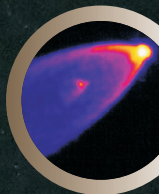


REVISTA DE DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS DA NATUREZA

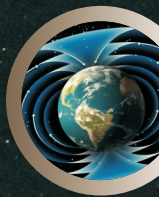
# AstroNova

Ano 10 - Nº 40 - Dezembro/2023

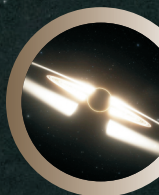
**A DESCOBERTA DO  
INFRAVERMELHO**



**MAGNETOSFERA  
DA TERRA**



**SOFTWARES NO  
ENSINO DE ASTRONOMIA**



**ECLIPSE ANELAR**  
**DE 14/10/2023**



ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL 

ATIVIDADES NA ESTAÇÃO ESPACIAL TIANGONG 

AGENDA DOS LANÇAMENTOS ESPACIAIS 



**Wilson Guerra**  
GCAA

## EDITORIAL

Mais um ano, mais um verão bem quente aqui pelo grande Brasil, desde as regiões tropicais até as subtropicais. E é forjado nesse calor que a equipe da AstroNova vem com a 40ª edição de nossa revista.

Falando de calor, começamos com o artigo do prof. Ricardo Francisco Pereira que trata da descoberta e algumas aplicações das radiações infravermelho, esta faixa do espectro que é a principal responsável eletromagnética da transmissão de calor via irradiação.

Em seguida, relembramos o tão esperado Eclipse Solar Anelar que foi visto de várias partes do Brasil em 2023. Para isso contamos nessa edição com um relato muito completo de Micheli

Trindade Moura. Ela, que é doutoranda em Astronomia, se aventurou em viajar do Sul do país para o estado do Ceará, onde tentou acompanhar o eclipse.

Rafael Cândido Jr. traz um artigo muito rico e completo sobre o campo magnética da Terra, com muitas e interessante informações detalhas sobre o tema do Geomagnetismo.

Finalizamos essa edição com um grande artigo sobre softwares e simulares com potencial no Ensino de Astronomia, contribuição mais uma vez da Micheli em trabalho conjunto com o prof. Jenivaldo Lisboa de Araújo.

Mas como sempre, iniciamos com a agenda de lançamentos espaciais e um resumo das atividades nas estações espaciais Internacional e Tiangong. Uma boa leitura!

**Wilson Guerra**

## EXPEDIENTE

### Conselho editorial:

Adriane Casteleira  
adrianecasteleira@gmail.com

Maico A. Zorzan  
maico@astronova.com.br

Rafael Cândido Jr.  
rafael@astronova.com.br

Wilson Guerra  
wilsonguerra@gmail.com

### Redatores desta edição:

Jenivaldo Lisboa de Araújo

Micheli Trindade Moura

Rafael Cândido Jr.

Ricardo Francisco Pereira

### Arte e Diagramação:

Wilson Guerra

### Astrofotos:

Beatriz Yordaky

Bruno Bonicentro

Carlos Aparecido Domingues

---

### Capa:

**Meteoro (geminídeas)**  
Gaurav Singh





## A DESCOBERTA DO INFRAVERMELHO

09



## ECLIPSES E PERRENGUES

11



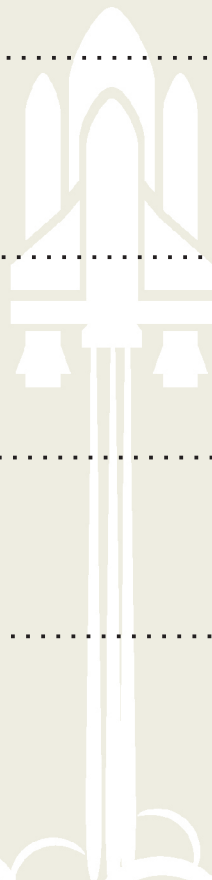
## MAGNETOSFERA DA TERRA

19



## SOFTWARES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

29



# PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

EUA



**Foguete: Falcon 9 (SpaceX)**

Carga: Axiom Mission 3, voo tripulado comercial

Local: centro espacial Kennedy

Data: 17/01/2024

**Foguete: Atlas V (ULA)**

Carga: satélite USSF 51 (USA Air Force)

Local: Cabo Canaveral

Data: 02/2024

**Foguete: Falcon 9 (SpaceX)**

Carga: nave cargueira Cynos com equipamentos e mantimento para ISS

Local: Cabo Canaveral

Data: 29/01/2024

**Foguete: Falcon 9 (SpaceX)**

Carga: pousador lunar Nova-C

Local: centro espacial Kennedy

Data: 02/2024

**Foguete: Soyuz 2 (Роскосмос)**

Carga: cargueiro Progress, com equipamentos para ISS.

Local: Cosmódromo de Baikonur

Data: 15/02/2024

**Foguete: Soyuz 2 (Роскосмос)**

Satélite meteorológico Meteor-2

Local: Cosmódromo de Vostochny

Data: 29/02/2024

**Foguete: Angara A5 (Роскосмос)**

Carga experimental

Local: Cosmódromo de Vostochny

Data: 21/02/2024

**Foguete: Soyuz-2 (Роскосмос)**

Nave MS-25 com tripulação para ISS

Local: Cosmódromo de Baikonur

Data: 21/03/2024

RÚSSIA





# PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DO TRIMESTRE

## **Foguete: Longa Marcha 7 (CNSA)**

Carga: nave cargueira Tianzhou 7 com mantimentos para Tiangong (CSS)

Local: base de Wenchang

Data: 15/01/2024

## **Foguete: Longa Marcha 2 (CNSA)**

Nave Shenzhou-18 com tripulação para estação Tiangong (CSS)

Local: base de Jiuquan

Data: 23/03/2024

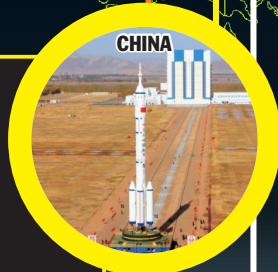
## **Foguete: Kinetica-1 (CAS)**

Vôo experimental 3

Local: base de Jiuquan

Data: 01/2024

**CHINA**



## **Foguete: H-2A**

Carga: satélite IGS-Optical 8

Local: centro espacial de Tanegashima

Data: 12/01/2024

## **Foguete: H-3**

Carga: satélites CE-SAT-1E e TIRSAT

Local: centro espacial de Tanegashima

Data: 14/02/2024

**JAPÃO**



## **Foguete: GSLV-II (ISRO)**

Satélite INSAT-3DS

Local: Satish Dhawan Space Centre

Data: 28/01/2024

## **Foguete: PSLV-XL (ISRO)**

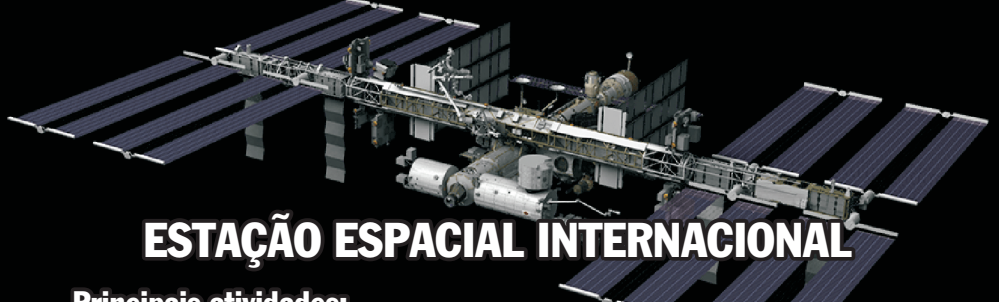
Satélite Cartosat-3A

Local: Satish Dhawan Space Centre

Data: 02/2024

**ÍNDIA**





# ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

**Principais atividades:  
outubro a dezembro/2023**

**Tripulação atual**



**Próximas Expedições**

**Crew-8: SpaceX (02/2024)**



**Soyuz MS-25: Roscosmos (03/2024)**



**Astronauta Satoshi Furukawa trabalha com equipamento que trata dióxido de carbono.**



**Astronautas Jasmin Moghbeli e Loral O'Hara com bandanas repletas de sensores para monitoramento da saúde.**



# Estação Espacial Tiangong

## Principais atividades: julho a setembro/2023

### Tripulação atual (Shenzhou-17)



Taikonautas Tang Hongbo e Tang Shengjie realizam caminhada espacial instalando equipamentos na parte externa da Tiangong.

摄像机工



Cultivo de plantas comestíveis na estufa de experimentos com vegetais.

摄像机工



Taikonauta Tang Hongbo se alimenta de folhas cultivadas na estação.



# 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.

## #6 CONHECENDO O SISTEMA SOLAR

# PLANETAS ANÕES



Planeta anão é o termo criado pela União Astronômica Internacional (UAI) para definir uma nova classe de corpos celestes, que são diferentes da definição de planeta e de corpo menor do sistema solar. Atualmente, a UAI classifica cinco objetos como planetas anões: Ceres, Plutão, Haumea, Makemake e Éris. No entanto, há mais quatro objetos, pelo menos, que podem fazer parte deste grupo.

### Características

De acordo com a UAI, um planeta anão é um corpo celeste que:

- Esteja em órbita em redor do Sol;
- Tenha massa suficiente para que a sua própria gravidade supere as forças de corpo rígido, de maneira que esteja em equilíbrio hidrostático e tenha uma forma quase esférica;
- Não tenha as vizinhanças da sua órbita desimpedidas;
- Não seja um satélite.

Segundo estas características, a diferença entre os planetas e os planetas anões é que estes últimos não têm as proximidades da sua órbita desimpedidas. Esta característica sugere uma origem distinta para os dois tipos de corpos.

### Plutão foi rebaixado?

Até 2006, Plutão era considerado o nono planeta do sistema solar.

Porém, a descoberta de Éris e outros objetos massivos demais para serem considerados asteroides, a própria definição de planeta precisou ser revista e uma nova classe de objetos celestes, denominada "Planeta Anão", foi designada.

WILLIAM HERSCHEL E A REVOLUÇÃO INVISÍVEL

# A DESCOBERTA DO INFRAVERMELHO

**Ricardo Francisco Pereira**

ricardoastronomo@gmail.com

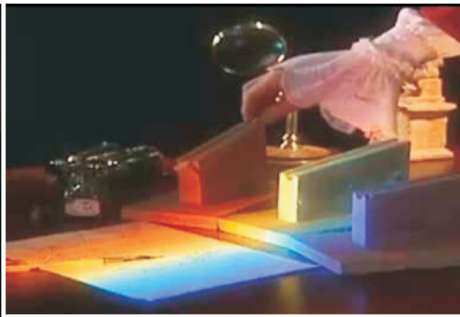
Em 1800, Wilhelm Friedrich Herschel, mais conhecido como William Herschel (1738-1822) fez várias experiências para estudar a relação entre luz e calor.

Numa delas, formou um espectro da luz solar com um prisma e foi posicionando um termômetro na cor que ele queria estudar, com outros dois termômetros ele marcava a temperatura ambiente para referência.

Herschel descobriu que a luz violeta era a que propiciava uma temperatura mais baixa no termômetro e a luz

vermelha provocava a temperatura mais elevada, então, por curiosidade, ele posicionou um termômetro além da cor vermelha, onde a princípio, não havia luz e registrou que a temperatura medida pelo termômetro era ainda mais alta que no

vermelho. Concluiu então que deveria haver “outro tipo de luz” o qual não podia ser visto nesta região. A princípio, ele chamou de “raios caloríficos”, mas posteriormente deu o nome de INFRAVERMELHO.

**Imagem 1** (esquerda): William Herschel.Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/William\\_Herschel](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Herschel).**Imagem 2** (direita): Experimento de Herschel medindo a temperatura das cores.Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=-JdhySH2PMc>



O experimento de Herschel foi importante porque levou a descoberta da radiação infravermelha e porque pela primeira vez alguém mostrou que existiam formas de “luz” que não podiam ser observadas com nossos olhos.

Uma das coisas mais legais sobre a Radiação Infravermelha é que pode



**Imagem 4:** Comparação entre fotografias normais (luz visível) e fotografias feitas no infravermelho.  
[http://astrobob.areavoices.com/astrobob/images/IR\\_image\\_examples\\_NASA\\_2.jpg](http://astrobob.areavoices.com/astrobob/images/IR_image_examples_NASA_2.jpg).

atravessar coisas que a luz visível não consegue, como nuvens, poeira e até mesmo algumas paredes. Isso faz com que seja útil em muitas situações.

As câmeras de visão noturna usam essa radiação para capturar imagens no escuro, permitindo que pessoas e animais sejam vistos mesmo quando estão completamente escuro. Na indústria, é usada para secar tintas e revestimentos, pois consegue aquecer as coisas sem entrar em contato direto e até mesmo os controles remotos usam essa tecnologia para enviar sinais para a TV, ar condicionado ou outros dispositivos. Já os cientistas usam a radiação infravermelha para estudar estrelas e planetas, já que ela consegue "enxergar"

através das nuvens de poeira que podem atrapalhar nossos telescópios normais.

Resumindo, mesmo que não possamos ver a radiação infravermelha, ela está ao nosso redor e desempenha um papel muito importante em várias coisas que facilitam nossas vidas, desde a área médica até a tecnologia que usamos todos os dias.

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

**Para saber mais:**  
<https://brasilescola.uol.com.br>

**Imagem 3:** Termômetros indicando temperaturas diferentes para cores diferentes.  
[www.coolcosmos.ipac.caltech.edu](http://www.coolcosmos.ipac.caltech.edu).

# ECLIPSES E PERRENGUES!

## RELATO DE UMA OBSERVAÇÃO DO ECLIPSE SOLAR ANELAR DE 14 DE OUTUBRO DE 2023

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

Os eclipses solares são eventos imponentes que despertam admiração em todos os públicos, e especialmente entre os entusiastas da astronomia. Estes eventos caracterizados pelo bloqueio momentâneo parcial ou total da luz do Sol causa grande impacto, afinal de contas, o dia virar noite foge do que é ‘natural’ em uma primeira impressão. Não apenas eclipses totais causam esse efeito, os chamados eclipses anelares (ou anulares) também propiciam um certo assombro, considerando o apelo visual de ver um ‘anel

de fogo’ no céu em ocasiões propícias. A impressão causada por eclipses solares é tal que ao longo da história, desde tempos ancestrais, esses eventos foram meticulosamente registrados. Eclipses de forma geral emergem como protagonistas em narrativas que abrangem desde contextos de guerras até manifestações de superstições e práticas religiosas em diferentes culturas. Além de convenientes marcadores de tempo, os eclipses solares se destacam como fontes para investigações de teorias, estudo das propriedades do Sol e relações de distância e

tamanhos entre o sistema Sol-Terra-Lua.

