

REVISTA DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

Ano 11 - Nº 43 - Outubro/2024

AstroNova

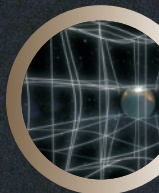
**A DESCOBERTA
DOS RAIOS-X**



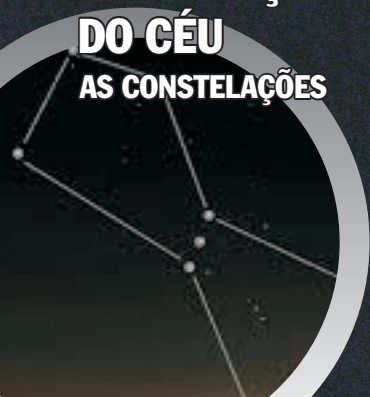
**O CENTRO
GALÁCTICO**



**RELATIVIDADE
GERAL**



**OBSERVAÇÃO
DO CÉU
AS CONSTELAÇÕES**



**O PLANETÁRIO DA UEM
PROF. CARLOS ALFREDO
ARGÜELLO**



ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL 

ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL TIANGONG 

AGENDA DOS LANÇAMENTOS ESPACIAIS 



EDITORIAL

Chegou a primavera, e com ela a edição n. 43 da revista AstroNova.

Estamos num momento muito especial: a visita do cometa C/2023 A3. Ele poder ser visto logo que o Sol se põe, na mesma direção do pôr do Sol, se as condições atmosféricas foram favoráveis, claro. Esta edição contou com a sorte de se enriquecer com fotos do cometa, capturadas pelas lentes e pela habilidade de vários astrofotógrafos do Brasil.

Para além do cometa, esta edição traz um artigo de Ricardo Francisco Pereira com um pequeno histórico da descoberta dos raios-X.

Na sequência, Rafael Cândido traz dados muito interessantes sobre o centro da nossa galáxia e de

estruturas descobertas a partir desse estudo.

Luiz Demétrio contribui com essa edição discorrendo um artigo muito completo sobre a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein. Este trabalho do famoso físico é um dos pilares da Física Moderna e da nossa compreensão mais recente sobre como a gravidade atua no Universo.

Finalizamos esta edição com uma cobertura feita por Adriane Casteleira ao novo planetário da UEM (Universidade Estadual de Maringá), enquanto eu dou continuidade ao meu texto "iniciando-se na observação do céu".

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.
Wilson Guerra

Arte e Diagramação:

Wilson Guerra

Astrofotos:

Adriane Casteleira
Felipe Sérvulo
Fernando O. de Menezes
Maico Zorzan
Mateus Castanheira

Capa:

Cometa C/2023 A3
(Tsuchinshan Atlas)

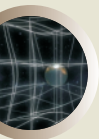
Astrofotógrafo: Carlos Ap. Domingues



A DESCOBERTA DOS RAIOS-X 09



O CENTRO GALÁCTICO 11



**DESMISTIFICANDO A TEORIA
DA RELATIVIDADE GERAL 17**



**INAUGURAÇÃO DO PLANETÁRIO
PROF. CARLOS ARGÜELLO 25**



**INICIANDO-SE NA OBSERVAÇÃO
DO CÉU: as constelações 29**

PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

EUA

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)
Satélites Starlink
Local: base de Vandenberg
Data: 29/10/2024

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)
Satélites Starlink
Local: cabo Canaveral
Data: 30/10/2024

Foguete: Falcon 9 (SpaceX)
Nave cargueira Dragon, com mantimentos e equipamentos para a ISS.
Local: complexo 39a
Data: 4 ou 5/11/2024

Foguete: New Glenn (Blue Origin)
Vôo inaugural/satélite Blue Ring
Local: complexo 36
Data: novembro/2024

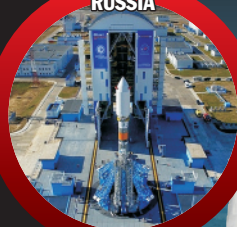
RÚSSIA

Foguete: Soyuz 2 (Роскосмос)
Ionosfera-M n°1, 2 e satélites meteorológicos
Local: Cosmódromo de Vostochny
Data: 04/11/2024

Foguete: Soyuz 2 (Роскосмос)
Nave cargueira Progress MS-29 com mantimentos para a ISS
Local: Cosmódromo de Baikonur
Data: 21/11/2024

Foguete: Soyuz 2 (Роскосмос)
Kondor-FKA no.2, satélite meteorológico e sensoriamento remoto
Local: Cosmódromo de Vostochny
Data: 30/11/2024

Foguete: Soyuz 2 (Роскосмос)
Resurs-P No. 5, satélite comercial
Local: Cosmódromo de Baikonur
Data: dezembro/2024



PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

Foguete: Longa Marcha 2F (CNSA)

Nave Shenzhou-19 com tripulação para estação Tiangong (CSS)

Local: base de Jiuquan

Data: 29/11/2024

Foguete: Gravity-1 (OrionSpace)

Lançamento inaugural

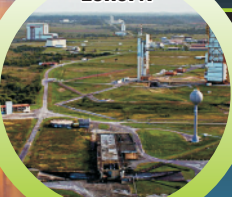
Local: base comercial de Wenchang

Data: 12/2024 ou 01/2023

CHINA



EUROPA



Foguete: Vega C (Ariane Space)

Satélite Sentinel 1C

Local: Guiana Francesa

Data: 03/12/2024

Foguete: Electron (RocketLab)

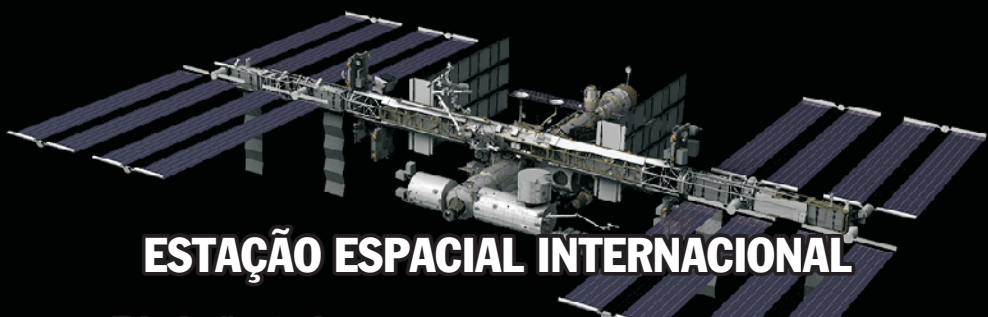
NZSA, sonda de pesquisa da atmosfera de Vênus

Local: Base da península Mahia

Data: 30/12/2024

NOVA ZELÂNDIA





ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

Tripulação atual



Próximas Expedições

Crew-10: SpaceX (02/2025)

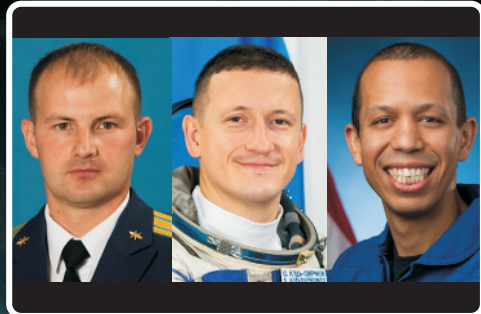


Principais atividades: julho a outubro/2024



O astronauta Mike Barratt usa barbeador elétrico com aspirador acoplado que coleta os fios de cabelo soltos.

Soyuz MS-27: Roscosmos (03/2025)

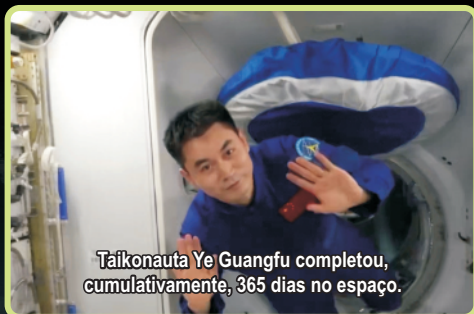


Pesquisas em microbiologia.

Estação Espacial Tiangong

Principais atividades: julho a outubro/2024

Tripulação atual (Shenzhou-18)



Taikonauta Ye Guangfu completou, cumulativamente, 365 dias no espaço.



Tripulação da sequência a experimentos científicos.

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.

