

REVISTA DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

Ano 12 - Nº 45 - Março/2025

AstroNova

**COMO O CÉU PODE TE GUIAR
EM UMA ILHA DESERTA**



**PULSARES:
OS MAIS PRECISOS
"RELÓGIOS" DO UNIVERSO**



OS MUITOS "CALORES"



**O RELÓGIO
ASTRONÔMICO DE PRAGA**



ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL 

ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL TIANGONG 

AGENDA DOS LANÇAMENTOS ESPACIAIS 



Wilson Guerra
GCAA

EDITORIAL

Iniciamos 2025 com a edição n. 45 da revista AstroNova.

Começamos esta edição com uma matéria da física e astronôma Micheli Trindade Moura, que nos mostra o céu um tipo de GPS primordial, permitindo que nos localizemos em nosso planeta.

Em seguida, Rafael Cândido trata sobre os Pulsares, objetos super densos, restos de estrelas de grande massa, que tem a peculiaridade de emitir sinais de rádio em uma regularidade cronométrica muito precisa. E já que foi citada a regularidade cronométrica, Rafael também trata nesta edição sobre o Relógio Astronômico de Praga, um

artefato mecânico medieval repleto de astronomia em sua concepção.

E finalmente, Luiz Felipe Demétrio nos traz um conteúdo de Física Básica e detalha conceitos e propriedades do calor, a energia térmica trocada entre sistemas e como isso influencia o nosso cotidiano.

Claro que a Astronáutica, não fica de fora, com a agenda de lançamentos espaciais e um resumo das atividades nas estações espaciais Internacional e Tiangong.

Uma boa leitura!

EXPEDIENTE

Conselho editorial:

Adriane Casteleira
Maico A. Zorzan
Rafael Cândido Jr.
Wilson Guerra

Redatores desta edição:

Adriane Casteleira
Luiz Felipe Demétrio
Rafael Cândido Jr.
Ricardo Francisco Pereira

Arte e Diagramação:

Wilson Guerra

Astrofotos:

Adriane Casteleira
Bruno Bonicentro
Luiz Nacamura
Ricardo Francisco Pereira

Capa:

Cometa C/2024 G3 Atlas

26/01/2025

Astrofotógrafo: Maico Zorzan



COMO O CÉU PODE TE GUIAR EM UMA ILHA DESERTA

09



PULSARES: OS MAIS PRECISOS "RELÓGIOS" DO UNIVERSO

19



OS MUITOS "CALORES"

25



O RELÓGIO ASTRONÔMICO DE PRAGA

33

PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

EUA

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)
Satélites Starlink
Local: Cabo Canaveral
Data: 30/03/2025

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)
Mantimentos para ISS
Local: centro espacial Kennedy
Data: 21/04/2025

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)
Crew Dragon: tripulação comercial Fram2
Local: centro espacial Kennedy
Data: 01/04/2024

Foguete: New Glenn (Blue Origin)
Missão Escapade; 2 satélites para Marte
Local: cabo Canaveral
Data: 05/2025

RÚSSIA

Foguete: Soyuz 2 (Roscosmos)
Soyuz MS-27, tripulação da ISS
Local: Cosmódromo de Baikonur
Data: 08/04/2025

Foguete: Soyuz 2 (Roscosmos)
Progress MS-31; mantimentos para ISS
Local: Cosmódromo de Baikonur
Data: 03/06/2025

Foguete: Angara 2.1 (Roscosmos)
1º voo oficial: satélite militar Kosmos
Local: Cosmódromo de Plesetsk
Data: 28/04/2025

Foguete: Soyuz 2 (Roscosmos)
Satélites Ionosfera 3 e 4
Local: Cosmódromo de Vostochny
Data: 06/2025



PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

Foguete: Longa Marcha 2D (CNSA)

Satélite CASC

Local: base de Jiuquan

Data: 01/04/2025

Foguete: Longa Marcha 3B (CNSA)

Missão Tianwen-2; retorno de amostras de asteroide

Local: centro espacial Xichang

Data: 05/2025

Foguete: Longa Marcha 6 (CNSA)

Satélite CASC

Local: centro espacial de Taiyuan

Data: janeiro/2025

Foguete: Longa Marcha 2F (CNSA)

Shenzhou-20 com tripulação para estação espacial Tiangong

Local: base de Jiuquan

Data: 05/2025



ÍNDIA

Foguete: GSLV-II (ISRO)

Satélite NI-SAR observação da Terra por radar

Local: Centro Espacial Satish Dhawan

Data: 20/05/2025



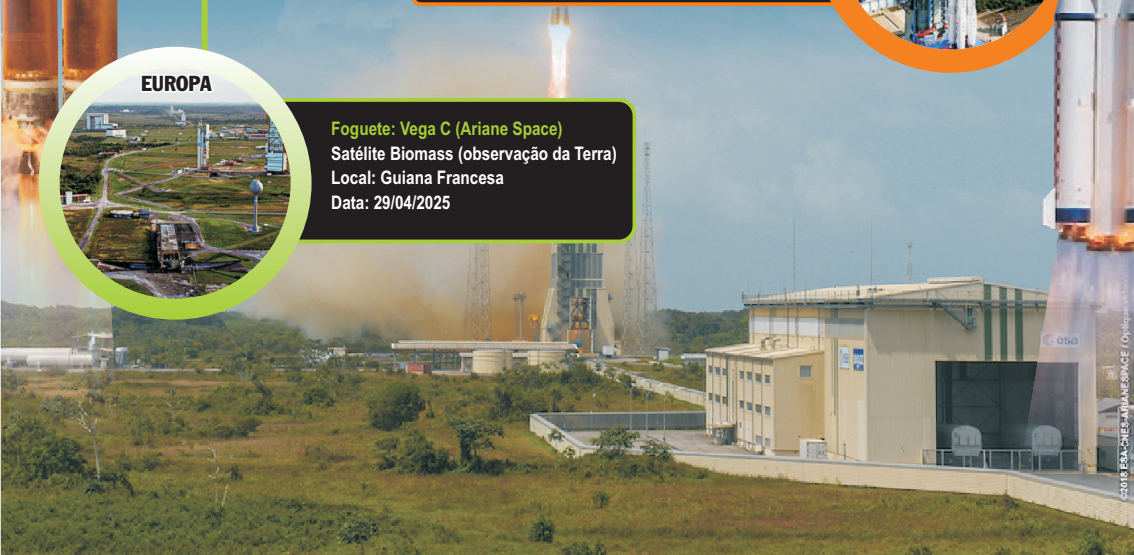
EUROPA

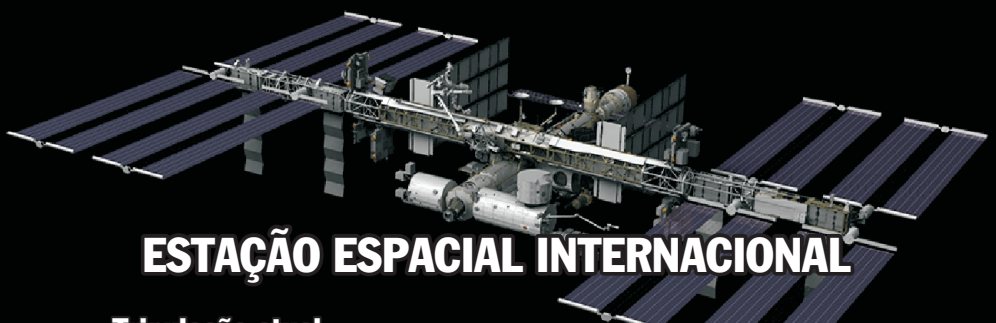
Foguete: Vega C (Ariane Space)

Satélite Biomass (observação da Terra)

Local: Guiana Francesa

Data: 29/04/2025





ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

Tripulação atual



Próximas Expedições

Crew-11: SpaceX (07/2025)



Principais atividades: janeiro a março/2025



A astronauta Nichole Ayers coloca amostras de sangue em unidade de ambiente criogênico.

Soyuz MS-27: Roscosmos (08/04/2025)



Retorno dos astronautas Suni Williams e Butch Wilmore, 8 meses após problemas na nave Boeing Starliner.



Astronauta Suni Williams realiza manutenção de equipamentos na parte externa da Estação.

Estação Espacial Tiangong

Principais atividades: janeiro a março/2025

Tripulação atual (Shenzhou-19)



Taikonauta Cai Xuzhe instala equipamentos na parte externa da estação Tiangong.



Tripulação dá sequência a experimentos científicos.



Instalação de instrumentação científica.



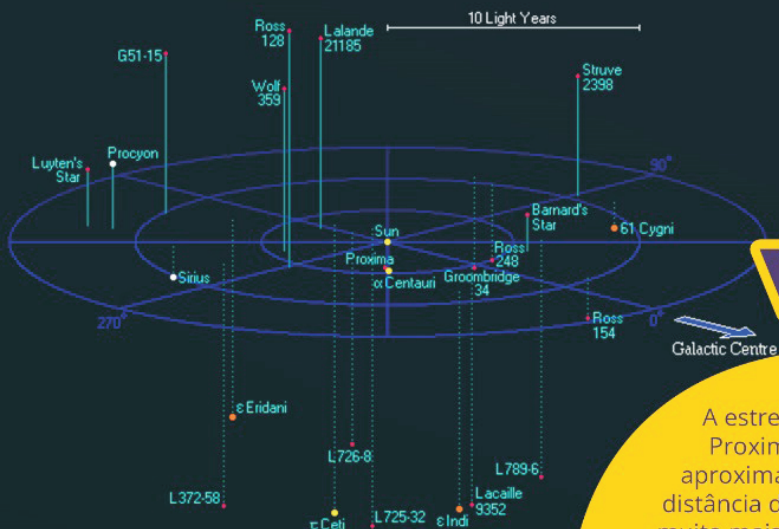
COMEÇANDO NA ASTRONOMIA

Esta sessão da revista é dedicada aos alunos e professores do Ensino Fundamental e Médio e a todos os que querem aprender mais sobre Astronomia, a partir do básico.

#10 SISTEMA ASTRONÔMICO DE UNIDADES

Ano luz

Lembre-se: Ano-luz é uma medida de distância, não de tempo! Um ano-luz é uma unidade de medida usada para calcular distâncias no espaço e é representado pela distância que a luz percorre em um ano juliano, viajando a uma velocidade de 300 mil quilômetros por segundo, isto é, cerca de 9,46 trilhões de quilômetros ($9,46 \times 10^{12}$ km), segundo o que foi definido pela União Astronômica Internacional (IAU).