Observar esse fenômeno quando as condições de local e horário se tornam adequadas representam um desafio ancestral para os observadores. Ainda que sejam eventos previsíveis, devido à relação entre tamanhos e distâncias dos astros vistos da Terra, os eclipses solares são visíveis apenas para uma estreita região onde a sombra da Lua toca a superfície do nosso planeta. Dessa forma, apesar de haver certa frequência de eclipses solares, eles não são frequentemente observados. Além do desafio inerente de



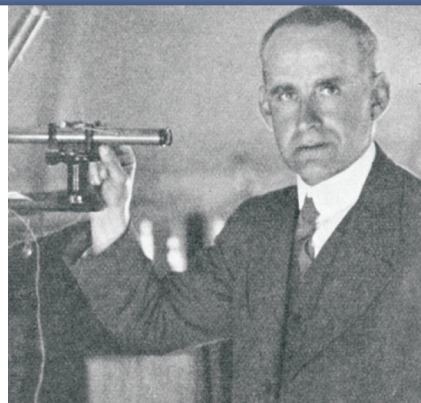
estar dentro da faixa de observabilidade do eclipse solar, é necessário ainda contornar as vicissitudes da atmosfera terrestre que, frequentemente, fazem o papel de obscurecer a observação, eclipsando o fenômeno.

Em solo brasileiro, um episódio que merece destaque foi o eclipse solar ocorrido em Sobral, Ceará, em 1919. Esse eclipse se consolidou como um marco importante para a confirmação da teoria da relatividade geral.

Entretanto, esse não foi o único episódio desta saga da observação do 'eclipse solar de Einstein'. Em 1912, uma comissão internacional de cientistas desembarcou em Passa Quatro, Minas Gerais, visando registrar e calcular desvios previstos por Einstein durante um eclipse solar total. A comissão

inglesa era liderada por Arthur Stanley Eddington. Em uma época onde tudo podia dar errado, dado à comunicação, transporte, (o idioma), e equipamentos astronômicos serem mais precários e rudimentares, o grupo enfrentou outro problema mais elementar: a chuva. Choveu o dia todo na data do eclipse, e somente sete anos depois foi possível reunir uma nova comissão com o objetivo de testar as previsões feitas para o desvio da luz das estrelas de fundo durante um eclipse solar total.

Este relato pouco feliz para a comissão de Passa Quatro não apenas evidencia a importância desses eventos para a ciência, mas também destaca a resiliência dos observadores frente às adversidades naturais, moldando assim a história da exploração astronômica,

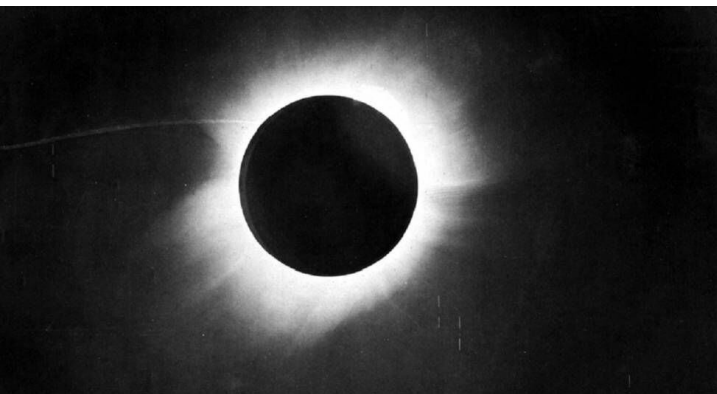


Sir Arthur Stanley Eddington

de entusiastas amadores à cientistas.

Eddington já ciente dos fatores adversos, recomendou à Royal Astronomical Society de Londres ao menos dois postos de observação para o eclipse de 1919. Assim, uma comissão iria para Sobral no Brasil e outra iria para a Ilha do Príncipe, no Golfo da Guiné. Não há relatos sobre o motivo que levou Eddington optar pela Ilha do Príncipe para a observação, e nem que isso estaria associado ao episódio infeliz no Brasil anos anteriores, porém, é digno de nota a pouca sorte de Eddington na escolha: também choveu e nublou em seu posto de observação na data do eclipse em 1919 na Ilha do Príncipe.

Uma história diferente foi contada a partir de Sobral, onde quase que



Registro do eclipse de 29 de maio de 1919, feito em Sobral (CE).



Equipe da expedição de Sobral.

miraculosamente, após momentos de muitas nuvens próximo do máximo do eclipse, o céu abriu e foi possível fotografar o eclipse pela comissão situada no Ceará. A experiência de Eddington, embora pouco afortunada, não é singular, dadas as múltiplas condições que devem convergir para a observação desse evento, indo além das limitações impostas pela atmosfera terrestre.

Mais recentemente, no dia 14 de outubro, o Brasil foi privilegiado com a observação de eclipse solar anelar, frequentemente chamado de 'eclipse anular'. O nome do eclipse vem da palavra anel (em latim, annulus), fazendo referência a característica aparente de um 'anel de fogo' no céu.

Esse anel é formado devido ao tamanho aparente da Lua, que se torna menor do que o tamanho aparente do Sol, devido à sua posição mais distante da Terra em sua órbita (apogeu).

Não diferentemente das expedições do passado, quando se trata de fenômenos astronômicos, faz-se necessário uma certa organização e planejamento, considerando todos os fatores controláveis: transporte, hospedagem, equipamentos, tempo hábil para imprevistos, e outros. Entretanto, embarcar em uma jornada para observar um eclipse solar requer também minimizar fatores incontroláveis, como as condições do tempo.

Se no passado os piores

inimigos em tempos de eclipse eram dragões devoradores e fúria divina, hoje em dia as nuvens fazem esse papel na hora de assombrar os observadores. Na tentativa de evitar ao máximo o mau tempo, foi tomada uma série de decisões baseadas em estatística. A faixa de anelaridade do eclipse do dia 14 de outubro passaria pelas regiões norte/nordeste do Brasil pelos seguintes estados: Amazonas, Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, e Rio Grande do Norte. Quanto mais ao leste, melhor em termos de altura do horizonte. O que é um fator importante, e com base nisso, Amazonas e Pará seriam bons candidatos. Entretanto, o clima do Amazonas é muito úmido, e a cidade candidata para observação (Tefé) tinha um acesso muito complicado, além do que a cobertura média de nuvens (com dados desde 2000) girava em torno de 74%. Sendo assim, esse estado foi cortado da lista, assim como o Pará. Do lado oposto, no oeste da região de anelaridade, as cidades candidatas eram litorâneas como João Pessoa (PB) e Natal (RN). Por serem capitais, são favorecidas em termos de acessibilidade, porém, perdem no quesito horizonte.

Quanto mais para oeste, mais próximo do pôr do Sol aconteceria o máximo do eclipse, e portanto, mais próximo horizonte. Em Natal, por exemplo, o máximo do eclipse ocorria às 16h e 45 minutos e o pôr do Sol seria por volta de 17h e 13 minutos. Além do desfavorecimento em termos de altura do horizonte, tem o fator agravante de que no litoral é mais provável que nuvens estacionem próximas ao horizonte nesse horário. Além disso, os dados mostravam que a probabilidade de cobertura de nuvens nessas cidades nessa época girava em torno de 65-65%, logo foram descartadas da lista de cidades candidatas à observação 'segura', livre de nuvens.

Tendo excluído a instabilidade úmida e bonita que deve ser a região amazônica e a imprevisibilidade do clima primavera do litoral, a opção restante era o 'meio' da anelaridade, composto pelas regiões do Maranhão, Piauí e Ceará. A capital desses estados não eram próximas da região de observação, e considerando a logística de transporte: aeroportos (e carros de aplicativo), Juazeiro do Norte (CE) tornou-se uma opção bastante promissora. Devido ao turismo religioso (cidade do Padre Cícero) havia hotéis, transporte fácil e um aeroporto na cidade.

Em Juazeiro o máximo do eclipse ocorreria às 16 h e 45 min, e o pôr do Sol seria quase uma hora depois, às

17h e 30 minutos, isso implicava em um Sol alto durante o eclipse, eliminando preocupações de ter necessariamente um lugar alto para a observação, sem que montanhas, prédios ou outras estruturas pudessem interferir na observação do fenômeno. Por outro lado, Picos no Piauí também era um outro lugar promissor, ostentando menos de 50% de possibilidade de cobertura de nuvens nessa região nessa época do ano, estando apenas há 4 horas de distância de Juazeiro.

Tanto Juazeiro como Picos fazem parte do sertão nordestino, caracterizado pelo clima tropical semiárido (quente e seco). Outra característica particular dessas regiões são



Formação de um arco-íris antes da chuva no IFPI, na véspera do evento.



as duas estações bem definidas: a época de chuva concentrada em dois ou três meses, e a época da seca em todo o período restante. O posto de observação decidido ficou em Picos, dado que a época de chuva se iniciava por volta de fevereiro/março e havia todo o suporte local do Instituto Federal de Picos (IFPI).

Mesmo confiando que todas as decisões foram tomadas com bases sólidas, a incerteza ainda não poderia ser descartada. Nessas horas, mais do que a estatística, o parecer de quem nasceu e viveu lá a vida toda tem um peso ainda maior. Então ouvir – na véspera do eclipse – que não chovia há meses (desde a época de chuvas), seguido de um “se chover nessa época do ano vocês serão imaculados aqui”, foi bastante tranquilizador.

Até começar a chover. No sertão. Em outubro.

Nesse momento vale um recorte do livro Eclipses – da superstição à previsão matemática de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, onde ele relata a chegada dos ingleses à Sobral para observação do eclipse de 1919:

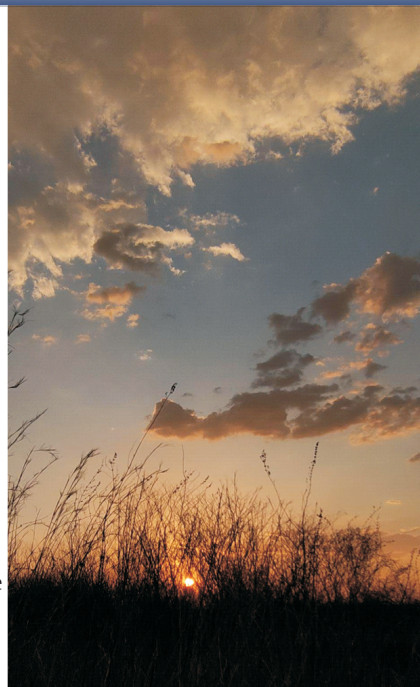
*(...) como a guerra com a Alemanha tinha acabado havia pouco tempo, a grande surpresa*

*dos brasileiros, quando a expedição inglesa chegou ao Pará, foi saber que aquela custosa missão de astrônomos que vinha da Inglaterra tinha como meta verificar as teorias de um cientista alemão. Um jornal paraense publicou: “No lugar de tentar afirmar uma teoria alemã, os membros da expedição deveriam é conseguir fazer chover numa região que sofre de longos períodos de seca”. Por coincidência, alguns dias depois da chegada dos cientistas começou a chover, o que parece ter justificado a confiança do povo na ciência.*

Aparentemente a habilidade de fazer chover em regiões onde sofre com longos períodos de seca não é de exclusividade inglesa. Na véspera do eclipse de 14 de outubro não apenas choveu, como antes de chover apareceu um arco-íris magnífico, quase como um aviso de que o dia seguinte seria cheio de emoções.

Apesar de temer o mesmo destino de Eddington em Passa Quatro, ainda havia esperanças. Chuva na véspera não foi algo ruim, de fato, poucas horas depois o tempo limpou, o que nos permitiu respirar – quase que literalmente, já que o calor por essas regiões estava beirando 40°C.

No dia 14 o eclipse iria começar por volta das 15h e



Condição das nuvens e o pôr do Sol no local da observação um dia antes do eclipse.

30 minutos, o que nos dava uma folga para procurar um plano B caso tivesse amanhecido nublado. O plano B era Juazeiro do Norte há 4 horas de distância de Picos. Apesar de não estar muito longe, talvez fosse longe o suficiente da cobertura – improvável até então – de nuvens. O dia amanheceu sem uma única nuvem no céu do Piauí. Era impressionante de ver, já que nos dois dias anteriores havia uma cobertura considerável do céu, mas no dia do eclipse, não havia um



Céu na noite anterior ao eclipse: limpíssimo.

único exemplar de nuvem no céu pela manhã. Confiantes o suficiente olhando para aquele céu azul, optamos por se manter em Picos, e seguimos a programação. Não demorou muito e por volta do meio dia as nuvens voltaram, não deixando nem sequer a chance de seguir para o plano B.

Nesses momentos não existe ciência nem sabedoria ancestral que explique a esperança do astrônomo. Se inicialmente a batalha era pra ter 1 dia de Sol, isso mudou para algumas horas de abertura entre nuvens, seguido de “só precisamos

de 2 minutos para observar o máximo”.

As nuvens estavam seguindo o sentido Leste-Oeste no início do eclipse. Havia uma observação pública no IF, onde foi distribuído óculos para os estudantes e a população observar o evento. Como o sol estava alto na direção Oeste que ainda estava livre de nuvens, foi possível acompanhar bem esse início da parcialidade do eclipse. Quando o Sol estava com 30% do seu disco encoberto, uma camada de nuvens densas começaram a percorrer o Sol e então foi possível observar o

andamento do eclipse apenas entre janelas, quando as nuvens davam trégua. Quando as camadas de nuvens ficaram densas o suficiente, ainda faltava por volta de 40 minutos para o máximo do eclipse. Como as nuvens estavam seguindo do sudoeste para nordeste, estava limpando o tempo do lado oposto ao Sol, e se as nuvens mantivessem esse rumo, logo limparia o suficiente para que fosse possível observar o máximo do eclipse “só dois minutos”.

É difícil imaginar o que Eddington sentiu quando começou a chover na ilha do Príncipe durante sua excursão, ou o que passou pela cabeça de Morize (chefe da comissão brasileira em Sobral) quando faltando 4 minutos para a totalidade do eclipse, o céu limpou quase que milagrosamente tornando possível fazer as fotografias. O que certamente não aconteceu em nenhum dos casos mencionados foi o recuo das nuvens do seu curso natural. Naquele momento as nuvens deram ré. O céu estava limpando na direção do eclipse, a concentração de nuvens estava diminuindo na direção do Sol, quando o vento virou e as nuvens não apenas mudaram sua direção como também ficaram densas o suficiente para cair novamente



Início do eclipse em Picos. (foto: Wandeclyat M./Céu Profundo)

Horário do máximo do eclipse solar anelar.

algumas gotas de chuva.

