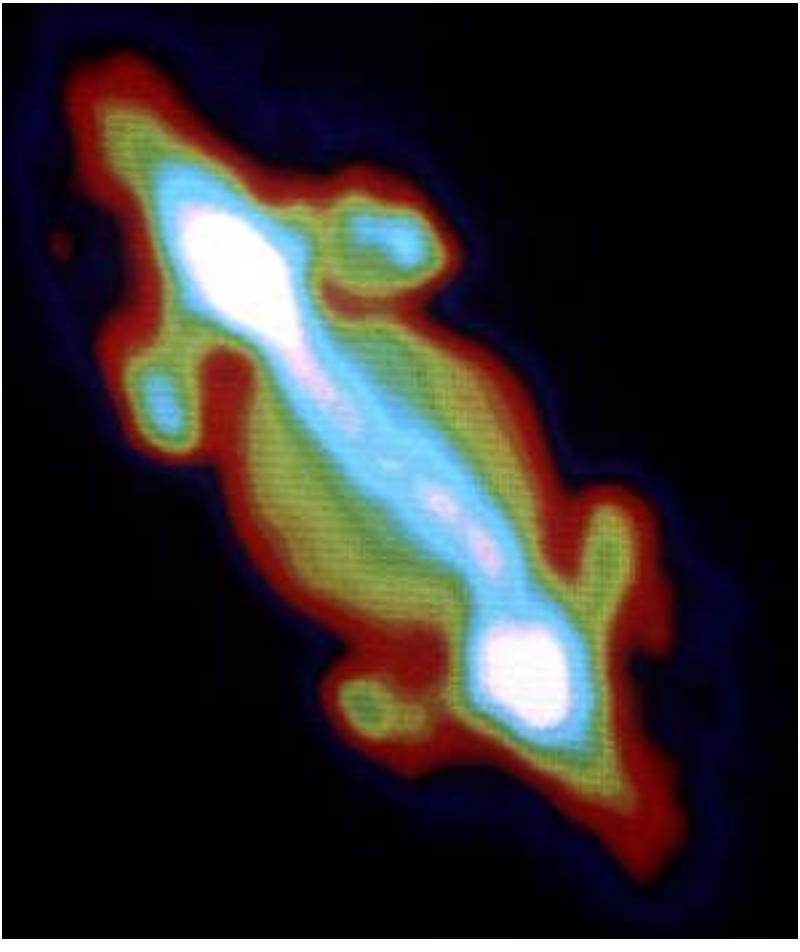
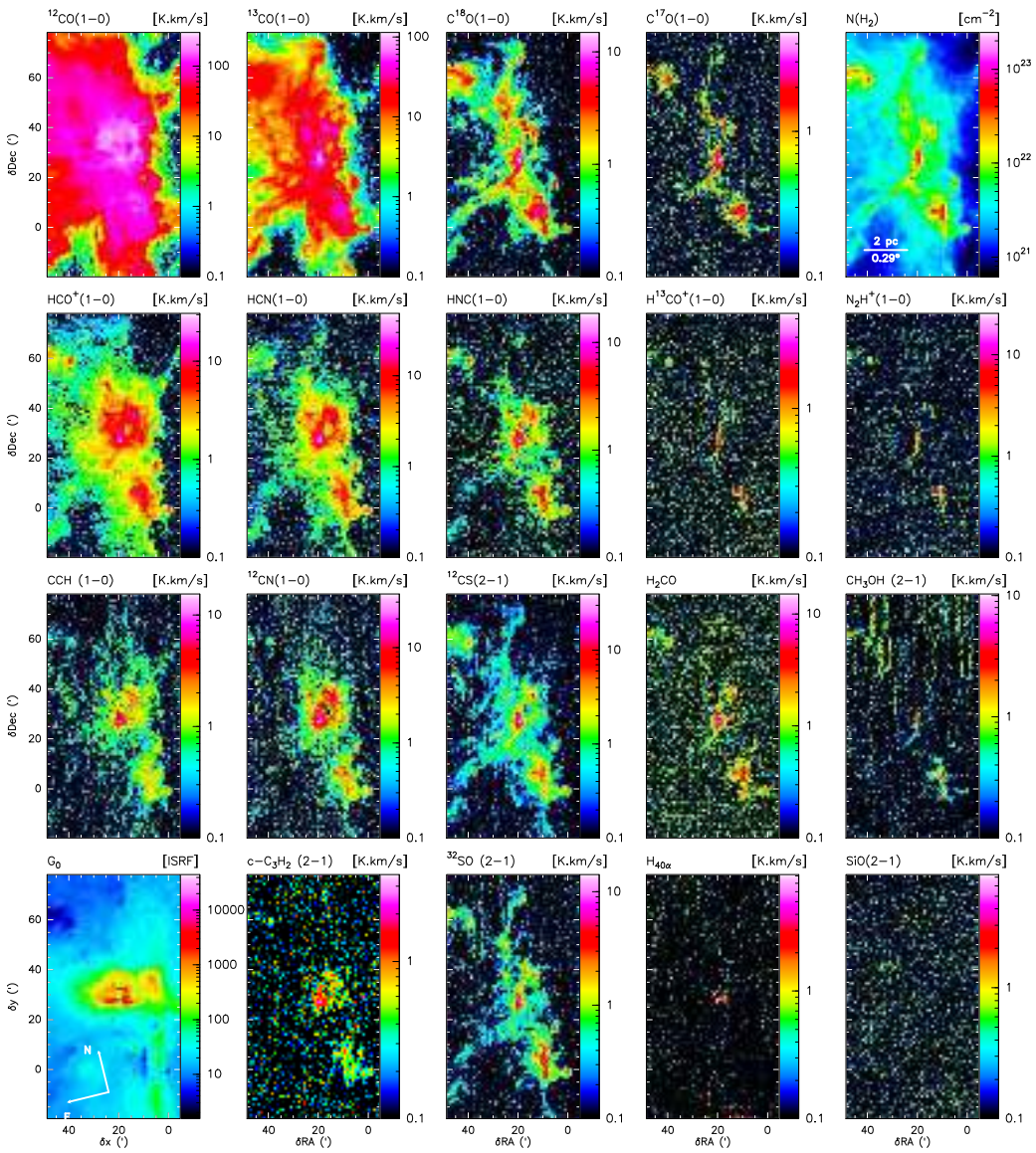
O Universo no meu bolso



