

# DIA E NOITE COM AS ESTRELAS

*Boletim Mensal*



*Vivemos em uma humanidade sem conexão com a terra, não podemos esquecer que somos poeira das estrelas. Crédito: Sebastião Salgado | ©Amazonas images – 'Gênesis': No Alto Xingu, Mato Grosso, índios waurá pescam na lagoa Piyulaga, perto da sua aldeia. Mato Grosso, Brasil, 2005/ Divulgação*

## Editorial

por Carlos Volgarin (IME-USP)

Olá, seja bem vindo a mais uma edição do Boletim Dia e Noite com Estrelas!

Nesta edição continuamos explorando a natureza da luz e como cientistas desde o século XVII revelaram características sobre o comportamento desse fenômeno e sobre o meio em que se propaga.

Em Curiosidades abordamos estrelas com velocidades excepcionalmente altas e como o seu estudo nos dá informações importantes sobre a Via Láctea.

Em Astronomia Cultural leia sobre Ailton Krenak, a natureza e o cosmos, e as ideias para adiar o fim do mundo.

Boa leitura!

ACESSE NOSSO  
ACERVO PELO  
CÓDIGO QR AO  
LADO



## ESPECIAL

## FARADAY E MAXWELL : A NATUREZA DA LUZ II

por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

A conclusão de Young e Fresnell (DNCE01\_05 – janeiro 2024) sobre a natureza ondulatória da luz evoluiu muito, resultando em um outro grande passo em sua compreensão proporcionado por Faraday (1791-1867). Entre tantas contribuições importantíssimas para a ciência e baseando-se nos trabalhos de Oersted (1777-1851), percebeu que uma carga elétrica em movimento dava origem a um fenômeno magnético e que, por sua vez, um ímã em movimento gerava um fenômeno elétrico – essa relação íntima sugere que tratam-se de duas faces de um mesmo fenômeno.

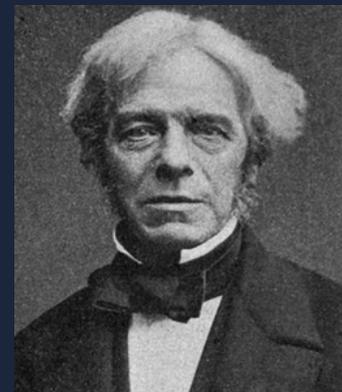
Intuitivamente, Faraday imaginou que a luz era uma onda transversal (plano de oscilação perpendicular à direção de propagação) que viajava segundo as linhas de força geradas por cargas elétricas e polos magnéticos. Coube a Maxwell (1831-1879) traduzir a intuição de Faraday para a linguagem da natureza, a *matemática* (4 equações) e demonstrar a conexão íntima entre as forças elétricas, magnéticas e a luz.

Maxwell unificou a força elétrica e magnética em uma única força: eletromagnética. Essa força é responsável pela interação elétrica e magnética à distância e comunicada através de ondas que se propagam transversalmente com uma velocidade de 300 mil Km/s e que só existem em movimento: onda eletromagnética. Mesmo sem podermos formar uma imagem dessas ondas como gostaríamos, elas correspondem a campos elétricos e magnéticos que oscilam continuamente e alternadamente: um campo elétrico que oscila dá origem a um campo magnético, que por sua vez, ao oscilar, dará origem a um campo elétrico e assim por diante ao mesmo tempo em que se propagam.

O que comumente chamamos de luz é uma onda eletromagnética cuja frequência é tal que pode sensibilizar nossos olhos, podemos vê-la. As cores que vemos correspondem às diferentes frequências da luz. Entre uma infinidade de frequências, temos ondas eletromagnéticas divididas em algumas faixas bastante conhecidas e que não podemos ver com nossos olhos: raio-X, micro-onda, onda de rádio, infravermelho, ultravioleta, etc.

Essa compreensão representou uma revolução gigantesca no mundo. Pense por exemplo em toda a comunicação que realizamos a todo instante através de celulares, televisão, rádio, etc. Em todas elas estão presentes a intuição de Faraday e as equações de Maxwell.