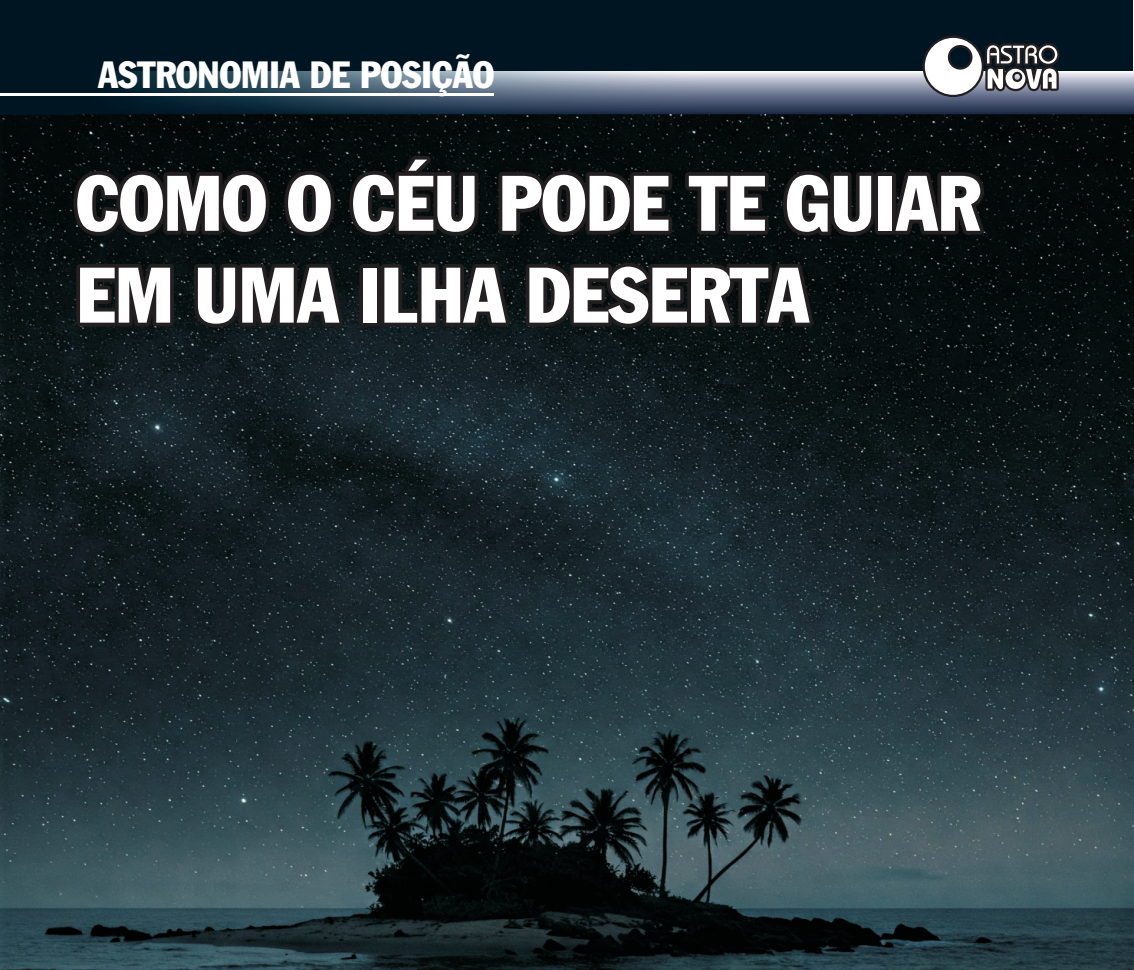
Acima, mapa mostrando as estrelas que se encontram em um raio de 12,5 anos-luz do Sol

Você sabia?

A estrela mais próxima do Sol é Proxima Centauri, localizado a aproximadamente 4,24 anos-luz de distância da Terra. Sua luminosidade é muito mais fraca do que a do Sol, o que a torna invisível a olho nu.

Parece pouco, mas essa distância é tão grande que uma espaçonave viajando a 17,3 Km/s levaria cerca de 73 mil anos para alcançá-la.

COMO O CÉU PODE TE GUIAR EM UMA ILHA DESERTA



Micheli Trindade Moura
micheli.t.moura@gmail.com

Imagine acordar em uma ilha deserta. Sem um mapa, bússola ou tecnologia. Além de atender às necessidades imediatas, como encontrar água e abrigo, identificar sua localização geográfica seria o próximo passo natural. Mas, como descobrir onde você está?

Nesse cenário hipotético acompanharemos um

observador na sua jornada de localização no globo terrestre, usando apenas Astronomia de posição e reconhecimento do céu.

A capacidade de determinar com precisão onde estamos no vasto planeta Terra é um dos maiores triunfos da humanidade. No passado, esse desafio foi enfrentado pelos navegadores. Hoje contamos com o sofisticado Sistema de Posicionamento Global (GPS), que depende

de satélites e conceitos desenvolvidos ao longo dos séculos, especialmente sobre a determinação precisa de posições e sua relação com a passagem do tempo.

O primeiro "relógio" da humanidade

Ao longo dos séculos, a humanidade demonstrou grande habilidade em compreender e registrar a passagem do tempo. Um exemplo disso está na

transição do nomadismo para a vida sedentária, quando as populações passaram a se estabelecer em regiões propícias à agricultura e à domesticação de animais. Nesse momento, tornou-se essencial acompanhar os ciclos da natureza para prever períodos de chuva, seca e colheita. Para isso, as primeiras civilizações observaram o nascer e o ocaso do Sol, bem como as fases da Lua, utilizando esses fenômenos como referências mensuráveis da passagem do tempo.

Além do Sol e da Lua, o céu noturno é aproximadamente imutável e, ao mesmo tempo, cíclico. As estrelas, organizadas na esfera celeste, marcam uma escala de tempo própria. As constelações — regiões do céu delimitadas por agrupamentos específicos de estrelas — se alteram ao longo do tempo. Para um observador em quase qualquer¹ ponto do planeta, noite após noite, algumas constelações desaparecem no horizonte oeste, enquanto novas constelações surgem ao leste. Em um intervalo de meses, grande parte do céu visível se transforma completamente. E o mais importante: esse

padrão se repete, como em um relógio.

Como a Terra gira de oeste para leste em seu movimento diário, o nascer e o ocaso dos astros acontecem de leste para oeste. Isso é semelhante ao movimento de um carrossel: enquanto você gira em uma direção, as árvores e o ambiente ao redor parecem se mover na direção oposta.

Conforme a Terra se desloca ao redor do Sol em seu movimento anual, o céu também muda, fazendo com que diferentes constelações se tornem visíveis em diferentes épocas do ano. Esse fenômeno também é parecido com o exemplo do carrossel: à medida que você se move, o que está à sua frente muda, e ainda é cíclico.

Hemisférios e época do ano

A jornada do observador para identificar sua localização começa olhando para cima e contemplando o céu noturno. Ele irá notar que o céu parece uma imensa cúpula, como se o céu envolvesse a Terra toda, com as estrelas dispostas em um domo de vidro, por exemplo, uma esfera celeste. Nessa esfera gigantesca envolvendo a Terra as

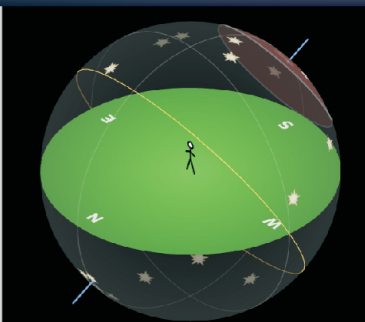
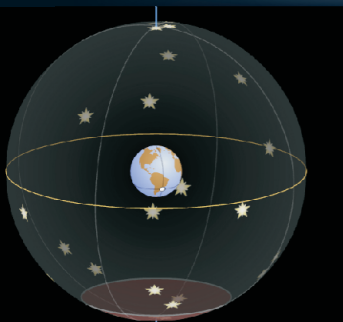
estrelas visíveis parecem estar fixas em sua superfície. Elementos geográficos da Terra, como o equador e os polos geográficos, são projetados nessa esfera, estabelecendo o equador celeste e os polos celestes, norte e sul.

Dependendo da localização do observador na Terra, diferentes estrelas e constelações serão visíveis no céu. No hemisfério sul (HS), constelações como o Cruzeiro do Sul aparecem próximas do polo celeste sul (PCS), enquanto no hemisfério norte (HN), constelações como a Ursa Maior e a Ursa Menor estão próximas do polo celeste norte (PCN).

As constelações que circundam os polos são chamadas de circumpolares porque giram ao redor do polo celeste correspondente. Como o polo celeste está sempre acima do horizonte, essas constelações também permanecem visíveis durante o ano todo. Porém, para latitudes próximas ao equador, nenhuma constelação se encontra permanentemente acima do horizonte, já que todas cruzam o horizonte em algum momento.

Compreendendo o

¹ Nas regiões próximas aos pólos geográfico, o movimento aparente dos astros se comportam de forma distinta do que é observado em outras latitudes.



exclusiva dos observadores próximos a essa faixa divisória do planeta. Dessa forma seria consideravelmente simples identificar a localização, se for possível observar na mesma noite o Cruzeiro do Sul e a Ursa maior acima do horizonte.

Representação de uma esfera celeste. À esquerda: A Terra está envolta por uma abóbada que contém as estrelas. O equador e os polos geográficos estão projetados nessa esfera. A região circumpolar sul é mostrada em vermelho, e o equador celeste está representado pela linha amarela dividindo os hemisférios celestes. À direita: A esfera celeste representada a partir da perspectiva de um observador. A linha amarela que cruza o horizonte indica o equador celeste, e a região circumpolar sul é destacada por um círculo vermelho próximo ao polo celeste sul. Fonte: Reprodução de <https://astro.unl.edu>

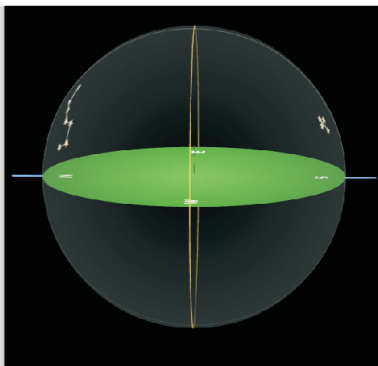
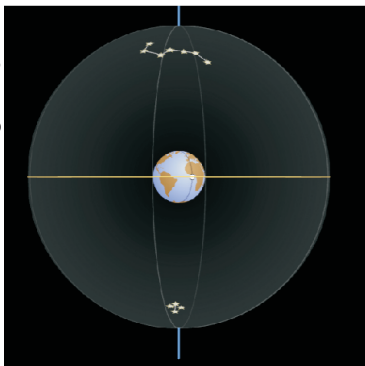
Além de identificar o hemisfério onde está, o observador também pode querer saber qual a época do ano atual. Afinal, não sabemos quanto tempo se passou desde que o observador chegou na ilha, então essa informação pode ser relevante.