Os dois minutos de esperança se foram, e além de nós, a população estava em choque. Não apenas supostamente não era pra chover naquela época do ano, como também na previsão do tempo do dia não constava chuva. Com a chuva - no mínimo inesperada - do sertão do Piauí naquela tarde, as atenções se voltaram para outras regiões do país.

Afinal, optamos pelo calor seco de 40°C com o Sol alto, do alto do sertão, e mesmo assim fomos atropelados pelo mau tempo. Sendo assim, o mínimo que esperávamos era muitas nuvens para quem optou por fazer a observação com todas as regalias do litoral nordestino. Teve registros do eclipse a partir de Tefé, de João Pessoa, de Natal, de Juazeiro do Norte (!), e até mesmo de Oeiras que fica

pouco mais de 1h de carro de Picos.

Após uma tarde cheia e uma noite um tanto quanto lastimável, descobrimos que tanto ao leste, oeste, norte e sul de onde estávamos foi possível observar ao menos um pouco a anelaridade, enquanto que nós fomos os únicos contemplados com a chuva no sertão, que impossibilitou toda e qualquer observação do máximo do eclipse. As

nuvens nos acompanharam durante todo o caminho de volta de Picos para Juazeiro na manhã do dia seguinte. Se no dia anterior não havia uma única unidade de nuvem no céu, naquele domingo elas não faziam mais questão de se esconder, estava tudo encoberto desde a hora do máximo do eclipse no dia anterior.

Acredito ser consenso entre nós que a jornada para

observação do eclipse de 14 de outubro foi nada menos que empolgante, frustrante, curiosa, cansativa, e de pouca sorte. E justamente por isso que, sentados no aeroporto, esperando para voltar para casa, já começamos os preparativos para a próxima caça do eclipse solar. Porque afinal, não há ciência nem sabedoria ancestral que explique a esperança do(a) Astrônomo(a).

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

**Para saber mais:**  
Astronomia e Astrofísica: Eclipses  
<http://astro.if.ufrgs.br>

**Leitura recomendada:**







Fases do eclipse anelar  
14/10/2023  
Araruna - PB - Brasil  
Astrofotógrafa: Beatriz Yordaky



# MAGNETOSFERA DA TERRA

**Rafael Cândido Jr.**  
rafael@astronova.com.br

É recorrente encontrarmos na grande mídia algumas notícias com forte teor sensacionalista sobre a inversão do campo magnético da Terra, ou que haverá uma intensa tempestade solar a qual o campo magnético terrestre não terá força suficiente para nos proteger. Neste artigo, vamos compreender o que de fato é a magnetosfera terrestre e qual a relação dela com o vento solar.

## Breve história do magnetismo

Campos magnéticos são conhecidos desde muito tempo pela humanidade. Os primeiros registros de rochas magnéticas datam de 2000 anos atrás na dinastia Han (202 AEC – 22 EC). As primeiras bússolas eram feitas de magnetita, que são ímãs naturais que podem atrair ferro. Ao suspender estas pedras com o uso de um barbante, estas giravam de modo a apontar na direção norte-sul e não uma direção qualquer. Ao trabalhar a magnetita em

formato de agulhas, era possível colocá-las em uma vasilha com água e com isso saber a direção norte-sul.

Um dos primeiros trabalhos sobre o estudo do magnetismo é datado de 8 de agosto de 1269 e denominado Epístola do magneto, escrita pelo estudioso francês Pierre de Maricourt. Nesta carta ele descreveu em detalhes sobre os experimentos com magnetismo, as propriedades dos ímãs (como os polos que se repelem e os que se atraem)



Vasilha com água e uma agulha imantada sobre uma rolha de cortiça.  
Fonte: Saskatchewan Science Centre.

e foi a primeira descrição detalhada de uma bússola.

Cerca de 330 anos depois, em 1600, foi publicado pelo médico e cientista inglês William Gilbert uma obra denominada resumidamente como *De Magnete* (Sobre os ímãs, em português).

Além das detalhadas descrições de diversas experiências realizadas, Gilbert apresenta um modelo do planeta Terra denominado *terrella*, que consistia de uma esfera feita de magnetita; e de uma pequena seta de ferro magnetizado suspensa num ponto de apoio e denominada *versorium*, a qual ao aproximar da *terrella*, notou que a seta

apontava para uma determinada direção. Se a terrella fosse girada, o versorium acompanhava esse giro sempre apontando na mesma direção, o norte-sul da terrella.

Com isto, Gilbert deduziu que o que atraía as agulhas de bússolas na direção norte-sul não era a estrela Polaris, como se acreditava a muito tempo, e sim que a Terra tinha o próprio campo magnético nesta direção. Porém, Gilbert propôs que a origem deste magnetismo estava relacionada ao ângulo da eclíptica e à precessão dos equinócios.

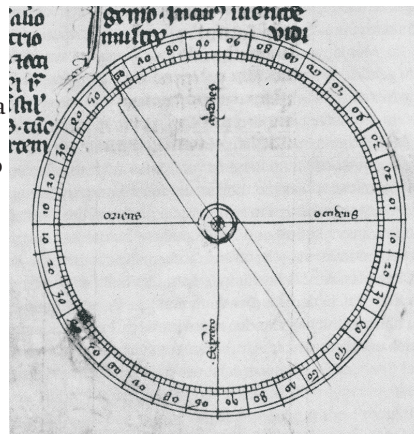
## Campo geomagnético

O campo magnético da Terra também é denominado

como campo geomagnético, o qual se estende do interior da Terra para o espaço, onde interage com o vento solar, que é constituído por um fluxo de partículas eletricamente carregadas que emanam do Sol.

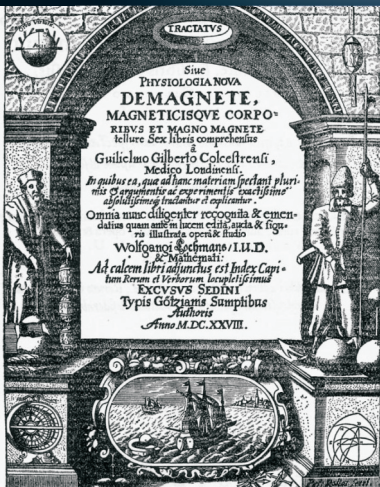
Este campo é gerado por correntes elétricas que surgem devido ao movimento do fluido de ferro e níquel fundidos em um movimento denominado convecção e que tem origem em diferenças térmicas no núcleo externo da Terra. Este processo recebe o nome de geodínamo.

O campo geomagnético desvia a maior parte do vento solar, cujas partículas carregadas destruiriam a camada de ozônio que protege a Terra da radiação ultravioleta. Estima-se que



Registro detalhado da bússola  
na Epístola do magneto.

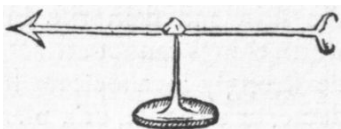




Frontispício da obra De Magnete de William Gilbert.

Marte tenha perdido a maior parte de sua atmosfera primitiva, incluindo aí a água presente na atmosfera em forma de vapor, por não ter um campo magnético (quando o núcleo de Marte esfriou, encerrou o processo de geodinamo).

Por ser uma grandeza vetorial, o campo magnético tem uma intensidade (também denominada por magnitude vetorial) e também tem uma direção e um sentido. Por convenção, define-se que em um ímã as linhas de campo magnético saem do polo norte do ímã e



Versorium conforme apresentado no livro De magnete.

entram no polo sul. Estas linhas são visualizadas espalhando-se limalha de ferro em torno de uma barra de ímã.

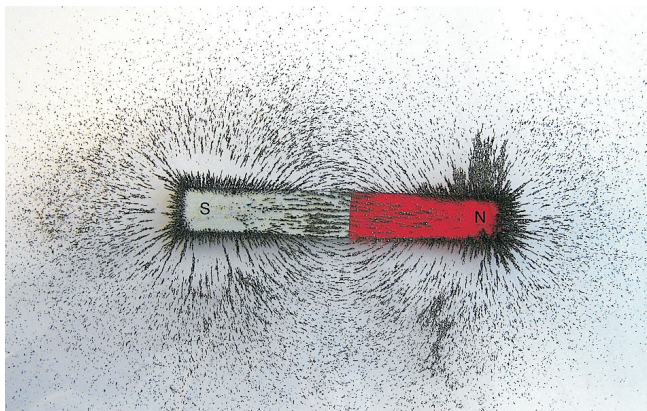
### Os diferentes polos

As bússolas sempre apontam na direção norte-sul. A parte da agulha da bússola que aponta para o norte do planeta é, por convenção, o polo magnético norte (pois aponta para a direção do norte geográfico, que também é definido pela posição da estrela Polaris). Como os polos de nomes opostos se atraem, então o polo norte da agulha da bússola é atraído pelo polo sul magnético terrestre, que fica no hemisfério norte da Terra. Da mesma forma, o polo norte magnético terrestre fica no hemisfério sul da Terra.

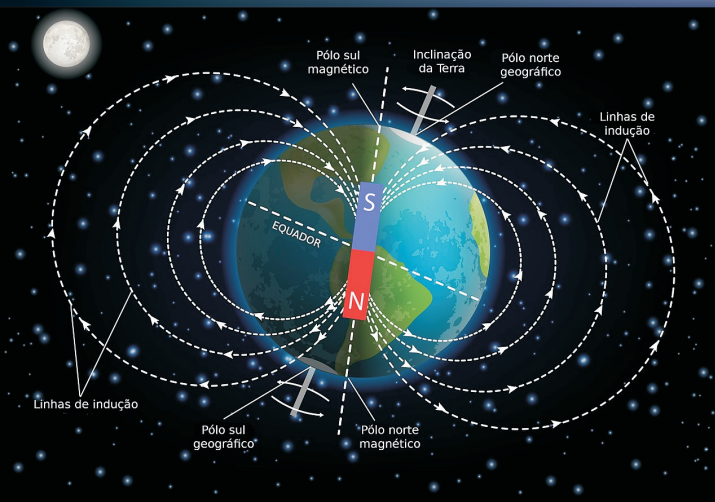
Os polos geográficos definem o eixo de rotação da Terra. Uma linha imaginária que conecte os polos geográficos passa pelo centro da Terra, assim, estes polos são antípodas. Em relação aos polos magnéticos, estes não são antípodas. Uma linha imaginária que una os polos magnéticos passaria a aproximadamente 530 km do centro da Terra.

Embora tenhamos hoje em dia a navegação auxiliada por satélites, ainda é utilizada a navegação por bússola e, para evitar confusões, os polos magnéticos da Terra são denominados pelo hemisfério em que se encontram e não pela sua polaridade magnética.

Assim, o polo norte magnético é definido como



Linhas de campo magnético observadas pelo espalhamento de limalhas de ferro em torno do ímã.



Analogia da barra de ímã interna à Terra.  
Ilustração de Marco Antonio Manzotti Nascimento.

um ponto na superfície do hemisfério norte da Terra no qual o campo magnético do planeta aponta verticalmente para baixo. Ou seja, se a agulha magnética da bússola puder girar em três dimensões, neste ponto ela apontará para baixo. O ponto onde isso ocorre é cerca de 1600 km de distância do polo norte geográfico.

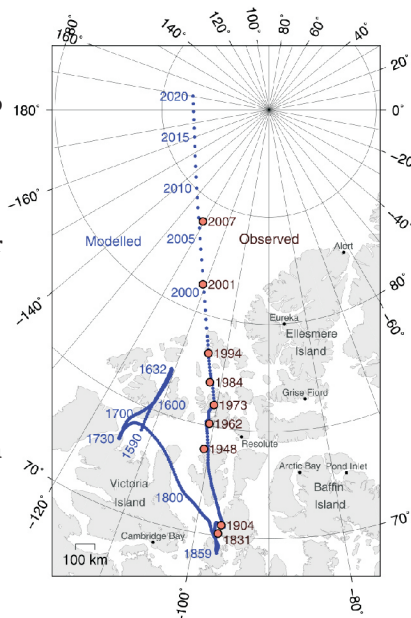
Este polo magnético norte move-se ao longo do tempo de acordo com a dinâmica do núcleo externo da Terra. De acordo com as medidas do Serviço Geológico do Canadá, em 2001 o polo magnético norte encontrava-se a oeste da Ilha Ellesmere. Em 2005, esse ponto estava mais a noroeste, 228 km distante da medição de 2001.

Em 2021, este ponto já estava saindo das águas territoriais polares do Canadá e se dirigindo para o mar territorial ártico da Rússia.

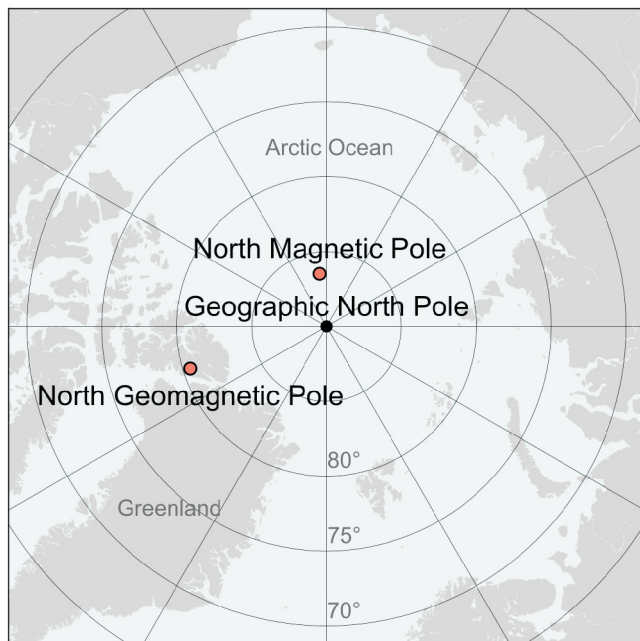
Porém, a definição de polos magnéticos não termina por aí. A alguns parágrafos atrás lemos neste artigo que os polos magnéticos não são antípodas. Mas... e se fosse possível ter dois polos teóricos que fossem antípodas entre si (ou seja, a linha que os une passa pelo centro da Terra) e que, se a Terra fosse um ímã perfeito, geraria linhas de campo na superfície e no espaço que fossem quase circulares? Esses polos teóricos recebem o nome de polos geomagnéticos e são uma abstração teórica, uma

referência para auxiliar os estudos da interação do campo magnético terrestre com o vento solar.