Radioastronomia

TUIMP
THE UNIVERSE IN MY POCKET
Nº 46

Laurent Pagani
CNRS & Observatoire de Paris-PSL



Uma região de formação estelar em Órion mostrada em ondas de rádio emitidas por diferentes moléculas (CO, HCO+, HCN, N2H+, C2H, CN, CS,... em cores falsas). Crédito P. Gratier et al. 2021.

A luz é o mais rico dos cinco mensageiros celestes (tuimp 43).

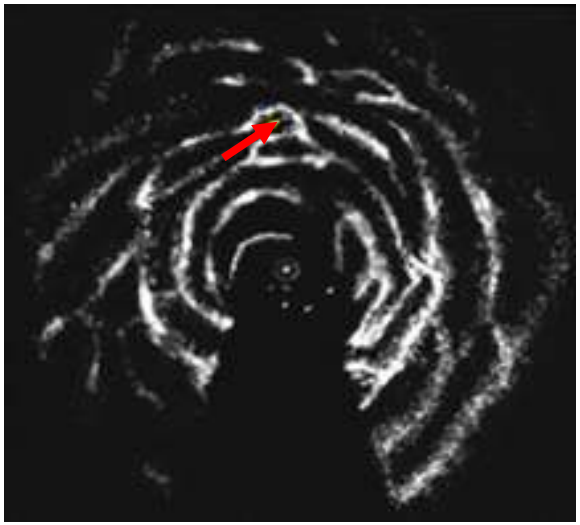
Por muito tempo, toda a Astronomia baseou-se no que o olho podia ver, ou seja, em coisas que emitem luz visível - em particular, estrelas.

Existem outros corpos celestes no Universo além das estrelas? Objetos que não emitem no visível, mas em outros comprimentos de onda? Por exemplo, em ondas de rádio?

Sabemos agora construir telescópios especializados para detetar ondas de rádio (tuimp 45).