#8 CONHECENDO O SISTEMA SOLAR

Asteroide

Os asteroides são corpos rochosos ou metálicos, ou a combinação de ambos, que podem possuir poucos metros de diâmetro até centenas de quilômetros. A maioria deles orbita o Sol no Cinturão Principal de Asteroides, entre Marte e Júpiter.



Asteroide 101955 Benu. Em 2020 a sonda OSIRIS-REx coletou amostras do asteroide que foram trazidas para a Terra.

Você Sabia?

O maior asteroide do Sistema Solar é Vesta, com um diâmetro de aproximadamente 560 Km. Por causa de seu tamanho e do brilho pouco comum em sua superfície, Vesta é o asteroide mais brilhante e o único que é, ocasionalmente, visível a olho nu.



Wilhelm Conrad Röntgen e a DESCOBERTA DO RAIOS-X

Ricardo Francisco Pereira
www.recursosdefisica.com.br

No dia 8 de novembro de 1895 na Universidade de Würtzburg, na Alemanha, quando estudava o modo pelo qual uma corrente elétrica fluía pelo tubo de Crooks, Röntgen (1845-1923) notou que, ao ligar o tubo, uma tela (coberta com platinocianeto de bário) de material fluorescente perto do tubo ficava luminosa. Sua investigação do fenômeno concluiu que a tela deveria acender por causa de alguma radiação desconhecida emitida pelo tubo de Crookes.

Röntgen percebeu que essa radiação desconhecida caminhava em linha reta, atravessava materiais opacos e produzia “sombas”. Como não algo ainda conhecido

pelos cientistas, ele deu o nome de Raios X para essa radiação desconhecida. A denominação “X” era porque ainda era desconhecida (algo análogo ao que chamamos hoje de Matéria Escura e Energia Escura, que são matéria e energia, respectivamente, que não detectamos, mas que deve existir para explicar o Universo que observamos segundo a Teoria do Big Bang).

Outras propriedades importantes que Röntgen logo notou foram que os Raios X era capaz de penetrar no corpo humano e “fotografar” o que havia abaixo da pele. Nessa época (1895), as pesquisas sobre o interior do corpo humano eram realizadas de modo exclusivamente invasivo, pois não se conhecia

nenhum meio que permitisse fotografar o interior do nosso corpo.

No dia 22 de dezembro de 1895, Röntgen levou sua esposa Anna Bertha Röntgen até seu laboratório e fez uma “fotografia” em raios X de sua mão. Pela primeira vez em todo o mundo foi obtida uma imagem do



Wilhelm Conrad Röntgen.
Fonte: Wikipedia

interior do corpo humano sem a necessidade de abri-lo. Ele esperava que sua esposa ficasse agradavelmente surpresa com a novidade, mas a simples visão dos ossos de sua própria mão a aterrorizou, como se isso fosse uma premonição de sua morte!

O que futuramente passou a ser chamadas de Radiografias eram o efeito mais espetacular da descoberta de Röntgen.

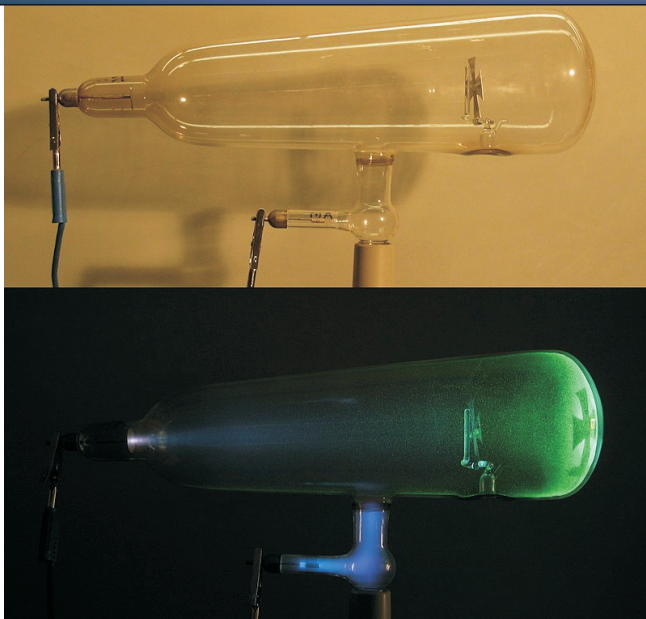
Ele publicou rapidamente um artigo e enviou cópias do artigo e de radiografias aos físicos mais importantes e sua descoberta se difundiu rapidamente e mudou para sempre a Medicina.

Algumas aplicações dos Raios X:

- Medicina: Diagnóstico médico (Radiografia, Tomografia



“Fotografia” da mão da esposa de Röntgen. Fonte: radiation-dosimetry



O tubo de Crookes. Fonte: Wikipedia

Computadorizada, Mamografia e Fluoroscopia);

- Indústria: Inspeção de materiais e controle de qualidade;
- Segurança: Inspeção de bagagens e controle alfandegário;
- Pesquisa científica: Análise de Materiais;
- Astronomia: Observação de fenômenos astronômicos de altas energias;
- Arte e Arqueologia: Análise de obras de arte e exames arqueológicos;

Ricardo Francisco Pereira é professor do Depto. de Física da UEM. É graduado em Física, mestre e doutor em Educação para a Ciência e a Matemática.

Para Saber Mais:

Tubo de Crookes:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_Crookes

1845 - Nascia Wilhelm Conrad Röntgen, descobridor do raio X:
https://www.ipen.br/portal_por/portal/nterna.php?secao_id=40&campo=11902

Wilhelm Roentgen: Entre a Descoberta do Raio-X e a "Loucura":
<https://www.youtube.com/watch?v=uboBK6S9Gg>

A Descoberta dos Raios X:
https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s01.html

Raios-x: fascinação, medo e ciência:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/xtjYm7RZvYjTyGf5zJjgCQ/>

Aplicações dos Raios X – Faxitron:
<https://www.youtube.com/watch?v=U7ytM9avq9c>

CENTRO GALÁCTICO

Rafael Cândido Jr.
rafael@astronova.com.br

Quando observamos fotos das galáxias espirais, notamos a existência de um núcleo luminoso. Mas se a Via Láctea é espiral, por que não vemos o seu núcleo? Neste artigo vamos conhecer o núcleo galáctico mais próximo de nós, o centro da Via Láctea.

O que é o núcleo galáctico?

O núcleo galáctico também recebe a denominação de centro galáctico e é definido como o centro rotacional, o

baricentro da Via Láctea. Encontra-se a 27000 anos-luz de distância do Sistema Solar na direção das constelações de Sagitário, Ofiúco e Escorpião.

O centro galáctico é dominado por estrelas gigantes vermelhas com uma população significativa de supergigantes massivas. Porém, devido à poeira interestelar, não conseguimos ver o centro galáctico na luz visível. Assim, as informações que temos sobre esta região vem da análise de emissões de

raios gama, raios X de alta energia, infravermelho e ondas de rádio.

O objeto massivo central da Via Láctea é um buraco negro supermassivo com aproximadamente 4 milhões de massas solares, o qual alimenta uma fonte de emissão de rádio compacta, denominada Sagitário A*, que está quase no centro de rotação galáctico. Esta fonte, também codificada como Sgr A*, foi descoberta em 1974 pelos astrônomos Bruce Balick e Robert L. Brown. O asterisco foi atribuído por

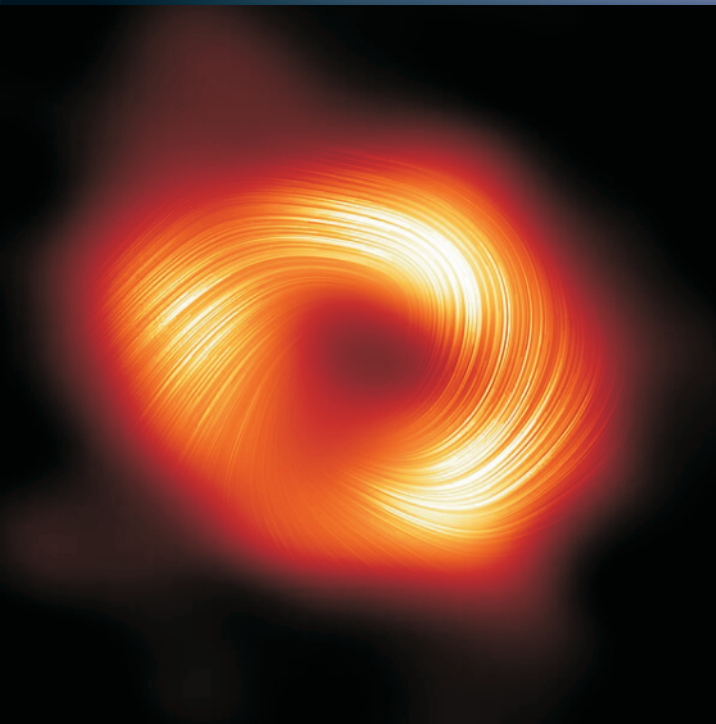


Imagem do disco de acreção do Sgr A* obtida pelo Event Horizon Telescope (EHT).