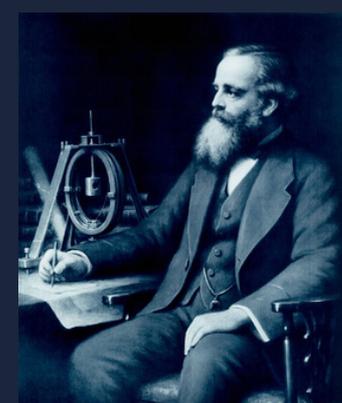
Entretanto, o alcance é muito maior ainda. É através da luz e de outras ondas eletromagnéticas que nos conectamos com o cosmos, com os astros. É decifrando a informação contida nessas ondas e que nos chega de lugares inimaginavelmente distantes, que buscamos compreender a história do universo e, portanto, a nossa própria história.



Michael Faraday

(1773-1829)

*Michael Faraday - físico e químico britânico. Um experimentador autodidata e genial e um dos cientistas mais influentes de todos os tempos. Entre muitas das suas descobertas pode-se destacar aquelas do campo magnético e do fenômeno de indução. Dizem que se houvesse o prêmio Nobel da física em sua época, teria ganhado pelo menos 6 deles. Crédito: Opposite p. 290 of Millikan and Gale's "Practical Physics" (1922)*



James Maxwell

(1831-1879)

*James Clerk Maxwell - físico e matemático escocês que deu forma final à teoria do eletromagnetismo quando unificou a eletricidade, o magnetismo e a luz. É um dos fundadores da teoria cinética dos gases. Crédito: Domínio público/Wikimedia*

## ESPECIAL

Naturalmente naquela época, para uma onda se propagar, era necessário um meio. Ganha força a ideia muito antiga, desde Aristóteles (DNCE02\_11) de que o espaço é preenchido por uma substância especial, o éter. Essa substância que no passado explicava uma série de fenômenos e também fornecia um referencial absoluto para Newton, agora era usada para explicar a propagação das ondas eletromagnéticas.

## CURIOSIDADES

## ÉTER: A MISTERIOSA SUBSTÂNCIA QUE PREENCHERIA TODO O UNIVERSO

por Roberta Vassallo (IF - USP)

Após as conclusões de que a luz é uma onda (Young/Fresnel – DNCE05\_01 e Faraday/Maxwell nesta edição) e apesar da formulação rigorosíssima e poderosíssima de Maxwell para descrevê-la matematicamente, ainda faltavam respostas a questões fundamentais como: a luz se move a 300 mil km/s em relação a quê? **Qual é o meio material através do qual a luz se propaga?**

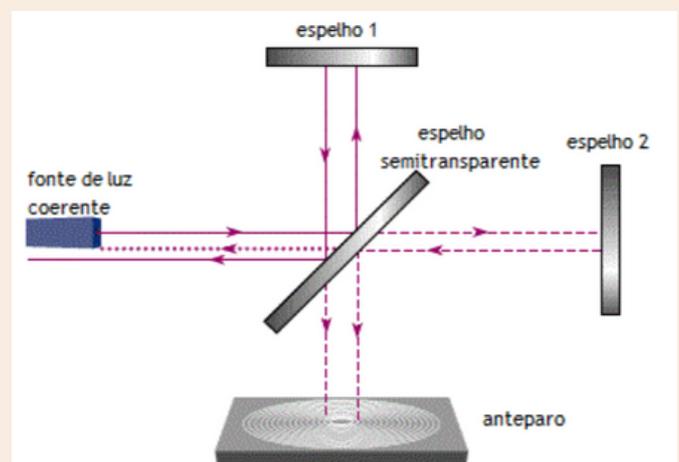
Até então, as ondas eram vistas na física como fenômenos mecânicos que se propagam em meios materiais, como ocorre com o som e as ondas do mar, por exemplo. No entanto, a luz de corpos celestes consegue viajar pelo espaço onde aparentemente não há nada.

Maxwell mesmo retomou ideias muito antigas a respeito de uma substância invisível, imponderável e que acreditava-se, preenchia todo o espaço (Aristóteles - DNCE02\_11): **o éter**. Posteriormente, mesmo que com considerações distintas, Newton (DNCE03\_12) lançou mão dessa substância como agente transmissor da força gravitacional e como um sistema de referência absoluto: o repouso e o movimento retilíneo e uniforme ocorreriam em relação ao éter. E agora Maxwell propunha: a luz está sempre em movimento com velocidade de 300 mil km/s em relação ao éter estacionário que preenche todo o Universo.

