

O astrônomo sueco Anders Celsius (1701 – 1744) apresentou em 1742 a ideia de uma escala que fosse centígrada, ou seja, o intervalo entre as duas balizas, fusão do gelo e ebulição da água



Reconstrução do termoscópio de Galileo. Museus de Artes e Ofícios, Paris, França.



Não existe um retrato oficial de Fahrenheit. Utilizando antigos retratos a óleo de seus parentes próximos, pesquisadores da Universidade de Gdansk, Polônia, publicaram este retrato gerado por computador em 27/11/2012.



Anders Celsius.
Pintura de Olof Arenius
(provavelmente, 1736).

pura, tem 100 divisões. Assim, a fusão do gelo ocorre a 0 graus centígrados e a ebulição da água pura ocorre a 100 graus centígrados.

Após o falecimento de ambos, suas escalas receberam seus nomes e passaram a ser denominadas graus Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) e graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

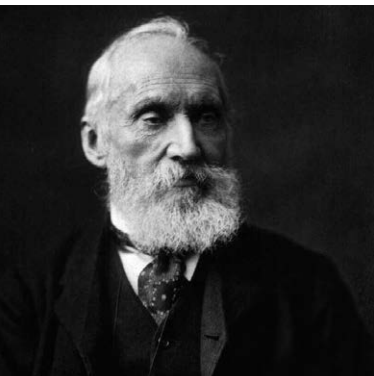
A escala absoluta

Cerca de 100 anos após o desenvolvimento das escalas Fahrenheit e Celsius, o físico inglês William Thompson (1824 – 1907), laureado posteriormente com um título de nobreza (Lord), tornando-se o 1º Barão de Kelvin, propôs uma escala de temperatura termodinâmica, ou seja, que não fosse balizada a partir dos pontos de fusão de gelo ou ebulição da água; mas sim definida a partir das Leis da Termodinâmica (que não serão explicadas aqui dada sua dificuldade, isto é assunto para outro artigo).

Kelvin considerou que a

temperatura é uma medida da energia interna de um material. Então, o zero de uma escala absoluta seria a situação hipotética em que a energia interna fosse nula (algo que jamais ocorrerá porque a energia interna é uma soma de energia de translação, rotação e vibração dos átomos). Foi considerado também que as divisões desta escala absoluta fossem iguais às divisões da escala Celsius.

Com isso, a temperatura do zero absoluto na escala Celsius era de aproximadamente -273°C . Esta escala de temperatura termodinâmica era inicialmente denominada de escala Celsius absoluta. Após a morte de Lord Kelvin em 1907, a escala foi denominada escala Kelvin e as temperaturas não são denominadas por graus. Assim, as temperaturas de fusão do gelo e da ebulição de água pura ao nível do mar são, respectivamente, 273 kelvins e 373 kelvins (273 K e 373 K), sem a denominação



William Thomson
(Lord Kelvin).

grau. Desse modo, a conversão entre as temperaturas em celsius e kelvin é uma simples soma:

$$T_{\text{KELVIN}} = T_{\text{CELSIUS}} + 273,15$$

Em muitos casos, esta conversão é simplificada substituindo a constante somada por 273. Mas esta diferença entre as duas escalas é insignificante quando as temperaturas são muito altas.

Irradiação térmica

Assim que conseguiu fundir metais; a humanidade sabia que ao aquecer um material este apresenta uma certa luminosidade. Um antigo

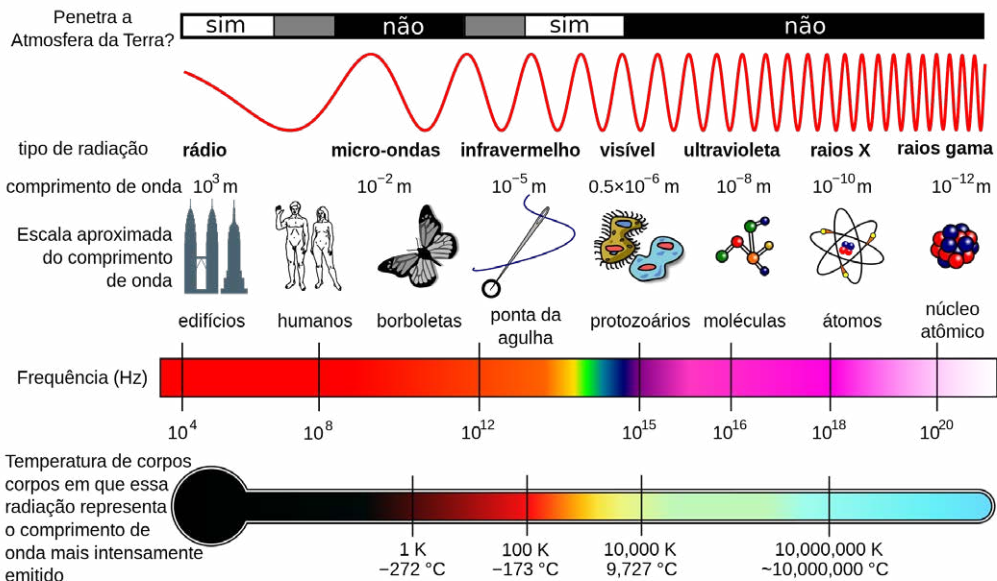
ferreiro conhecia esta propriedade física com muita experiência, de modo que se estimava o quanto o ferro estava quente apenas pelo seu brilho. Esta propriedade também é encontrada nas lavas de vulcão, na qual um brilho mais intenso indica maior temperatura, e também em estrelas, onde a cor está relacionada à temperatura da superfície estelar.

Toda substância tem temperatura maior que 0 K e, conseqüentemente, emite radiação térmica, que é gerada pela movimentação de partículas da matéria, a qual provoca aceleração das cargas elétricas, produzindo ondas eletromagnéticas, como a luz (emitida por um metal aquecido), raios-x (emitida por estrelas), infravermelho (emitida por animais) e as ondas de rádio (como a radiação de fundo

cósmica, que vamos explicar adiante).

É importante ressaltar que a radiação não é monocromática, ou seja, não há emissão em apenas uma determinada frequência de onda eletromagnética. A emissão ocorre majoritariamente em uma determinada faixa de frequência. Por exemplo, uma lâmina de ferro aquecida em brasa irá emitir luz, mas também infravermelho, em menor intensidade o ultravioleta e as ondas de rádio e em intensidade ainda menor os raios-x e raios gama. A distribuição das diferentes intensidades de cada faixa do espectro eletromagnético revela a temperatura do objeto que estamos estudando. Esta é uma das mais importantes ferramentas da Astronomia na avaliação dos corpos celestes.

Para mais detalhes sobre **temperaturas estelares** e suas cores, leia as edições 06 e 09 da Revista AstroNova



Espectro eletromagnético com escalas de comprimento de onda, frequência e a temperatura de corpos que emitem picos nestas frequências.

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Espectro_EM_pt.svg

Temperaturas no Sistema Solar

Se considerarmos a proximidade do Sol, Mercúrio deve ser o mais quente. Porém, a atmosfera de Mercúrio é muito tênue, de modo que o calor recebido pela superfície do planeta durante a parte iluminada de seu dia não é distribuído por todo planeta. Isto faz com que a parte iluminada alcance a temperatura de 420°C e na parte escura, a tempe-

ratura na superfície chega a -180°C.

Vênus possui uma atmosfera muito densa e constituída majoritariamente de dióxido de carbono (CO₂), o que causa um intenso efeito estufa no planeta. A consequência disso é que a temperatura do planeta é muito uniforme e alcança 460°C, havendo pouca diferença ao longo da superfície do planeta. Este é o planeta mais

quente de todo o Sistema Solar.



A Terra também tem um efeito estufa, que torna a temperatura média do planeta em 15°C. Caso esse efeito estufa não existisse, a temperatura média da Terra seria aproximadamente -20°C.

A maior temperatura já registrada foi de 56,7°C no Vale da Morte, EUA, em 10/07/1913. Embora existam outras reivindicações, algumas tem destaque ou pela ocorrência de algum fenômeno atmosférico, ou pelo alto valor da temperatura provavelmente alcançado. Em 13/09/1922 a cidade de El Azizia, Líbia, teria alcançado a temperatura de 57,8°C. Este durante muito tempo foi considerado o recorde de temperatura mais alta da Terra, porém hoje se sabe que faltam dados que comprovem este fato. Em Figueira da Foz, distrito de Coimbra, Portugal, no dia 06/07/1949, a estação meteorológica local registrou um aumento súbito da temperatura de 38°C para 70°C,

permanecendo nesta temperatura por 2 minutos em um fenômeno denominado pico de calor (em inglês, heat burst). Em maio de 2021, satélites meteorológicos detectaram temperaturas de 80°C no deserto de Lut, Irã, e no deserto de Sonora, México. Atualmente, os dados destes dois registros estão sendo estudados conforme artigos publicados no Boletim da Sociedade Meteorológica Americana.

A temperatura mais fria registrada na Terra foi de -89,2°C no dia 21/07/1983 na

Estação Vostok, na Antártica. Esta estação foi construída pela antiga União Soviética no polo magnético do sul da Terra para estudos da variação do campo magnético global. Medições de satélite sobre a Antártica registraram em pontos isolados temperaturas ainda menores, sendo a mais baixa de -94°C.

