



Figura 1 - Imagem gerada no computador pelo programa de inteligência artificial [mage.space](https://mage.space). No dia 01 de maio a NASA deu início à Semana do Buraco Negro, uma celebração em homenagem a esses poderosos e incríveis objetos cósmicos. Neste espírito, esta edição do *Ciência em Panorama* traz 2 artigos com novidades sobre buracos negros.

**Caro leitor,**

A newsletter “*Ciência em Panorama*” tem periodicidade mensal. Para você receber as próximas edições, se inscreva **mandando** um e-mail para

[onody@ifsc.usp.br](mailto:onody@ifsc.usp.br)

colocando o seu nome e o seu e-mail.

Comentários, críticas e sugestões serão sempre bem-vindos e podem ser enviados ao meu e-mail.

As referências estão em **hipertexto** (cor verde). Para abri-las basta clicar sobre elas.

**Prof. R. N. Onody, maio 2023**

**Boa Leitura!**

## Nesta Edição

- **Astronomia**

1. Um buraco negro supermassivo semeando novas estrelas?
2. Um buraco negro solitário

- **Biologia**

Qual é a árvore mais velha do mundo?

- **Inteligência Artificial**

Prêmio recusado

- **Curiosidades Editoriais**

- **Curiosidades Matemáticas**

- **Astronomia**

1. **Um buraco negro supermassivo semeando novas estrelas?**

De fato, isso soa muito estranho. Pois estamos acostumados com a visão de buracos negros *canibalizando e engolindo* estrelas e não *semeando e ajudando-as a nascer*.

Mas, foi exatamente essa a conclusão de um estudo [publicado](#) em 2023. Utilizando o telescópio espacial Hubble e o telescópio terrestre Keck I (Havaí), os astrônomos investigaram uma galáxia anã (RCP 28) bem, bem distante, a cerca de 7,5 bilhões de anos-luz da Terra (1 ano-luz = 9,46 trilhões km).

O telescópio Hubble tinha feito uma imagem que mostrava uma longa e curiosa linha luminosa ao lado da galáxia (Figura 2). Segundo os pesquisadores foi uma descoberta serendipitosa (casual e feliz).

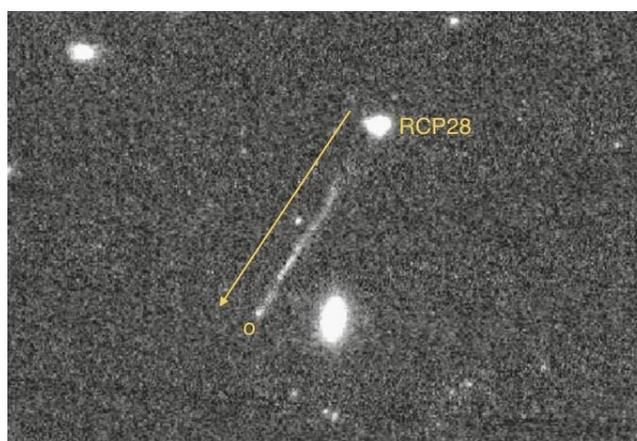


Figura 2 – Imagem obtida pelo telescópio Hubble. O rastro luminoso que sai da galáxia RCP 28 tem cerca de 200.000 anos-luz (duas vezes o diâmetro da Via-Láctea). Ele é formado por jovens estrelas azuis. Em amarelo, indico a RCP28, a direção e a provável posição do *fugitivo e invisível* buraco negro supermassivo.

Fonte: [P. Van Dokkum et al.](#)

Muitas galáxias têm, no seu centro, um buraco negro supermassivo. As *galáxias anãs* podem conter ou não esses monstros no seu interior. Exemplos: a RCP28 possui, mas, a nuvem de Magalhães não.

Na Astronomia, o mecanismo de formação desses *buracos negros supermassivos* ainda não é completamente conhecido. Existem muitas hipóteses e modelos. Uma situação bem diferente dos buracos negros simples, formados em explosões estelares e já previstos pela Teoria da Relatividade Geral.

Retornando à galáxia anã RCP 28, [P. Van Dokkum et al.](#) montaram o seguinte cenário (Figura 3) do efeito ‘estilingue’ (slingshot) para o fugitivo buraco negro supermassivo. Há muitos anos atrás, dois buracos negros

supermassivos (e suas respectivas galáxias anãs) colidem, mas *não colapsam* (não se transformam em um único buraco). Em vez disso, eles formam um sistema binário. Um terceiro buraco negro supermassivo se aproxima e entra no sistema. Na interação, há troca de momentos. O buraco negro supermassivo de *menor massa é ejetado* em alta velocidade enquanto os dois buracos remanescentes (mais massivos) sofrem um leve recuo (para conservação do momento linear). A previsão teórica é de que a probabilidade de ejeção é proporcional ao inverso da massa elevado ao cubo, daí a expulsão do buraco de menor massa. O resultado nos lembra o ditado popular: um é pouco, dois é bom e três é demais. Pela idade das estrelas presentes no rastro luminoso, os astrônomos concluíram que a 'estilingada' ocorreu há 40 milhões de anos atrás.