Como o céu funciona como um calendário já que diferentes constelações se tornam visíveis ao longo do ano, é possível usá-las

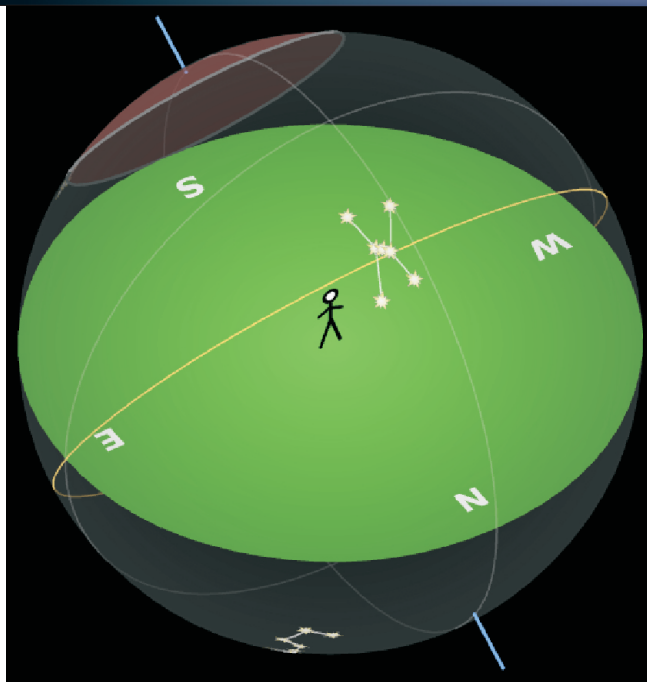
movimento cíclico dos astros e desses conceitos de esfera celeste o observador pode identificar facilmente em qual hemisfério se encontra ao observar o conjunto de constelações visíveis. Se, ao olhar para o sul, avistar o Cruzeiro do Sul acima do horizonte, poderá confirmar que está na metade Sul do mundo. Por outro lado, se ao olhar para o norte reconhecer as constelações da Ursa Maior e Ursa Menor, saberá que está em terras ao norte do equador.

imediações do equador geográfico, ele poderá observar simultaneamente, no horizonte norte e sul, as constelações circumpolares de ambos os hemisférios. Essa peculiaridade é

Entretanto, há um caso particular na determinação do “Em que metade do planeta estou?” que é justamente quando o observador se encontra no equador. Se o observador estiver localizado nas



Esfera celeste do ponto de vista de um observador no equador terrestre. À esquerda: Constelações da Ursa menor e do Cruzeiro do Sul em seus respectivos hemisférios celestes. À direita: O horizonte observado a partir do equador. Ambos polos e regiões circumpolares são vistas simultaneamente. O equador celeste cruza o céu de leste a oeste passando pelo ponto mais alto acima da cabeça do observador. Fonte: Reprodução de <https://astro.unl.edu/>.



Horizonte de um observador situado no hemisfério Sul. Região circumpolar Sul acima do horizonte. A constelação de Órion encontra-se visível acima do horizonte, indicando a época de verão para esse observador. Já a constelação de Escorpião encontra-se abaixo do horizonte, permanecendo oculta durante o mesmo período em que Órion é visível. Fonte: Reprodução de <https://astro.unl.edu/>.

também para identificar de forma aproximada, a época do ano. No hemisfério sul, por exemplo, a constelação de Órion é altamente visível no verão, enquanto que a constelação de Escorpião predomina no inverno.

Isso significa que, em dezembro, no auge do verão (para o hemisfério sul), Escorpião não aparece no céu noturno. Da mesma forma, no pico do inverno em junho, Órion não é

visível acima do horizonte a noite. Conforme os meses vão passando, a constelação predominante durante estação vai descendo no horizonte noite após noite, até a outra assumir protagonismo.

É importante lembrar que as estações são opostas nos hemisférios: quando é verão no hemisfério sul, é inverno no hemisfério norte.

Assim, apenas com a

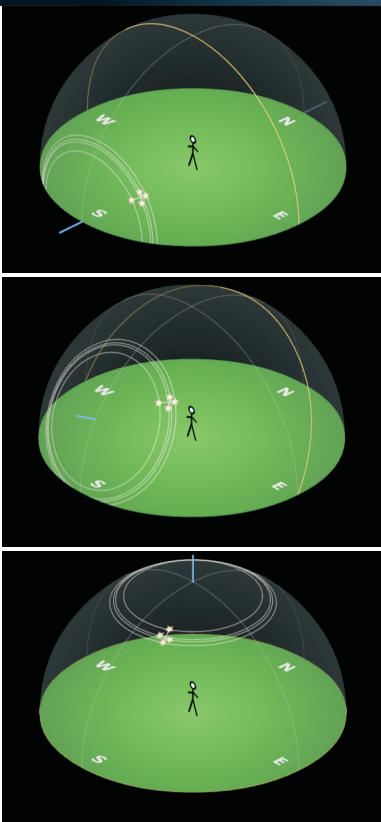
observação dessas duas constelações — visíveis em ambos os hemisférios — é possível estimar aproximadamente a época do ano “Se está mais próximo do verão ou inverno”.

Até o momento as estrelas funcionaram como um relógio ou calendário indicando a época do ano, e também atuaram como um mapa indicando a posição do observador no hemisfério da Terra. Mas o nosso observador almeja uma estimativa mais precisa da localização, e pra isso, é necessário entender a configuração dos astros na esfera celeste.

Latitude

Resolvido o problema de saber em qual metade do planeta nosso observador está, resta apenas identificar sua posição entre o Equador e o polo correspondente (norte ou sul). Esse intervalo determina a latitude do observador. A latitude é dividida em paralelos que representam diferentes porções dessa distância, variando de 0° no Equador a 90° nos polos.

Já discutimos o caso particular da configuração do céu na latitude de 0°, onde as constelações circumpolares podem ser



Movimento noturno do Cruzeiro do Sul em diferentes latitudes. Quadro superior: Trajetória do Cruzeiro do Sul para um observador localizado no equador. Quadro central: Trajetória do Cruzeiro do Sul para um observador localizado em uma latitude intermediária, entre o equador e o PCS. Quadro inferior: A mesma trajetória para um observador localizado no polo sul terrestre. A posição exata do PCS (cuja altura indica a latitude) está indicada pelo eixo em azul na esfera celeste. Fonte: Reprodução de <https://astro.unl.edu>

vistas simultaneamente nos horizontes norte e sul. Agora, consideremos as latitudes extremas próximas aos polos, onde o movimento das estrelas também apresenta características distintas.

Para entender isso, pense no seguinte: enquanto no Equador ambos polos celestes aparecem no horizonte (altura mínima); para um observador situado em algum polo terrestre, os polos celestes e as constelações circumpolares atingem sua altura máxima em relação ao horizonte. Em outras palavras, se o observador estiver no Polo Sul da Terra e olhar para cima no inverno², poderá ver o Cruzeiro do Sul bem alto no céu. Isso indica que a latitude é bastante elevada, sugerindo que o observador está muito mais próximo do Pólo Sul do que do Equador.

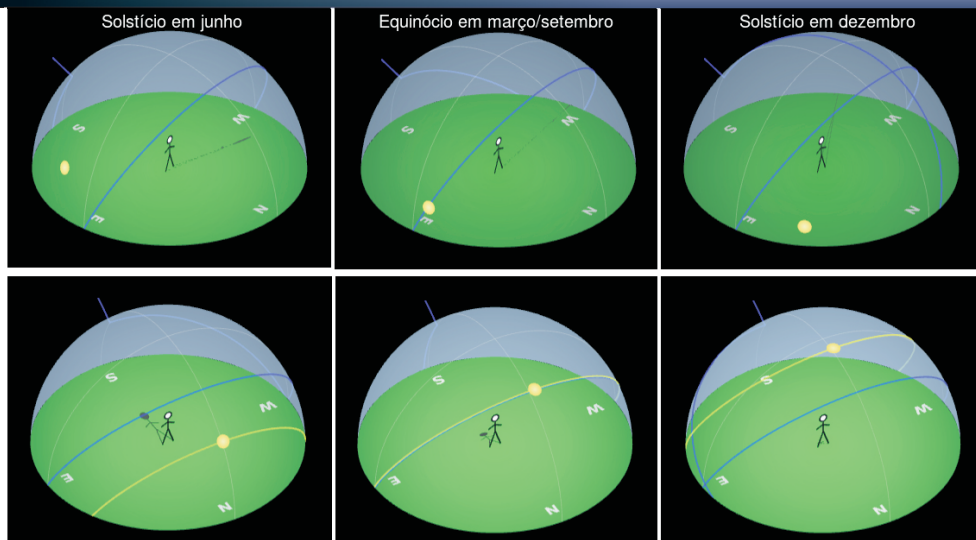
O movimento das constelações circumpolares é um excelente indicativo da latitude. Com o limite inferior (Cruzeiro encostando no horizonte) e superior (Cruzeiro girando alto no céu) definidos, qualquer observação intermediária ajuda a estimar a latitude entre esses extremos.

Para determinar a latitude no HS com maior precisão, é necessário medir a altura do Pólo Celeste Sul em relação ao horizonte. No Equador, essa altura é de 0° , enquanto nos polos ela é de 90° . Em latitudes intermediárias, deve-se localizar o ponto no céu onde está o polo celeste e estimar sua altura em graus, considerando o horizonte como 0° e o ponto diretamente acima da cabeça como 90° .

No hemisfério norte, é mais fácil localizar o PCN, porque há uma estrela, a Polaris em Ursa Menor, que está exatamente sobre ele. A altura da Polaris no céu indica a latitude do local. No hemisfério sul, no entanto, não há uma estrela posicionada diretamente sobre o PCS, nem uma constelação com estrelas brilhantes próximas a essa região, o que torna o processo mais difícil. Por isso, uma estimativa aproximada usando o Cruzeiro do Sul é suficiente em uma situação de "perdido em uma ilha deserta no hemisfério sul".

E com isso, nosso observador perdido e sem memória (lembre-se, ele não sabe quanto tempo se passou desde que chegou na ilha) saberá estimar com uma

² Um leitor atento perceberá que é fundamental que a observação ocorra no inverno, caso contrário, o Sol impediria a observação. Aqui entende-se inverno como o intervalo escuro entre os equinócios de março e setembro.