A Terra é o único planeta do Sistema Solar que apresenta as três fases da água



A Terra é o único planeta do Sistema Solar que apresenta as três fases da água: sólida (geleiras), líquida (oceanos, rios e lagos) e vapor (nuvens). (Paisagem na Islândia)

Internamente, a temperatura da Terra no núcleo interno alcança 5400°C . A temperatura de lava e das cinzas liberadas em uma erupção vulcânica varia entre 800°C a 1200°C .

Na Lua ocorre o que foi citado sobre Mercúrio. Sem atmosfera, a temperatura na Lua apresenta uma grande variação. Durante o dia lunar a temperatura da superfície lunar chega a 220°C e durante a noite, cai para -185°C . A região do polo sul lunar apresenta uma imensa cratera de impacto na qual a luz solar não alcança. A sonda Chang'e 4 pousou nesta região, denominada Bacia Aitken e a temperatura ali fica em torno de -95°C .

A atmosfera de Marte, assim como a de Vênus, é constituída majoritariamente de dióxido de carbono. Porém é uma atmosfera muito mais tênue, portanto, o efeito estufa em Marte é pouco efetivo. Outro fator importante é que Marte apresenta esta-

ções, assim como a Terra. A temperatura na superfície de Marte varia entre -125°C e 20°C . Há inclusive a formação de gelo constituído de água e dióxido de carbono na superfície.

A partir de Marte, tem-se os planetas gasosos, ou seja, não possuem superfície. Então as temperaturas são diferentes conforme a profundidade na atmosfera. Na camada mais exterior de suas atmosferas, tem-se as seguintes temperaturas médias: -110°C (Júpiter), -140°C (Saturno), -220°C (Urano) e -240°C (Netuno). Porém, a temperatura de seus núcleos, é estimada em até dezenas de milhares de graus Celsius.

Os satélites dos gigantes gasosos sofrem efeito de maré, ou seja, a gravidade dos planetas que orbitam provoca um “puxão” em seus núcleos, de modo que estes são aquecidos pelo efeito da gravidade, tornando-se líquidos.



Gelo no solo de Marte.
Foto da sonda Phoenix
(Nasa, 2008).



Detalhes da superfície
de Io. Foto da sonda
Galileo (Nasa)

O satélite Io, orbitando em torno de Júpiter, é o lugar no sistema Solar com a maior atividade vulcânica, superando a Terra. A temperatura média na superfície de Io é -130°C e a lava expelida de seus vulcões chega a 1650°C . Assim, além de uma atmosfera muito fina



A superfície de Encélado tem a maior refletância do Sistema Solar. Foto da sonda Cassini (Nasa)



Núcleo do cometa Tempel registrado pela sonda Deep Impact em 2005. (Nasa)

torial é sempre abaixo de -160°C . Nos polos, a temperatura nunca é maior que -220°C . Nestas condições, a capa de gelo de Europa é dura como uma rocha de granito.

Titã, satélite de Saturno, é o único satélite do Sistema Solar com atmosfera, havendo inclusive um ciclo de hidrocarbonetos leves (metano e etano) equivalente ao ciclo da água da Terra. A pressão em sua superfície é de 1,5 atm e a temperatura é, em média, -180°C , o que torna metano e etano líquidos e a água, ejetada de criovulcões, nas mesmas condições encontradas em Europa, com a dureza equivalente de uma rocha.

Encélado, também uma das luas de Saturno, tem a superfície totalmente encoberta de gelo de água e amônia. Assim, o albedo, também denominado refletância, do satélite é de 0,99; ou seja, 99% da energia luminosa que alcança a super-

fície de Encélado é refletida de volta ao espaço. Isso torna a superfície deste satélite uma das mais frias do Sistema Solar, com temperatura abaixo de -200°C .

Plutão, assim como outros objetos transnetunianos, apresenta temperaturas muito baixas em suas superfícies. Conforme a sonda New Horizons, a temperatura da superfície de Plutão varia entre -210°C e -230°C .

Os cometas, quando distantes do Sol, apresentam temperatura média de -250°C . Quando no periélio, a temperatura na superfície do núcleo pode alcançar entre -50°C e -30°C .

Por fim, o Sol tem uma temperatura de superfície de 6000°C e a temperatura do núcleo estimada em $15.000.000^{\circ}\text{C}$. Para estas temperaturas tão altas, a unidade mais utilizada é o kelvin (K). Assim, a temperatura da superfície do Sol é de aproximadamente 5730 K e a tem-

devido aos gases expelidos pela atividade vulcânica, Io apresenta em sua paisagem campos de “neve” de dióxido de enxofre.

Europa é o menor dos quatro maiores satélites de Júpiter. A temperatura em sua superfície na região equa-

peratura do núcleo é de 15 milhões de kelvins (ou seja, uma diferença de 273 em 15 milhões é irrisória).

Temperaturas além do Sistema Solar

Como visto em outros artigos anteriormente publicados, as cores das estrelas estão relacionadas à sua temperatura de superfície. As estrelas vermelhas tem temperatura de superfície entre 3000 a 4000 K e as estrelas azuis alcançam a temperatura de 20000 K.

A estrela WR 102 na constelação de Sagitário é a estrela com maior temperatura de superfície atualmente conhecida, 210.000 K. É uma estrela muito rara, havendo apenas 4 estrelas do seu tipo na Via Láctea. Foi calculado que a WR 102 pode se tornar uma supernova nos próximos 1500 anos, pois esta já se encontra no fim do estágio de fusão do hélio.

As estrelas mais massivas passam pelo evento de su-



Estrela WR 102 observada no infravermelho. Ventos solares intensos e a forte radiação ultravioleta formam os complexos arcos de gás ionizado. (WISE/NASA).

pernova. Quando isto ocorre, a temperatura alcançada no núcleo estelar alcança impressionantes 10 trilhões de kelvins em um tempo de alguns picossegundos.

Para se entender o tempo de 1 picossegundo, imagine o tempo de 100 anos. Agora imagine o que seria o tempo de aproximadamente 3 milissegundos em 100 anos (1 picossegundo está para 1 segundo como 3 milissegundos está para 100 anos).

Mas, o Universo não tem apenas estruturas cósmicas com temperaturas tão altas. A Nebulosa do Bumeran-

gue, na constelação do Centauro, a 5000 anos-luz da Terra tem a temperatura de apenas 1 K (ou seja, -272°C). É o único objeto astronômico conhecido até o momento que tem uma temperatura inferior à da radiação cósmica de fundo.

A radiação cósmica de fundo é uma radiação eletromagnética com intensidade máxima na faixa de micro-ondas. Foi descoberta pelos físicos Arno Penzias e Robert Wilson em 1965 ao verificar que a antena que estavam testando para a Bell Labs apresentava um ruído que não conseguiam elimi-

nar, mesmo depois de remover todas as possíveis fontes de ruído.

Ao verificarem que a fonte deste ruído era de origem cósmica, verificaram que ela não provinha de uma única fonte, mas sim que permeava praticamente todo o céu, noturno e diurno. Então isto comprovou uma hipótese levantada pelos físicos George Gamov, Ralph Alpher e Robert Herman, de que se o Big Bang tivesse acontecido, haveria uma radiação residual. Como esta radiação tem pico em 160,4 GHz, tem-se que a temperatura do Universo é de 2,725 K.

Mas, seria possível estimar a maior temperatura do Universo? Para isso, temos que entrar em conceitos um tanto complexos, que envolvem a Teoria da Relatividade e a Física de partículas como os quarks. A partir de um determinado valor de temperatura, até mesmo as partículas constituintes do



núcleo atômico seriam “vaporizadas”, fazendo com que os quarks fossem isolados, mas como estes não podem existir isoladamente, haveria criação de outros quarks a partir da energia, ou seja, energia se transformaria em matéria tal qual predito na equação de Einstein (a famosa $E = mc^2$). Então, a maior temperatura do Universo foi a temperatura em que ocorreu o Big Bang, quando toda a matéria do Universo estava concentrada num ponto e quando todas as quatro forças fundamentais eram apenas uma.

Comisso,define-seumatemperatura denominada limi-

te de Planck, na qual o comprimento de onda emitido pela matéria seria o comprimento de Planck (1,616-10-35 m). Esta temperatura tem valor de 1,42-1032 K. Com as teorias atuais que temos sobre as partículas e as forças fundamentais, este é o valor máximo de temperatura que se consegue estimar no Universo, a qual foi alcançada uma única vez, no Big Bang.

Link para saber mais:
<https://youtu.be/6EBCulC8Klo>

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



CÉU ABERTO

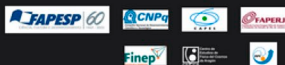
Aberto para todos os públicos o projeto Céu Aberto é uma iniciativa do Professor Cássio Barbosa (Astrônomo do FEI) e do Canal Giro Astronômico (divulgação científica para YouTube e redes sociais).

O objetivo é levar os registros feitos pelo Observatório S-PLUS, telescópio no Chile, para serem processados pela comunidade em imagens que serão exibidas para votação. A intenção é reunir belíssimas imagens de objetos de céu profundo, processadas e eleitas pelo público, para a composição de um livro, com descrições detalhadas por profissionais da astronomia.