Um dos grandes problemas da ciência no final do século XIX era descrever a natureza, as características e a própria existência do éter.

O impasse seguiu até o final do século XIX, quando Michelson (1852-1931) e Morley (1838-1923) propuseram um experimento que deveria detectar a existência dessa substância. Nele, buscavam medir a velocidade da luz em distintas direções, a favor e contra o movimento da Terra através do éter e também perpendicularmente a ele.

Partindo da premissa de que todos os corpos, inclusive a Terra, se movem através do éter, montaram um interferômetro – um aparato como o da figura, onde a luz emitida por uma fonte é dividida em dois feixes, um se propagando na direção original da emissão e outro na direção perpendicular, com dois espelhos nas extremidades refletindo-os e por fim projetando-os no anteparo do outro lado.



Esquema de um interferômetro como o proposto por Michelson e Morley para testar a hipótese do éter. Crédito: Fdagnol/Wikimedia

Uma diferença esperada entre os feixes oriundos de distintas direções devido ao movimento da Terra

resultaria em "figuras de difração", franjas claras e escuras (DNCE05\_01), distintas para posições distintas do aparato. Apesar da repetição do experimento, a conclusão foi inevitável: **a velocidade da luz é sempre a mesma.**

Esse resultado era totalmente inesperado. Ao contrário do som por exemplo, que como consequência do movimento (velocidade) relativo entre fonte sonora e observador

tem sua frequência alterada, a experiência de Michelson e Morley mostrou que com a luz nada disso acontece, ela viaja sempre com a mesma velocidade independentemente do movimento do observador.

Esse resultado levou ao abandono total da ideia de que o universo seria preenchido por esse elemento, o éter, e levou a ciência a uma de suas maiores revoluções (veja na próxima edição).

## ASTRONOMIA CULTURAL

# IDEIAS PARA ADIAR O FIM DO MUNDO

por Carlos Volgarin (IME - USP)

No livro "Ideias para adiar o fim do mundo", o líder indigenista Ailton Krenak compartilha reflexões sobre o cosmo e a ligação da humanidade com a Terra. Krenak descreve uma narrativa ancestral sobre uma cosmovisão do mundo, onde seja possível compartilhar e aplicar conhecimento na interação com outras pessoas e o mundo, respeitando a tradição de diferentes povos originários.

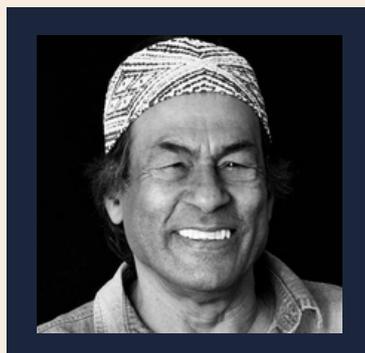
A cosmovisão de Krenak explora a Terra como organismo, por consequência o humano como parte, e como os tempos modernos trouxeram problemas para a natureza pois a interação humana tem causado destruição e mudanças ambientais.

**"Quando despersonalizados o rio, a montanha, a mata, tiramos deles seus sentidos, nós liberamos esses lugares para que se tornem resíduos da atividade industrial e extrativista."**

Por meio de um "despertar" Krenak convoca a participação da humanidade em assumir o controle da nossa conexão profunda com a Terra, pensamento semelhante é a conclusão do episódio "O limiar da eternidade" (Cosmos, 1980) onde Carl Sagan explora o destino do universo e pauta o futuro da humanidade onde nos tornemos cidadãos do Cosmos. Durante o episódio é explorada a religião Hindu e como o festival de Pongal celebra os ciclos da natureza pois suas crenças são baseadas por um infinito número de mortes e renascimentos.