Movimento do Sol na esfera celeste a partir de um observador situado no hemisfério sul em uma latitude intermediária entre os polos e o equador. Quadro superior: Posição do Sol pela manhã, no solstício de inverno, nos equinócios de outono e primavera e no solstício de verão. O sol nasce exatamente no leste apenas nos equinócios. Quadro inferior: Posição do Sol ao meio dia solar verdadeiro nas mesmas datas dos solstícios e equinócios do quadro superior. A maior sombra do ano ocorre durante o solstício de inverno, enquanto que a menor sombra ocorre no solstício de verão. Fonte: Reprodução de <https://astro.unl.edu>

relativa maior precisão a sua latitude.

Horas, dias e meses

Nesse estágio, podemos reunir as informações obtidas pelo observador a partir da configuração do céu noturno. Ele será capaz de identificar seu hemisfério, a época do ano e a latitude aproximada, tudo isso a partir de uma única noite de observação sob um céu limpo.

Digamos que o observador continue na ilha por mais algum tempo, para aprimorar sua compreensão

do local e obter informações mais detalhadas. Para isso o observador começa a perceber o movimento do Sol ao longo dos dias. A trajetória diária do Sol não apenas auxilia na determinação do horário, como também da época do ano de forma mais precisa.

Para determinar o horário aproximado, é possível identificar o meio-dia solar verdadeiro observando o instante em que a sombra de um objeto atinge seu menor comprimento no dia. O observador pode utilizar uma haste vertical fixada no solo, como um graveto, a

que ele chamará de gnômon, e acompanhar a variação da sombra ao longo do dia. Quando o Sol nasce no horizonte leste, a sombra do gnômon se orienta para o Oeste. Durante o pôr do Sol, no horizonte oeste, a sombra aponta para o Leste. Durante o meio-dia solar, a sombra de menor comprimento do dia estará alinhada na direção Norte-Sul.

Além disso, o comprimento da sombra ao meio-dia varia também ao longo do ano: é mais curta no verão e mais longa no inverno para latitudes intermediárias entre o equador e o polo

correspondente.

Assim como notado pelos povos antigos, o nosso observador também percebe que o Sol não nasce nem se põe sempre no mesmo ponto do horizonte leste e oeste ao longo do ano. Durante o verão no hemisfério sul, o Sol se desloca em direção ao sul, e no inverno segue na direção oposta, em direção ao norte. Esse ciclo se repete a cada seis meses. As datas de solstícios são marcadas pelos deslocamentos máximos do Sol em direção ao norte e sul. Observando consistentemente apenas a sombra do gnômon é possível identificar a proximidade dos solstícios. No solstício de verão, independente do hemisfério, a sombra ao meio-dia será a mais curta do ano, e de forma análoga, no solstício de inverno será a mais longa. A partir da observação sistemática da sombra do graveto gnômon, o observador poderá determinar inclusive o mês e o dia atual.

A boa notícia para o observador é que conhecendo o movimento aparente do Sol na esfera celeste, ele percebe que pode usar outro método para determinar a latitude, complementando a medida obtida pela altura dos pólos celestes.

A partir dos solstícios de dezembro e junho, que marcam os momentos de maior deslocamento do Sol, é possível identificar também os momentos intermediários desse movimento. Ou seja, durante o intervalo de seis meses entre os solstícios, existem períodos em que o Sol não se afasta para o norte ou para o sul, mas sim fica situado exatamente entre esses dois pontos cardeais. Nessas datas intermediárias, o Sol nasce exatamente no ponto cardinal Leste e se põe no ponto cardinal Oeste. Esses momentos correspondem aos equinócios, que ocorrem em março e setembro.

Uma particularidade dos equinócios é que, nesses dois dias especiais do ano, é possível determinar a latitude utilizando a sombra de um gnômon. Nos equinócios, os raios solares incidem perpendicularmente no equador terrestre, e assim o Sol pode atingir a altura máxima de 90° em relação ao horizonte ao meio-dia. Dessa forma, a latitude pode ser calculada subtraindo a altura do Sol ao meio-dia solar de 90° , sendo assim: $\text{Latitude} = 90^\circ - \text{altura do Sol}$.

Até o presente momento, o observador perdido e sem

memória encontra-se satisfeito por conseguir determinar com boa precisão a passagem do tempo e a latitude local usando apenas conceitos de Astronomia de posição e um graveto da ilha deserta onde se encontra.

O próximo passo natural é determinar a longitude.

Longitude

De fato, a determinação da longitude representou um grande desafio para os navegadores ao longo da história, causando inúmeras dificuldades, acidentes e até mortes. Surpreendentemente, enquanto a latitude é relativamente fácil de estimar, a longitude permaneceu um problema complexo e sem solução por séculos. Essa questão se tornou tão crucial que no século XVIII a monarquia britânica anunciou um prêmio “O ato da longitude”, a quem conseguisse desenvolver um método preciso para calcular a longitude durante a navegação.

A latitude é medida a partir dos paralelo partindo do equador, variando de 0° a 90° para norte ou para sul. A longitude por sua vez, é medida a partir de meridianos e varia de 0° até

360°, partindo de leste ou oeste. Diferentemente do equador, que é uma linha naturalmente definida por ser a metade exata da Terra, a escolha do meridiano zero é arbitrária. Por exemplo, Hipparcus, na Grécia Antiga, utilizou Alexandria como referência para o meridiano 0°.

Durante a época das grandes navegações, cada porto servia como ponto inicial para medir a longitude. Para entender o cálculo, podemos dividir os 360° do globo em 24 partes iguais (devido ao período de rotação da Terra), isso corresponde a 15° para cada hora. Assim, a posição longitudinal de um ponto na Terra depende da diferença de tempo entre o local atual e o meridiano de referência definido como o meridiano 0°. Dessa forma, é indispensável saber o horário do porto de origem para calcular quantos graus (ou horas) o navegante se afastou daquele ponto inicial.

O desafio de determinar a longitude estava diretamente relacionado à necessidade de medir o tempo com precisão em alto mar. Embora a Astronomia seja eficaz em medir a passagem do tempo em diferentes escalas, a determinação da longitude, por definição exige sempre

de dois referenciais: o horário do porto de origem e o horário local medido pelo navegador.

Então nosso observador em uma ilha deserta não conseguiria apenas com a latitude e o horário local obter tal informação, já que não teria como saber o horário no meridiano de partida.

Ao longo da história, diversas soluções para determinar a longitude foram propostas com base na observação dos astros, como a utilização da posição da Lua em relação às estrelas ou até mesmo a partir do eclipse das luas de Júpiter. No entanto, todas essas soluções exigiam, necessariamente, a comparação entre a configuração dos astros em dois locais distintos e uma robusta precisão horária.

Por fim, a solução definitiva para o problema da determinação da longitude em alto mar não veio da observação dos astros, mas sim da tecnologia. No século XVIII, com o desenvolvimento de relógios altamente precisos, capazes de funcionar de maneira confiável em condições marítimas, finalmente tornou possível calcular a longitude com impressionante exatidão.



Constelação da Ursa Maior, visível no hemisfério norte. É importante ressaltar que nesse exemplo do observador em uma ilha deserta, grande parte dos conceitos abordados da Astronomia não vem de princípios primeiros. Em outras palavras, é necessário saber como é a constelação do Cruzeiro do Sul para poder reconhecer-lá na região circumpolar Sul, e o mesmo é válido para constelações do hemisfério norte, e outras constelações como Órion e Escorpião para saber a época do ano. Isso pressupõe que o observador já tenha familiaridade com os padrões do céu antes de aparecer na ilha deserta.

<http://www.star.ucl.ac.uk/~apod/apod/ap170407.html>

Por convenção e motivos históricos, o meridiano de referência atual é o que passa por Greenwich, na Inglaterra. Isso foi definido

durante a Conferência Internacional de Meridianos em 1884. Atualmente, para determinar a longitude de um local, usa-se o meridiano de Greenwich como referência.

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) utiliza tecnologias modernas para determinar a localização de um receptor na Terra, aproveitando a ideia fundamental que surgiu com a resolução do problema da longitude: a medição precisa do tempo. Hoje, o GPS depende de uma constelação de satélites em órbita ao redor da Terra, que continuamente transmitem sinais de rádio com informações de tempo precisas, baseadas em relógios atômicos. Ao receber esses sinais de múltiplos satélites, um receptor GPS pode calcular sua posição por meio da técnica de triangulação, determinando a distância até cada satélite com base no tempo que o sinal levou para viajar até o receptor. Esta tecnologia parte uma evolução direta dos conceitos astronômicos de medição de tempo e posição, onde o relógio ainda precisa ser preciso para calcular a longitude, mas agora em uma escala tecnológica muito mais avançada.

A jornada até aqui, nesse ponto do espaço delimitado pelo tempo

Nesse exemplo abordado acompanhamos a trajetória de um observador tentando se localizar no planeta Terra. Apesar do exemplo ser fictício, toda a construção de raciocínio pra identificar a passagem do tempo e sua relação com a determinação geográfica foi realizada de verdade ao longo da história da humanidade, com diferentes propósitos, desde identificar a melhor época para plantio olhando as constelações, até mesmo se orientar em alto mar, em grandes expedições astronômicas.

Cada conceito abordado neste exemplo envolve uma série de princípios que foram desvendados ao longo do tempo, junto com a evolução da própria Astronomia. Um exemplo disso é que nenhum desses conceitos teria validade se a Terra não fosse redonda, tivesse outra inclinação axial, ou se estivesse fixa no espaço, sem translação. Embora esses fatos sejam amplamente compreendidos hoje, demonstrá-los na antiguidade não foi uma tarefa simples. Isso porque, na época, o que as pessoas realmente observavam era o movimento aparente do Sol

e dos astros no céu ao longo dos dias, e não a movimentação da Terra ao redor do Sol.

Até mesmo a determinação do meio-dia solar verdadeiro não é absolutamente simples como foi apresentado aqui utilizando o gnômon. O meio dia solar verdadeiro varia ao longo do ano, e a explicação dessa variação se deve a excentricidade da órbita da Terra ao redor do Sol. Embora já compreendamos essas questões hoje, até o século XVII, se desconheciam o real motivo desse comportamento.