SAIBA MAIS SOBRE O PROJETO E PARTICIPE EM:

www.ceuaberto.space

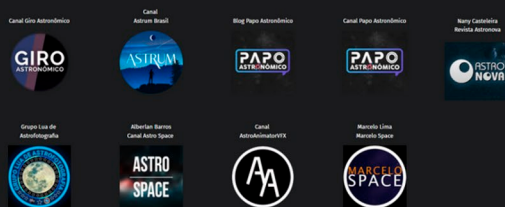
APOIADORES



FUNDADORES



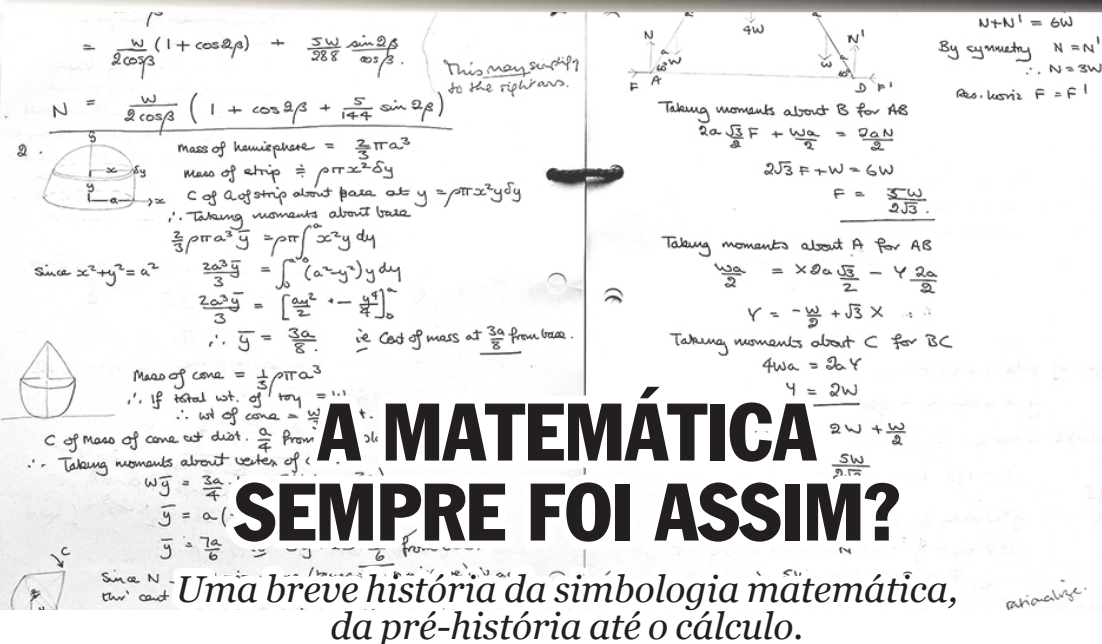
PARCEIROS



O S-PLUS é uma colaboração internacional, fundada pela Universidade de São Paulo, Observatório Nacional, Universidade Federal de Sergipe, Universidade de La Serena e Universidade Federal de Santa Catarina



astrofotógrafo: Breno Silva
@breno_silvaxx



Handwritten mathematical derivations for the center of mass of a hemisphere and a cone.

Hemisphere:

- Mass of hemisphere = $\frac{2}{3}\pi a^3$
- Mass of strip = $\pi r^2 \delta y$
- C of A of strip about para. at $y = \frac{3}{8}\pi r^2 y \delta y$
- Taking moments about base: $\frac{2}{3}\pi r^2 y = \pi \int_0^a x^2 y dy$
- Since $x^2 + y^2 = a^2$: $\frac{2a^2 y}{3} = \int_0^a (a^2 - y^2) y dy$
- $\frac{2a^2 y}{3} = \left[\frac{a^2 y^2}{2} - \frac{y^3}{3} \right]_0^a$
- $\therefore \bar{y} = \frac{3a}{8}$ i.e. C of mass at $\frac{3a}{8}$ from base.

Cone:

- Mass of cone = $\frac{1}{3}\pi r^2 h$
- If total wt. of toy = 11, wt of cone = $\frac{4}{11}$
- C of mass of cone at dist. $\frac{3}{8}h$ from base.
- Taking moments about vertex of cone: $W\bar{y} = \frac{3a}{4}$
- $\bar{y} = a - \frac{3a}{4} = \frac{a}{4}$
- $\bar{y} = \frac{7a}{6}$ from base.

Other diagrams and notes:

- Diagram of a hemisphere with forces N and W acting on it.
- Diagram of a cone with forces N and W acting on it.
- Equations: $N + N' = 6W$, $N = N'$, $N = 3W$, $F = F'$.
- Equations: $2a\sqrt{3}F + \frac{W a}{2} = \frac{2a N}{2}$, $2\sqrt{3}F + W = 6W$, $F = \frac{5W}{2\sqrt{3}}$.
- Equations: $\frac{W a}{2} = X \frac{2a\sqrt{3}}{2} - Y \frac{2a}{2}$, $Y = -\frac{W}{\sqrt{3}} + \sqrt{3}X$.
- Equations: $4Wa = 2bY$, $Y = 2W$, $2W + \frac{W}{2} = \frac{5W}{2\sqrt{3}}$.

A MATEMÁTICA SEMPRE FOI ASSIM?

Uma breve história da simbologia matemática, da pré-história até o cálculo.

Maico Zorzan

zorzan@astronova.com.br

A matemática é uma linguagem universal, usada por toda a humanidade, direta ou indiretamente. Todos temos contato com a matemática em nossas vidas. Porém, nem sempre a matemática foi como conhecemos hoje, como todos os símbolos e formalidades que estamos acostumados.

Os símbolos que regem a linguagem matemática estão

articulados diretamente com seus significados como ocorre na linguagem ideográfica, como ocorre com as línguas que povoam nosso planeta. A compreensão da matemática leva a compreender que a mesma tem linguagem própria, como se falássemos, lêssemos e comunicássemos-nos em uma língua própria. No entanto, não há um conjunto que forma a linguagem matemática como os fonemas da língua materna do leitor, assim como não há uma orali-

dade própria, mas somente a escrita capaz de expressar a necessidade da demanda do problema, com o rigor que a ciência exige.

Os símbolos matemáticos nem sempre existiram e foram utilizados como são hoje, estes símbolos sofreram muitas transformações com o passar dos séculos, e um dos maiores contribuintes para o rigor hoje utilizado foi Leonhard Euler. Nascido na Basileia, o suíço Euler, tornou-se membro da

Academia de São Petersburgo no ano de 1727, graças a sua proximidade aos irmãos Bernoulli, e logo após aceitou o convite do Rei Frederico II da Prússia, o Grande, para chefiar o departamento de matemática da Universidade de Berlim. Cego em boa parte de sua vida, Euler morreu aos setenta e seis anos de idade sem nunca ter ocupado o cargo de professor. Euler contribuiu com as notações de funções como conhecemos hoje ($f(x)$), base dos logaritmos naturais (e), somatória (Σ), e unidade imaginária (i), entre outros símbolos.

Mesmo os símbolos mais simples e corriqueiros, como o de adição (+), subtração (-) e igualdade (=), tão comuns em calculadoras e que usamos todos os dias, possuem histórias interessantes nas suas origens.

O símbolo que utilizamos para revelar um resultado foi criado há 460 anos pelo galês Robert Recorde, que

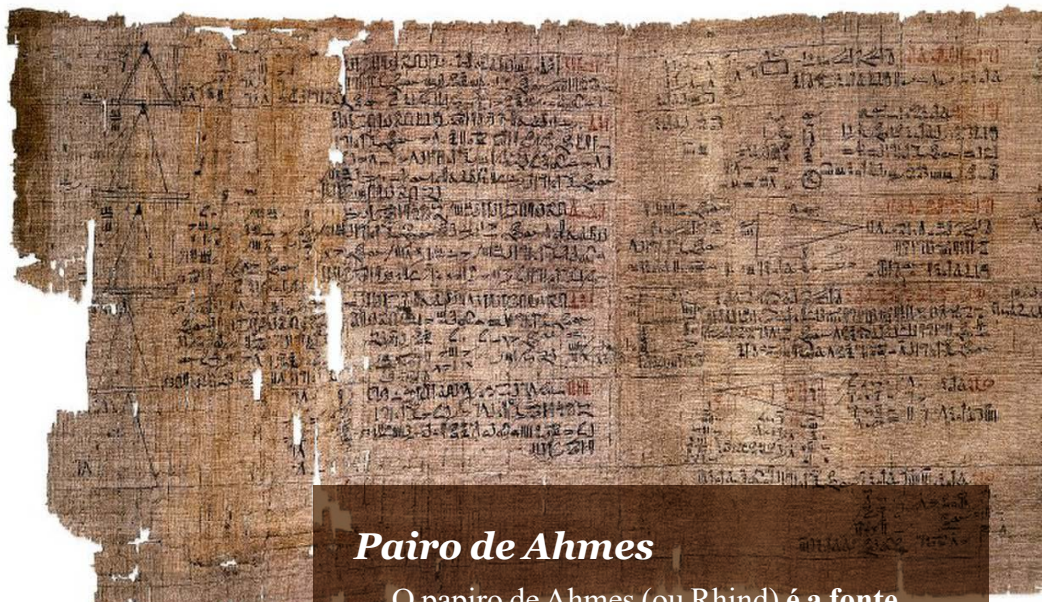
aos 14 anos já estudava na Universidade de Oxford e, aos 21, ensinava matemática enquanto estudava medicina e que aos 48 anos de idade morria em uma prisão britânica, após ser médico da família real inglesa e supervisor da Casa da Moeda.