É assim que a radioastronomia, que remonta a menos de um século, nos revelou mundos inesperados e fascinantes. Este livreto apresenta alguns exemplos. (Ver também tuimp 31 que apresenta um fenômeno espetacular em rádio: a emissão de pulsares, que são uma classe de estrelas de neutrons).

Emissão de hidrogênio neutro da galáxia espiral M74 em cores falsas. (Crédito Walter et al. NRAO).



Emissão de hidrogênio neutro da Via Láctea revelando os seus braços espirais pela primeira vez.

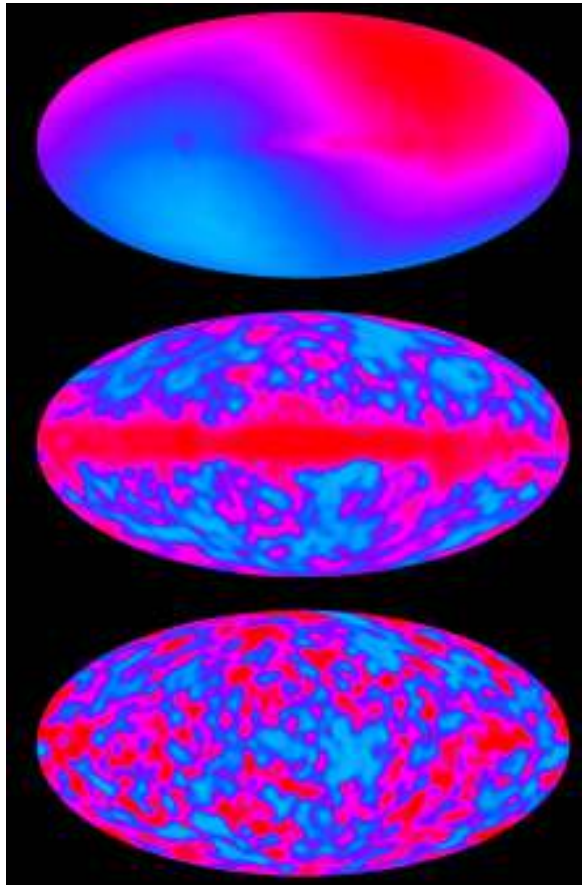
A seta indica a posição do Sol.

(crédito J. Oort e WSRT).

O átomo de hidrogênio

O comprimento de onda dos fótons é inversamente proporcional à sua energia e não tem relação com o tamanho do seu emissor. Por exemplo, o átomo de hidrogênio, embora muito pequeno (seriam necessários 10 bilhões deles lado a lado para formar uma linha de 1 metro), emite um sinal com um comprimento de onda de 21 cm. O hidrogênio é o elemento mais abundante no Universo (10 vezes mais abundante que o hélio e 2000 vezes mais que o oxigênio) e encontra-se em todo o lado. Ele traça galáxias desde os primórdios até aos dias de hoje.

Quando observamos linhas espectrais (ver tuimp 30) em rádio, podemos usar o efeito Doppler para medir a velocidade radial dos objetos emissores. Modelando a relação entre velocidade e distância, podemos usar esta emissão de rádio para mapear a estrutura espiral da Via Láctea e medir a rotação de outras galáxias.