Brown em 1982, que compreendeu que a emissão de rádio deveria ser proveniente de um objeto de rádio compacto.

Em maio de 2022 foi divulgada a primeira imagem ao redor de Sagitário A*, confirmando se tratar de um buraco negro. O próprio buraco negro em si não é visto, apenas objetos próximos cujo comportamento é influenciado pelo buraco negro. As energias de rádio e infravermelho observadas são provenientes do gás e

poeira acelerados e aquecidos a milhões de kelvins enquanto caem rumo ao buraco negro.



Imagem ilustra órbita de estrelas em torno de buraco-negro no centro galáctico.
Fonte: <https://www.nytimes.com/2020/04/16/science/black-hole-sagittarius-a.html>

A busca pelo centro

A primeira referência ao centro da Via Láctea foi realizada pelo filósofo alemão Immanuel Kant em sua obra História Natural Geral e Teoria dos Céus (1755). Nela foi proposta a existência de uma estrela muito massiva no centro galáctico.

Em 1918, o astrônomo estadunidense Harlow Shapley propôs que o centro galáctico estaria na constelação de Sagitário, porém não seria visto devido às nuvens moleculares escuras que bloqueavam a visão desta região no óptico.

No início da década de 40, durante o período da Segunda Guerra Mundial, muitas regiões dos EUA passaram pelo apagão de guerra, mesmo em grandes cidades. E assim, o astrônomo Walter Baade

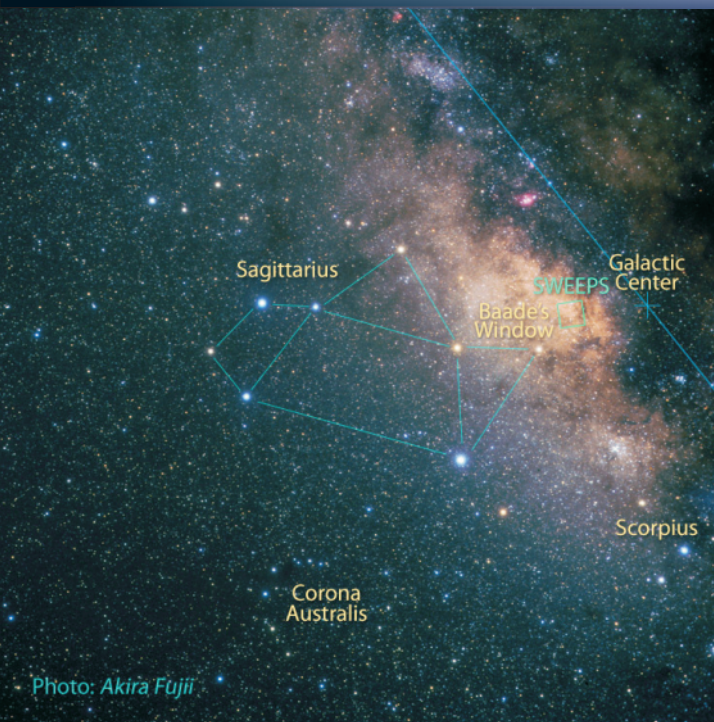


Photo: Akira Fujii

A região da Janela de Baade e a área de varredura do SWEEPS. Foto: Akira Fujii.

realizou uma busca na constelação de Sagitário utilizando o Telescópio Hooker, de 2,5 m de abertura, nas proximidades de Los Angeles. Verificou-se que nas proximidades da estrela Alnasi (Gama Sagitarii) há uma pequena região nas faixas de poeira interestelar, que fornece uma visão da enorme quantidade de estrelas ao redor do núcleo da Via Láctea. Assim, essa região recebeu a denominação de Janela de Baade.

Em 1954, uma equipe de

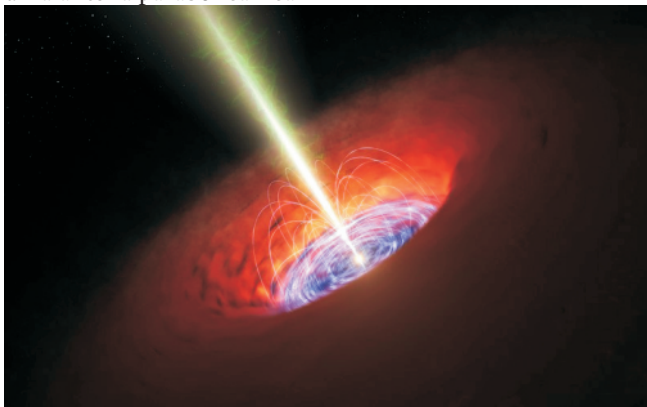
radioastrônomos da Austrália, liderada por Joseph L. Pawsey construiu uma antena parabólica fica

de 24 metros de diâmetro e a utilizaram para fazer um estudo da emissão de rádio que foi detectado em Sagitário. A fonte de rádio pontual intensa foi denominada de Sagittarius A.

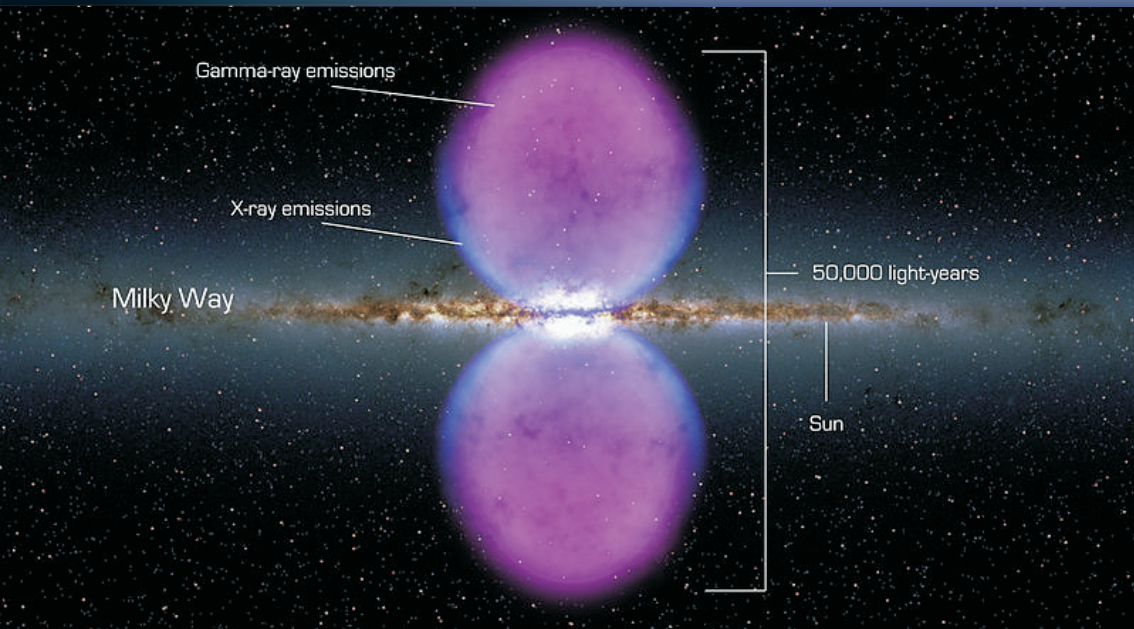
Em 2006 foi realizada uma pesquisa astronômica denominada SWEEPS (Sagittarius Window Eclipsing Extrasolar Planet Search) utilizando recursos do Telescópio Espacial Hubble para monitorar cerca de 180.000 estrelas observadas na Janela de Baade por uma semana. Este projeto encontrou 16 exoplanetas nessa região.

As bolhas de Fermi

A intensa fonte de rádio localizada no centro galáctico, coincide com a localização de um buraco negro supermassivo, do qual



Representação artística do buraco negro supermassivo no centro da Via Láctea. Fonte: <https://www.eso.org/public/images/eso1515a/>



Representação artística do plano galáctico com as bolhas de Fermi.