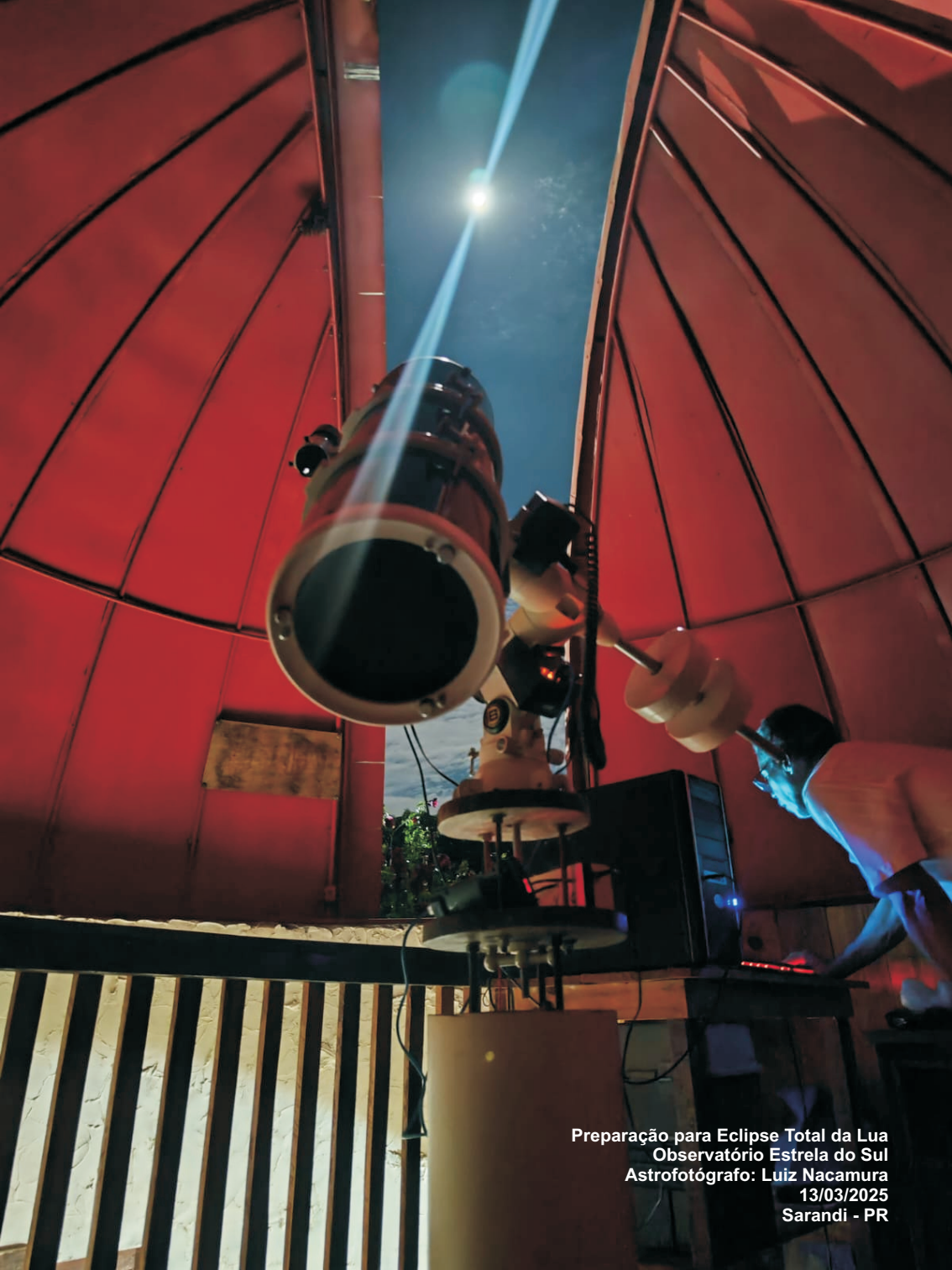
A mensagem comum entre o passado e o presente, entre o exemplo fictício e os acontecimentos reais, é que a observação do nascer e do ocaso dos astros nunca foi em vão.

Micheli Trindade Moura é graduada em Física (IFPR), mestre (UTFPR) e doutoranda (UFRGS) em Astronomia.

Para saber mais:

Simulações apresentadas nas figuras:
<https://astro.unl.edu>

Stellarium: <https://stellarium.org/>



Preparação para Eclipse Total da Lua
Observatório Estrela do Sul
Astrofotógrafo: Luiz Nacamura
13/03/2025
Sarandi - PR

PULSARES

OS MAIS PRECISOS RELÓGIOS DO

UNIVERSO



Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

É muito provável que, através da cultura popular, seja pela música, poesia, séries, filmes e até mesmo animes; você já tenha ouvido falar sobre pulsares. Mas afinal, o que são pulsares e como foram descobertos? Neste artigo vamos conhecer um pouco mais sobre estes corpos celestes tão interessantes e resultantes de um cataclisma estelar.

A descoberta dos pulsares

Na década de 1960, a radioastronomia encontrava-se em franca expansão. Na Inglaterra, o Rádio Observatório de Mullard em Cambridge era uma referência pois contava com equipamentos modernos para a época e uma excelente equipe de trabalho.

Em 1967, a equipe do professor Antony Hewish estava trabalhando na

observação de quasares, que são fontes de rádio distantes e muito poderosas. Uma de suas orientadas de doutorado, Jocelyn Bell, notou um sinal de rádio estranho. Este sinal era extremamente regular com intervalos de 1,33 segundos entre cada pulso. Esta regularidade era tão precisa que, inicialmente, foi considerado que este sinal poderia ser de origem não-natural, ou seja, um sinal construído por alguma civilização extraterrestre.



Susan Jocelyn Bell Burnell (15/07/1943).

Hoje ela é professora visitante de Astrofísica da Universidade de Oxford. Infelizmente não foi laureada com o Nobel de Física de 1974 pela descoberta dos pulsares.

Por brincadeira, o sinal foi denominado LGM-1 (Little Green Men 1, ou seja, homenzinhos verdes 1). Após análises mais detalhadas, foi verificado que a fonte de rádio era de uma fonte fixa no céu, descartando a hipótese de uma transmissão extraterrestre.



Antony Hewish (11/05/1924 – 13/09/2021).

Foi o orientador de doutorado de Jocelyn Bell. Laureado com o Prêmio Nobel de Física de 1974 pela descoberta dos pulsares.

Após descartar também a possibilidade de interferências terrestres, a equipe do rádio observatório concluiu que o sinal vinha de um objeto astronômico. A descoberta foi publicada em 1968 na revista Nature, o objeto foi descrito como uma estrela de nêutrons em rápida rotação sendo denominado CP 1919 (Cambridge Pulsar at Right Ascension 19 h 19 min).

Hoje sabe-se que CP 1919 é um pulsar localizado na constelação de Vulpecula, a aproximadamente 2000 anos-luz da Terra. Este é um dos pulsares mais estudados e o gráfico do seu sinal foi até mesmo usado na capa do álbum Unknown Pleasures da banda Joy Division, tornando-se um ícone da cultura pop.

Como surgem os pulsares?

Antes de compreendermos o que são os pulsares, é necessário entender como surgem. Este fato está ligado ao fim da vida de uma estrela massiva. Vamos detalhar esse processo.

As estrelas com massa de 8 a 20 massas solares consomem seu combustível nuclear (hidrogênio, hélio, carbono) em reações de fusão nuclear. Quando o

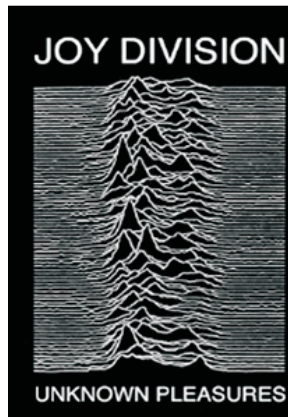


Martin Ryle (27/09/1918 – 14/10/1984).

Professor de Radioastronomia, auxiliou no estudo da descoberta dos pulsares. Também foi laureado com o Prêmio Nobel de Física de 1974.

núcleo dessas estrelas começa a produzir o elemento ferro, a fusão nuclear se encerra, pois a fusão nuclear do ferro consome energia, ao invés de liberá-la.

Desta forma, sem a pressão da fusão nuclear para



Poster da clássica capa do primeiro álbum do Joy Division lançado em 1979.

A figura é a representação gráfica dos sinais captados do primeiro pulsar descoberto.



O pulsar, poesia concreta de Augusto de Campos publicada em 1975 e posteriormente musicalizada por Caetano Veloso.

equilibrar a gravidade. O núcleo da estrela colapsa sob seu próprio peso. Esse colapso é tão violento que os prótons e elétrons do núcleo se fundem formando nêutrons, liberando uma quantidade colossal de energia causando uma explosão cataclísmica



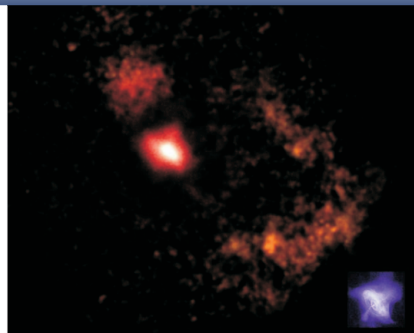
Pulsar PSR B1509-58 localizado na Constelação do Compasso. Também denominado como "Mão de Deus", é constituído do pulsar e de uma nuvem de gás e poeira remanescente da supernova que o formou. A nuvem vermelha é uma estrutura diferente captada no mesmo campo de visão. Este pulsar está localizado na constelação do Compasso.

denominada supernova. Seu brilho é tão intenso que sua luminosidade chega a ser maior que a luminosidade da galáxia que contém a estrela. Nesse processo, a supernova ejeta as camadas mais externas da estrela com altíssima velocidade para o espaço enquanto o núcleo colapsado permanece como uma estrela de nêutrons.

Se esse núcleo colapsado constituído de nêutrons tiver um campo magnético forte e estiver em rápida rotação, ela pode se tornar um pulsar. O campo magnético intenso acelera partículas carregadas próximas aos polos magnéticos, produzindo feixes de raios X, luz visível e ondas de rádio. Como o eixo magnético não está alinhado com o eixo de rotação, esses feixes varrem o espaço como um farol marítimo. Portanto, quando o feixe passa na direção da Terra, capta-se um pulso de radiação.

Características específicas dos pulsares

A rotação do pulsar é muito alta, chegando a centenas de voltas completas em apenas um segundo. Isto ocorre devido à conservação do momento angular. A estrela original era grande e girava



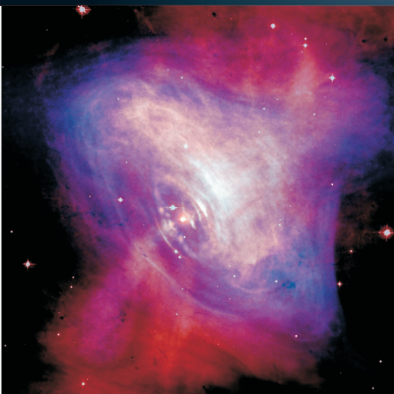
Nebulosa do pulsar PSR 0540-69. O anel de matéria são os restos da estrela que gerou o pulsar. Está localizado em outra galáxia, a Grande Nuvem de Magalhães, na constelação de Dourado.

devagar, mas ao colapsar sua rotação acelera. Com o tempo, ocorre uma desaceleração do pulsar devido à perda de energia.