**"A cosmologia faz com que encaremos grandes mistérios, questões que eram apenas tratadas por religiões e mitos"**

Questionar o pensamento que os humanos são a "única natureza racional" e o resto é mercadoria é romper com o mundo de exclusão que foi criado. A educação, ambiental e científica, aparece como ponte para a construção dessa cosmovisão. Educar, sobre a biodiversidade que nos envolve e a natureza do ser humano, se conecta com um conhecimento ancestral que foi perdido, são essas as ferramentas que constroem o caminho de compreender o universo e adiar o fim do mundo.



Ailton Krenak é membro da Academia Brasileira de Letras, escritor, ambientalista, jornalista, palestrante e líder Indígena.  
Crédito: Bob Wolfenson



## CURIOSIDADES

# S-PLUS: EXPLORANDO AS ESTRELAS DE ALTA VELOCIDADE NA VIA LÁCTEA

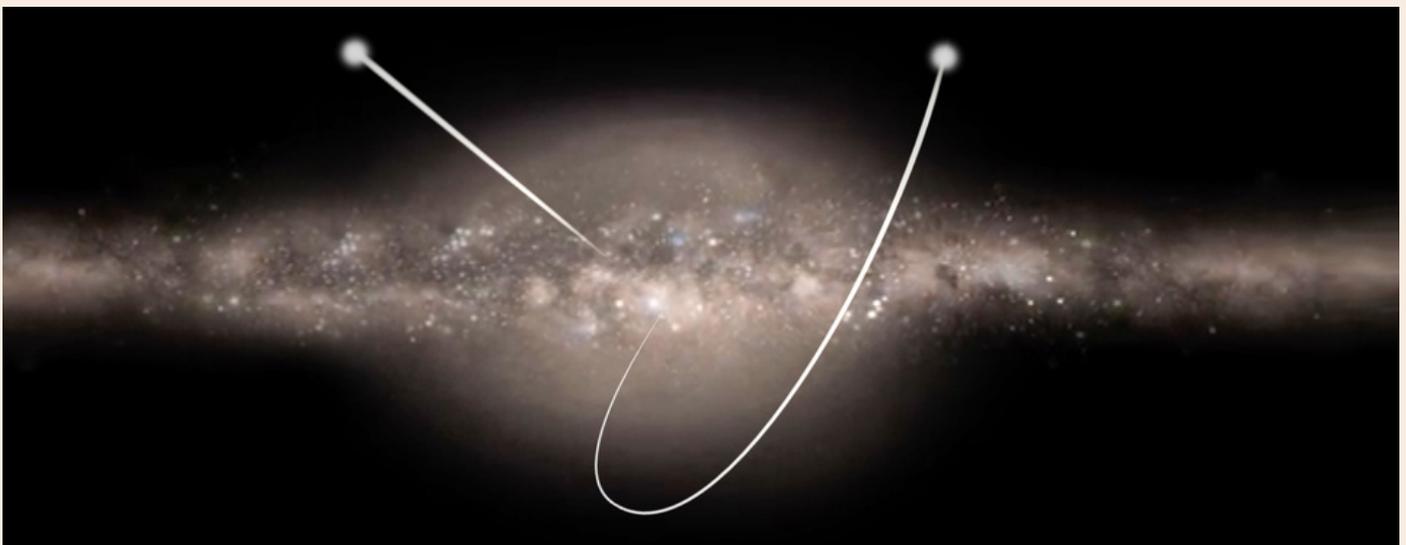
por Júlia Mello de Oliveira (IAG - USP)

Com base em observações detalhadas das posições e movimentos das estrelas, as velocidades das principais populações estelares da Via Láctea são bem estabelecidas. Entretanto, algumas estrelas não seguem o padrão esperado de velocidade e apresentam velocidades atipicamente altas, chegando, em alguns casos, a serem suficientes para escapar da nossa galáxia (Via Láctea). As altas velocidades dessas estrelas geralmente estão ligadas a eventos astrofísicos extremos, tais como explosões de supernovas em sistemas de duas estrelas, interações de sistemas binários (estrelas duplas) com o buraco negro no centro da nossa galáxia ou fusões de galáxias anãs com a Via Láctea no passado.