Fonte: <https://www.nasa.gov/universe/nasas-fermi-telescope-finds-giant-structure-in-our-galaxy/>

só se observa o disco de acreção (material que é acelerado em torno do buraco negro). Um estudo de 2008 utilizando simultaneamente os radiotelescópios do Havaí, Arizona e Califórnia avaliou o diâmetro de Sagittarius A* em 44 milhões de quilômetros (0,3 UA), um pouco menor que a distância de Mercúrio ao Sol.

Nesse mesmo ano, pesquisadores do Instituto Max Planck da Alemanha, utilizando telescópios localizados no Chile, confirmaram a existência desse buraco negro supermassivo no centro

galáctico com massa de 4,3 milhões de massas solares.

Em novembro de 2010 foi anunciada a existência de duas grandes estruturas no plano superior e inferior do centro galáctico. Estas “bolhas” emitem raios gama e raios X. Denominadas bolhas de Fermi, se estendem por aproximadamente 25.000 anos-luz. Medições em luz visível foram realizadas pela primeira vez em 2020.

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

Para saber mais:





Cometa C/2023 A3 Tsuchinshan ATLAS

Astrofotógrafo: Felipe Sérvulo

17/09/2024

Taperoá - PB

Felipe Sérvulo



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





Desmistificando a RELATIVIDADE GERAL

Luiz Felipe Demétrio

demetrio.luizfelipe.fis@gmail.com

O que é Relatividade Geral?

No último texto, vimos o que é a Cosmologia Moderna e como a teoria da Relatividade Geral (abreviada para RG) de Einstein foi importante para seu nascimento. Hoje conversaremos mais sobre essa teoria tão importante.

Antes de mais nada, é bom entendermos o que exatamente é a RG, que é cercada por muitos mitos e meias verdades: são feitas afirmações sobre uma

“relatividade da verdade”, viagens no tempo, dentre outras. Vamos então entender exatamente do que se trata essa teoria tão bela.

A Relatividade Geral é uma teoria científica de gravidade que superou a teoria newtoniana. Assim como a gravidade de Newton, ela explica a queda dos corpos e as órbitas dos planetas. Porém, assim como veremos, ela vai além, prevendo a existência de objetos exóticos (buracos negros, dentre outros) e funcionando também para o universo como um todo: a cosmologia.

Por que Einstein criou a Relatividade Geral?

Nada vem do nada (nada a ver). Da mesma forma, Einstein não acordou um belo dia e decidiu criar a Relatividade Geral. Foi todo um processo, baseado em problemas das teorias antigas.

No caso, em 1905, Einstein concluiu a primeira parte de sua teoria: a Relatividade Restrita, já discutida detalhadamente aqui na Astronova na Edição 32. Nessa teoria, o espaço e o tempo são relativos, mas tudo é modelado em um

espaço-tempo plano (mais sobre isso daqui a pouco) e nada se fala de gravidade.

Imediatamente após finalizar a primeira parte, Einstein percebeu um problema ao tentar incorporar a gravidade na Relatividade. Na teoria de Newton, dizemos que a gravidade é instantânea: ela não se propaga. Por exemplo, se destruíssemos o Sol, então a Terra seria atirada instantaneamente para o espaço, sem um tempo de espera.

A gravidade ser instantânea é um problema pois, na Relatividade Restrita, nada se propaga mais rápido que a luz. Para incluir a gravidade na Relatividade, Einstein então se vê forçado a generalizá-la.

É claro, havia vários outros motivos para substituir a teoria de Newton. Por exemplo, ela não conseguiria descrever a órbita do planeta Mercúrio na época. Além disso, na Cosmologia, ela levava ao estranho resultado que o universo não deveria existir, conhecido como **Paradoxo de Seeliger**¹. Entretanto, isso fica para outro texto.

1. Como na teoria de Newton a gravidade é instantânea, todos os objetos do universo sentem a gravidade de todos os outros. Em um universo infinito, isso levaria a um colapso, e o cosmos como o conhecemos não existiria.

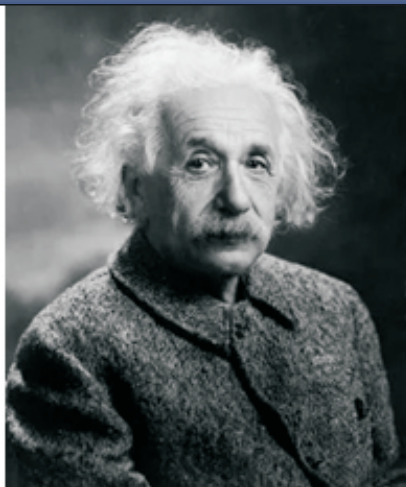
Uma característica fortíssima do trabalho de Einstein, já evidenciada na construção da Relatividade Restrita, é seu uso de experimentos mentais: situações imaginárias feitas para testar princípios físicos. Vamos então mergulhar nos experimentos mentais feitos por Einstein para construir a segunda parte da teoria da Relatividade: a Relatividade Geral.

Elevador de Einstein: o Princípio da Equivalência

Os problemas da teoria de Newton (órbita de Mercúrio e paradoxo de Seeliger) motivaram o surgimento de uma nova teoria. Entretanto, para Einstein, um pensamento engraçado foi o guia central de sua busca: imaginar uma pessoa caindo de um telhado.

O motivo pelo qual o caso de uma pessoa caindo é interessante é por causa dos efeitos que ela vê. Como não é muito comum cair do telhado (espero que o leitor nunca tenha o feito), explicarei isso em um caso mais familiar: uma pessoa andando em um ônibus.

Todo mundo já deve ter



O físico Albert Einstein.

Fonte: [Brasil Escola](#).

passado pela situação de andar de ônibus (ou de carro) e o motorista acelerar bruscamente. Isso é chato, porque sentimos um “empurrão”, que nos joga para trás (figura 1).

O “empurrão” que sentimos tem um nome até que engraçado na física de Newton: força fictícia. O nome vem do fato que esse

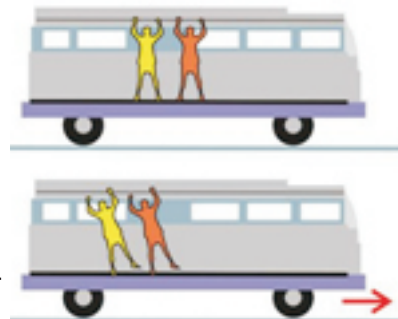


Figura 1 Ao andar de ônibus, sentimos um “empurrão” para trás quando o motorista acelera. Fonte: [Pinterest](#).

empurrão não é uma força (quem está te empurrando?), mas sim um efeito da aceleração. Se você está sofrendo uma aceleração, você sente esses efeitos engraçados, mesmo sem ninguém te empurrar.

No caso de uma pessoa caindo, a situação é exatamente a mesma: se você cai acelerado para baixo, do seu ponto de vista, tem uma “força” que empurra tudo para cima, pois do seu ponto de vista, você está parado.

O caso da queda foi só para aquecer para um caso mais interessante. Imagine agora uma pessoa em um elevador. Como todos sabemos, se soltarmos um objeto dentro de um elevador (pode ser uma maçã), ele cai para baixo (você pode tentar se não acreditar). Até aqui, nada de novo (figura 2).

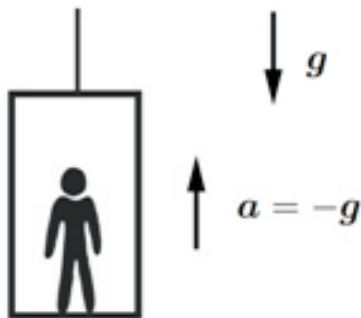


Figura 2 Ilustração do experimento mental do elevador. Fonte: autor.

Vamos agora para um caso mais interessante. Imagine que você está em um elevador e solta a maçã, vendo que ela cai para baixo. Até aí tudo bem de novo. Porém, você olha pela porta (de vidro) para fora: tem apenas o espaço sideral em todas as direções. Você está longe da Terra. Mas como seria possível isso acontecer e a maçã cair?

A resposta é o mesmo “empurrão” de antes. Imagine que algum motor está empurrando, acelerando o elevador para cima. Então tudo que está no elevador sente um empurrão para baixo, como no ônibus. Na verdade, se a aceleração tiver o valor certo, ela consegue simular exatamente a gravidade da Terra (figura 2).

O ponto principal desse experimento mental proposto por Einstein é que, se você estiver no elevador, sem ver o que está fora, é impossível distinguir a gravidade do “empurrão” de estar acelerado para cima. É nesse contexto que dizemos que a gravidade é uma “força fictícia”: uma força falsa. Ela na verdade não é uma força, é apenas uma ilusão.