Em relação ao campo magnético, o campo de um pulsar é 1 trilhão de vezes mais intenso que o campo magnético terrestre. Para se ter uma ideia, 1 trilhão é 1 seguido de 12 zeros!!

Há uma classe especial de pulsares denominados magnetares. Neles, o campo magnético é ainda maior, sendo 1000 vezes mais intenso que o campo de um pulsar. Em relação ao campo magnético terrestre, é 10 seguido de 15 zeros mais intenso (ou seja, 100 trilhões de vezes mais intenso que o campo magnético da Terra).

A regularidade dos pulsos é tão precisa que rivaliza com relógios atômicos da Terra.



Pulsar do Caranguejo (PSR J0534+2200, a estrela vermelha no centro). Imagem composta de luz visível obtido pelo Hubble (em vermelho) e em raios X obtido pelo Chandra (em azul). Encontra-se na constelação de Touro.

O Pulsar do Caranguejo, por exemplo, só atrasaria 1 segundo em 100 trilhões de segundos, ou seja, atraso de 1 segundo em 3.168.876 anos!

Como se "ouve" um pulsar?

Como citado, os pulsares emitem pulsos de radiação eletromagnética, principalmente na forma de ondas de rádio, as quais podem ser captadas por radiotelescópios aqui na Terra. O processamento para ouvir um pulsar envolve converter esses sinais de rádio em sons audíveis.

Para captar os sinais de rádio utilizam-se gigantescas antenas, os radiotelescópios, que convertem os sinais de rádio cósmicos em sinais elétricos.

Como esses sinais são muito fracos, é necessário um processo de amplificação e o sinal elétrico resultante é processado de modo a eliminar ruídos de fundo e isolar apenas os pulsos do pulsar. Isto é feito utilizando um conjunto de softwares específicos de processamento de sinais.

A conversão em sinal sonoro ocorre ajustando a frequência das ondas de rádio para a faixa audível do ouvido humano, ou seja, entre as frequências sonoras de 20 Hz a 20 kHz. Assim, cada pulso de rádio é convertido em um clique ou bip audível, de modo que a regularidade desses sons reflete a rotação do pulsar.

Dependendo da velocidade de rotação, o som de um pulsar pode ser uma sequência de cliques que podem ser espaçados entre si ou, se for muito rápido, ser como um zumbido contínuo.

Infelizmente, o site oficial da NASA com sons de pulsares foi encerrado recentemente. Porém, há um vídeo que apresenta os áudios de diversos pulsares, apresentando o código do pulsar, seu período de rotação e, para alguns casos, o som obtido para diferentes intervalos de frequências de

rádio. As imagens apresentadas são obtidas do Hubble ou representações artísticas:

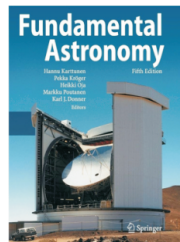
<https://www.youtube.com/watch?v=35SbvnYEc9c>

Links externos:

Para ouvir a poesia **O Pulsar**:
<https://youtu.be/Hlgkz-g-ukc>

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

Para saber mais
Fundamental Astronomy,
Hannu Karttunen et al.





Eclipse da Lua
Astrofotógrafa: Adriane Casteleira
14/03/2025
Mandaguari - PR



**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.

OS MUITOS "CALORES"



Luiz Felipe Demétrio

demetrio.luizfelipe.fis@gmail.com

“Que calor!” é uma frase que estamos ouvindo muito nos últimos dias. E era de se esperar, pois as temperaturas estão aumentando devido ao Aquecimento Global¹: o mundo está mesmo ficando mais quente.

É claro, o calor em excesso faz mal para a saúde e está incomodando todo mundo. Porém, também ocorrem efeitos muito interessantes

devido ao calor; efeitos estes que podemos ver em nosso dia-a-dia. Estes fenômenos são o tema deste texto: calor geral, calor específico, sensação térmica, miragens e ondulações, discutidos nessa ordem.

1. Calor Geral

Primeiramente, é bom respondermos à pergunta: “O que é calor?” Isso é importante porque algumas vezes usamos tanto as coisas no dia-a-dia que esquecemos

o que são².

O calor é uma forma de energia. Aqui, você pode entender energia no sentido do dia-a-dia: algo que você precisa ter para fazer suas coisas. Nesse calorão, é difícil ter energia para ir treinar musculação, por exemplo. Energia é, simplesmente, algo de que precisamos para nos movimentar.

O calor é a mesma coisa, com uma diferença: é uma

¹ Que, sempre deve ser ressaltado, é um consenso científico.

² Um exemplo disso é a própria consciência: a usamos o tempo todo, mas o que é ela afinal?

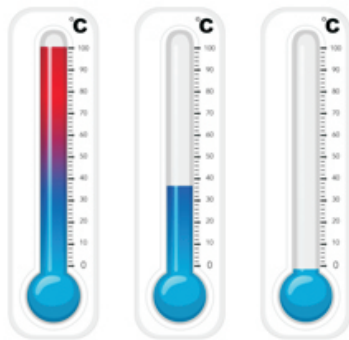


Figura1: um termômetro a diferentes temperaturas.

Fonte: [Freepik](#).

forma de energia não associada ao movimento que vemos, e sim a mudanças de temperatura. É por isso que conseguimos esquentar a água no fogão com energia elétrica, por exemplo. A água esquentar, recebendo calor (energia), mas sem se movimentar.

Na verdade, eu acabei de contar uma mentirinha. Pode-se entender sim o calor com movimentos... mas movimentos de coisas que não observamos: coisas microscópicas. O calor é uma forma de energia associada a movimentos de moléculas, e é isso que explica os comportamentos que observamos. No caso da água, ela esquentar porque suas moléculas estão se movimentando mais rapidamente. Não só isso: se esfriarmos ela o suficiente, ela congela porque suas moléculas praticamente não

estão mais se movendo.

O movimento das moléculas também é o que explica o funcionamento de termômetros, como ilustrado na Figura 1. Termômetros normalmente são feitos com uma escala (os números) e um recipiente preenchido com um líquido. Esse líquido, a diferentes temperaturas, se expande, pois suas moléculas precisam de mais espaço, já que estão se movimentando mais. Isso na verdade é um efeito geral, chamado dilatação térmica: o calor faz as coisas expandirem. Afinal de contas, nesse calorão ninguém quer ficar perto um do outro (nem mesmo moléculas), não é mesmo?

Para fechar essa parte, perceba uma coisa: os líquidos dos termômetros se expandem muito para temperaturas do nosso dia-a-dia. Isso é bem diferente de coisas como água ou metais, que não se expandem tanto. A mensagem é que coisas diferentes têm propriedades distintas; elas reagem ao calor de forma diferente, como conversamos melhor a seguir.

2. Calor Específico

Agora que já “aquecemos” entendendo o calor em

geral, podemos ser um pouco mais específicos: vamos agora falar do calor específico de cada coisa!

A lógica aqui é a mesma: o calor é uma forma de energia. Dizemos que o calor específico de uma substância é o quanto de calor (energia) que precisamos usar para esquentá-la (normalmente em 1°C). Nesse ponto, é útil pensar na energia como uma moeda de troca: em alguns casos, o dinheiro é o mesmo, mas o “preço” de cada substância é diferente.

A sua cozinha é o lugar perfeito para ver essas coisas, mais precisamente o seu fogão. Quem nunca cozinhou um ovo numa panela (Figura 2), por exemplo?

Nesse caso, colocamos o ovo



Figura 2: ovos cozidos.
Fonte: Small Town Woman.



Figura 3: mar a noite. Ainda podemos mergulhar devido ao alto calor específico da água.
Fonte: Pinterest.



Figura 4: morador do deserto do Saara com um camelo. O corpo do camelo e as roupas dos moradores são adaptadas para aguentar tanto o calor escaldante do dia quanto o frio congelante da noite.
Fonte: Moroccan Journeys.

na água e esperamos (receita muito difícil). Mas todo mundo já deve ter percebido algo interessante: o ovo demora a cozinhar, mas o cabo da chaleira fica quente muito rápido. Isso acontece justamente porque, para esquentar a água, precisamos de mais energia do que para esquentar o cabo. Por isso, dizemos que a água tem um calor específico maior que o do cabo.

Na verdade, a água é uma das substâncias com maior calor específico: é preciso de muita energia para esquentá-la e fazê-la evaporar (irônico a água ser

algo caro na analogia da energia como ‘preços’). E não para por aí: é por este motivo que se pode mergulhar no mar de noite (Figura 3). A água demora pra esquentar por ter calor específico alto, mas por isso também demora para esfriar. Dessa forma, pode-se ir mergulhar e encontrar a água ainda morna, como se fosse de dia³.

Para fechar essa seção, é ilustrativo comparar com um outro exemplo: o da areia. Quando mergulhamos no mar à noite, a água continua quente, mas a areia não. Isso ocorre pois a areia tem um calor

específico muito menor que o da água. Assim, ela é muito fácil de se esquentar, mas também esfria fácil. É por este motivo que desertos como o Saara são tão quentes: a areia esquentar fácil, e pode-se chegar a 50° durante o dia⁴. Mas mais interessante ainda, o Saara é frio durante a noite (cerca de 10°): a areia esfria muito rápido, diferente da água. É por isso que os animais e pessoas que moram no deserto (Figura 4) têm que ser muito adaptados; eles têm que aguentar tanto o calor do dia quanto o frio da noite, e isso armazenando água.

³ Nesse ponto é difícil exagerar a importância de a água ter calor específico alto: é por causa disso que podemos ter vida na Terra, pois outras substâncias não seriam estáveis e evaporariam facilmente. Em resumo, eu e você só existimos porque é difícil esquentar água.

⁴ Todas as temperaturas nesta seção são estimativas, variando com a época do ano.

Material	Calor Específico (J/kg.°C)
Água	±4184
Pão	±2500
Areia	±800
Ferro ⁵	±420

Tabela 1: calor específico de alguns materiais. O símbolo “±” significa um valor aproximado, “mais ou menos”. Quanto maior o calor específico, mais difícil é esquentar. Na ordem, é mais difícil então esquentar 1. Água; 2. Pão; 3. Areia; 4. Metais. Tente fazer o experimento na sua cozinha: es quente água e pão e veja qual esfria mais rápido. Os metais, por outro lado, esquentam muito facilmente.