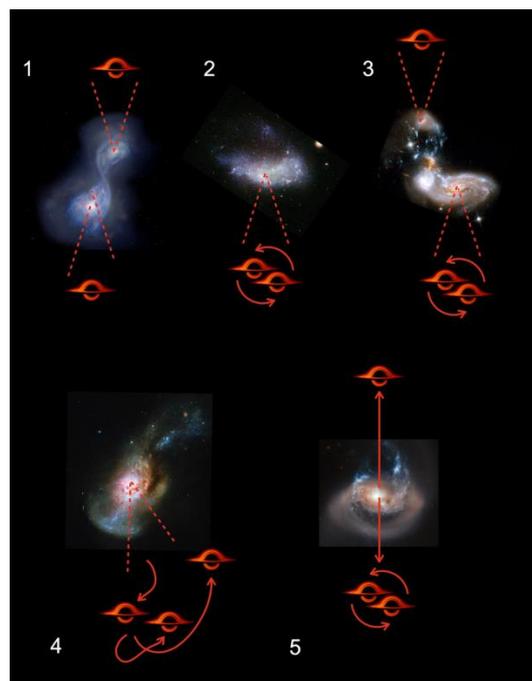


Figura 3 - Ilustração do cenário proposto: (1-2) formação do sistema binário de dois buracos negros supermassivos; (3-4) aproximação do terceiro buraco negro supermassivo e forte interação gravitacional; (5) a estilingada há 40 milhões de anos atrás com a ejeção de um buraco negro supermassivo da galáxia anã.

Fonte: [P. Van Dokkum et al.](#)

A massa do supermassivo buraco negro expulso é estimada em 20 milhões de massas solares e sua velocidade é estonteante, 1.600 km/s! Nesta velocidade, ele arrasta consigo gás (que passa a irradiar luz), comprime o gás à sua frente, causando ondas de choque e o nascimento de novas estrelas.

Os autores esperam uma confirmação desse cenário através de futuras medições a serem feitas pelos telescópios James Webb (no infravermelho) e Chandra (raios-x).

## 2. Um buraco negro solitário

Depois de 6 anos de observações astronômicas, um grupo internacional de cientistas foi recompensado em [2022](#) com a descoberta do *primeiro buraco negro solitário*.

Tudo começou em 2011 quando uma estrela situada aqui na nossa Via-Láctea (a 20.000 anos-luz da Terra, na direção da constelação de Sagitário), teve um *aumento repentino* do seu brilho. Era o sinal do chamado *efeito lente*.

O efeito lente é um presente da natureza. Ao passar por corpos espaciais com muita massa, a luz, vinda de estrelas ou galáxias distantes, se curva e é magnificada. Com sorte e um bom alinhamento da Terra, os *corpos massivos* fazem o papel de uma *lupa natural*. Quando o efeito lente ocorre aqui na nossa Via-Láctea, ele é chamado de *efeito microlente* (Figura 4). Esse aumento do brilho pode durar semanas e até meses. O objeto massivo pode ser, por exemplo, uma estrela de nêutrons, uma anã branca ou um buraco negro.

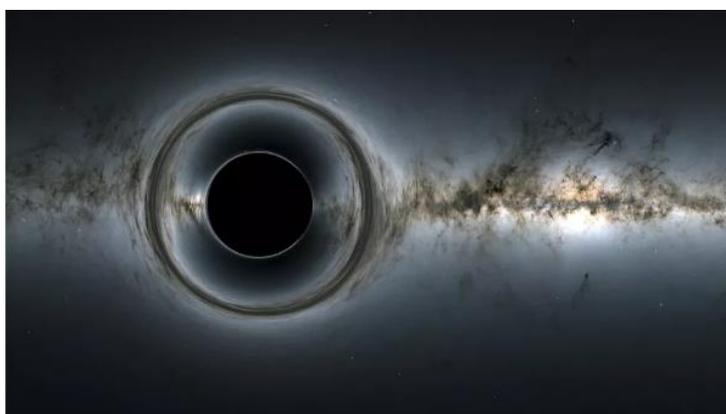


Figura 4 – Ilustração de um buraco negro solitário curvando luz de estrelas e galáxias que estão mais ao fundo (efeito microlente).  
Fonte: NASA e ESA

Várias redes de telescópios terrestres têm programas de busca e estudo de eventos de microlente gravitacional, como [OGLE](#), [MOA](#) e [KMTNet](#). Elas fazem o monitoramento fotométrico da nossa galáxia e já detectaram mais de 30.000 eventos de microlente (até agora).