Nessa hora, fica então a dúvida: Ok, a gravidade não

é uma força. Mas o que diabos ela é então?

A resposta, nós daremos com mais um experimento mental, ainda mais interessante que o primeiro.

Disco Girando: $\pi \neq 3,14...$

Provavelmente um dos resultados mais interessantes da Relatividade Restrita é que o tempo e o espaço não são absolutos. No caso, quando um observador está em movimento, ele sente uma dilatação do tempo e uma contração do espaço na direção de seu movimento (figura 3).

Aqui, farei uma pequena pausa para insistir em um ponto importantíssimo: e a contração ocorre na direção do movimento. No desenho com um carrinho, o carro se contrai apenas na direção em que ele está andando (para a direita). Sua altura, por exemplo, é a mesma mesmo em movimento. Isso será importante daqui a pouco.

Até agora, vimos o que acontece se uma pessoa em movimento mede uma barra. Porém, para “não forçar a barra”, podemos também imaginar o que aconteceria se uma pessoa em movimento tentasse

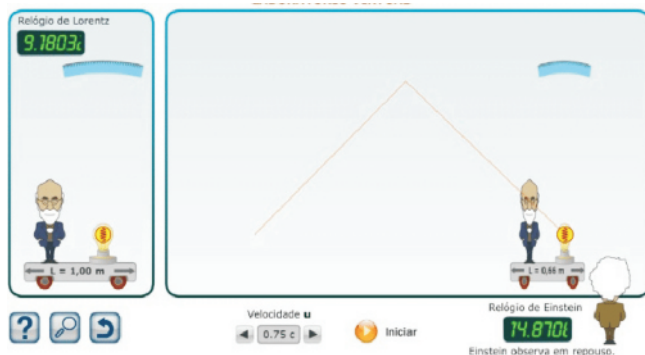


Figura 3 Em um referencial, o carro tem 1m. Para o referencial em movimento, o carro tem 0,66 m. O artigo em questão apresenta discute esse e outros simuladores, podendo ser lido neste [link](#).
Fonte: Research Gate.

medir um disco (figura 3).

A ideia aqui é que, do ponto de vista da pessoa parada com relação ao disco, é fácil. Como sabemos, um disco de raio r possui comprimento $2\pi r$. Ela então irá medir o raio do disco e seu comprimento, confirmando esse resultado.

Já para a pessoa em movimento, as regras engraçadas da relatividade

entrarão em ação: ela verá uma contração do espaço na direção que anda. E claro, ao andar sobre o disco, ela medirá uma contração. O problema é que, a cada passo que ela dá, o raio do anel continua igual a r , afinal, ela não anda na direção de r . Para ver isso, olhe a figura acima: ao carregar uma régua sobre o disco, o tamanho na direção de r não é afetado.

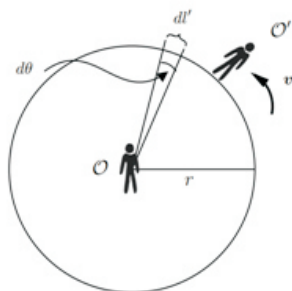


Figura 4 Ilustração do experimento de uma pessoa rodando ao redor de um disco enquanto tenta medi-lo.
Fonte: o próprio autor.

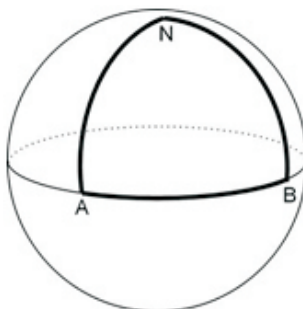


Figura 5

O resultado é que, devido à contração do espaço, o comprimento do disco é menor que $2\pi r$, mesmo possuindo raio r . Isso significa que uma das regras da geometria que estamos acostumados falhou, o que ocorre para espaços curvos. Isso é equivalente a desenhar um triângulo e seus ângulos somados darem um resultado menor que 180° (figura 5).

Para arrematarmos e entendermos a gravidade, vamos nos lembrar do resultado do experimento do elevador: a gravidade é uma ilusão que apenas observadores acelerados enxergam. Por outro lado, conforme nosso amigo mede a circunferência enquanto roda, ele está acelerado. Do ponto de vista dele, ele observa forças gravitacionais. Ao mesmo tempo em que vê que a geometria usual não funciona. Agora, basta conectarmos os pontos.

O resultado do experimento mental acima é então nada menos que a gravidade está associada a espaços curvos. Isso porque, do ponto de vista do observador que roda, ele vê forças gravitacionais ao mesmo tempo em que vê que o espaço é curvo. Isso responde a pergunta de

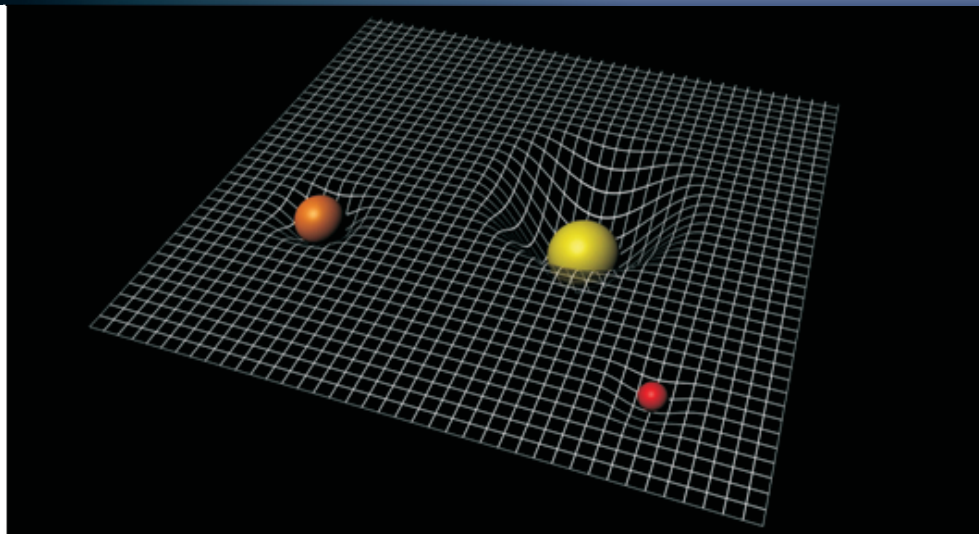
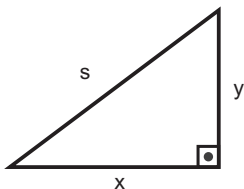


Figura 6 Representação gráfica da curvatura no espaço-tempo. Fonte: ESA SCIENCE.

antes: a gravidade não é uma força, é uma ilusão (como o “empurrão” do ônibus) causada por uma curvatura do espaço.

Nesse ponto, é válido entender como modelar um espaço curvo. A ideia é exatamente a mesma dita no texto anterior: regras da geometria usual não funcionam, como comprimento de circunferências, ângulos, ou o Santo Graal da geometria da escola: o Teorema de Pitágoras:

$$s^2 = x^2 + y^2$$



A ideia então é que, em espaços curvos, o Teorema de Pitágoras assume uma forma bem mais complicada. Na chamada Geometria Diferencial, existe um objeto $g_{\mu\nu}$ chamado tensor métrico, cujo nome pode assustar, mas a ideia é bem simples: eles te informam o quanto o Teorema de Pitágoras é violado em um espaço. Sabendo da existência desse objeto que mede o quanto um espaço é curvo, Einstein então o usa para descrever a gravidade em sua nova teoria.

Equações de Einstein

Juntando as peças acima, Einstein conseguiu responder à pergunta o que é a gravidade: curvatura do

espaço-tempo. Porém, ainda é preciso responder outra pergunta: como a gravidade é gerada?

A ideia então foi generalizar o mesmo que ocorria segundo Newton. Para ele, a massa gera a gravidade. De forma similar, Einstein propõe que a matéria gera a gravidade deformando o tecido do espaço-tempo. Aqui, isso é bem ilustrado pela clássica ilustração do espaço-tempo como um tecido, com as massas dos corpos afundando-o e tornando-o curvo.