Atualmente, os polos geomagnéticos estão a 11° de inclinação em relação aos polos geográficos. O polo norte geomagnético localiza-se na Ilha Ellesmere no Canadá e o polo sul geomagnético localiza-se nas proximidades da Estação Vostok, estação de pesquisas da Rússia na Antártica que foi construída ainda no tempo da União Soviética. A



Os círculos alaranjados indicam as posições do polo magnético norte determinados por observação direta, os círculos azuis marcam as posições que foram modeladas conforme modelos físico-matemáticos. (Fonte: Serviço Geológico do Canadá)



Localização dos polo norte geográfico, polo norte magnético e polo norte geomagnético no ano de 2017.  
(Fonte: Serviço Geológico do Canadá)

entre o norte verdadeiro (definido pelo meridiano local) e o norte magnético (a direção que a ponta de polaridade norte da agulha da bússola aponta, correspondendo à direção das linhas do campo geomagnético) seguindo a orientação norte geográfico para leste geográfico. O ângulo de declinação magnética varia com a posição na superfície da Terra e com o tempo.

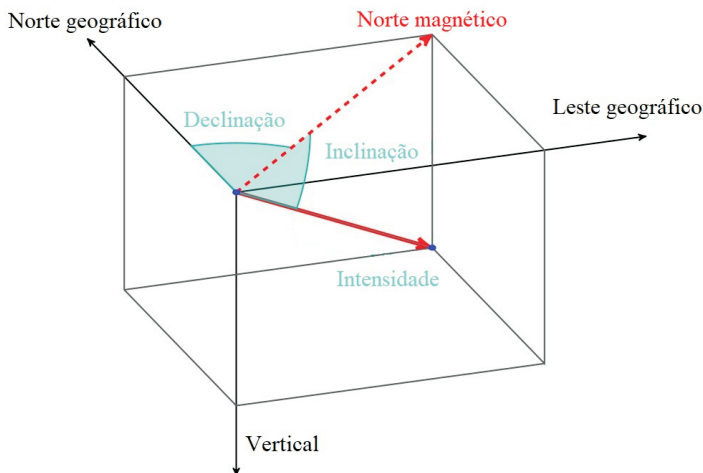
Por convenção, a declinação é positiva quando o norte magnético está a leste do norte verdadeiro e negativa quando está a oeste. São definidas as linhas isogônicas como as linhas na superfície da Terra que apresentam a mesma

partir dos polos teóricos é que se estabelecem mapas que auxiliam rotas de navegação aérea e oceânica.

### Medindo o campo magnético da Terra

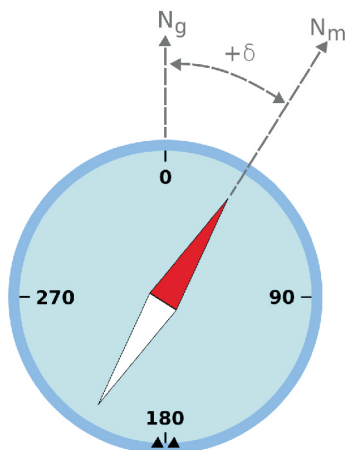
Sendo uma grandeza vetorial, o campo magnético é definido pela intensidade, direção e sentido. No campo geomagnético são definidas a declinação, inclinação e intensidade.

A declinação magnética ( $\delta$ ), também denominada variação magnética, é o ângulo no plano horizontal



A definição das grandezas declinação e inclinação dependem das coordenadas geográficas e da direção para onde aponta a agulha da bússola (norte magnético).





Exemplo de declinação magnética mostrando a agulha de uma bússola com uma declinação positiva (ou para leste). Ng é o norte geográfico, também denominado de norte verdadeiro; Nm é o norte magnético, definido pela agulha da bússola.

declinação magnética. A linha cuja declinação é nula ( $\delta = 0^\circ$ ) é denominada linha agônica.

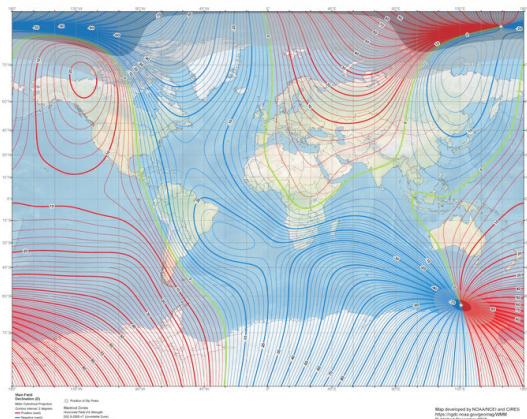
A inclinação magnética (I) é o ângulo formado pela linha de campo geomagnético com o plano horizontal. O nome provém da inclinação da agulha da bússola em relação ao plano horizontal. Valores positivos de inclinação indicam que o campo geomagnético está apontando para baixo (ou seja, o norte da bússola aponta para baixo); valores negativos indicam que o campo geomagnético está apontando para cima.

Assim, essa inclinação resulta da tendência de um

ímã em se alinhar com as linhas de campo geomagnético, as quais não são paralelas à superfície. Deste modo, no hemisfério sul a agulha da bússola apontará para cima, fenômeno denominado queda negativa, e no hemisfério norte a agulha da bússola apontará para baixo, fenômeno denominado queda positiva.

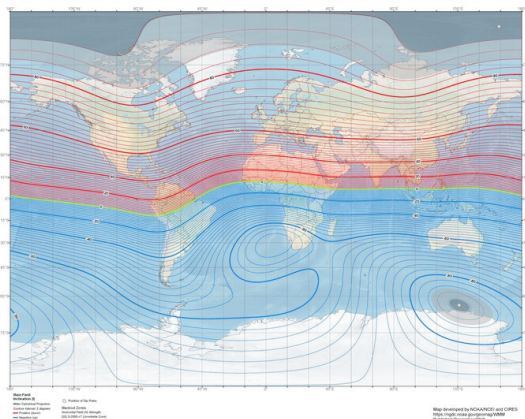
Colocando uma agulha de bússola no polo magnético sul, a sua inclinação será de  $-90^\circ$  (a agulha ficaria em pé com o seu polo norte apontando para o céu). No polo magnético norte, a sua inclinação será de  $+90^\circ$  (a agulha ficaria de pé com o seu polo norte apontando

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2020.0  
Main Field Declination (D)



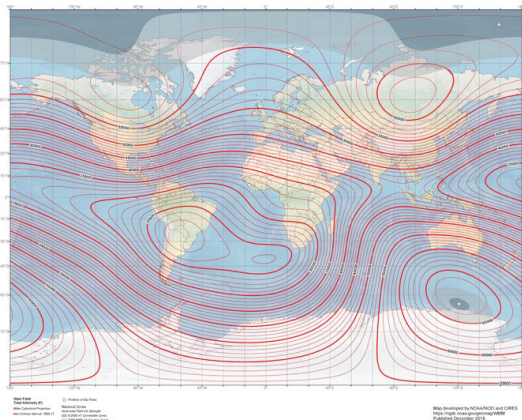
Mapa mundial com as linhas de declinação magnética (linhas isogônicas). As linhas vermelhas tem declinação positiva (leste), as linhas azuis tem declinação negativa (oeste) e a linha verde tem declinação nula (agônica). (NOAA, 12/2019)

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2020.0  
Main Field Inclination (I)



Mapa mundial com as linhas de inclinação magnética (linhas isoclínicas). As linhas vermelhas tem inclinação positiva, as linhas azuis tem inclinação negativa e a linha verde tem inclinação nula (linha clílica ou equador magnético). (NOAA, 12/2019)

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2020.0  
Main Field Total Intensity (F)



Mapa mundial com as linhas de intensidade magnética (gráfico isodinâmico). O intervalo entre linhas é de 1000 nT (ou seja, 1  $\mu$ T). As linhas grossas indicam intensidade de campo múltiplas de 5000 nT. Nota-se que o campo geomagnético menos intenso é na América do Sul e no Atlântico Sul. (NOAA, 12/2019)

para o chão).

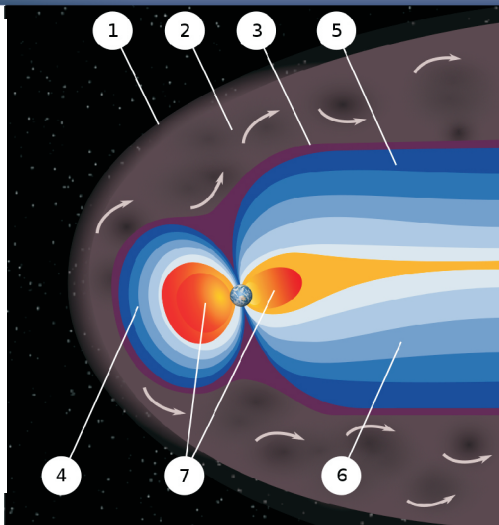
As linhas nas quais a inclinação magnética é a mesma são denominadas linha isoclínicas. A linha na qual a inclinação é nula é denominada linha clílica ou equador magnético ( $I=0^\circ$ ).

A intensidade do campo é geralmente medida em nanoteslas (nT) ou em microteslas ( $\mu$ T). O campo geomagnético tem intensidade variando entre 25 e 65  $\mu$ T. Para comparação, um ímã de geladeira forte tem um campo magnético com intensidade de 10.000  $\mu$ T.

Um mapa contendo as linhas de intensidade do campo geomagnético é denominado gráfico isodinâmico. A intensidade tende a diminuir no sentido dos polos ao equador geográfico. A intensidade mínima ocorre na Anomalia do Atlântico Sul, enquanto há máximos na Rússia (Sibéria), no sul da Austrália e na costa da Antártica. A intensidade do campo magnético altera-se ao longo de tempo.

### Estrutura da magnetosfera

A magnetosfera é dividida em diferentes regiões, definidas conforme a interação com o vento solar.



Regiões da magnetosfera da Terra: 1) arco de choque, 2) bainha magnética, 3) magnetopausa, 4) magnetosfera, 5) lóbulo norte da cauda magnética, 6) lóbulo sul da cauda magnética e 7) plasmaesfera.

Inclusive, estas divisões são válidas não apenas para a magnetosfera terrestre, valendo para magnetosferas planetárias (como a de Júpiter) e magnetosferas estelares (o Sol, por exemplo, interage com os raios cósmicos).

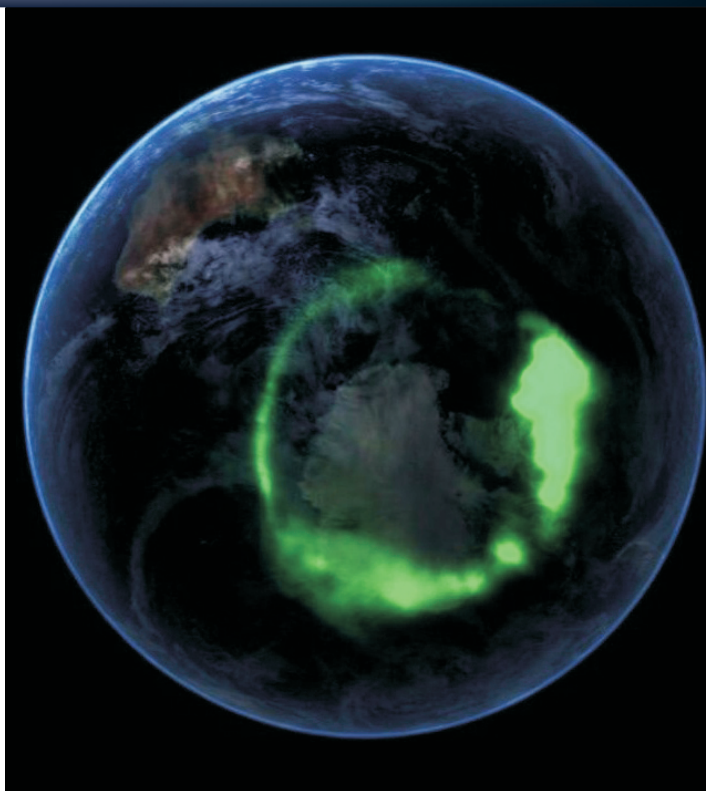
*Arco de choque:* região mais externa da magnetosfera, é a fronteira entre a magnetosfera e o espaço. Para as estrelas, é a fronteira entre o vento estelar e o meio interestelar. Para os planetas, é no arco de choque que o vento solar diminui sua velocidade abruptamente.

*Bainha magnética:* estrutura

que envolve a magnetosfera, localiza-se entre o arco de choque e a magnetopausa. Formada principalmente pelas partículas freadas do vento solar e com uma pequena quantidade de plasma da magnetosfera. Esta estrutura possui um alto fluxo de energia de partículas, na qual a direção e a intensidade do campo magnético variam de forma errática. Isto é causado pela captura de gás ionizado do vento solar que entra em equilíbrio térmico.

*Magnetopausa:* é a área da magnetosfera na qual a pressão do campo magnético planetário se equilibra com a pressão do vento solar. Aqui ocorre a interação do vento solar freado pelo arco de choque e pela bainha magnética com o plasma presente na magnetosfera planetária, a qual é extremamente complexa. A magnetosfera muda de tamanho e de forma conforme a intensidade do vento solar.

*Cauda magnética:* é a região na qual a magnetosfera se estende muito além do objeto astronômico. Contém dois lóbulos, norte e sul, que possuem poucas partículas carregadas. Os lóbulos estão separados por uma região denominada manto neutro, onde o campo magnético é



Aurora austral registrada em 11 de setembro de 2005 pelo satélite IMAGE (NASA).

muito fraco e a densidade de partículas carregadas é muito alta.

*Plasmaesfera:* região que contém partículas carregadas de baixa energia. Esta região começa a uma altitude de 60 km e se estende a 3 ou 4 vezes o raio terrestre, englobando a ionosfera. Esta região gira com a Terra e possui duas regiões em forma de pneu denominadas cinturão da Van Allen, que contém íons de alta energia (entre 0,1 a

10 milhões de elétron-volts).