Este gênio de final trágico escreveu vários livros sobre astronomia, geometria e aritmética, todos em inglês, ao contrário do era costume na época, que era escrever em latim e permitir que apenas a nobreza e o clero, os únicos que tinham condições de serem alfabetizados na época. Recorde escrevia para o público comum, em sua língua nativa, buscando aproximar as pessoas da ciência. Seu último livro, *A Pedra de Afilar*, publicado em 1557, um ano antes de sua prematura morte, apresentou ao povo o símbolo de igualdade. A inspiração é um par de retas paralelas. Existe algo mais igual que isso?



Gravura de Robert Recorde em seu memorial, no cemitério de Saint Mary, em Tenby, Reino Unido.

Também é atribuída a Recorde a implantação dos símbolos (+) e (-) que hoje são usados de forma universal na matemática. Porém, ele não foi o primeiro a utilizar tal simbologia, apenas foi o responsável por ajudar a divulgá-la. Contudo, com uma história bem interessante, esses símbolos têm uma origem bem mais antiga.



Pairo de Ahmes

O papiro de Ahmes (ou Rhind) é a fonte da maioria de nossas informações sobre os matemáticos egípcios que viveram na antiguidade, é um documento egípcio de cerca de 1650 a.C., onde um escriba de nome Ahmes detalha a solução de 85 problemas de aritmética, frações, cálculo de áreas, volumes, progressões, repartições proporcionais, regra de três simples, equações lineares, trigonometria básica e geometria. É um dos mais famosos antigos documentos matemáticos que chegaram aos dias de hoje, juntamente com o Papiro de Moscou, esse determinado papiro, estima-se ter cinco metros de comprimento, não foi escrito com os hieróglifos convencionais, mas em escrita Hierática, uma espécie de escrita taquigráfica própria para seu uso contábil e matemático.

Adição e subtração

Talvez seja bom começar a contá-la com o Papiro de Ahmes, do ano 1550 a.C., no Egito antigo, que contém vários exercícios matemáticos. Neles, um par de pernas caminhando para a frente indica uma soma e um par caminhando para trás, uma subtração. Os gregos, por sua vez, esporadicamente usavam o símbolo “/” para

somar, mas normalmente expressavam a adição por meio da escrita mesmo, informando a operação que estavam realizando.

Na Europa do século XV, matemáticos como o francês Nicolas Chuquet e o italiano Luca Pacioli usavam “p” (plus) para somas e “m” (minus) para subtrações. Já, em um documento do século XIV, o filósofo e astrônomo francês Nicole d’Oresme já havia usado “+” como abreviação da partícula aditiva et (e, em latim). Porém a origem do (-) não é tão clara, sabe-se que aparece em um manuscrito alemão do final do século XV, encontrado na Biblioteca de Dresden, na Alemanha. E em um manuscrito em latim do mesmo período há tanto o (+) como o (-).

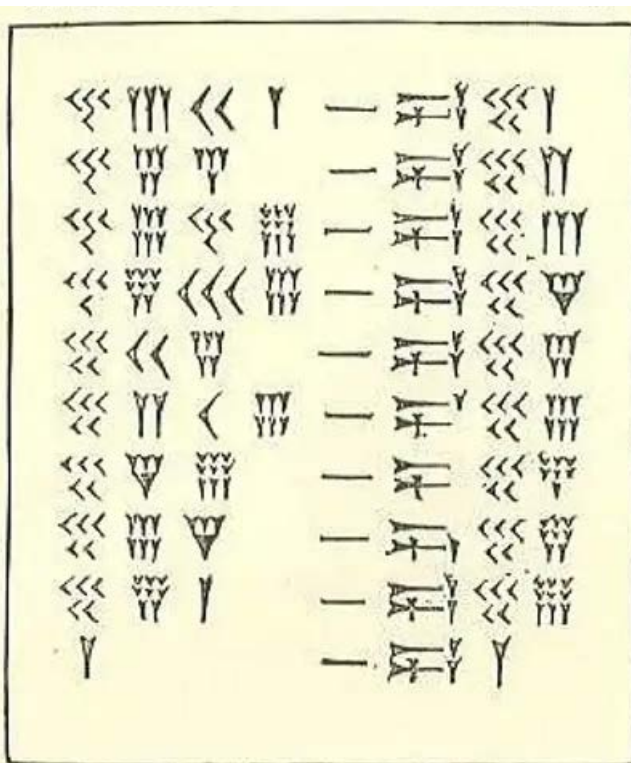
O nada

Mesmo conceitos hoje enraizados como o zero, nem sempre foram tão simples. Povos antigos não tinham uma notação clara para o

nada. A noção de zero era tão confusa, que para muitos povos, números como 30 ou 303 tinham o mesmo significado, de tão relativa que era a relação com o zero.

O sistema sexagesimal babilônico usado nos manuscritos matemáticos e astronô-

micos era essencialmente um sistema posicional, ainda que o conceito de zero não estivesse totalmente desenvolvido. Muitos desses manuscritos indicam apenas um espaço entre grupos de símbolos quando uma potência de 60 não era necessária, de maneira que as po-



Exemplo do sistema hexagesimal posicional babilônico

tências exatas de 60 devem ser determinadas, em parte, pelo contexto. Nos manuscritos do final da civilização, usava-se um símbolo para indicar uma potência ausente, mas isto só ocorria no interior de um grupo numérico e nunca no final. Quando os gregos se apropriaram dos conhecimentos babilônicos com as expansões de Alexandre pela Ásia, no desenvolvimento de tabelas astronômicas, escolheram explicitamente o sistema sexagesimal babilônico para expressar suas frações, e não o sistema egípcio de frações. A subdivisão repetida de uma parte em 60 partes menores precisava que às vezes “sem nenhuma parte” de uma unidade fosse envolvida, de modo que as tabelas de Ptolomeu, no *Almagesto*, incluem o símbolo ou 0 para indicar isto. Bem mais tarde, aproximadamente no século V, os gregos começaram a usar o ômicron (O), que é a primeira letra palavra grega *oudem* (“nada”).

Talvez o mais antigo símbolo para zero num sistema de valor relativo se encontre na matemática do povo Maia, da América Central e América do Sul. O símbolo maia do zero era usado para indicar a ausência de quaisquer unidades das várias ordens do sistema de base vinte modificado. Esse sistema era muito usado, provavelmente, para registrar o tempo em calendários.

O mais antigo símbolo hindu para zero talvez tenha sido o ponto negrito, que aparece no manuscrito *Bakhshali*, cujo conteúdo talvez remonte do século III ou IV d.C. Qualquer associação do pequeno círculo dos hindus, mais comuns, com o símbolo usado pelos gregos seria apenas uma conjectura.

Mas o zero será mais explorado em uma outra matéria mais para frente, com todos os detalhes que merece.

Outra dúvida que muitos es-

tudantes possuem, é como relação aos símbolos usados para denominar os conjuntos dos números. N para os Naturais é entendimento orgânico, I para os irracionais também, R para os reais. Mas e o Z para o conjunto dos Inteiros? Seria Z de zinteiros?

Foi adotado o símbolo Z, que remete a palavra *Zahl*, ou *Zahlen*, que em alemão significa número, e foi escolhida para não dar confusão com demais letras já usadas.

Viram só como matemática é próxima de nós?

Referência:

A Fascinante História da Matemática – Mickael Launay

Maico Zoran

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



Plêiades, nebulosa da Califórnia e as
nuvens moleculares de Touro e Perseus.
astrofotógrafo: Caio Vinicius
18 de agosto de 2021 - Maturéia-PB
@caio_astrophotos

portal



RECURSOS DE FÍSICA

UM RIQUESSIMO REPOSITÓRIO DE MATERIAIS
VOLTADOS PARA O ENSINO DE FÍSICA!

WWW.RECURSOSDEFISICA.COM.BR

Chaves do Sistema Solar
Explorando o Sistema
Solar
Conhecendo o Sistema
Solar
Batalha do Universo
Batalha do Sistema Solar
Sistema Solar
Astronautas
Da Terra, da Lua e Além
Viajando pelo Sistema
Solar