Um *sistema binário* de buracos negros é um pouco mais fácil de ser experimentalmente detectado do que um *único e isolado buraco negro* porque o binário produz ondas gravitacionais mensuráveis e raios-x mais intensos (oriundos do disco de acreção). Foi aí que entrou em cena o efeito microlente.

Combinando astrometria (astronomia de posição) do telescópio Hubble e fotometria terrestre, os [pesquisadores](#) concluíram que o aumento do brilho de estrela (distante 20.000 anos-luz da Terra) deveu-se a passagem à sua frente de um buraco negro de 7,1 massas solares e velocidade de 45 km/s. A distância estimada da Terra ao buraco negro solitário foi de 5.000 anos-luz.

Este foi o primeiro buraco negro encontrado flutuando sozinho no espaço. Como o número estimado de buracos negros presentes na nossa Via-Láctea é de aproximadamente cem milhões, o número de buracos negros isolados deve aumentar substancialmente nos próximos anos.

- **Biologia**

- **Qual é a árvore mais velha do mundo?**

Entre as árvores conhecidas e vivas, duas árvores disputam o recorde de longevidade: um pinheiro batizado de [Matusalém](#) numa referência ao avô de Noé que, segundo relato bíblico, teria vivido 969 anos e está localizado na White Mountains, Califórnia, EUA (Figura 5) e um cipreste (batizado de [Bisavô](#)) localizado no Parque Nacional Alerce Costero, Chile (Figura 6).



Figura 5 - Um exemplar da mesma espécie *Pinus Longaeva* do Matusalém. O Serviço de Floresta dos EUA, para proteger de vandalismo a vetusta árvore, mantém em segredo sua exata localização.



Figura 6 – Foto do Bisavô, um cipreste gigante com 4 metros de diâmetro e 28 metros de altura, da espécie *Fitzroya cupressoides*.  
Crédito: Dr. Jonathan Barichivich

As idades dessas árvores foram estimadas pelo método de datação denominado dendrocronologia. Esta técnica consiste em estimar a idade de uma planta pelo número de anéis do seu tronco (Figura 7).

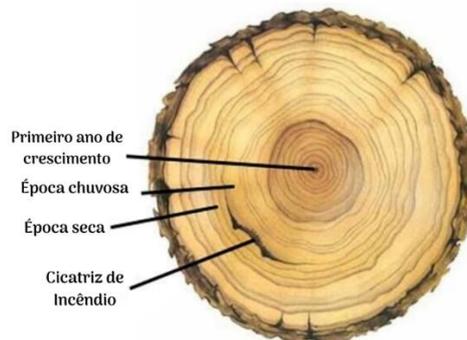


Figura 7 – Um anel por ano. Os anéis externos são mais recentes. Pela espessura do anel dá para saber se foi um ano seco ou chuvoso. Incêndios deixam cicatrizes. Clima de milhares de anos atrás revelados e armazenados no tronco.

Perfura-se o tronco com uma broca, coleta-se uma amostra que é, então, analisada. Muitas vezes, para não prejudicar a planta, a perfuração não vai até o núcleo do tronco. Utilizam-se então, modelos matemáticos (e softwares) para extrapolar a idade da árvore. Foi o que aconteceu com o *Bisavô*, cuja idade foi estimada em 5.000 anos (com 80% de probabilidade). A idade avaliada do *Matusalém* é de 4.855 anos.

Na mesma faixa etária, mas que não está mais viva, a árvore batizada de *Prometeu* (localizada no estado de Nevada, EUA) tinha cerca de 4.900 anos. Ela foi cortada para estudos (com permissão do Serviço de Floresta dos EUA) por um estudante de doutorado da Universidade da Carolina do Norte, em [1964](#).

Uma última observação. Tudo o que dissemos acima se refere a árvores *não clonais*. Para as árvores *clonais*, isto é, que se reproduzem *assexuadamente* de um único ancestral e formam colônias como o [Pando](#) (um dos maiores organismos vivos do mundo, com área de cerca de 430.000 m<sup>2</sup>) a longevidade pode chegar a 14.000 anos ou mais!