### **Interação da magnetosfera com o vento solar**

Apesar do nome, a magnetosfera não é esférica, sendo assimétrica com o lado voltado para o Sol estendendo-se para a distância de 10 raios terrestres e o outro lado estendendo-se em uma cauda magnética maior que 200 raios terrestres. Esta distorção ocorre devido ao vento solar, fluxo de





A pessoa observando a aurora boreal é o professor Ricardo durante sua viagem pela Noruega. ([www.recursosedefisica.com.br](http://www.recursosedefisica.com.br))

partículas eletricamente carregadas com velocidade entre 200 a 1000 quilômetros por segundo. Além de desviar o vento solar, o campo magnético da Terra desvia também os raios cósmicos, partículas carregadas de alta energia que vem de fora do Sistema Solar.

Algumas das partículas carregadas do vento solar entram na região da ionosfera e colidem com átomos de gases da atmosfera. Essa colisão provoca a emissão de luz que

é visível da superfície e denominada aurora, sendo boreal no hemisfério norte e austral no hemisfério sul.

Em períodos de tempestade solar há um aumento na quantidade de partículas carregadas que alcançam a magnetosfera (ou seja, o vento solar fica muito mais intenso). Nesta situação, ocorre a indução de correntes elétricas na atmosfera terrestre. Em 1859 ocorreu uma das tempestades mais fortes já registradas, a qual ficou registrada como Evento

Carrington. As correntes induzidas foram tão intensas que foram interrompidas linhas telegráficas e foram relatadas auroras em locais como Austrália, Cuba e Havaí. Estudos preveem que há 12% de probabilidade de um evento semelhante ao de 1859 ocorrer até 2040.

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

**Para saber mais:**

**The Great Magnet, the Earth** disponível em <http://www.phy6.org/>



Conjunção Lua-Júpiter

Maio/2023

Sarandi - PR - Brasil

Astrofotógrafo: Carlos Aparecido Domingues



# SOFTWARES MULTIPLATAFORMA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

**Jenivaldo Lisboa de Araújo**  
**Micheli Trindade Moura**

A Astronomia é uma das ciências mais antigas da humanidade, tendo surgido devido à curiosidade do homem por conhecer os mistérios do Universo e sua necessidade de prever certos fenômenos que influenciavam em suas atividades de plantio e colheita (PAGANOTTI et al., 2021). Esta busca por um Cosmos ainda pouco conhecido é instigante para os estudantes que demonstram considerável interesse por temáticas relacionadas à área, todavia, a existência de um processo de ensino pautado na

transmissão-recepção, característico da educação bancária (FREIRE, 2001 apud SANTOS et al., 2019) poda a liberdade de aprendizagem dos alunos, levando a uma desmotivação pela investigação de assuntos ligados à astronomia.

A utilização de programas dedicados ao reconhecimento do céu, à análise e tratamento de dados, assim como aqueles que disponibilizam recursos para o rastreamento de objetos como satélites artificiais e a ISS (estação espacial internacional), tem se difundido progressivamente tanto entre o público em geral quanto na comunidade

astronômica, abrangendo desde entusiastas amadores até profissionais. Outra possibilidade é a aplicação desses recursos como ferramentas didáticas em salas de aula. Além de incentivarem o aprendizado dentro do ambiente escolar, eles têm o potencial de estimular o uso dessas ferramentas em casa, ampliando, assim, seu alcance e aplicabilidade, de maneira a superar a linearidade do processo de educação tradicional, permitindo alcançar uma educação equitativa, personalizada e de qualidade em nossas escolas (VIEIRA; ALVES, 2012 apud PAGANOTTI et al., 2021).



Neste contexto, a opção pelo uso de programas multiplataformas torna-se fundamental para estabelecer essa conexão entre a utilização desses recursos na escola e em casa. Considerando que os sistemas operacionais variam entre esses ambientes, a flexibilidade desses programas é crucial para garantir sua acessibilidade e funcionamento em diferentes contextos. Assim, apresentaremos alguns destes softwares voltados ao ensino, divulgação ou pesquisa amadora em astronomia e que podem ser utilizados independentemente do leitor estar fazendo uso do Windows, Mac ou alguma distribuição Linux.

### Cartes du Ciel

O Cartes du Ciel, também chamado de “SkyChart”, é um programa planetário open source desenvolvido por Patrick Chevalley em linguagem Pascal, com seu primeiro lançamento estável ocorrido em 2019. Sua utilidade vai desde a elaboração de cartas celestes para noites de observação até o controle de montagens GoTo.

Um dos primeiros pontos que chama a atenção neste

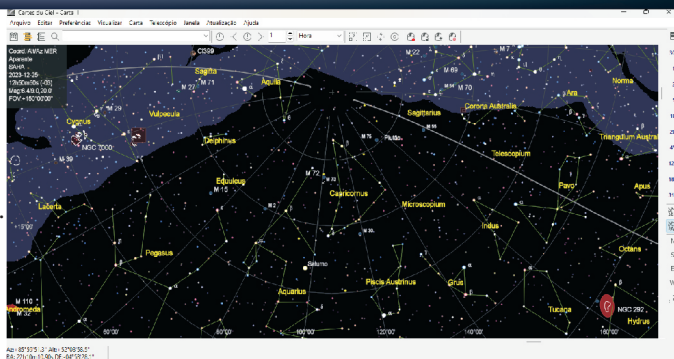


Figura. Cartes du Ciel. Fonte: Cartes du Ciel, 2022.

programa é a tela de inicialização, onde você poderá inserir as informações do local de observação, sendo elas: coordenadas geográficas, elevação ao nível do mar e fuso horário, as quais podem ser salvas de maneira a facilitar seu uso em buscas futuras. Após esta configuração inicial há a abertura da interface demonstrada na figura abaixo, onde temos uma barra de menu na parte superior, uma barra direita, na qual podemos selecionar o campo de visão, o tipo de coordenadas a serem apresentadas (equatoriais ou alto azimutais) e o ponto cardeal que se deseja observar (norte, sul, leste ou oeste).

Vale ressaltar que além da disponibilidade do instalador, a página do programa (<https://www.ap-i.net/skychart/en/download>) também fornece a opção de

download de alguns catálogos extras. Um deles é o catálogo de estrelas que permite a identificação de estrelas que vão até a magnitude 12, além de estrelas variáveis e duplas. Havendo ainda os seguintes catálogos: UCAC4, que foi compilado pelo Observatório Naval dos Estados Unidos (USNO) e compreende estrelas entre as magnitudes 8 a 16 (\_\_\_\_, 2023; CHEVALLEY, 2023a); GAIA DR2, o qual possui parâmetros astrométricos, fotométricos, astrofísicos e de velocidade radial para cerca de 1,7 bilhões de estrelas com magnitude superior a 21 (CHEVALLEY, 2023b); e o DSO, que possibilita o acesso a catálogos de nebulosas (Barnard, Sh2, GCM, Hyperleada e outros).

A instalação de alguns destes recursos é simples, tendo em vista a existência de um arquivo instalável, conforme o sistema operacional que é

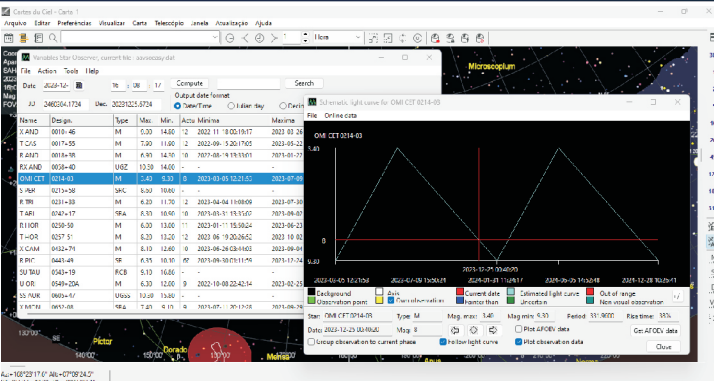


Figura. Janelas contendo listagem de estrelas variáveis e curva de luz disponibilizado pelo Cartes du Ciel. Fonte: Cartes du Ciel, 2023.

utilizado. Todavia, os catálogos UCAC4 e GAIA DR2 estão disponíveis apenas em formato compactado, devendo sua instalação seguir as instruções presentes no site. Tendo instalado os recursos necessários de acordo com cada usuário, o Cartes du Ciel possibilita diversas aplicações, dentre elas a produção de mapas para análise de estrelas variáveis com diferentes campos de visão, bastando apenas selecionar a região do céu com base na visualização fornecida pelo programa e dar o comando “Ctrl + P” usando o teclado. Com isso, será aberta uma janela de configuração da impressão, onde poderá ser editado o cabeçalho e o rodapé da carta celeste antes do envio à impressora, além de outras configurações de impressão.

Este recurso é ainda

incrementado com a lista de variáveis que é disponibilizada pelo programa ao ir no menu “Visualizar” e selecionar a opção “Estrelas variáveis ...”, onde é aberta uma nova janela contendo as estrelas disponíveis, juntamente com seu tipo, magnitudes máximas e mínimas, seguidas ainda dos últimos registros de máximo e mínimo disponíveis no banco de dados da Associação Americana de Observadores de Estrelas Variáveis (AAVSO). Ao clicar na estrela, o programa ainda disponibiliza um gráfico com uma estimativa dos períodos de brilho máximo e mínimo, conforme é mostrado na figura a seguir.

Esta função pode ser explorada como recurso didático, auxiliando em atividades de investigação do período e luminosidade

de estrelas variáveis, sugerindo-se a busca por estrelas cefeidas, as quais apresentam variações regulares de brilho com intervalos de até 100 dias. Logo, possuindo uma diversidade de recursos de customização e sendo um programa multiplataforma, o Cartes du Ciel torna-se uma excelente ferramenta para auxiliar no planejamento de noites de observação. Como adicional, para aqueles que dispõem de uma montagem motorizada, ele ainda pode auxiliar em seu controle e permitir o acompanhamento de objetos no decorrer da observação.

## KStars

O KStars consiste em um simulador gráfico para o céu noturno (figura abaixo) que foi desenvolvido pela equipe do Projeto KDE Education, tendo sido desenvolvido originalmente por Jason Harris e Jasem Mutlaq, já contando atualmente com a contribuição de diversos outros desenvolvedores. O projeto tem como foco apresentar uma interface de fácil manuseio que possa ser usada na previsão de fenômenos celestes, podendo auxiliar na organização de sessões de observação do céu.

Após ser instalado o

programa solicita apenas uma configuração inicial para determinar a posição do observador, conforme é mostrado a seguir, promovendo o ajuste do seu campo de visão por meio da inserção de valores de latitude e longitude ou pela seleção de algum município próximo de sua localidade. Feito isso, o usuário já terá acesso a um planisfério mostrando as estrelas e objetos de céu profundo e do sistema solar disponíveis para observação naquele instante, podendo-se facilmente promover um pequeno ajuste na data e hora de modo a obter uma visualização do céu no momento de interesse.

Nas opções de visualização, o KStars permite a inserção de diferentes elementos, tais como: imagens representativas das constelações, linhas que delimitam a região das constelações, os nomes das estrelas principais e das constelações visíveis, as linhas representativas dos desenhos de cada constelação, entre outros modos.

Dentre os modos de visualização, alguns possibilitam a observação de algumas imagens de estrelas e objetos de céu profundo, as quais são obtidas a partir

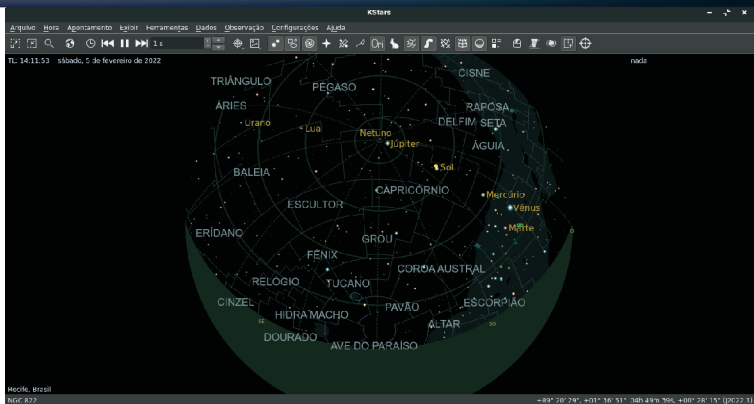


Figura. Programa KStars. Fonte: KDE, 2022.

de bancos de dados como o Simbad, Fermi, entre outros. Esta ferramenta nativa do programa auxilia na geração de um mapa celeste com certa riqueza de detalhes que pode auxiliar no desenvolvimento de aulas de astronomia, demonstrando o formato de algumas nebulosas, na discussão acerca da cor das estrelas, além de outras formas de exploração dos recursos do programa.

Ainda sobre os recursos disponíveis, no menu “Ferramentas” temos a opção “Sistema Solar” que exibe uma representação do posicionamento dos planetas do Sistema Solar, o qual pode ser alterado de maneira a possibilitar a demonstração dos conceitos de conjunção, quadratura, elongação e oposição (figura a seguir). Além de possibilitar a observação do movimento dos planetas

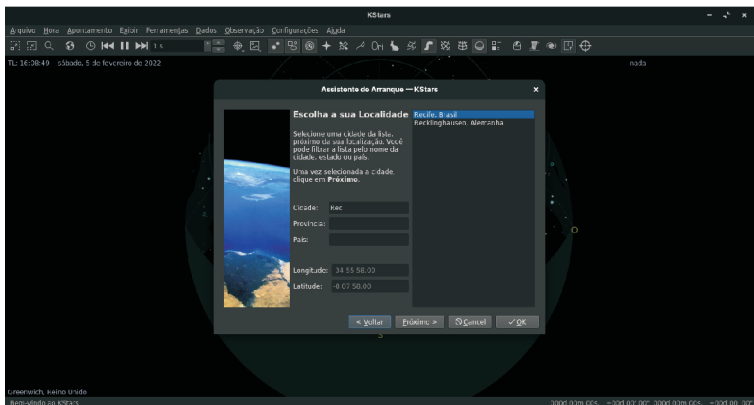


Figura. Interface para ajuste da localidade no programa KStars. Fonte: KDE, 2022.