Batalha do Universo

Autor: Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira

Clique na imagem para acessar e baixar o jogo

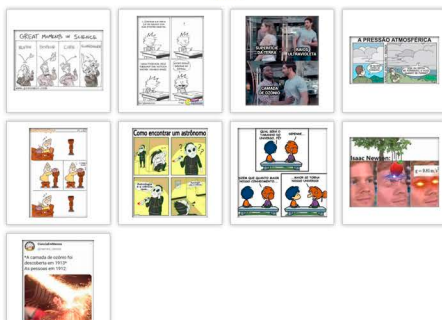


**LIVROS,
TIRINHAS,
ARTIGOS,
EXPERIMENTOS,
JOGOS DIDÁTICOS,
VÍDEOS,
DOCUMENTÁRIOS
E MUITO MAIS!**

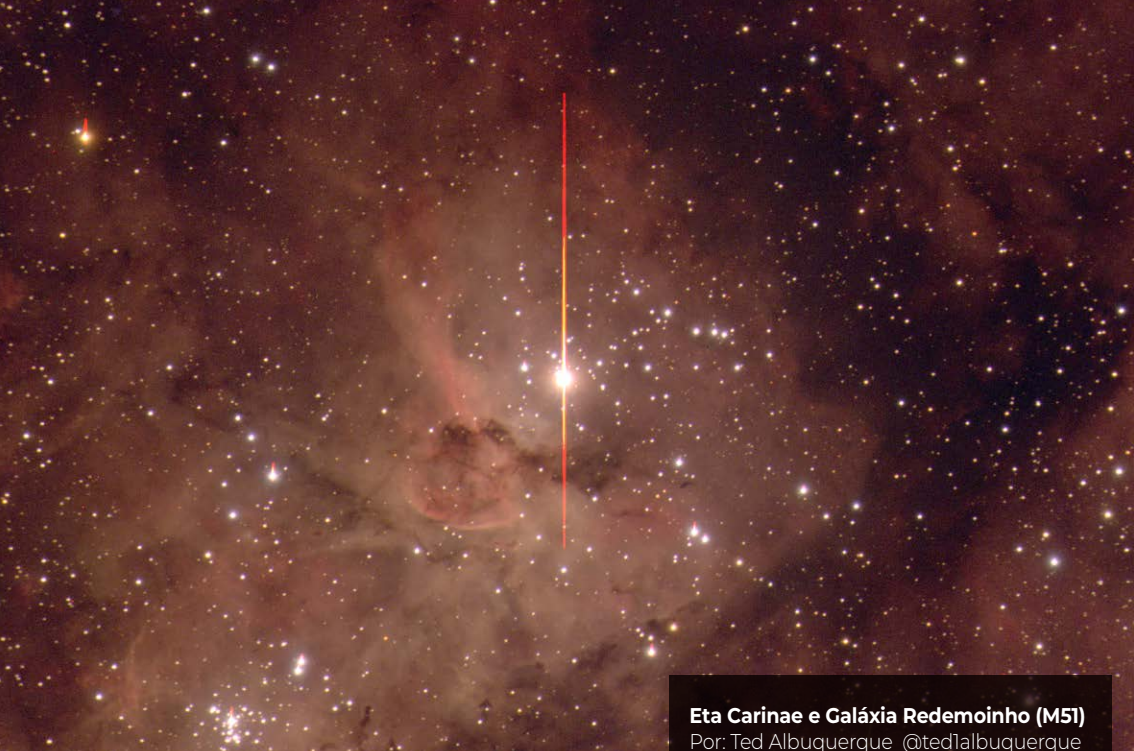
**MAIS DE
200MIL
ACESSOS!**

Diário de um
Astrônomo
Mecânica
Fluidos
Termodinâmica
Óptica
Ondulatória
Eletrodinâmica
Eletromagnetismo
Magnetismo
Física Moderna
CTSA
Tirinhas de Física
Tirinhas produzidas por
alunos e propostas de
atividades
Textos recomendados
Vídeos recomendados
Artigos recomendados

Diversos



Organizado e administrado pelo
Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira
do Departamento de Física (DFI) da
Universidade Estadual de Maringá (UEM).

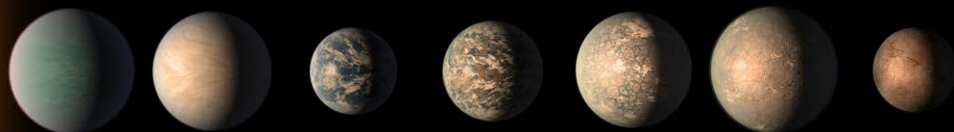


Eta Carinae e Galáxia Redemoinho (M51)

Por: Ted Albuquerque @ted1albuquerque
telescópio remoto 0.4m da rede global Las
Cumbres Observatory (LCO)



EXOPLANETAS



O FABULOSO SISTEMA TRAPPIST-1

Adriane Casteleira
nany@astronova.com.br

Quando ouvi falar do sistema Trappist-1 pela primeira vez, não pude deixar de lembrar do universo fantástico de Guerra nas Estrelas (Luccas Film/ Disney), repleto de mundos exóticos que compunham os mais diversos sistemas estelares, como o planeta Tatooine, que orbitava duas estrelas, o hostil planeta vulcânico Mustafar e o congelado planeta Hoth que era o sexto em seu sistema cuja temperatura podia alcançar -60C.

Em fevereiro de 2017, foi anunciada a descoberta do sistema planetário Trappist-1. A descoberta do sistema foi possível por meio de dados do telescópio óptico remoto belga, TRAPPIST (Transiting Planets and Planets Imaged by Small Telescope), localizado no Observatório La Silla, no Chile. O sistema está apenas a 39 anos-luz de distância da Terra, na constelação de Aquário, e sua estrela principal é 12 vezes menos massiva que o Sol, em torno da qual orbitam pelo menos sete planetas conhecidos.

A estrela

A estrela Trappist-1 foi observada em 1990 por meio do projeto 2MASS, sendo catalogada, portanto, em 2003, com o nome 2MASS J23062928-0502285.

É uma estrela pequena, com raio pouco maior que Júpiter e magnitude aparente 18,7, classificada como uma estrela anã-vermelha super fria, da classe espectral M8V. Anãs-vermelhas costumam viver muito mais que as demais estrelas e, apesar de sua idade ainda não ser determinada, estima-se que

Trappist-1 possui mais de 500 milhões de anos.

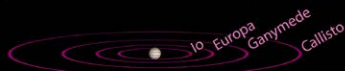
Os exoplanetas

Atualmente, são conhecidos sete planetas, descobertos pelo método do trânsito*, orbitando Trappist-1. Os primeiros três detectados com o telescópio Trappist e, depois com o auxílio do

Esta ilustração representa, em escala comparativa, o sistema planetário de Trappist-1 (em azul) com nosso Sistema Solar (em amarelo) e o sistema de Júpiter e suas Luas (em magenta).

Todos os sete exoplanetas descobertos em órbita da estrela anã-vermelha Trappist-1 cabem com folga dentro da órbita de Mercúrio, o planeta mais interno do nosso Sistema Solar. Trappist-1 também é apenas uma fração do tamanho do nosso Sol, não sendo muito maior do que Júpiter. Desta forma, as proporções do sistema Trappist-1 assemelham-se mais se com Júpiter e seus satélites do que o nosso Sol com seus oito planetas.

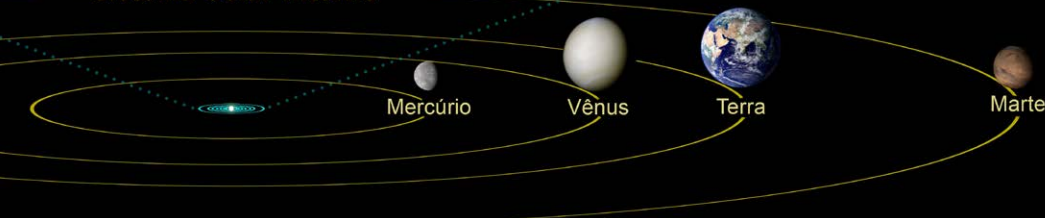
Júpiter e suas maiores luas



Sistema Trappist-1



Sistema Solar Interno



telescópio espacial Spitzer, foram identificados outros quatro. A mesma técnica também possibilitou que os cientistas aferissem período orbital, dimensão e massa dos planetas e, conseqüentemente, a densidade e propriedades.

Os planetas são rochosos, de dimensões e massas comparáveis com as da Terra e Vênus e, dentre eles, pelo menos três estão localizados na zona habitável*, o que quer dizer que possuem condições de abrigar água em estado líquido na superfície. Tais características e condições colocam os pla-

netas do sistema Trappist-1 na lista dos exoplanetas potencialmente habitáveis.

O sistema

Como Trappist-1 é bem menor, não sendo muito maior que Júpiter, e muito mais fria que o Sol, com temperatura efetiva de 2.550 K (o Sol possui 5.778 K em sua superfície), os planetas em zona habitável estão bem mais próximos da estrela - todos os planetas descobertos poderiam caber facilmente dentro da órbita de Mercúrio. São, também, bem mais próximos uns dos outros, lembrando mais Júpiter e seus satélites do que nosso próprio Sistema Solar.

Telescópio Espacial James Webb

Ainda há muito o que descobrir do sistema Trappist-1, como, por exemplo, a excentricidade orbital do planeta Trappist-1h, bem como se ainda há mais planetas no sistema.

As curvas de luz obtidas pelo

método do trânsito, combinadas às medições terrestres, aumentarão o número de dados do tempo de trânsito para cada um dos planetas, dando-nos informações mais precisas da massa e excentricidades orbitais. Precisa-se, também, confirmar se os planetas são principalmente rochosos ou se contêm uma certa quantidade de voláteis, como água.

As primeiras tentativas para detectar as atmosferas dos planetas do sistema Trappist-1 poderão ser feitas usando o Hubble. Contudo, investigações mais profundas das atmosfera, como informações de temperaturas e composições químicas serão possíveis graças ao James Webb.

Fontes:
www.nasa.gov
www.trappist.one
www.spitzer.caltech.edu

Adriane Casteleira
é integrante do grupo de astronomia Gedal, administradora das redes sociais da AstroNova.

Os planetas são rochosos, de dimensões e massas comparáveis com as da Terra e Vênus e, ao menos, três deles estão localizados na zona habitável do sistema



astrofotógrafo: Luiz Leão
@luizleao



O MUNDO DA IMPRESSÃO 3D O PROCESSO DE IMPRESSÃO

Ricardo Francisco Pereira
ricardo@astronova.com.br

Continuamos nossa saga dos textos sobre impressões 3D com o terceiro texto da série, serão quatro no total. Nesse texto, o objetivo é mostrar um pouco do processo que vai da escolha da peça ao término da impressão.