3. Sensação Térmica

Até aqui, falamos do calor das coisas: a energia para esquentar isso, para esfriar aquilo. Mas ainda não falamos de como sentimos o calor, da forma com que lidamos com o mormaço. É isso que chamamos de sensação térmica. A ideia é bastante simples:

dependendo de onde você está, você sente como se estivesse mais calor. Um exemplo típico aqui de nossa região no Paraná é comparar três cidades: Londrina, Maringá e Apucarana.

Para quem conhece Londrina, sabe que, em geral, ela não tem muitas árvores⁶. Isso contrasta

muito com Maringá, que é uma cidade muito arborizada. Isso leva a uma consequência interessante: em certos dias, a temperatura das duas cidades pode ser a mesma, mas a sensação térmica é diferente. Sentimos mais calor sem árvores para fazer sombra e tratar o ar. Por fim, temos também Apucarana, que, embora não seja tão arborizada quanto Maringá, é muito mais alta (seu apelido é cidade alta). A altitude influencia na pressão do ar, tornando o clima mais fresco. Apucarana é, portanto, ainda mais fresca do que as duas outras.

Essa é a ideia da sensação térmica: mesma temperatura, mas as pessoas



Figura 5: A esquerda, uma foto da Rua Prefeito Faria Lima, em Londrina (Fonte: Folha de Londrina). À direita, uma foto da Avenida Colombo, em Maringá (Fonte: Revista RPC).

⁵ O calor específico dos metais varia bastante. O valor médio indicado pode mudar dependendo do tipo de metal e, apenas para ilustração, escolhemos o ferro.
⁶ Claro, isso também depende de partes específicas das cidades. Porém, a conclusão não muda: árvores aliviam a sensação térmica do mormaço.

sentem calor de forma diferente. Tal é a importância dessa expressão, que ela na verdade foi cunhada pelo exército dos Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial, após reconhecer a importância desse conceito devido às batalhas entre a Alemanha e a União Soviética no temido Inverno Russo. Para calcular a sensação térmica, vários fatores são usados: umidade do ar, velocidade do vento, altitude, etc. A expressão exata vai além deste simples texto, mas o essencial você pegou: uma mesma temperatura pode ser sentida de formas diferentes.

4. Miragens e Ondulações

Vamos agora falar do calor sob uma “ótica” diferente: falando de efeitos de ótica! A ideia é que, em dias de calor muito alto, a maneira como a luz interage com o ar muda. Isso ocorre porque, assim como conversamos, quando se está muito quente, as moléculas do ar se movem de maneira mais rápida, precisando de mais espaço. Assim, é mais fácil para a luz se propagar pelo ar em dias quentes, pois há mais espaço entre as moléculas de ar. Um jeito mais resumido de dizer isso tudo, é que a densidade do ar diminui quando ele está

mais quente.

Embora esse efeito não seja tão forte, o que ocorre é que a densidade do ar perto do solo é mais afetada (por ser mais quente no chão) do que em regiões superiores. Assim, quando a luz passa por essas regiões de densidade diferente, sua propagação muda, como se ela estivesse mudando de um material para outro., como do ar para a água.

A lógica acima explica o efeito de miragens, que algumas pessoas já devem ter presenciado. Essa diferença de densidades faz com que, algumas vezes, a origem da luz fique distorcida. Dizemos então que uma miragem ocorre

quando um raio de luz parece vir do solo, quando na verdade vem de cima. Olhe a Figura 6, por exemplo. A diferença de temperatura entre o solo e o céu foi tanta que vemos o céu/Sol no chão. De maneira mais realista, isso pode ser visto na Figura 7, ou no vídeo referente a esta figura [linkado](#) no fim deste artigo. É por isso que muitos viajantes pensam ver água no deserto: se tivesse água, ela refletiria o céu/Sol, que é exatamente o efeito visto na miragem!

De maneira similar, temos as “ondulações” que vemos no asfalto em dias muito quentes. A ideia é parecida: perto de alguns materiais, o ar fica tão quente que, quando a luz passa por ele,

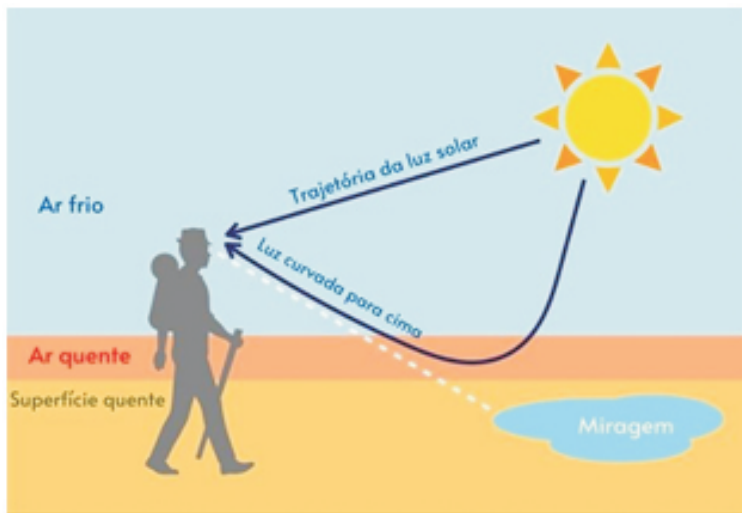


Figura 6: esquematização do efeito de miragem. Fonte: Brasil Escola.



Figura 7: efeito de miragem na prática. Fonte: Brasil Escola.

fica toda distorcida, e vemos o objeto “tremendo”. Isso também pode ser visualizado no link do vídeo ao fim desta página. O interessante é ver como o calor específico se relaciona com isso: esse efeito normalmente acontece perto de metais ou de asfalto. Em dias muito quentes, ao ver uma ondulação, procure uma árvore próxima e veja se acontece o mesmo. A árvore impede esse tipo de efeito por ajudar a regular a temperatura a seu redor, assim como vimos no caso de aliviar a sensação térmica.

Conclusões

Neste simples texto, discutimos diferentes

conceitos de calor e como eles se manifestam em nosso dia-a-dia, podendo ser vistos tanto na nossa cozinha quanto em nossas caminhadas. Vimos também como esses mesmos conceitos explicam o comportamento de ambientes mais exóticos, como o mar à noite ou o deserto durante o dia. Também conversamos sobre alguns efeitos visuais que podem ser vistos em dias muito quentes: miragens e ondulações. Então lembrem-se todos: no mundo do Aquecimento Global, tomem muita água e nunca confundam miragens com lagos!

Luiz Felipe Demétrio é graduado em Física (UEM) e doutorando em Cosmologia (UEL)

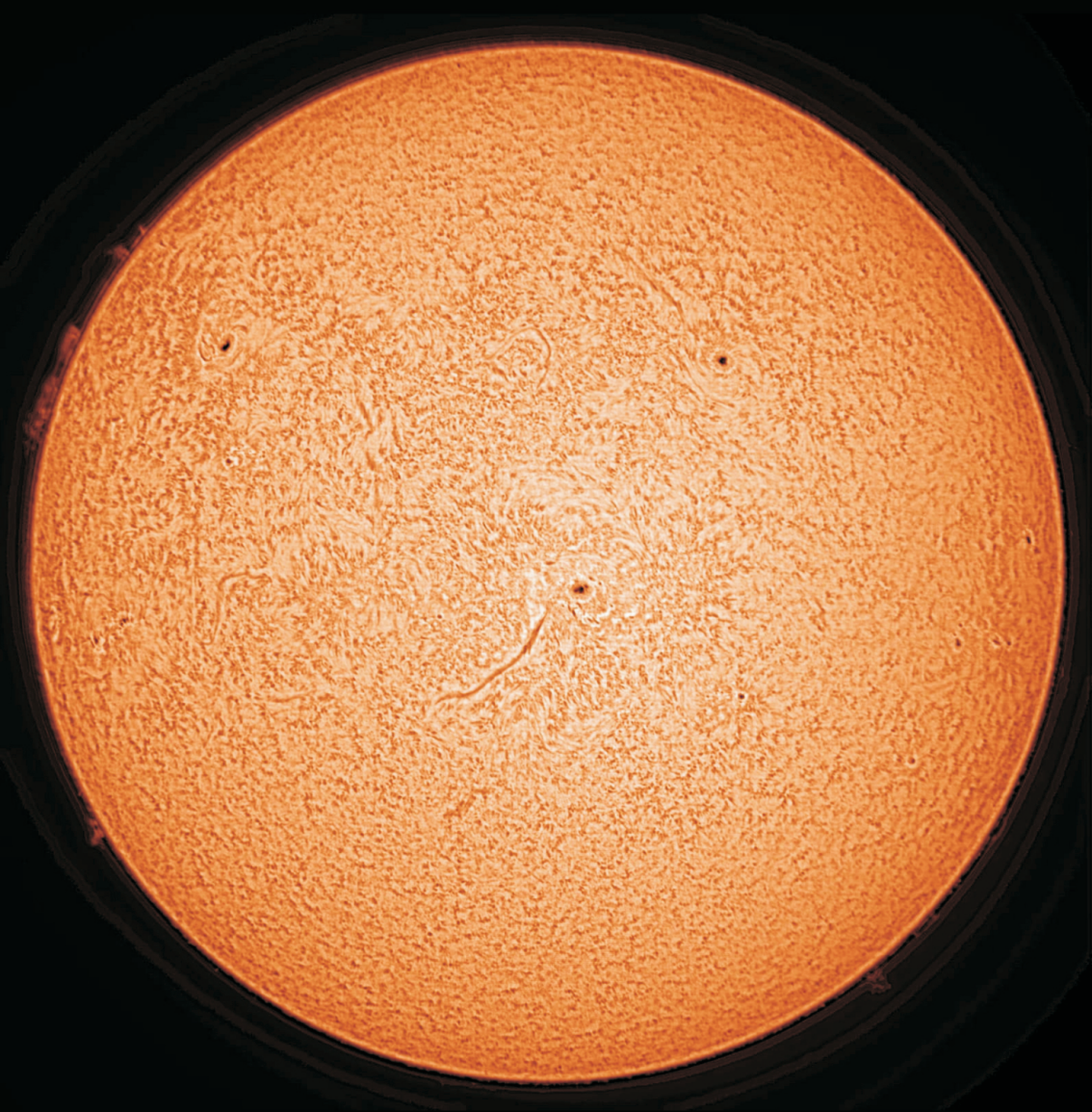
Referências:

- SEARS, Francis Weston;
ZEMANSKY, Mark Waldo. Física II: termodinâmica, ondas e óptica. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1999.
- CALLEN, Herbert B. Termodinâmica e física estatística. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.
- BRASIL ESCOLA. Miragem. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/miragem.htm>. Acesso em: 22 mar. 2025.