As considerações acima foram todas feitas entre 1905-1907. Os 8 anos seguintes até a conclusão da Relatividade Geral se resumiram na busca de

Einstein por equações que implementam a ideia da figura acima. Depois de uma longa busca (e vários caminhos errados), ele obteve o chamado sistema de Equações de Einstein:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

A ideia é realmente simples: o lado esquerdo é o espaço-tempo ($R_{\mu\nu}$ e R , ambos dependem de $g_{\mu\nu}$), e o direito a matéria $T_{\mu\nu}$. As equações apenas contam como a matéria deforma o espaço-tempo, ilustrando de forma matemática a figura do tecido do espaço-tempo (figura 6).

A notação, entretanto, pode enganar. O objeto $R_{\mu\nu}$ contém somas na chamada notação de Einstein, possuindo mais de 200 termos que precisam ser calculados para resolver as equações de Einstein, que são extremamente complexas. Uma boa parte do trabalho de pesquisadores em Física é determinar soluções para essas equações, pois elas podem ser resolvidas apenas em alguns casos específicos.

Armados com tal sistema, cada solução mostrou coisas novas: Einstein acreditava ser impossível de resolvê-las e usou aproximações, desenvolvendo o conceito de

ondas gravitacionais: perturbações no tecido do espaço-tempo que se propagam na velocidade da luz. A primeira solução exata da RG ficou conhecida como solução de Schwarzschild e revelou os primeiros buracos negros. Alguns anos depois, os trabalhos de Einstein e Friedmann elucidaram o comportamento de nosso universo como um todo, revelando soluções com universos em expansão, fundando a cosmologia moderna. Aqui, vou parar porque preciso encerrar o texto, mas poderíamos ficar por hora divagando sobre as aplicações e consequências da Relatividade Geral.

Considerações Finais

Neste breve texto, conversamos um pouco sobre a Relatividade Geral, a teoria padrão da gravidade atual. Pudemos então contemplar um pouco do gênio e da criatividade de Einstein que, através de experimentos mentais simples, revelou a natureza de um fenômeno que parece tão simples: a queda dos corpos, que na verdade é uma ilusão causada pelo fato de vivermos em um espaço-tempo curvo.

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

Referências:

- Foundations of the General Theory of Relativity. Annalen der Physik, n. 354, 1915. Disponível em: https://en.wikisource.org/wiki/The_Foundation_of_the_Generalis_ed_Theory_of_Relativity, 1931.
- EINSTEIN, Albert. Cosmological Considerations in the General Theory of Relativity. Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin (Math. Phys.), v. 1917, p. 142–152, 1917.
- GUTH, Alan H. The Inflationary Universe: The Quest For a New Theory of Cosmic Origins. [S.l.]: Helix Books, 1997.



Cometa C/2023 A3 Tsuchinshan ATLAS
Astrofotógrafo: Mateus Castanheira
16/10/2024
Ponta Grossa - PR



Cometa C/2023 A3 Tsuchinshan ATLAS

Astrofotógrafo: Maico Zorzan

02/10/2024

Marialva - PR



Planetário PROFESSOR CARLOS ALFREDO ARGÜELLO é inaugurado no campus sede da UEM

Adriane Casteleira

nany@astronova.com.br

No dia 8 de outubro, em uma solenidade que reuniu diversas autoridades e convidados sob o Sol ardente, foi inaugurado, durante o evento Paraná Faz Ciência 2024, o Planetário Prof. Carlos Alfredo Argüello, o segundo planetário da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Fruto de um projeto maior idealizado em 1991 pelo Professor Doutor Marcos César Danhoni

Neves, Coordenador do Planetário UEM, o planetário deve atender toda a comunidade com sessões diárias, tornando-se um centro de divulgação científica da astronomia. “É

muito importante para o ensino da ciência (o planetário), especialmente em tempos de negacionismo científico e de desestímulo à Ciência”, afirma o Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves, denunciando o crescente negacionismo científico e a falta de apoio das autoridades governamentais.

A idealização

O primeiro projeto surgiu em 1991, idealizado, também, pelo Prof. Dr. Marcos César Danhoni Neves, era de uma estrutura muito maior, que se chamaria Praça do Céu ou Praça da Ciência. Nessa praça, além do planetário, haveria alguns parques de ciências laterais e uma

estrutura maior para observação empírica do passar dos dias e das estações do ano, como uma “mini Stonehenge”, como o próprio Prof. Danhoni comparou, e um observatório astronômico. O planetário seria um edifício que, além da cúpula, comportaria sala de exposições, banheiros, almoxarifado, sala de direção, etc.

Essa época, contudo, foi marcada por grande crise econômica e o projeto não conseguiu sair do papel.

Foi no ano de 2003, por meio de um edital do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que foi conseguido o recurso para



O prof. Marcos Danhoni instrui seus alunos que irão dirigir as sessões.

montar o primeiro planetário, o Circus Stellarium. Com uma estrutura bem mais modesta, feita com lonas e um projetor analógico, o Circum Stellarium ainda é funcional e atende alunos de graduação e pós-graduação da UEM.

O novo planetário

Em 2023, com recursos obtidos através de um edital do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o segundo



Prof. Marcos Danhoni discursa na inauguração do planetário.

planetário foi viabilizado.

A estrutura circular com uma cúpula vermelha e pintura artística externa assinada por René Meirim se destaca no campus. Tem capacidade para quase 40 pessoas e conta com uma sala climatizada equipada com assentos reclináveis e um projetor digital da Full Dome, famosa empresa brasileira do ramo.

Batizado de Planetário Professor Carlos Alfredo Argüello, uma homenagem ao professor argentino naturalizado brasileiro, e ex-orientador de mestrado do Prof Danhoni, que teve uma brilhante carreira como professor de física e na divulgação da ciência. Argüello, falecido em 2020, foi diretor do Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW), da Unicamp (Campinas-SP). Segundo Danhoni, seu ex-orientando, “O Arguello foi um grande educador. Criou o Núcleo Interdisciplinar para a

Melhoria do Ensino de Ciências no Parque Taquaral, em Campinas, com um grande planetário e um grande museu de ciências, criando uma forte interação com a comunidade escolar, em todos os níveis.”

Danhoni e Argüello trabalharam juntos em um projeto de capacitação de professores e leigos na região do Araguaia. “Ele era um grande indigenista, também um grande freireano (...), um navegador e um grande astrônomo. Então, por todas essas qualidades, como homem, como cientista e humanista, estamos honrando a sua memória com o planetário”, declara o professor Danhoni.

Agora, com a inauguração do Planetário Prof. Carlos Alfredo Argüello e a manutenção do Circus Stellarium como um planetário-escola, a UEM é a única universidade no Brasil a possuir dois planetários funcionais.

Visitas

Durante o evento Paraná Faz Ciência 2024, o planetário, logo após sua inauguração, abriu sessões aos participantes e comunidade.

A agenda do planetário e o agendamento de visitas escolares ficarão disponíveis no link

planetario-uem.blogspot.com



Cometa C/2023 A3 Tsuchinshan ATLAS

Astrofotógrafa: Adriane Casteleira

01/10/2024

Mandaguari - PR



Aglomerados constelação de Mensae
Astrofotógrafo: Fernando Oliveira de Menezes
Outubro/2024
Munhoz - MG

Iniciando-se na

OBSERVAÇÃO DO CÉU

As constelações



Wilson Guerra

wilsonguerra@gmail.com

Na edição anterior entendemos como diferenciar, pelo menos preliminarmente, as estrelas dos planetas, e como se dá o movimento dos astros no céu no decorrer de um dia ou de uma noite.

Serão abordados agora alguns termos e conceitos relacionados com a sistematização da esfera celeste.

AS CONSTELAÇÕES

As estrelas que visíveis na esfera celeste, mesmo a olho nu, são muitíssimas: um pouco mais de oito mil. Para por ordem neste aparente caos, as várias civilizações, de maneira totalmente

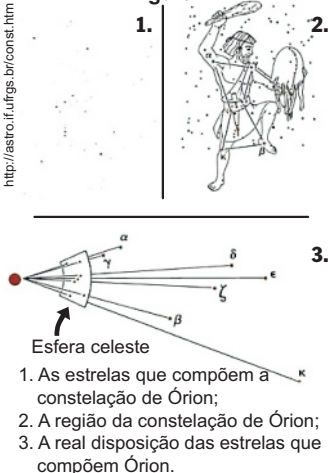
independente, procederam da mesma forma: organizaram as estrelas mais visíveis e brilhantes em grupos. Estes agrupamentos são chamados de constelações.