Entender essas estrelas é essencial, pois pode nos fornecer pistas sobre de onde vieram, como foram aceleradas e quão comuns esses eventos são na Via Láctea. Para compreender melhor essa população, um grupo de astrônomos liderado pelo pesquisador Fredi Quispe Huaynasi, do Observatório Nacional - RJ, realizou um estudo minucioso examinando 64 estrelas com velocidades superiores a 400 km/s em relação ao centro da nossa galáxia, selecionadas a partir dos astros catalogados tanto pela Missão Espacial Gaia quanto no levantamento de dados da colaboração brasileira *Southern Photometric Local Universe Survey* (S-PLUS).

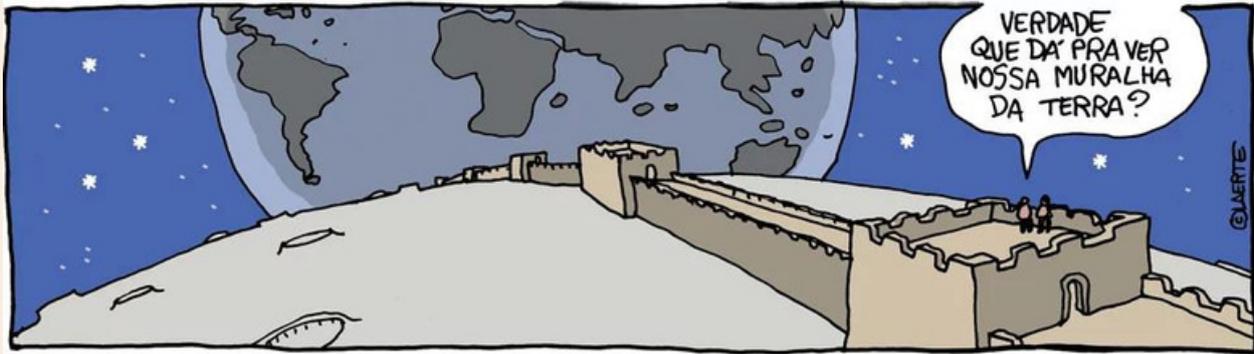
Usando informações de posição e velocidade disponibilizadas pela missão Gaia, suas trajetórias ao longo do tempo puderam ser traçadas com a finalidade de compreender como elas se movem e de onde provavelmente vieram. Com o uso de algoritmos de aprendizado de máquina, treinados com informações sobre as estrelas obtidas com o S-PLUS (DNCE04\_10) e dados espectroscópicos, os pesquisadores conseguiram descobrir parâmetros importantes das estrelas, como temperatura, gravidade superficial e composição química.

Deste estudo, tanto em termos de movimento quanto de composição química, descobriu-se uma estrela com provável origem no centro da Via Láctea, enquanto as demais apresentam um comportamento de movimento semelhante ao daquelas da periferia (halo) de nossa galáxia. Algumas dessas estrelas também têm características que as conectam a galáxias anãs, como as chamadas Sequoia e Gaia-Enceladus/Sausage, que interagiram com a Via Láctea em diferentes momentos de sua história, o que nos dá pistas sobre a história complexa da nossa galáxia.



Impressão artística de duas estrelas de alta velocidade se deslocando do centro de nossa galáxia para regiões periféricas. Crédito: ESA / CC BY-SA 3.0 IGO.

# ASTRONOMIA EM QUADRINHOS



## CORPO EDITORIAL:

- Carlos Volgarin
- Felipe Martins
- Henrique Vísipico
- Júlia Mello de Oliveira
- Pedro Cunha
- Ramachrisna Teixeira
- Roberta Vassallo
- Suellen Camilo



INSTITUTO DE ASTRONOMIA,  
GEOFÍSICA E CIÊNCIAS  
ATMOSFÉRICAS



ACESSE NOSSO  
ACERVO PELO  
CÓDIGO QR AO  
LADO

Tem dúvidas sobre Astronomia,  
sugestões de temas, críticas ou  
elogios?

Entre em contato conosco por  
[contatodncestrelas@gmail.com](mailto:contatodncestrelas@gmail.com)

Seu comentário pode aparecer na próxima edição :)

A PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO DESTA BOLETIM É INDEPENDENTE.

A reprodução total ou parcial deste material é  
livre desde que acompanhada dos devidos créditos