- **Inteligência artificial**

- **Prêmio recusado**

[Boris Eldagsen](#) é um artista fotográfico de Berlim. Procurando abrir espaço para aprofundar uma discussão sobre o imbróglio artístico e autoral criado por imagens fotográficas geradas por inteligência artificial e imagens fotográficas reais, decidiu participar do concurso internacional de fotografias promovido, anualmente, pela Sony. Ele inscreveu a imagem intitulada “*Pseudomnesia: The Electrician*” (Figura 8), construída com inteligência artificial, na categoria Aberta da competição (as outras 3 categorias são: Profissional, Jovem e Estudante). Ele ganhou o primeiro lugar, mas, recusou a premiação.



**Figura 8** - Foto intitulada “*Pseudomnesia: The Electrician*”, produzida por inteligência artificial e ganhadora do concurso anual da Sony de 2023.  
Crédito: Boris Eldagsen

A [Sony World Photography Awards](#) promove uma competição de fotografias de grande prestígio internacional, que busca descobrir e promover fotógrafos através da divulgação no site e da exposição dos trabalhos na Somerset House (Londres). Este ano de 2023, a competição recebeu 415.000 imagens vindas de todo o mundo.

Durante o julgamento das fotos, segundo a Sony e o próprio Boris Eldagsen, houve tratativas nas quais Eldagsen se declarou como *coautor* da imagem gerada com o auxílio de inteligência artificial. A Sony permitiu que a imagem continuasse na competição, já que a categoria Aberta (Open) aceita várias experimentações fotográficas.

Em março a Sony confirmou o primeiro lugar para Eldagsen. Em 14 de abril de 2023, na cerimônia de entrega, Boris Eldagsen recusou a premiação. A Sony se [sentiu](#) (sente) traída e desistiu de colocar no site (como pretendia) uma seção de Perguntas e Respostas abordando a questão foto real x 'foto' de inteligência artificial.

Segundo Boris Eldagsen *“Para mim, trabalhar com geradores de imagens via inteligência artificial é como uma cocriarção na qual eu sou o diretor. Não é como apertar um botão (da máquina fotográfica) e pronto! É necessário explorar a complexidade de um processo que começa com o refinamento de prompts e desenvolver um fluxo complexo, misturando várias plataformas e técnicas.”*

Sobre o assunto, a [Organização Mundial de Fotografia](#) escreveu: *“Muito embora os elementos de práticas com inteligência artificial sejam relevantes no contexto de criação de imagens, as premiações sempre foram e continuarão a ser, uma plataforma para defender a excelência e o talento de fotógrafos e artistas”.*

Na minha opinião, nossa percepção de arte e cultura produzida por inteligência artificial está apenas engatinhando. Teremos que alterar nossas noções convencionais de arte e criatividade. Com relação às competições, acho bem razoável abrir uma nova e exclusiva categoria para imagens produzidas via inteligência artificial.

- **[Curiosidades editoriais](#)**

1. **Artigo de Física com maior número de autores**

Publicado em 2015 no *Physical Review Letters* com 5154 autores!

Título: [Combined Measurement of the Higgs Boson Mass in pp Collisions at  \$\sqrt{s}=7\$  and 8 TeV with the ATLAS and CMS Experiments](#)

2. **Artigo de Física com o menor texto**

Publicado em 1951, no Physical Review, com 27 palavras

Título: *The Ratio of Proton and Electron Mass*

- **Curiosidades matemáticas**

*Sobre os sinais utilizados na Matemática...*

**1. Quem inventou o sinal de igual (=)?**

Foi o matemático britânico Robert Recorde, em 1.557, no livro *The Whetstone of Witte*. Num trecho do livro (em tradução livre) ele afirma: “E, para evitar a tediosa repetição de: é igual a ... eu vou colocar duas linhas paralelas =, porque 2 coisas não podem ser tão iguais como essas linhas paralelas”.

**2. Quem inventou o sinal de mais (+)?**

Do latim *et* (e), o símbolo apareceu pela primeira vez em 1.489, no livro *Aritmética Comercial*, do matemático alemão Johannes Widmann.

**3. Quem inventou o sinal de menos (-)?**

Não se sabe, mas já era usado pelos antigos egípcios e pelos gregos.

**4. Quem inventou o sinal de multiplicação (x)?**

Introduzido pelo matemático britânico William Oughtred em 1.631 no livro “*Clavis Mathematicae*”. Ele substituiu o ponto . pelo símbolo x.

**5. Quem inventou o sinal de divisão (÷)?**

Foi o matemático suíço Johann Rahn em 1659 no livro “*Teutsche Algebra*”.

**6. Quem inventou o sinal de raiz quadrada (√)?**

Introduzido em 1.525 pelo matemático alemão Christoph Rudolff no livro “*Coss*”.

**7. Quem inventou o sinal de infinito (∞)?**

Foi o matemático britânico John Wallis em 1.655, representando o infinito por um laço, que não tem começo nem fim (é também, a formade uma [lemniscata](#)).