Os povos antigos faziam esses agrupamentos desenhando imagens, como em um liga-pontos, criando figuras imaginárias que representavam elementos de seu cotidiano e de sua cultura. Por exemplo, o que conhecemos aqui no Brasil por "As Três Marias" eram, para os gregos da antiguidade clássica, o cinturão de um caçador mitológico chamado Órion; na cultura árabe, eram a cintura de um conjunto maior chamado "O Gigante";

na China compunham a constelação das "Três Estrelas"; para o povo da Polinésia, no Oceano Pacífico, eram o centro da "Cama de Gato"; e para os indígenas Tupi-Guarani, representava uma das pernas da constelação do "Homem Velho". Mas independente "do que" os antigos viam, uma aplicação importante estava por trás desta prática: esta era uma maneira de organizar o céu e se localizar nele.

As estrelas que compõem as constelações não possuem ligação entre si. As distâncias entre elas também variam muito: umas mais próximas de nós, outras muito mais distantes (figura 1). A impressão de

Figura 1



que as estrelas estão dispostas umas ao lado das outras sobre uma superfície esférica é uma aparência de perspectiva.

A estrela mais brilhante de uma constelação é a *alfa* (α). A segunda mais brilhante, a *beta* (β), e assim por diante, seguindo as letras do alfabeto grego ($\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \dots$). Exemplo: a estrela mais brilhante da constelação de Cão Maior é a *alfa de Cão Maior*, também chamada de Sírius, a estrela mais brilhante do hemisfério sul.

Em 1929 a União Astronômica Internacional adotou 88 constelações oficiais. Estas constelações englobam várias culturas, de seres mitológicos da grécia clássica, como a constelação do Centauro, até instrumentos científicos modernos, como a

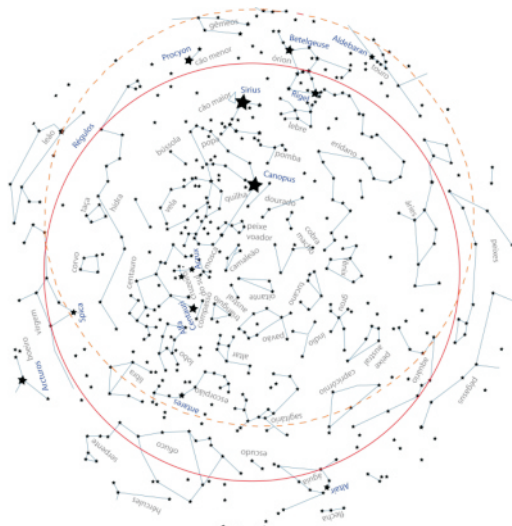
constelação do Microscópio. Todas as constelações foram definidas por Claudius Ptolomaeus (150 d.C.), Johann Bayer (1572-1625), Johannes Hevelius (1611-1689) e Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762).

Cada constelação tem uma área delimitada, de modo que qualquer outra estrela ali presente faz parte daquela constelação.

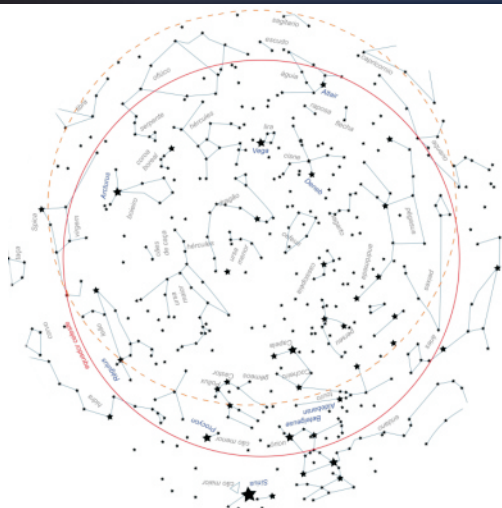
Dependendo do hemisfério da Terra que o observador se encontra, várias constelações do outro hemisfério não serão observáveis. A maioria das pessoas que vivem no hemisfério sul jamais verá por exemplo as constelações da Ursa Menor e de Cefeus. Já um observador nas altas latitudes do hemisfério norte nunca verá o Cruzeiro

do Sul. Apenas um observador localizado no equador (latitude zero grau) poderá ver praticamente todas as constelações, no decorrer de um ano.

A concepção das constelações e as histórias mitológicas nelas envolvidas foram importantes para os navegadores. Ajudavam os marujos a localizarem-se no céu para poderem fazer medições de interesse náutico, necessárias para se calcular as coordenadas por onde navegavam. Na mitologia grega, por exemplo, Órion era um caçador que aterrorizava a floresta de uma deusa. Esta então enviou um escorpião gigante para matá-lo, iniciando uma longa perseguição. É por isso que as constelações de Órion e



Constelações do Hemisfério Sul



Constelações do Hemisfério Norte

Escorpião estão em posições opostas do céu. Quando o Escorpião surge, Órion se põe. Quando o Escorpião se põe, é Órion que surge. Portanto, reconhecer uma destas constelações já permite estimar onde está a outra, e assim se constrói uma rede de referências para as medições náuticas.

AS CONSTELAÇÕES COMO REFERÊNCIA

Tendo as constelações

devidamente "mapeadas", pode-se usá-las como referência para localizar outros astros ou determinar a posição de fenômenos. Eis algumas situações.

No dia 6 de julho de 2014, próximo das 22h30min, o planeta Marte e a Lua se localizavam na constelação da Virgem (figura 2). Já na noite de 17 de agosto, no mesmo horário, Marte estava sobre a constelação de Libra, e a Lua sequer era

A constelação de Órion. No centro as "três marias" formam seu cinturão. Foto de Lucas Souza.

visível neste horário (figura 3).

As chamadas "chuvas de meteoros" tem seus nomes derivados das constelações de onde parecem se originar. Nas noites de 14 e 15 de dezembro deste ano ocorrerá o máximo de uma chuva de meteoros que, olhando no céu, pareciam vir da constelação da Gêmeos. Por isso esta chuva de meteoros é chamado de *geminídeas*.

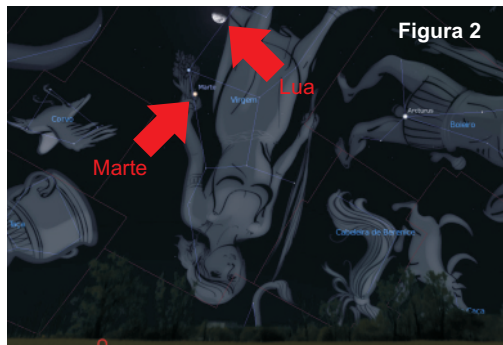


Figura 2



Figura 3

Em 2013 uma estrela que não era visível a olho nu repentinamente tornou-se dezenas de milhares de vezes mais brilhante. Este fenômeno é denominado pelos astrofísicos de *Nova*. Trata-se de uma estrela que absorve gravitacionalmente material de alguma estrela vizinha até um limite crítico onde reações adicionais de fusão termonuclear iniciam-se, conferindo um aumento extraordinário e repentino de seu brilho. Esta *nova* surgiu nos limites da constelação do Golfinho (*Delphinus*, em latim), e por isso foi chamada de *Nova Delphinus*.

Devemos lembrar sempre que quando se diz que determinado astro ou fenômeno ocorre em uma certa constelação, isto não significa que o evento ocorreu fisicamente lá. No caso dos exemplos anteriores, Marte fica muitíssimo mais próximo da Terra (em nossa vizinhança planetária) do que as estrelas das constelações onde foi visto. Trata-se apenas um efeito de perspectiva: as estrelas da constelação estão muitíssimo ao fundo, e o planeta, à frente. No caso dos meteoros, mais ainda: meteoros são fenômenos que ocorrem dentro da atmosfera terrestre, a apenas algumas dezenas de

AS 88 CONSTELAÇÕES OFICIALMENTE ADOPTADAS PELA UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL, NA ORDEM ALFABÉTICA NOMES EM LATIM E EM PORTUGUÊS