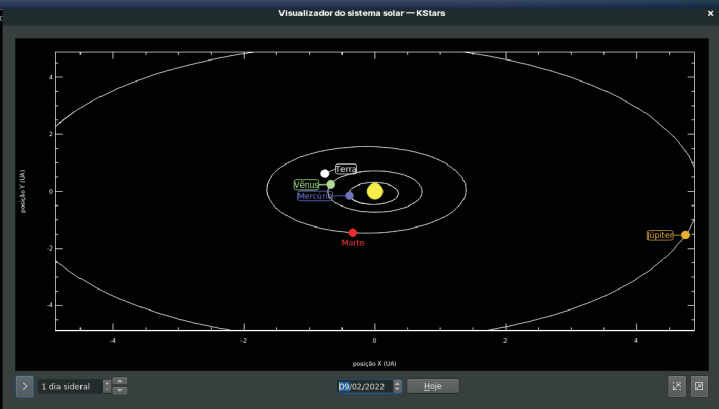


Figura. Demonstração do Sistema Solar utilizando o KStars.

Fonte: KDE, 2022.

com base no tempo, o que auxilia na explicação do movimento retrógrado que é observado para alguns planetas.

O KStars disponibiliza a opção de download de catálogos populares que podem contribuir tanto na identificação dos objetos no céu, como na localização de nebulosas e galáxias. Um exemplo é o catálogo de Abell para nebulosas planetárias (Abell Planetary Nebulae Catalog) originalmente desenvolvido por George O. Abell em 1966, composto por 86 objetos que se pensava serem nebulosas planetárias. Esse catálogo pode contribuir para uma investigação sobre a natureza desses objetos, podendo ser vinculado ao estudo da formação estelar e evolução até chegar nos objetos dos catálogos que muito deles podem ser vistos

com binóculos e pequenos telescópios.

Outra possibilidade é o catálogo de regiões de HII de Sharpless, o qual foi publicado pelo astrônomo americano Stewart Sharpless em 1953, que atualmente contém um total de 312 objetos. Seu conteúdo reúne um conjunto de nebulosas de emissão, e um compilado de regiões de formação estelar conhecidas como regiões HII na Via Láctea. Essas regiões são compostas por nuvens de gás interestelar que estão ativamente gerando estrelas. Como essas regiões são ricas em hidrogênio ionizado (HII), pode propiciar uma boa ponte interdisciplinar vinculando a química e a física no estudo dessas regiões.

Para estudo e investigação de estrelas especificamente,

uma opção interessante é o catálogo Estelar Tycho-2, que é uma compilação abrangente de estrelas brilhantes e suas características astrométricas (movimento próprio, posições e magnitudes). Esse catálogo pode ser usado como ferramenta para identificação e reconhecimento do céu, estudo de magnitudes aparentes e absolutas e sistemas de coordenadas astronômicas.

Saindo do domínio estelar, também tem a possibilidade de investigar catálogos de objetos extensos como galáxias. O Catálogo de Hickson Compact Groups é uma lista compilada pelo astrônomo Paul Hickson, em 1982, que identifica grupos compactos de galáxias próximas. Hickson o desenvolveu através da inspeção visual de placas fotográficas para identificar aglomerações de galáxias que aparentavam estar próximas umas das outras no céu. Esse catálogo pode fomentar discussões sobre dinâmica de galáxias, evolução e interações entre objetos extensos.

Na opção “Configurar o KStars” no menu de “Configurações” também é possível importar catálogos não disponíveis



Figura. Interface inicial do Stellarium. Fonte: Stellarium, 2022.

nativamente, ampliando ainda mais a possibilidade de uso do programa para fins didáticos ou para planejamento de noites de observação.

### Stellarium

O Stellarium é um programa de código aberto (open-source), multiplataforma que simula a abóbada celeste tal qual um planetário virtual. Na sua implementação inclui cálculos de posições do Sol, Lua, planetas, estrelas e corpos menores como cometas e eventuais chuvas de meteoros. Como em outros softwares que tratam de configuração celeste, o Stellarium também permite simular a dinâmica do céu

noturno e diurno configurar a data, hora e local para visualizar o céu em diferentes momentos e posições geográficas. Além de ser possível também “ligar” e “desligar” opções como: atmosfera, horizonte, constelações e outros recursos disponíveis na interface gráfica de fácil compreensão. Cada objeto no céu possui uma descrição detalhada de informações como azimute, altura, coordenadas astronômicas, magnitudes e outros.

#### *Stellarium como recurso didático*

Como ferramenta didática o Stellarium oferece uma interface intuitiva e prática adequada para manipulação de alunos de diferentes

idades. Além de ser possível reproduzir diferentes eventos como solstícios e equinócios, movimento aparente do Sol em diferentes latitudes e um “zoom-in” de cada objeto celeste e suas propriedades e trajetórias, o software conta com outros recursos didáticos que podem facilitar a visualização desses fenômenos de forma prática e visual.

Um recurso interessante do Stellarium é a opção de scripts prontos para demonstrações de fenômenos astronômicos como eclipses lunares e solares, céu em diferentes culturas e outras ferramentas que disponibilizam uma



Figura. Visualização das opções disponíveis no painel inferior do Stellarium. Fonte: Stellarium, 2022.



Figura. Amostra de scripts disponíveis.  
Fonte: Stellarium, 2022.

explicação em forma texto para consulta dos alunos e ou professor(a).

É ainda possível mudar a configuração do software para mostrar constelações típicas de outras culturas, como a Tupi-Guarani, característica aqui do hemisfério Sul, incentivando portanto o ensino e a inclusão da etnoastronomia em sala de aula.

### *Stellarium na Astronomia Amadora*

Há a possibilidade de acompanhamento em tempo real da trajetória de satélites, Estação Espacial Internacional e outros objetos itinerantes, além do acompanhamento de cometas recentemente catalogados, e previsão do radiante de chuvas de meteoros, além de propiciar o cálculo de trajetórias e efemérides.

Adicionalmente para a prática da Astronomia profissional é possível simular a configuração de trânsitos de objetos menores, possibilitando portanto simular as condições apropriadas para observação do objeto em determinada região, junto com a efemérides prevista em diferentes datas.

Dentre os recursos para astronomia amadora, o Stellarium oferece plugins para sincronização remota, controle remoto de telescópio, quando acoplado a uma montagem motorizada, dentre outras funções para acoplagem a telescópios.

### *Disponibilidade e utilização do Stellarium*

O Stellarium está disponível para instalação em Linux (source, snap, 64-bits), Mac OS X, Windows (32-bits, 64-bits), e mais recentemente também está disponível na versão web, sem ser necessário o download e instalação no computador. Outra possibilidade é a utilização do app disponível para Android e também para Raspberry Pi. Tornando-se um bom exemplo de software livre, gratuito e multiplataforma. Os recursos aqui citados são só um resumo das ferramentas



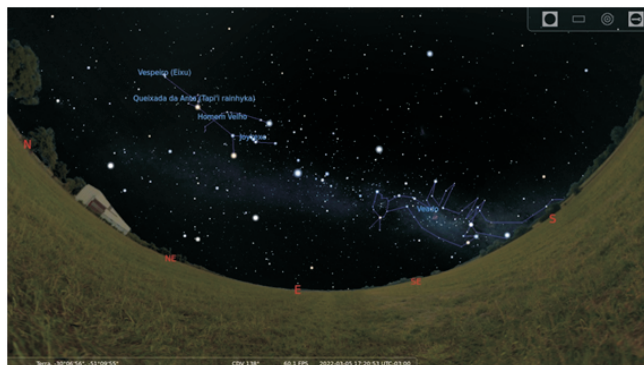


Figura. Constelações indígenas da cultura Tupi-Guarani.  
Fonte: Stellarium, 2022.

que compõem o software e algumas possibilidades de utilização em diferentes contextos. Como o Stellarium é um projeto colaborativo de código aberto, todas as informações do desenvolvimento estão disponíveis no GitHub. Informações adicionais e curiosidades sobre o projeto estão disponíveis na wiki, fóruns de discussão e no site mantido por colaboradores.

### Heavens Above

O Heavens Above (figura a seguir), diferentemente dos demais programas abordados até o momento, é focado no uso a partir do navegador, apesar de já existir uma opção de download da ferramenta para o Android. A aplicação foi desenvolvida por Chris Peat e conta com uma diversidade de recursos que

podem auxiliar na realização de atividades didáticas e de observação celeste, dentre elas: previsão da passagem de satélites artificiais, da ISS, do Hubble, entre outros, além de um banco de dados de satélites de rádio amador, criação de mapas celestes, do sistema solar, junto com o monitoramento dos planetas, da Lua e do nosso Sol, incluindo a previsão de eclipses solares.

O primeiro recurso que será abordado será a elaboração de mapas celestes através da plataforma, no qual sugere-se que, primeiramente, seja feita a identificação do local de observação por meio da inserção das coordenadas geográficas. Esta etapa pode ser feita manualmente, sem a obrigatoriedade de login no site, todavia, ao estar logado é possível salvar sua localidade, facilitando consultas futuras. Clicando-se nas coordenadas no canto superior direito ou na opção “Altere o seu local de observação” presente na listagem de recursos do corpo do site, você será redirecionado para uma página contendo um mapa no qual poderá ser selecionada a localização ou, logo abaixo, poderá ser feita a inserção manual dos valores de latitude e longitude.



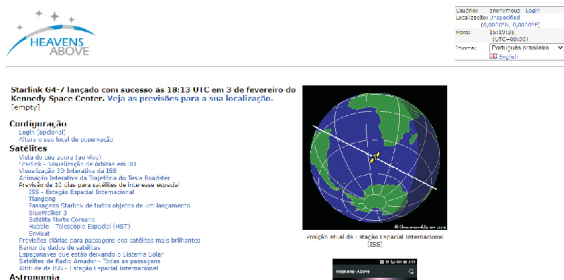


Figura 11. Página inicial do Heavens Above.  
Fonte: HEAVENS ABOVE, 2023.

Feito isso basta retornar à página inicial da aplicação e ir na opção “Mapa celestial interativo”, na qual pode ser inserida a data, hora e tipos de informações que se deseja que apareçam na carta celeste a ser gerada. Em seguida é só clicar no ícone da impressora e será gerado um arquivo PDF que poderá ser baixado para o computador ou impresso.

Aos interessados no campo da astronáutica o Heavens Above conta com um recurso de visualização em 3D da Estação Espacial Internacional (ISS), na qual há um mapa do globo indicando sua posição em relação ao nosso planeta, além da previsão de suas passagens visíveis na localidade informada no site, uma visualização em 3D da órbita dos Starlinks, previsões de suas passagens, um banco de dados com informações de diversos satélites, incluindo

espaçonaves que estão deixando o Sistema Solar (Pioneer 10 e 11, Voyager 1 e 2, New Horizons).

Somado a estes recursos o

site ainda apresenta dados sobre os planetas do sistema solar, junto com os asteroides e cometas passíveis de serem observados, onde neste último caso há a determinação da magnitude destes corpos, facilitando o planejamento de sua observação. Também é possível fazer o estudo das estrelas que compõem uma constelação, sendo útil em aulas onde o objetivo é aprender a identificar algumas constelações no céu, podendo ser feita a demonstração do padrão da

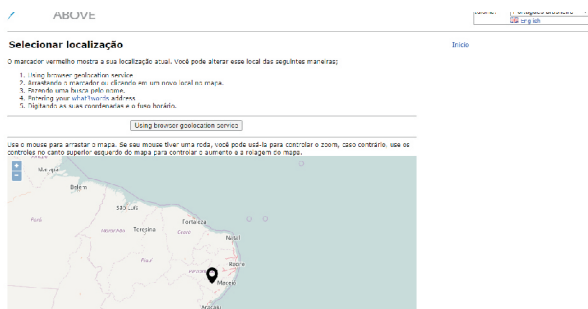


Figura. Página de identificação da localização do Heavens Above.  
Fonte: HEAVENS ABOVE, 2023.

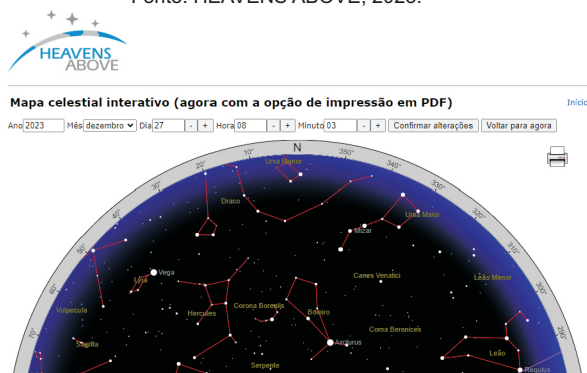


Figura. Mapa celestial interativo do Heavens Above.  
Fonte: HEAVENS ABOVE, 2023.



Figura. Visualização 3D da ISS produzida pelo site Heavens Above. Fonte: HEAVENS ABOVE, 2023.

constelação com uso do programa em sala de aula e uma posterior noite de observação em que os alunos devem tentar encontrar as constelações no céu.

A prática da observação é muito importante pois

auxilia na identificação de pontos cardeais e contribui na geolocalização, já que a determinação da declinação de um corpo celeste que passa pelo zênite é numericamente igual à latitude local. Promover a correlação entre estes

saberes torna a prática educativa em astronomia mais aplicável ao contexto de vida do estudante, facilitando sua abordagem dentro e fora do ambiente escolar.

### DS9 SAO image

Na Astronomia amadora e profissional há conjuntos de dados onde são necessários softwares específicos de visualização. O software SAOImage DS9 (DS9) é uma ferramenta para imageamento e visualização de dados astronômicos. O DS9 teve início em 1990 no Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO), Center for Astrophysics of Harvard University (Cfa), onde foi desenvolvido originalmente em X10 e X11 (toolkit e protocolo padrão para interface gráfica nos sistemas Unix e

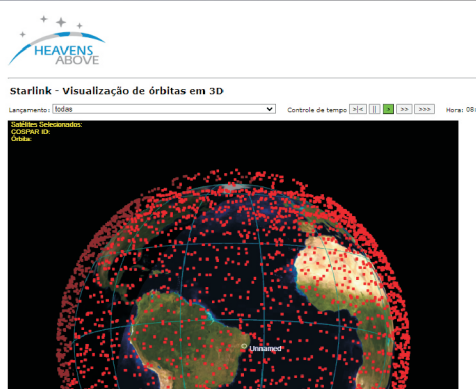


Figura. Visualização 3D da órbita dos Starlinks produzida pelo site Heavens Above. Fonte: HEAVENS ABOVE, 2023.