Escolha da peça

Existem vários portais que disponibilizam modelos 3D gratuitos, portais como o Thingiverse, MyMiniFactory, Cults3D e Prusa Printers são os mais populares e com o maior núme-

ro de modelos disponíveis. Alguns desses portais também tem modelos que você pode comprar e existem muitos outros portais que só tem conteúdo a venda, então há modelos de todos os tipos e gostos. Existe um site chamado Thangs (<https://thangs.com>) que pode ser muito útil porque ele é um buscador de modelos, sua função é ajudar os usuários a encontrar os modelos desejados pesquisando diretamente em muitos portais diferentes, o que pode facilitar bastante para o usuário não ter que ficar buscando seus modelos em cada portal.

Para mostrar todo o processo de impressão, eu escolhi para imprimir um modelo do Asteroide Bennu disponível no portal Thingiverse (<https://www.thingiverse.com/thing:3263492>)

Fatiamento

Essa é a parte mais importante do processo de imprimir uma peça, é nesse momento que os iniciantes na impressão 3D mais sofrem e se frustram, a ponto de muitos desistirem da impressão 3D.

Hoje em dia, há vários canais muito bons no Youtube com ví-

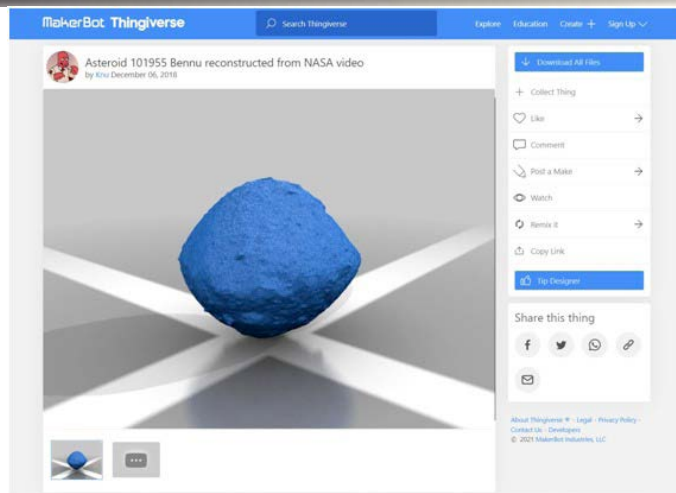


Imagem 1: Print da página no portal Thingiverse do modelo que escolhi para imprimir.



Imagem 2: Um resumo do processo da escolha de um modelo até a peça finalizada. Fonte: moust.com.br

deos ensinando o básico da Impressão 3D. Também há vários cursos gratuitos e pagos para ter acesso as videoaulas, tudo isso ajuda muito, entretanto, não existe ganho de experiência melhor do que imprimindo o máximo de coisas possíveis, descobrindo os limites de sua impressora e melhorando suas

habilidades na configuração das impressões.

Em um software chamado de Fatiador você importa o modelo 3D escolhido e irá configurar as características de impressão que você quer e posteriormente mandar o código gerado para a impressora. Existem vários

fatiadores diferentes, mas os 3 mais usados são: Simplify3D (pago), Ultimaker Cura e Prusa Slicer (ambos gratuitos). Existem vários outros, mas a maioria são fatiadores mais simplificados, com menos parâmetros para configurar. Esse pode até ser um caminho mais fácil para aprender o básico da impressão 3D e conforme vai melhorando sua habilidade, passe a usar fatiadores que lhe permitam trabalhar as configurações de mais parâmetros. O Ultimaker Cura (ou popularmente Cura) é o mais completo na atualidade.

Basicamente o fatiador vai pegar o modelo virtual 3D e de acordo com as suas configurações de impressão, vai fatiar a peça em camadas horizontais e vai dizer para a impressora como imprimir camada por camada.

Existem muitos parâmetros a serem configurados para realizar uma impressão e a dificuldade para alguém que seja iniciante na impressão 3D é configurar esses parâmetros. Aos poucos, com a experiência, o usuário vai aprendendo me-



Imagem 3: Print da tela do Prusa Slicer mostrando as configurações de impressão relacionadas somente aos parâmetros da camada de impressão e perímetros.

lhor sobre as características da sua impressora e das peças que quer imprimir, desenvolvendo uma configuração básica (até mais de uma) onde você muda poucos parâmetros a cada impressão que vai fazer.

São muitos parâmetros configuráveis e eles podem ter no-

mes diferentes nos diferentes fatiadores, então apresento os principais (destaco que mesmo dentre esses principais, tem sub configurações que podem melhorar as configurações principais):

- **Altura de camada:** normalmente varia de 0,1 a 0,3 mm

de espessura, quanto menor a altura de camada, maior a resolução de impressão, ou seja, melhor a qualidade da impressão porque as peças terão menos as marcas características do processo da impressão 3D que são as linhas das camadas.

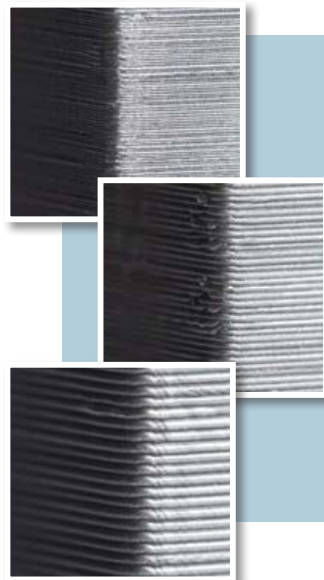


Imagem 4: Detalhes da superfície de algumas impressões 3D mostrando a diferença na superfície de acordo com a altura de camada. Na esquerda, a peça foi impressa com uma altura de camada mais baixa e a peça da direita, com uma altura de camada mais alta.

Fonte: moust.com.br

● **Preenchimento:** o material que vai dentro da peça, na maioria das vezes é necessário para suportar a impressão no topo da peça. É dado em porcentagem e quanto maior a porcentagem, mais material vai dentro da peça, tornando-a mais forte, entretanto, aumentando o tempo de impressão e a quantidade de material (filamento) usado.

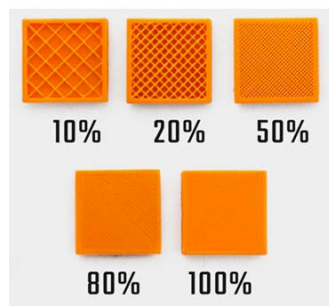


Imagem 5: Conjunto de peças impressas mostrando a diferença entre os percentuais de preenchimento das peças.

Fonte: oaloo.com.br

● **Espessura de camadas (fundo, topo e paredes verticais):** Sobre as camadas do fundo e no topo das peças, apesar de você poder escolher quantas camadas você quer, a espessura de cada camada é a mesma indicada na Altura de Camada. Sobre as paredes ver-

ticais, você pode escolher quantas quer, mas cada parede terá a espessura do tamanho da abertura do bico de impressão, que normalmente é de 0,4 mm, com isso, você define a largura total que a parede vertical (laterais da peça) deve ter (de preferência um valor múltiplo do diâmetro do bico). Só para deixar claro que existem bicos de impressão de abertura de tamanhos diferentes, tanto para menos de 0,4 mm quanto para mais do que isso, mas toda impressora 3D normalmente vem com um bico de 0,4 mm de abertura, por isso é de longe o tamanho mais comum.

● **Velocidade:** A velocidade é o parâmetro que mais influencia na configuração dos demais parâmetros, especialmente na temperatura, retração e altura de camada. Na minha opinião é o parâmetro mais difícil de aprender a configurar, mas com o tempo é possível encontrar uma velocidade que seja compatível com a sua impressora (do que ela é capaz) imprimindo peças com qualidade. Assim como outros parâmetros, existem muitas sub-

-configurações de velocidade para situações muito específicas, como a velocidade de impressão das paredes verticais, as paredes interna e a externa, velocidade do preenchimento, velocidade do suporte, a velocidade de movimentação da cabeça de impressão etc.

● **Temperatura de Impressão:** É um dos parâmetros mais básicos, mas também um dos mais importantes. Como o processo de impressão 3D de impressoras que usam filamento plástico é derreter esse material e extrusar ele pelo bico de impressão, cada tipo de filamento tem as suas características físicas, até mesmo tem diferenças entre marcas do mesmo tipo de filamento), por isso cada tipo de filamento tem temperaturas de impressão diferentes. Esse parâmetro está muito ligado à velocidade e altura de camada. Por exemplo, se você estiver imprimindo com uma altura de camada menor, uma temperatura alta pode piorar a qualidade de impressão e se a altura de camada for mais alta, você precisa de mais temperatura para não ter problema

com o fluxo de filamento extrusado. Com relação à velocidade é a mesma coisa, se a velocidade de impressão é lenta, o fluxo de filamento extrusado não é muito e você pode baixar alguns graus a temperatura de extrusão, mas se a velocidade de impressão for alta, demandando um alto fluxo de material a ser extrusado, é necessário uma temperatura maior do bico de extrusão.