Vídeo sobre o efeito de miragem: youtube.com/watch?v=CYhIKRd-yBM



Eclipse da Lua
Astrofotógrafo: Ricardo Francisco Pereira
14/03/2025
Maringá - PR



SOL

Astrofotógrafo: Bruno Bonicentro

16/01/2025

Maringá - PR



O RELÓGIO ASTRONÔMICO DE PRAGA

Rafael Cândido Jr.
eletrorafa@gmail.com

Inaugurado em 9 de outubro de 1410, o Relógio Astronômico de Praga, na República Checa, completa esse ano 615 anos. Neste artigo, vamos conhecer um pouco mais sobre este interessante ponto turístico.

O Relógio Astronômico de Praga, denominado em checo como Orloj, localiza-se no muro da antiga prefeitura na praça da Cidade Velha em Praga.

O mecanismo do relógio tem três componentes principais: o mostrador astronômico, representando a posição do Sol e da Lua no céu com vários detalhes astronômicos; estátuas que ficam de cada lado do

relógio, algumas inclusive se movendo em determinados momentos, e um mostrador de calendário com representações dos meses. De acordo com a lenda local, a cidade sofrerá consequências se o relógio for negligenciado e seu bom funcionamento for colocado em risco.

Breve Histórico

A parte mais antiga do conjunto é a estrutura mecânica do relógio e seu mostrador astronômico, criados pelo relojoeiro Mikulas Kadan e pelo professor de Matemática e Astronomia da universidade de Praga, Jan Sindel.

A primeira menção registrada sobre o relógio é datada de 9 de outubro de

1410, referente à sua instalação no local em que está até hoje. Por volta de 1490, ou seja, 80 anos depois de sua inauguração, foi adicionado o mostrador do calendário e a fachada do relógio foi decorada com esculturas góticas.

Por conta disso, por muito tempo acreditou-se que o Orloj foi construído em 1490 pelo relojoeiro Jan Ruze. Uma lenda diz que este relojoeiro foi cegado por ordem do conselho da cidade de Praga para que ele não pudesse repetir seu trabalho em outras cidades.

Em 1552, foi reparado pelo mestre-relojoeiro Jan Taborsky que registrou em seu relatório o nome de Ruze como construtor do Orloj. Este erro foi devido a



Vista do relógio de Praga. Foto realizada pelo autor em dezembro/2005.

uma interpretação errônea de registros antigos.

Mas o relógio não possui apenas informações astronômicas. Foram adicionadas estátuas de madeira ao longo dos séculos. Em meados do século XVII foram adicionadas estátuas de santos. Durante uma reforma entre os anos de 1787 e 1791 foi adicionado um mecanismo para que os

apóstolos aparecessem nas janelas em determinadas horas. E entre os anos de 1865 e 1866, foi adicionada a figura de um galo dourado.

O Orloj sofreu danos severos entre os dias 1 e 8 de maio de 1945 durante a tentativa do exército nazista alemão em destruir os monumentos da cidade ao abandoná-la. Estas tentativas foram na maioria impedidas pela organização do povo local e

sua coragem em enfrentar o então claudicante exército alemão. Infelizmente, as estátuas de madeira do relógio e o mostrador do calendário foram queimados. Após a guerra, a maquinaria foi reparada, as estátuas de madeira foram reconstruídas e o Orloj voltou a funcionar normalmente em 1948.

A última reforma do relógio astronômico foi realizada de janeiro a setembro de 2018, após uma reconstrução da Torre da Cidade Velha. Durante a reforma, um mecanismo de relógio elétrico que estava em operação desde 1948 foi substituído por um mecanismo original da década de 1860.

As informações do relógio astronômico

O Orloj pode ser considerado um tipo de planetário primitivo, exibindo o céu conforme visto da Terra. Vamos conhecer quais são as informações apresentadas. Para auxiliar, apresentamos uma foto bem detalhada da vista de frente ao mostrador.

O fundo do mostrador representa a Terra e ao redor dele operam quatro componentes móveis principais: o anel zodiacal, um anel giratório externo ao



Estátuas de santos aparecendo nas janelas em determinado horário e o galo dourado acima do relógio.

anel zodiacal, um ponteiro com a representação do Sol e outro ponteiro representando a Lua.

A hora de Praga

O círculo azul diretamente no centro representa a Terra, o azul superior é a parte do céu que está acima do horizonte. As áreas de cor vermelha e preta indicam parte do céu abaixo do horizonte. Durante o dia, o sol mecânico fica sobre a parte azul e à noite fica sobre a parte preta. Ao amanhecer e anoitecer, o sol mecânico é posicionado sobre a área alaranjada do fundo. No lado esquerdo está escrito em latim *aurora e ortus*, relacionados ao nascer do Sol. No lado direito está escrito *occasus e crepusculum*, relacionados ao pôr-do-sol.

Os algarismos romanos dourados na borda externa do círculo azul são a escala de tempo de um dia de 24 horas, porém divididos em intervalos de 12 horas. Estes indicam o tempo do horário

local de Praga, denominado atualmente de Horário da Europa Central.

As linhas douradas curvas que dividem a parte azul do mostrador são as “horas desiguais”, que são definidas como $1/12$ avos do tempo entre o nascer e o pôr do sol; estas horas variam conforme os dias ficam mais longos ou mais curtos ao longo do ano.

O caminho do sol pelo zodíaco

O círculo sobreposto ao mostrador é um círculo móvel marcado com os signos do zodíaco, indicando a posição do Sol na eclíptica. Os signos são mostrados em ordem anti-horária. Na foto apresentada aqui, o sol está localizado em Câncer e a



Mostrador astronômico do Orloj em detalhes.



Detalhe da Lua. Metade da bola é prateada, a outra metade é pintada de preto. Assim, é mostrada a fase atual da Lua.

caminho de Leão.

Antigo sistema de horas checo

A borda externa no relógio apresenta numerais dourados escritos na antiga fonte Schwabacher. Estes números indicam o horário tcheco antigo, também denominado de horas italianas. Nesse padrão, a hora 24 indica o pôr do sol, que varia ao longo do ano desde às 16:00 no inverno a até às 20:16 no verão. Esse anel se move durante o ano para coincidir com a hora do pôr do sol e seu diâmetro mais externo é de aproximadamente 3 metros.

Movimento do Sol

O sol está preso a um braço

com ponteiro dourado mostrando a hora de três maneiras diferentes:

1) A posição do ponteiro dourado sobre os algarismos romanos no fundo indica a hora local de Praga.

2) A posição do sol sobre as linhas douradas curvas indica a hora no sistema das horas desiguais.

3) A posição do ponteiro dourado sobre o anel externo indica as horas passadas após o pôr do sol no horário tcheco antigo.

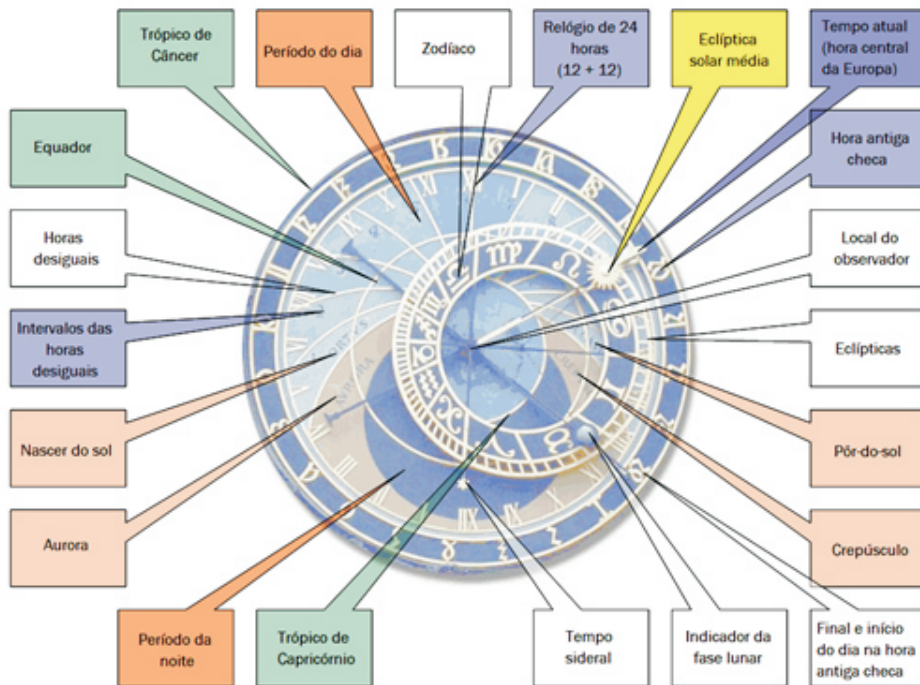
Movimento da Lua

O movimento da Lua na eclíptica é mostrado de forma semelhante ao do Sol, embora a velocidade seja muito mais rápida devido à órbita da Lua em torno da Terra.

A esfera, de metade preta e metade prateada, também mostra a fase lunar. Esse movimento torna o Orloj um dos poucos relógios astronômicos que mostram as fases da Lua. Importante citar que esse mecanismo da



Calendário logo abaixo do mostrador do relógio astronômico.



Esquema dos mostradores do relógio astronômico de Praga.

fase lunar só vem apresentar um atraso de um dia em 5 anos! Nada mal para um sistema mecânico criado no século XV.

Calendário

A placa de calendário, abaixo do relógio astronômico, foi substituída por uma cópia em 1880. A original está guardada no Museu da Cidade de Praga. Na borda do círculo há um calendário da igreja com feriados fixos e nomes de 365 santos. O quadro exibe alegorias sobre os meses e

imagens menores representam signos do zodíaco. As estátuas ao lado do calendário representam um filósofo, o arcanjo Miguel apontando para o mostrador do relógio astronômico, um astrônomo e um cronista.

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

Para saber mais:

Site oficial do relógio astronômico de Praga (em inglês):
www.orloj.eu/en/home1.htm

The Amazing Astronomical Clock of Prague:
[/www.youtube.com/watch?v=NebyX6-GUTM](https://www.youtube.com/watch?v=NebyX6-GUTM)

Animated explanation of the movements of the clock (Wayback Machine):
[/www.wijzerweb.be/prague.html](http://www.wijzerweb.be/prague.html)



Cometa C/2023 A3
Astrofotógrafo: Bruno Bonicontró
28/09/2024
Sarandí - PR



Uma experiência sob as estrelas

OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA GUIADA E COM TELESCÓPIOS
CAMPING - FOGUEIRA - CAFÉ DA MANHÃ - TURISMO RURAL

Informações

44 9 9176-2171

CARLOS DOMINGUES





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)**