### Constelações

Constelação:

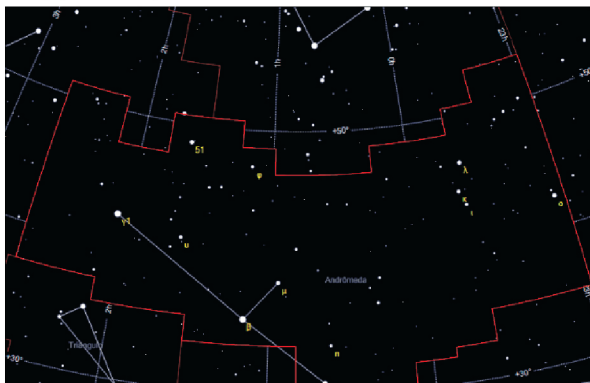


Figura. Página sobre constelações presente no Heavens Above. Fonte: HEAVENS ABOVE, 2023.

assemelhados, como o Linux).

Atualmente o SAOImageDS9 é mantido pelo Chandra X-ray Science Center (CXC), High Energy Astrophysics Science Archive Center (HEASARC) e pelo escritório da missão JWST no Space Telescope Science Institute. No site oficial é possível ter acesso a documentação fornecida com detalhes de utilização e referências. Está disponível para download gratuito e fácil instalação para sistemas operacionais como Linux (Ubuntu, Fedora, Debian e outros), MacOS e Windows.

Os formatos suportados pelo DS9 são dados em formato FITS (Flexible Image Transport System) e também em formato binário. Ambos formatos são amplamente utilizados na comunidade astronômica. Espectros de estrelas e galáxias observadas comumente são armazenados em formato FITS, enquanto que dados provenientes de simulações cosmológicas por exemplo, tendem a ser armazenados em formato de tabelas binárias, onde todas as informações das simulações estão organizadas nesse formato de dados. O DS9 é uma ferramenta prática que permite visualizar esses dados.

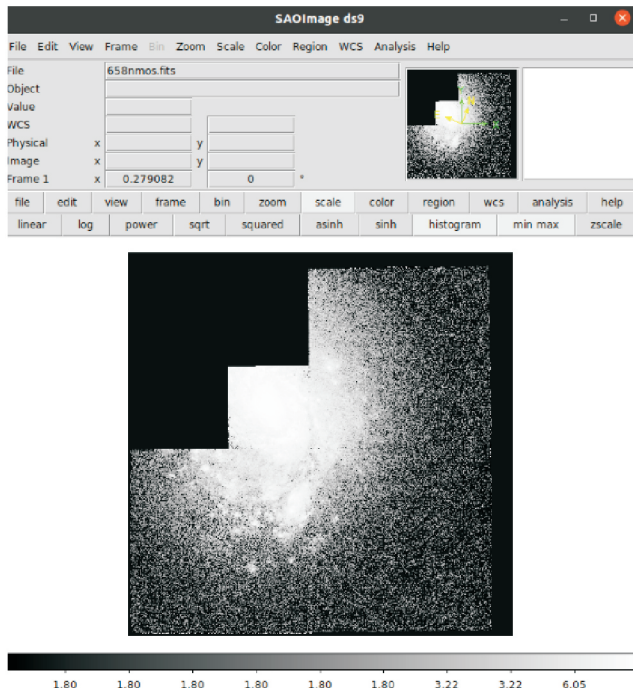


Figura. Interface do DS9 mostrando o fits da galáxia NGC 1068.

### Recursos do DS9

Fácil de instalar e com uma interface intuitiva, o DS9 permite também uma análise primária do conjunto de dados de interesse. Todas as versões e plataformas suportam um conjunto consistente de recursos funcionais e de interface gráfica que é configurável pelo usuário. O DS9 suporta recursos avançados, como análise de imagens em mosaico, ladrilhos, marcadores geométricos, manipulação de mapa de cores,

dimensionamento, zoom arbitrário, rotação, e uma variedade de sistemas de coordenadas.

Uma possibilidade de prática didática de utilização do DS9 é direcionar uma atividade para lidar com dados brutos de telescópios espaciais como Hubble (disponível em [https://esahubble.org/project/s/fits\\_liberator/datasets\\_archives/](https://esahubble.org/project/s/fits_liberator/datasets_archives/)), XMM-Newton e outros. Tendo em vista que boa parte das observações astronômicas provenientes desses telescópios são



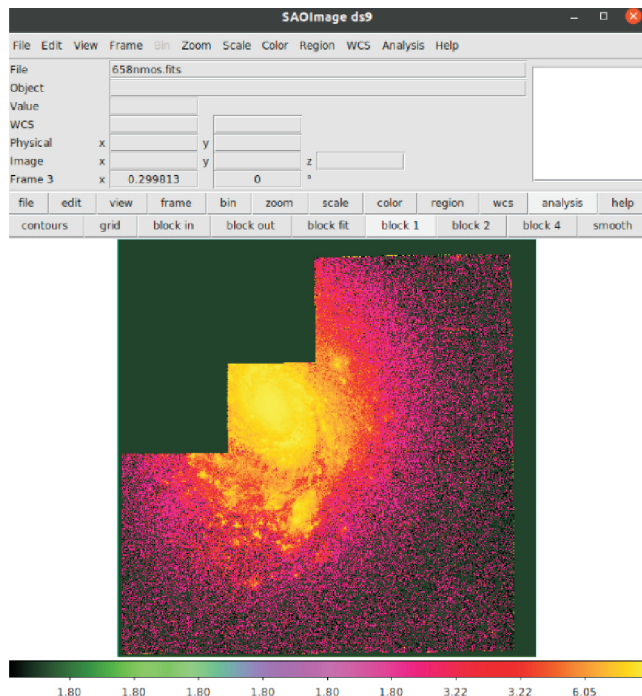


Figura. Selecionando a opção analysis > block 1 com outro sistema de cores, para melhor visualizar as características da galáxia.

disponibilizados publicamente, é possível baixar um conjunto desses dados em formato FITS e visualizá-lo com o DS9. Nesse contexto os alunos podem aprender como é de fato as 'fotos' tiradas pelos telescópios espaciais e o tipo de informação contida nesses arquivos FITS, e também, como melhorar a visualização dessas imagens alterando os parâmetros no painel do DS9.

Na comunidade astronômica o DS9 foi amplamente

utilizado em conjunto com o IRAF (Image Reduction and Analysis Facility), onde fazia o papel de visualizador primário do conjunto de dados observados, enquanto que o IRAF e seus pacotes faziam a análise e redução dos mesmos. Atualmente o IRAF tornou-se uma ferramenta secundária, apesar do DS9 ainda ser bastante popular entre a comunidade.

### Iris e AFIvis

O Iris trata-se de um

software para processamento de imagens astronômicas bastante poderoso, que possibilita empilhar imagens, aferir a magnitude de estrelas, separar os canais RGB, entre outras funções, tornando-se uma opção para o estudo e ensino sobre as estrelas variáveis. Para fins práticos, será demonstrada uma aplicação deste programa com o objetivo de determinar a magnitude de estrelas variáveis. O Iris será utilizado em conjunto com o software AFIvis, que foi desenvolvido pelo professor Adriano Aubert do Observatório Astronômico Genival Leite Lima (OAGLL), atuando na conversão da magnitude instrumental para valores correspondentes à magnitude visual.

Apesar dos dois programas estarem disponíveis apenas em formato .exe (comum para windows), são passíveis de serem utilizados em distribuições Linux através do uso do wine, que funciona como um programa de compatibilidade, que permite executar aplicativos do Windows em sistemas operacionais baseados em Unix, como Linux e macOS. O nome Wine é um acrônimo para "Wine Is Not an Emulator" (Wine Não é

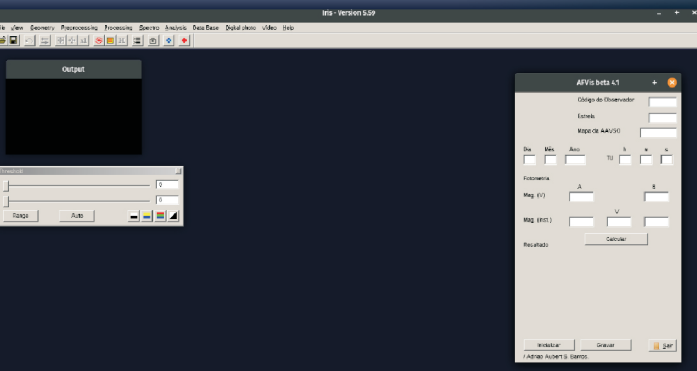


Figura. Iris e AFVis. Fonte: Autores, 2022.

um Emulador).

Para acessar o wine é necessário acessar o diretório em que o executável está disponível e, em seguida, executar o comando “wine nome-do-arquivo.exe”. Inclusive, as imagens inseridas no presente artigo foram obtidas por meio do uso dos softwares em um computador utilizando Pop\_OS, o qual é uma distro Linux desenvolvida e distribuída pela System76®, e em outro com Windows 10.

## Determinação da magnitude de estrelas usando Iris e AFVis

### Etapa 1. Obtenção das imagens

As imagens foram obtidas com uso de uma câmera Canon T1i modificada, cujo formato RAW é o .CR2. Como forma de evitar a

deformação nas imagens e ampliar o tempo de exposição da imagem foram obtidas 20 imagens utilizando uma exposição de 4s e ISO 400 da região correspondente a Eta Aquila. Esta prática evita o surgimento de “star trails” (trilhas de estrelas) na imagem, possibilitando uma melhor análise da magnitude instrumental, ao tempo em que também

permite uma melhor captura de luz pela soma das diversas exposições feitas no intervalo de 4 segundos.

Além destas imagens também faz-se necessária a geração dos frames bias (offset), dark e flat que possibilitam a realização de correções nas imagens obtidas por meio de DSLRs. O bias frame ou offset frame é usado para remover imperfeições de leitura gerados pelo aquecimento dos componentes eletrônicos da câmera, para sua obtenção são gerados 20 frames utilizando ISO 400 (mesmo ISO adotado nas imagens a serem tratadas), com o menor tempo de exposição disponível na câmera (1/40.000”), mantendo-se a tampa da lente fechada.

O dark frame é usado para

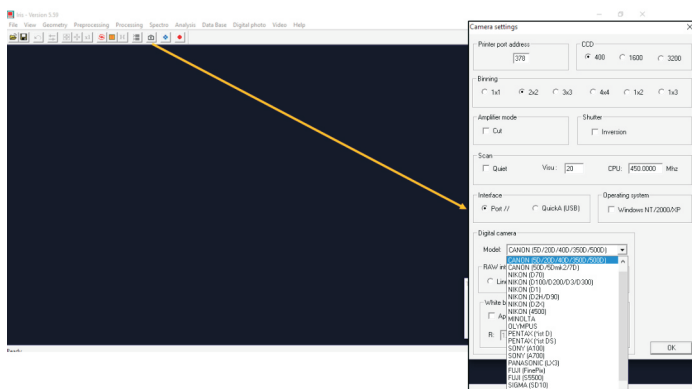


Figura. Menu de seleção do modelo de câmera DSLR utilizada. Fonte: Autores, 2022.

remover a corrente negra dos fotogramas sendo obtido com uso de 20 frames utilizando a mesma ISO e tempo de exposição das imagens a serem tratadas, mantendo-se a tampa da lente fechada. Já o flat frame é usado para corrigir desigualdades na distribuição uniforme da luz e é obtido por meio de 20 frames de uma superfície branca uniformemente iluminada utilizando-se a mesma ISO e tempo de exposição das imagens a serem tratadas.

### *Etapa 2. Configuração do programa e geração das máscaras*

Com as imagens já disponíveis deve-se proceder à escolha da pasta de trabalho, utilizando-se o menu “File > Settings” e alterando o “Working path” para a pasta onde estão disponíveis os arquivos a serem trabalhados. Feito isso, o próximo cuidado é com o tipo de extensão de imagem RAW da câmera utilizada, pois pode ocorrer do programa não reconhecerlo em virtude do modelo de câmera selecionado. Para fazer esta alteração basta clicar no ícone de câmera, o qual irá abrir uma outra janela na qual será selecionado o modelo do instrumento utilizado

(figura abaixo), permitindo o reconhecimento da extensão da imagem RAW.

Já tendo realizado estas configurações basta ir na opção “Digital photo > Decode RAW files”, a qual permitirá a criação de arquivos .fit que serão utilizados pelo Iris no processamento das imagens. Ao se clicar nesta opção será aberta uma janela para a qual será possível arrastar a sequência de imagens a ser utilizada na geração de cada máscara. No campo “Name” será definido o nome de saída da sequência de fotos, o qual pode ser “offset”, clicando-se, em seguida, no botão “>CFA...”, o qual dará início à conversão dos arquivos e ao final clica-se em “Done”.

Com a criação da sequência basta apenas ir na opção “Digital photo > Make a offset” e digitar o mesmo “Generic name” usado anteriormente (figura a

seguir). Feito isso o programa irá gerar a máscara, a qual deverá ser salva na pasta de trabalho, pois será utilizada para o pré-processamento das imagens do céu, sendo o arquivo final utilizado na criação dos arquivos dark e flat. Estes dois últimos são gerados por um processo similar ao realizado na produção do bias, tendo apenas como diferença o uso da imagem offset durante a criação da máscara.

### *Etapa 3. Tratamento das imagens RAW*

Com a criação das três máscaras, basta ir em “File > Load” e abrir o dark para que se possa criar o arquivo “cosme.lst” na pasta de trabalho. Este processo consiste na determinação dos hot pixels, os quais são pontos brancos e coloridos registrados erroneamente em virtude do aquecimento do sensor. Com o arquivo

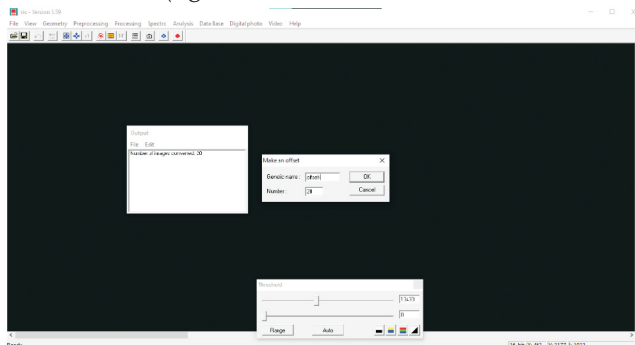


Figura. Criação do arquivo bias (offset). Fonte: Autores, 2022.