<i>Andromeda</i> , Andrômeda	<i>Leo</i> , Leão
<i>Antlia</i> , Bomba de Ar	<i>Leo Minor</i> , Leão Menor
<i>Apus</i> , Ave do Paraíso	<i>Lepus</i> , Lebre
<i>Aquarius</i> , Aquário	<i>Libra</i> , Libra (Balança)
<i>Aquila</i> , Águia	<i>Lupus</i> , Lobo
<i>Ara</i> , Altar	<i>Lynx</i> , Lince
<i>Aries</i> , Áries (Carneiro)	<i>Lyra</i> , Lira
<i>Auriga</i> , Cocheiro	<i>Mensa</i> , Montanha da Mesa
<i>Boötes</i> , Pastor	<i>Microscopium</i> , Microscópio
<i>Caelum</i> , Buril de Escultor	<i>Monoceros</i> , Unicórnio
<i>Camelopardalis</i> , Girafa	<i>Musca</i> , Mosca
<i>Cancer</i> , Câncer (Caranguejo)	<i>Norma</i> , Régua
<i>Canes Venatici</i> , Cães de Caça	<i>Octans</i> , Octante
<i>Canis Major</i> , Cão Maior	<i>Ophiuchus</i> , Ofiúco (Caçador de Serpentes)
<i>Canis Minor</i> , Cão Menor	<i>Orion</i> , Órion (Caçador)
<i>Capricornus</i> , Capricórnio (Cabra)	<i>Pavo</i> , Pavão
<i>Carina</i> , Quilha (do Navio)	<i>Pegasus</i> , Pégaso (Cavalo Alado)
<i>Cassiopeia</i> , Cassiopéia (mit.)	<i>Perseus</i> , Perseu
<i>Centaurus</i> , Centauro	<i>Phoenix</i> , Fênix
<i>Cepheus</i> , Cefeus	<i>Pictor</i> , Cavalete do Pintor
<i>Cetus</i> , Baleia	<i>Piscis</i> , Peixes
<i>Chamaeleon</i> , Camaleão	<i>Piscis Austrinus</i> , Peixe Austral
<i>Circinus</i> , Compasso	<i>Puppis</i> , Popa (do Navio)
<i>Columba</i> , Pomba	<i>Pyxis</i> , Bússola
<i>Coma Berenices</i> , Cabeleira	<i>Reticulum</i> , Retículo
<i>Corona Austrina</i> , Coroa Austral	<i>Sagitta</i> , Flecha
<i>Corona Borealis</i> , Coroa Boreal	<i>Sagittarius</i> , Sagitário
<i>Corvus</i> , Corvo	<i>Scorpius</i> , Escorpião
<i>Crater</i> , Taça	<i>Sculptor</i> , Escultor
<i>Crux</i> , Cruzeiro do Sul	<i>Scutum</i> , Escudo
<i>Cygnus</i> , Cisne	<i>Serpens</i> , Serpente
<i>Delphinus</i> , Delfim	<i>Sextans</i> , Sextante
<i>Dorado</i> , Dourado (Peixe)	<i>Taurus</i> , Touro
<i>Draco</i> , Dragão	<i>Telescopium</i> , Telescópio
<i>Equuleus</i> , Cabeça de Cavalo	<i>Triangulum</i> , Triângulo
<i>Eridanus</i> , Eridano	<i>Triangulum Australe</i> , Triângulo Austral
<i>Fornax</i> , Forno	<i>Tucana</i> , Tucano
<i>Gemini</i> , Gêmeos	<i>Ursa Major</i> , Ursa maior
<i>Grus</i> , Grou	<i>Ursa Minor</i> , Ursa Menor
<i>Hercules</i> , Hércules	<i>Vela</i> , Vela (do Navio)
<i>Horologium</i> , Relógio	<i>Virgo</i> , Virgem
<i>Hydra</i> , Cobra Fêmea	<i>Volans</i> , Peixe Voador
<i>Hydrus</i> , Cobra macho	<i>Vulpecula</i> , Raposa
<i>Indus</i> , Índio	
<i>Lacerta</i> , Lagarto	

quilômetros de nós. Somente no caso da *Nova* citado é que o fenômeno ocorreu no céu mais profundo, em uma estrela a anos-luz de distância (veja novamente a figura 1).

É importante ter clareza que uma constelação é apenas uma direção e não um local, já que suas estrelas não tem ligação entre si.

AS CONSTELAÇÕES ZODIACAIS

Alguns astros possuem movimento diferente do conjunto das estrelas. Os planetas, por exemplo, ocupam posições distintas em relação às estrelas no decorrer do tempo. O mesmo ocorre com o Sol. Assim, mais ou menos a cada mês o Sol nasce "em cima" de uma constelação diferente. É relativamente fácil perceber a constelação ocupada pelo Sol em uma determinada época observando a constelação presente na direção do Sol um pouco antes do nascente ou um pouco depois do poente. No decorrer do ano, esse movimento do Sol descreve uma linha que representa sua trajetória: a eclíptica do Sol. A linha desta eclíptica passa por várias constelações. Os antigos usavam essas observações para marcar a chegada das estações do ano. Doze das constelações atravessadas pela eclíptica

são, por isso, chamadas de Constelações Zodiacais (ou do Zodíaco). Uma 13^a constelação é a de Ofiúco, que por razões práticas não foi considerado no grupo do Zodíaco na antiguidade.

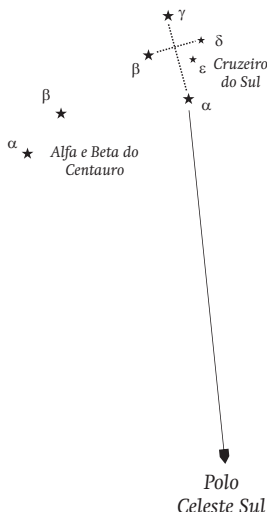
As Constelações Zodiacais são: Aquário, Áries, Câncer, Capricórnio, Gêmeos, Leão, Libra, Peixes, Sagitário, Escorpião, Touro e Virgem.

ALGUMAS CONSTELAÇÕES DO HEMISFÉRIO SUL

Há um conjunto de constelações de fácil identificação no hemisfério sul. Esse reconhecimento é feito a olho nu.

Cruzeiro do Sul

Junto com as estrelas alfa e beta do Centauro, formam o conjunto mais visível do hemisfério sul.



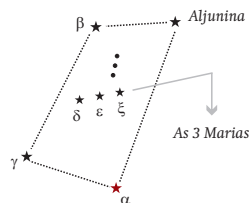
Touro

Sua estrela vermelha Aldebarã (α-Touro), forma a base de uma letra A.



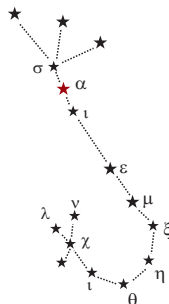
Órion

As Três Marias, bastante conhecidas no Brasil, permite localizar facilmente a constelação do caçador mitológico Órion. A estrela vermelha Beltelgeuse é a mais brilhante da constelação (α-Órion). Órion é visível no verão.



Escorpião

Uma grande constelação que em seu centro tem a estrela mais vermelha do céu, Antares (α-Escorpião). Escorpião é visível no inverno.



INDO A CAMPO

Se você não conhece os pontos cardeais, faça uso de uma bússola. Se conseguir localizar o Cruzeiro do Sul, oriente-se por ele, preferencialmente. A partir daí, para começar a reconhecer as constelações é aconselhável o uso de cartas celestes, disponíveis em muitos anuários impressos de astronomia divulgados em revistas especializadas ou sites que as disponibilizem para impressão. Para auxiliar a leitura faça uso de lanterna vermelha, cuja cor impacta menos na adaptação noturna de nossa visão.

Mas o uso de *softwares* e aplicativos de astronomia são alternativas mais práticas. O *Stellarium* (PC) pode ser instalado em um *notebook* e simula o céu local em qualquer horário ou época do ano. Basta apenas informar as coordenadas geográficas. Há também aplicativos para *tablet* e

smartphone, como o *Google Sky Maps* ou o *Star Chart*, além do próprio *Stellarium*. Estes últimos tem a vantagem de usar os recursos tecnológicos disponíveis no *hardware* instalado (sensores de movimentos) e permitem a reprodução em tempo real do céu local simplesmente movendo o dispositivo na direção desejada. Todos esses aplicativos também contam com sistema de visualização noturna (caracteres avermelhados)

para melhor se adaptar à nossa visão em ambiente escuro. E a melhor parte: são gratuitos!

Wilson Guerra é professor.

Graduou-se em Física, tem especialização em Astrobiologia e é mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

Referências:

Astronomia na Época dos Descobrimentos: Ronaldo Rogério de Freitas Mourão

Manual do Astrônomo: Ronaldo Rogério de Freitas Mourão

Enciclopédia Ilustrada do Universo: Edição Brasileira

Astronomia e Astrofísica:
<http://astro.if.ufrgs.br>



Dimulador Stellarium, disponível para PC e Startphone Android.



Ambiente do aplicativo Google Sky Map.



Ambiente do aplicativo Star Chart, ou Carta Celeste.



**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.



ASTRO NOVA

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)**