● Temperatura da mesa de Impressão:

A função de uma mesa aquecida é gerar uma aderência entre a mesa de impressão e a peça sendo impressa. Para cada tipo de material, há uma temperatura adequada para que essa aderência se mantenha enquanto a peça está sendo impressa, por isso é um dos parâmetros mais importantes, apesar de ser simples. Destacamos que uma peça pode ser impressa em uma mesa de impressão que não seja aquecida, mas nesse caso, é necessário usar certos produtos para que a peça permaneça colada na mesa de impressão. Mesmo para uma mesa aquecida, é conveniente usar algum

tipo de substância para aumentar a aderência da peça à mesa de impressão. Particularmente eu uso spray para cabelo, mas pode ser usado cola em bastão e até mesmo já existem produtos específicos desenvolvidos para a impressão 3D que aumentam a aderência das peças na mesa.

● **Retração:** Enquanto a impressora está imprimindo, o filamento está sendo empurrado pela extrusora em direção ao bico de impressão. Como a temperatura nele é muito alta (entre 200° e 250°C dependendo do material), ele derrete o filamento que assim consegue passar pelo bico bem mais estreito que o diâmetro do filamento (1,75 mm). Durante o funcionamento da impressora, quando a cabeça de impressão precisa se mover para outro lugar, ela não pode continuar

a imprimir em cima de onde já imprimiu naquela camada, mas como a temperatura do bico continua alta, o filamento que está no bico derrete e escorre no que já foi impresso e isso piora muito a qualidade da impressão, então na maioria das vezes, quando a cabeça de impressão só vai se mover para outro lugar sem imprimir, é preciso recolher um pouco o filamento e depois empurrá-lo de volta. O tanto que ele recolhe é a retração e esse parâmetro depende muito do tipo de impressora e dos parâmetros velocidade e temperatura de impressão.

Suporte

Esse não é um parâmetro básico de impressão, mas sim com relação à peça que você quer imprimir, então depende do usuário olhar a peça no fatia-

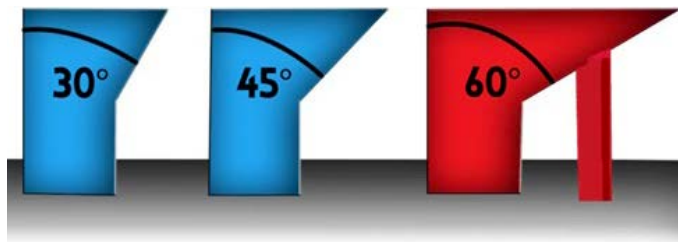


Imagem 6: Peças cuja parte externa estão inclinadas para fora, mostrando o ângulo do overhang e a necessidade de suportes.

Fonte: mahadecor.com.br

dor e detectar a necessidade ou não de usar suportes. Existem 2 situações na qual os suportes são necessários, para entendê-las, voltamos ao princípio básico da Impressão 3D que é a manufatura aditiva, o fatiador divide a peça em camadas e camada por camada a impressora vai imprimindo a peça.

A primeira situação é quando a parte externa da peça tem uma inclinação para fora muito alta em relação à vertical, chamamos esse ângulo de Overhang. Nessa situação, cada camada é impressa um pouquinho deslocada para fora da camada anterior, então quanto mais alto é o overhang, mais deslocada é impressa a camada de cima. Se essa inclinação é muito alta, prejudica a qualidade da impressão porque essa parte externa da peça ficará deformada, para evitar isso, é necessário o uso de suportes.

Destacamos que o próprio suporte em uma determinada região da peça ainda causa um dano na superfície dela, um dano muito menor que tentar imprimir sem suporte, mas

ainda é um dano.

A segunda situação é quando em uma determinada camada a impressora começaria a imprimir no vazio onde não tem nada impresso abaixo. Nessa situação, o material extrusado não teria um apoio e acabaria pendurado em uma forma totalmente fora do que deveria ficar quando impresso. Para evitar isso, é necessário que os suportes sejam impresso logo abaixo dessa região para dar suporte aquela parte da peça que começará a ser impressa.

Observe atentamente na imagem 7 os braços do cristo redentor. Se não houvesse os suportes, eles começariam a ser impressos no ar e assim a impressão da peça ficaria comprometida.

Conforme você vai adquirindo experiência na impressão 3D, o usuário vai aprendendo a configurar melhor os suportes e detectar melhor quando é necessário e como configurá-los. Essas configurações também dependem da capacidade da impressora 3D, entender os

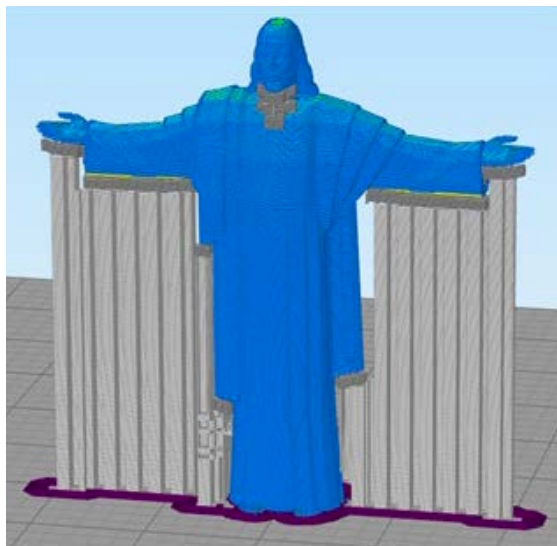


Imagem 7: Um modelo do Cristo Redentor no software fatiador mostrando onde serão impressos os suportes. Fonte: encrypted-tbn0.gstatic.com

limites do que a sua impressora consegue imprimir bem ou não é algo fundamental para aprender para dominar a impressão 3D.

Vamos ao que interessa

Como já indicamos anteriormente, a peça a ser impressa é um modelo do Asteroide Bennu. Vamos importar o modelo no fatiador Prusa Slicer.

Observem na Imagem 8 o modelo do Bennu. A área de contato do modelo com a mesa de impressão é bem pequena, o que levaria a ter problemas de ade-

rência da peça na mesa durante a impressão, especialmente se a impressão chegasse na parte do meio da peça. Outro problema é que na metade inferior da peça, o ângulo em relação à vertical (overhang) é alto, portanto, é necessário o uso de suportes, que gastaria mais material, levaria bem mais tempo de impressão e a superfície da peça que seria impressa em cima dos suportes ficaria ruim, diminuindo muito a qualidade final da peça impressa.

Uma solução é cortar a peça pela metade e imprimir o mo-

delo em 2 partes, que tem que ser coladas após o término da impressão.

Nessa configuração a impressão é bem mais rápida e a qualidade da superfície será bem melhor. Dividido em 2 partes e sem suportes, o tempo total de impressão indicado pelo software é de aproximadamente 8 horas e 8 minutos e usará 41,86 metros de filamento. Se fosse imprimir com o modelo em uma única parte e usando suportes, o tempo de impressão seria de aproximadamente 11 horas e 16 minutos usando

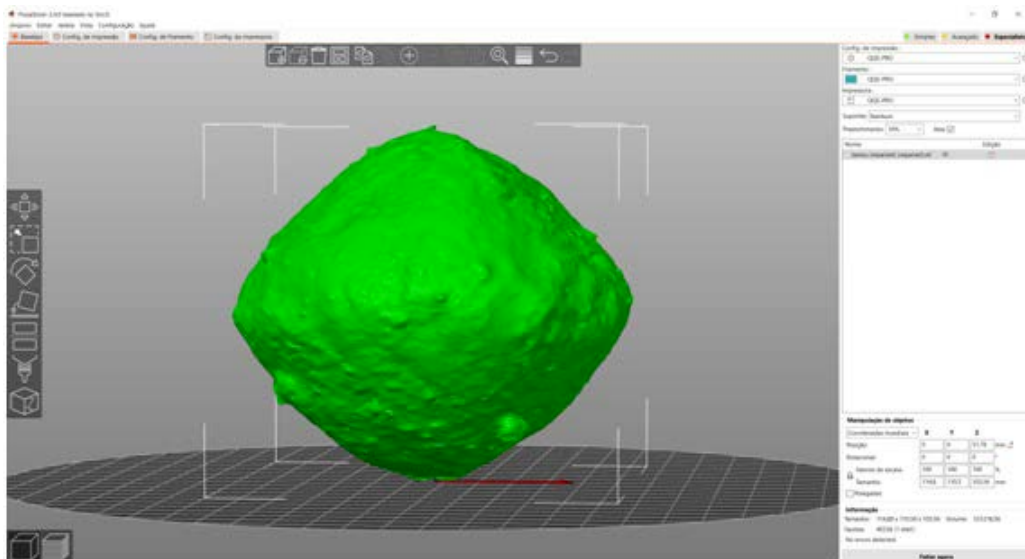


Imagem 8: Modelo do Asteroide Bennu no software Prusa Slicer.