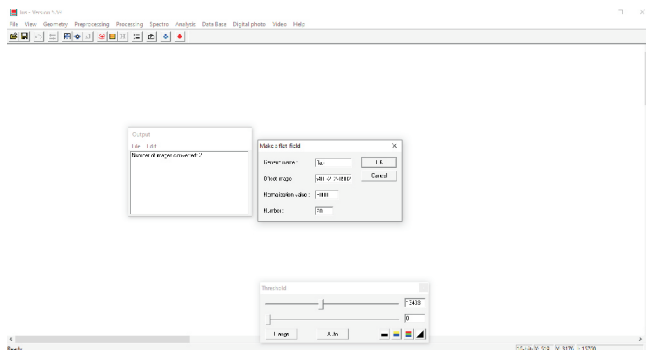


Figura. Criação do flat com uso da imagem offset.  
Fonte: Autores, 2022.

dark aberto, basta iniciar o console do Iris e digitar o comando “FIND\_HOT COSME 5000” (conforme a imagem abaixo). Ao repassar o parâmetro “5000” ele irá retornar o total de hot pixels identificados na imagem, de maneira que recomenda-se ir baixando este valor até que o programa exiba uma mensagem de erro indicando que o total de hot pixels encontrado excedeu o seu limite. Ao se fazer isso, passa-se a utilizar o valor de “HOT COSME” anterior ao limite de detecção, possibilitando-se mensurar o máximo de hot pixels no conjunto de imagens a ser analisado.

Agora já poderemos passar à análise das imagens que serão utilizadas para o estudo de estrelas variáveis, sendo importante destacar que não se faz necessária a obtenção dos arquivos bias,

dark e flat para cada noite de estudos. Podendo-se utilizar os mesmos arquivos em um intervalo de cerca de 1 mês, desde que não hajam mudanças bruscas das condições climáticas do local, momento em que se recomenda a geração de novas máscaras.

Inicialmente, deve-se realizar a conversão da sequência de imagens RAW por meio da opção “Digital photo > Decode RAW files”, por meio do qual será gerada uma sequência de arquivos .fit na pasta de trabalho, nos quais será inserido um “Name”, tal como foi feito na geração das máscaras. Esta etapa é seguida pelo pré-processamento abrindo-se a opção “Digital photo > Preprocessing” no qual serão inseridos o “Input generic name”, que consiste no “Name” que foi utilizado

durante a conversão das imagens RAW, o arquivo bias, o dark, o flat e o “Cosmetic file” que se trata do “cosme.lst”, onde estará a lista dos hot pixels. Neste processo há a inserção de um nome genérico de saída (“Output generic name”), o qual será usado nas próximas etapas (BUI, 2022).

Após a etapa de pré-processamento procede-se ao alinhamento das imagens por meio do registro das estrelas clicando-se em “Processing > Stellar register”, onde será inserido o nome de entrada (“Input”) que é o mesmo “Output” da fase anterior, além de escolher um novo nome de saída. Como método de registro sugere-se o uso da opção “Global matching”, a qual faz uma análise completa da imagem e uso da transformação “Quadratic”. Após ser clicado em “OK” o programa passará ao registro estelar, permitindo-nos, em seguida, realizar o empilhamento.

Concluída esta etapa, basta ir na opção “Processing > Add a sequence”, inserir como nome de entrada a saída que foi digitada durante o registro das estrelas e clicar na opção “Arithmetic”, a qual permitirá a soma aritmética



do brilho das estrelas nas imagens a serem empilhadas. Após ser dado o “OK” e finalizado o processo pode se salvar a imagem gerada em formato .fit.

Para finalizar o processo de tratamento, pode-se realizar o carregamento da imagem salva na última fase, a qual será convertida para RGB utilizando-se a opção “Digital photo > Convert a CFA image” e

posteriormente separada em seus diferentes canais clicando-se em “Digital photo > RGB separation...”. Após a separação dos canais RGB, procede-se à abertura do arquivo contendo a imagem no canal verde (G-green), que é utilizado devido ao fato de representar uma região mais confortável ao olho humano, possibilitando uma melhor conversão da magnitude instrumental para visual. Feito isso, basta clicar na opção de correção automática do Treshold e isto possibilitará um melhor contraste entre as estrelas e o ruído de fundo da imagem, facilitando a aferição da magnitude.

#### *Etapa 4. Determinação da magnitude*

Com o auxílio de uma carta celeste deve-se identificar a estrela variável, além de

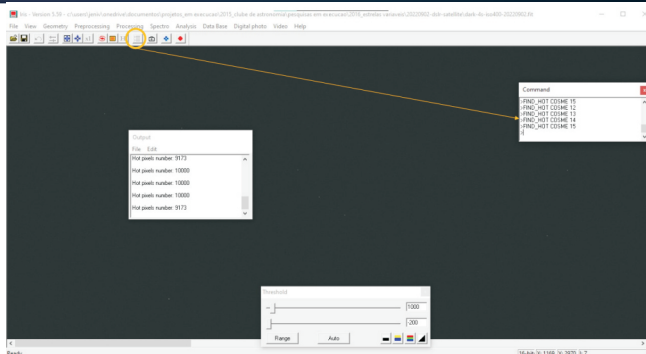


Figura. Verificação dos hot pixels com uso do arquivo dark.

Fonte: Autores, 2022.

duas estrelas de comparação, sendo uma com brilho superior e outra com brilho inferior ao da estrela estudada, permitindo “cercar” os valores de magnitude e promover a comparação entre elas por meio do AFVis. Valendo destacar a importância da cautela na escolha das estrelas de comparação, as quais além de possuírem a magnitude definida na carta celeste, também devem possuir um índice de cor (B-V) próximo ao da estrela estudada.

Para esta última tarefa é importante o reconhecimento de asterismos no céu, os quais são formas aparentes geradas pelo posicionamento das estrelas, que facilitam o reconhecimento do céu. Feito isso, basta ir no menu “Analysis”, seguindo-se à

opção “Aperture Photometry”, o qual vai abrir uma janela similar à apresentada na figura abaixo.

Nesta janela surge a opção relacionada à quantidade de círculos e seus diâmetros, os quais têm como função comparar a cor do pixel central (circle 1) com o fundo (circle 3) e a região de fronteira entre eles (circle 2). Após os ajustes no tamanho dos círculos, podemos clicar em “OK” e proceder à medição da magnitude instrumental das estrelas posicionando-se o objeto a ser analisado bem no centro do fotômetro e procedendo-se ao clique com o botão esquerdo do mouse. Com isso, surgirá um conjunto de dados na janela de “Output” do programa, dentre eles está presente a magnitude instrumental da estrela.

Após repetir este mesmo

procedimento com as estrelas de comparação utilizadas, basta inserir os dados no AFVis, conforme é demonstrado na figura a seguir e clicar em “Calcular”. O programa fará a conversão da magnitude instrumental em um valor de magnitude comparável ao visual. Como forma de se discutir a temática com estudantes pode-se questioná-los sobre qual o valor de magnitude que eles acreditam que será gerado por meio de uma comparação entre a variável e as estrelas de referência antes de se observar o resultado fornecido pelo programa.

A partir desta sugestão de atividade podem ser abordados os fatores ligados à variabilidade das estrelas, tais como aqueles que são intrínsecos (pulsação ou erupção estelar) e os

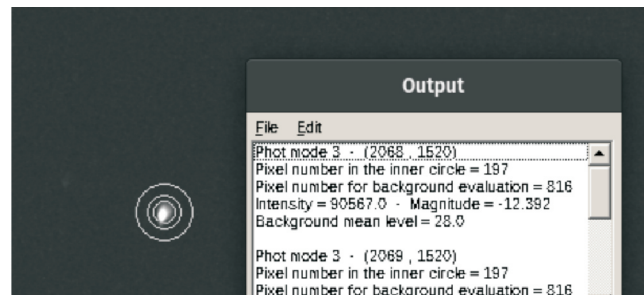


Figura. Aferição da magnitude instrumental de uma estrela.  
Fonte: Autores, 2022.

extrínsecos (eclipse por outra estrela, trânsito de um planeta extrassolar) ao corpo celeste (AAVSO, 2022a). Além de promover um estudo sobre o ciclo de vida das estrelas e as diferentes classificações de variáveis, possibilitando que os alunos passem a identificar os tipos de variáveis por meio da análise de seus gráficos, denominados de curvas de luz. Sendo que os próprios alunos, em conjunto com o professor, poderão promover o acompanhamento de uma

estrela, traçando sua curva de luz e, por meio dela, realizar o cálculo de algumas propriedades da estrela alvo, tais como: periodicidade, variação de magnitude e até mesmo a distância das estrelas.

É importante destacar que esta metodologia tem um cunho apenas didático, auxiliando na compreensão de alguns conceitos como magnitude aparente e absoluta, curvas de luz e tipos de estrelas variáveis. Aos que desejam se aprofundar ainda mais na temática, a submissão das magnitudes usando imagens de uma DSLR deve seguir a orientação de AAVSO disponível em seu manual que pode ser obtido a partir do site

<https://www.aavso.org/dslr-camera-photometry-guide>.  
Todavia, a abordagem da determinação da magnitude através da combinação entre IRIS e AFVis oferece a

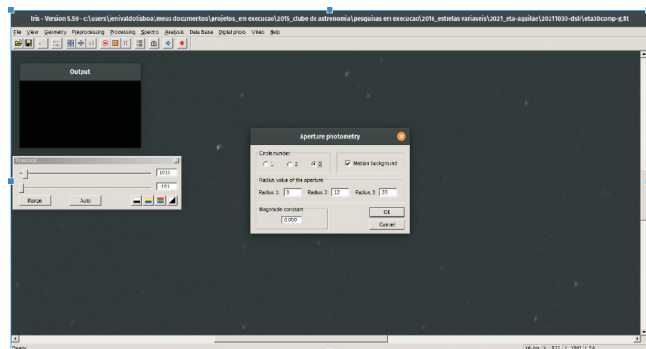


Figura. Inicialização do recurso de fotometria do Iris.  
Fonte: Autores, 2022.



Figura 26. Inserção de dados no AFVis e determinação da magnitude da estrela.  
Fonte: Autores, 2022.

oportunidade de introduzir o tema da Astronomia, assim como a análise e obtenção de dados, dentro da sala de aula. A metodologia proposta proporciona um passo a passo que permite comparações entre estrelas variáveis e de referência. Além disso, é uma ferramenta útil para preparar sessões de observação.

**Jenivaldo Lisboa de Araújo**, Escola Estadual Muniz Falcão,  
jenivaldochemscience@gmail.com

**Micheli Trindade Moura**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS),  
micheli.t.moura@gmail.com

## Referências

\_\_\_\_\_. The Fourth U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog Definitions. Disponível em: <<https://irsa.ipac.caltech.edu/data/UCAC4/ucac4.html>>. Acesso em: 25 dez. 2023.

AAVSO. American Association of Variable Star Observers. Variables: "What Are They and Why Observe Them?". Disponível em: <<https://www.aavso.org/variables-what-are-they-why-observe-them>>. Acesso em: 08 jul. 2022a.

BUIL, C.. IRIS TUTORIAL: Preprocessing of Digital SLR camera images. Disponível em: <[http://www.astrosurf.com/buil/iris/tutorial3/doc13\\_us.htm](http://www.astrosurf.com/buil/iris/tutorial3/doc13_us.htm)>. Acesso em: 03 set. 2022.

CARTES DU CIEL. Cartes du Ciel. Disponível em: <<https://www.ap-i.net/skychart/en/start>>. Acesso em: 25 dez. 2023.

CXC. Chandra X-ray Science Center. SAOImageDS9. Disponível em: <<https://sites.google.com/cfa.harvard.edu/saoimageds9/home>>. Acesso em: 20 dez. 2023.

CHEVALLEY, P.. UCAC4: A new version of UCAC catalog is available. Disponível em: <[https://www.ap-i.net/skychart/en/news/ucac4\\_catalog](https://www.ap-i.net/skychart/en/news/ucac4_catalog)>. Acesso em: 25 dez. 2023a.

CHEVALLEY, P.. GAIA DR2: The second GAIA data release is now available and can be used with Sckychart. Disponível em: <[https://www.ap-i.net/skychart/en/news/gaia\\_dr2](https://www.ap-i.net/skychart/en/news/gaia_dr2)>. Acesso em: 25 dez. 2023.

HEAVENS ABOVE. Heavens Above. Disponível em: <<https://www.heavens-above.com/>>. Acesso em: 27 dez. 2023.

KDE. KStars. Disponível em: <<https://kstars.kde.org/>>. Acesso em: 15 out. 2022.

MUTLAQ, J.; SIMHA, A.. KStars. Disponível em: <<https://edu.kde.org/kstars/>>. Acesso em: 06 fev. 2022.

NASA/GSFC. HCG - Hickson's Compact Groups of Galaxies (HCG) Catalog. Disponível em: <<https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/all/hcg.html>>. Acesso em: 06 fev. 2022.

NASA/GSFC. TYCHO2 - Tycho-2 Catalog of the 2.5 Million Brightest Stars. Disponível em: <<https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/>>

all/tycho2.html>. Acesso em: 06 fev. 2022.

PAGANOTTI, A.; VOELZKE, M.R.; MONTEIRO, T.B.; SOUSA, J.P.. Tecnologias digitais e astronomia, tendências observadas nas publicações dos simpósios nacionais de ensino de astronomia. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 36743 - 36759, 2021.

SANTOS, H.L.; LUCAS, L.B.; SANZOVO, D.T.; PIMENTEL, R.G.. O uso das tecnologias digitais para o ensino de Astronomia: uma revisão sistemática de literatura. Research, Society and Development, v. 8, n.4, p. 2525 - 3409, 2019.

STELLARIUM. Stellarium. Disponível em: <<https://stellarium.org/pt/>>. Acesso em: 18 out. 2022.

TECHTUDO. Entenda o que são 'hot pixels' de câmeras e como solucionar este problema. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2015/08/entenda-o-que-sao-hot-pixels-de-cameras-e-como-solucionar-este-problema.ghtml>>. Acesso em: 03 set. 2022.

WIKIPEDIA. Abell Catalog of Planetary Nebulae. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Abell\\_Catalog\\_of\\_Planetary\\_Nebulae](https://en.wikipedia.org/wiki/Abell_Catalog_of_Planetary_Nebulae)>. Acesso em: 06 fev. 2022.

WIKIPEDIA. Sharpless catalog. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Sharpless\\_catalog](https://en.wikipedia.org/wiki/Sharpless_catalog)>. Acesso em: 06 de fev. 2022.



**M83 - Galáxia do Catavento do Sul**  
**Agosto/2023**  
**Maringá - PR - Brasil**  
**Astrofotógrafo: Bruno Bonicentro**





## **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](http://www.astronova.com.br)**

Nos acompanhe nas redes sociais:

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

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

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

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

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