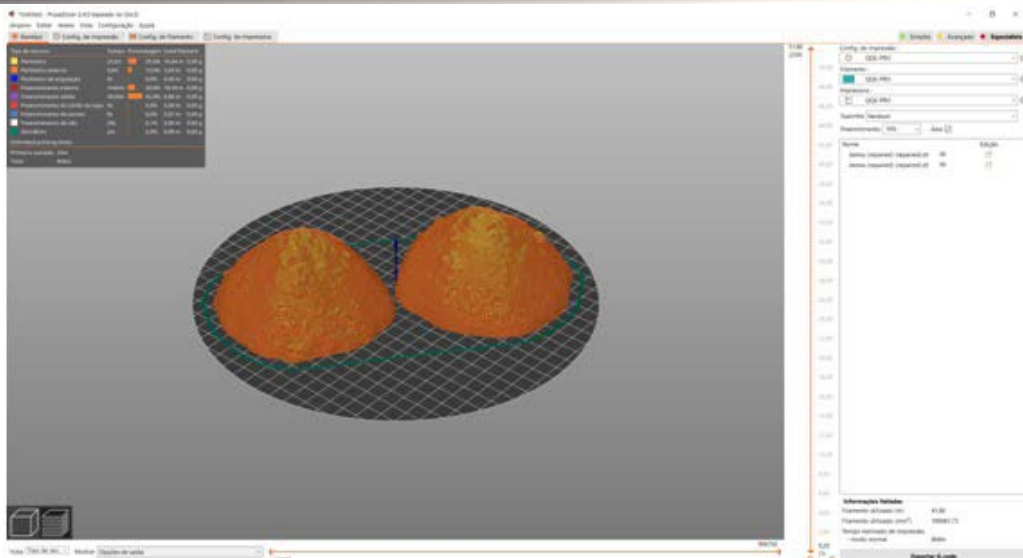


Imagem 9: Modelo do Asteroide Bennu dividido em 2 partes no software Prusa Slicer.

50,42 metros de filamento.

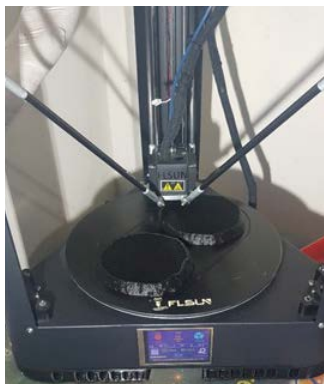
Agora é fazer com que o Prusa Slicer exporte o arquivo no formato que a impressora consiga ler e reproduzir os passos indicados para imprimir o modelo.

As próximas imagens mostrarão alguns momentos enquanto a impressora trabalha imprimindo o modelo do asteroide Bennu.

Depois que a impressão é finalizada é hora da pós-impressão, ou seja, se a peça não está totalmente pronta, é necessário

trabalhar nela para deixá-la finalizada. Para nosso caso do asteroide Bennu, nós o cortamos em 2 partes para facilitar a impressão, então é necessário co-

lar as 2 partes e nem sempre é tarefa fácil, como é o caso desse modelo. Como a superfície da peça é irregular, acertar a colagem para que as duas partes



Imagens 10 e 11: A primeira imagem mostra um momento intermediário durante a impressão do modelo do Asteroide Bennu e a segunda imagem mostra o término da impressão.

não fiquem desalinhadas é um pouco difícil, mas com paciência e analisando a situação, é possível conseguir fazer bem-feito. Para esse tipo de situação, de colar peças cuja superfície é irregular, recomendamos usar uma supercola daquelas que não cola imediatamente (de preferência as que demorem um tempo em torno de 60 segundos para secar), assim, é possível ir ajustando a posição das partes para fazer um bom alinhamento delas.

Para o asteroide Bennu, seria melhor usar um filamento na cor marrom escuro e de preferência fosco, porque assim era só colar as 2 partes e o asteroide estaria pronto, mas como não tenho um filamento nessa cor, então foi necessário pintá-lo. Eu tenho uma tinta spray na



Imagem 12: Modelo impresso do Asteroide Bennu.

cor marrom, mas é brilhante, o que na minha opinião não ficou legal na peça, mas pelo menos é melhor que o preto, que era a cor original do filamento.

Percebam que no meio da peça fica a linha da junção das 2 partes, isso é algo que é virtualmente impossível de eliminar em uma peça. O que eu quero mostrar aqui é que o usuário, aquele que está configurando a impressão, ele precisa ver o modelo e prever as coisas que podem acontecer na peça que será impressa. Quando eu comentei sobre os suportes, eu falei que eles causariam um dano em uma grande área da superfície na parte inferior da peça e que, para economizar filamento, diminuir o tempo de impressão e manter a qualidade da superfície intacta, eu decidi imprimir o modelo dividido em 2 partes, ou seja, eu escolhi ter uma peça com essa divisão no meio dela em vez de ter uma impressão que teria uma grande área danificada, o que também deixaria a pintura mais feia.

Se você leitor chegou até aqui, meus parabéns e desculpa pelo

texto muito longo, meu objetivo foi mostrar um pouco do processo que é imprimir uma peça, da escolha do modelo à peça finalizada. Obviamente seria mais fácil fazer um vídeo sobre isso em vez de escrever um texto, entretanto, eu espero que você tenha conseguido compreender um pouco desse processo e quem sabe se interessar mais por esse fantástico mundo da impressão 3D.

Nos vemos na próxima edição da Revista Astronova onde será publicado o quarto e último texto da série, onde vamos discutir um pouco sobre o potencial das peças impressas 3D na Educação.

Para saber mais

- O mundo da impressão 3D: Aplicações. Revista Astronova, nº31.
- O mundo da Impressão 3D: Impressoras 3D e filamentos. Revista Astronova, nº 32.

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.



Cometa C/2021 A1 (Leonard)
Astrofotógrafo: Ricardo Francisco Pereira
Pós-processamento: Adriane Casteleira
25 de dezembro de 2021, Maringá - PR

QUÃO ESCURO É O SEU CÉU?



Orion e Cão Maior



Cruzeiro do Sul e Carina

Registro por: **Mariana Tasso Candido de Lima**
Foto: Celular iPhone 12 / Tempo de exposição: 3s
Local: Cabo Polonio - Uruguai
janeiro/2022

Escala de Bortle

Criada pelo astrônomo amador John E. Bortle, e publicada em 2001 na revista *Sky and Telescope*, a escala classifica o céu noturno, qualificando em 9 níveis a observabilidade não instrumentada em relação à interferência causada pela poluição luminosa, sendo 1 para os céus mais limpos, livres de poluição luminosa, e 9 para céus de grandes cidades.

Os sites abaixo possuem mapa interativo, baseados na Escala de Bortle, que avaliam em tempo real as condições do céu do mundo todo em relação à poluição luminosa:

- www.lightpollutionmap.info
- www.cleardarksky.com

Saiba mais:

- skyandtelescope.org/observing/how-dark-is-your-night-sky/
- Revista AstroNova ed.08. - pg. 11

Em passeio turístico, Mariana Tasso Candido de Lima registrou o céu de Cabo Polonio, no Uruguai, onde, segundo a Escala de Bortle, é de classe 2, munida apenas de seu aparelho celular e sem conhecimento básico sobre astrofotografia, pôde capturar o Cruzeiro do Sul e a nebulosa escura Saco de Carvão, região de Eta Carinae e estrelas de alta magnitude, como as que compõem a constelação de Monoceros (Unicórnio), próxima de Órion.

CALENDÁRIO DE OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA *Outono*

Um pequeno guia para observar o céu durante a estação.
de 20 de março a 21 de junho

28/03 **Lua, Marte, Vênus e Saturno formarão um belíssimo quadrilátero** no céu, na direção leste, a partir das 3h da madrugada.

30/03 **Conjunção** entre a Lua e Júpiter ao leste, antes do amanhecer.

05/04 **Conjunção de Marte e Saturno** a partir das 3h da madrugada. Os planetas estarão separados no céu por apenas 20' de arco.

29/03 **Conjunção entre Vênus e Saturno**, durante a madrugada, na direção leste

LUZ ZODIACAL

Durante os primeiros dias dos equinócios, em céus com baixíssima poluição luminosa e atmosférica, é possível observar a **Luz Zodiacal**.

Pode ser observado no céu noturno em torno de uma hora antes do nascer do Sol ou até uma hora depois do pôr do Sol, nas direções leste e oeste.

A Luz Zodiacal é um tênue feixe de luz, visto no céu noturno e que se estende ao longo do plano da eclíptica e é causada pela dispersão da luz do Sol nas partículas de poeira espalhadas em todo o Sistema Solar.

A Luz Zodiacal no céu sobre o Observatório Paranal, do Eso



17/04 **Alinhamento dos planetas**
Júpiter, Vênus, Marte e Saturno. Pouco antes do amanhecer, na direção leste.

22/04 **Pico da Chuva de Meteoros Líridas.**

27/04 **Conjunção** entre a Lua, Vênus e Júpiter, ao leste, a partir das 4h.

06/05 **Chuva de meteoros Eta-Aquaridas.**

11/05 **Alinhamento dos planetas**
Vênus, Júpiter e Marte. Ao leste, a partir das 4h.

29/05 **Conjunção Marte e Júpiter.** Os planetas estarão separados por 30' de arco, ao leste, observável a partir das 2h30.

11/06 **Vênus e Urano em conjunção** ao leste, a partir as 4h. Os planetas estarão separados em 2°. Urano poderá ser observado com binóculos em céus escuros.

14/06 **Super Lua.** O evento popularmente conhecido como Super Lua nada mais é do que o perigeio da Lua, isto é, a máxima aproximação do nosso satélite com a Terra, durante a fase cheia.

16/05 **Eclipse Lunar Total**
Visível em todo continente americano e em parte da África. O Brasil todo poderá contemplar o fenômeno em sua totalidade. No Paraná, terá início no domingo às 22h32 e seu máximo será a 1h11 do dia 16/05.

referências:

- www.timeanddate.com
- Efemérides dos Principais Eventos Astronômicos de 2022. UFTJ.
- ssd.jpl.nasa.gov
- stellarium.org



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](#)**

 **[/AstroNovaBrasil](#)**

 **[/rev_astronova](#)**

 **[/revistaastronova](#)**

 **[/astronova](#)**