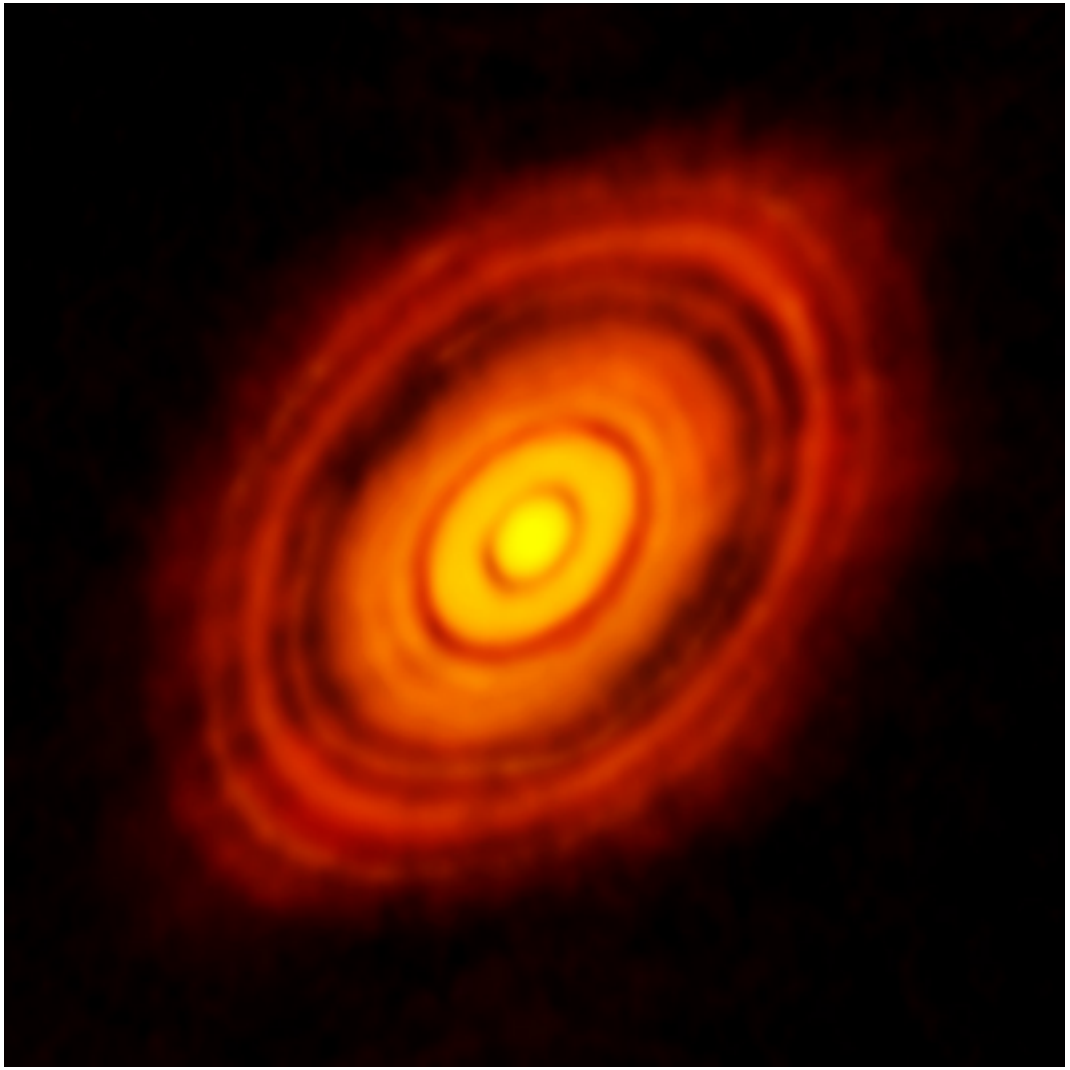


O céu visto em rádio a 53 GHz pelo satélite COBE. No topo, a radiação cosmológica a 2,72 Kelvin (muito perto do zero absoluto), azulada na direção do movimento da Via Láctea. No meio, as flutuações residuais quando o efeito deste movimento é removido. A nossa Galáxia (em vermelho) domina. Embaixo, a nossa Galáxia é subtraída. As imagens estão em cores falsas. (Crédito NASA)

O 'fundo cosmológico' de rádio

O Universo apareceu há 13,8 bilhões de anos. Era muito denso e quente e começou a se expandir imediatamente (ver tuimp 12).

Desde então, a energia que continha diluiu-se num volume de espaço cada vez maior e a luz inicialmente muito energética deu lugar à radiação a 2,72 Kelvin. Esta radiação muito fria só é visível pela sua emissão isotrópica de rádio. Como a Terra, o Sol e a nossa Galáxia se movem, eles modificam a frequência aparente desta emissão e vemos que ela se desloca para o azul na direção em que nos movemos e para o vermelho na direção oposta. Medir este desvio permite-nos conhecer a nossa direção e velocidade geral de movimento, que é de 600 km/s (a Terra move-se a 30 km/s em torno do Sol). As flutuações residuais na radiação cósmica de fundo revelam os embriões das grandes estruturas que se formaram no Universo.

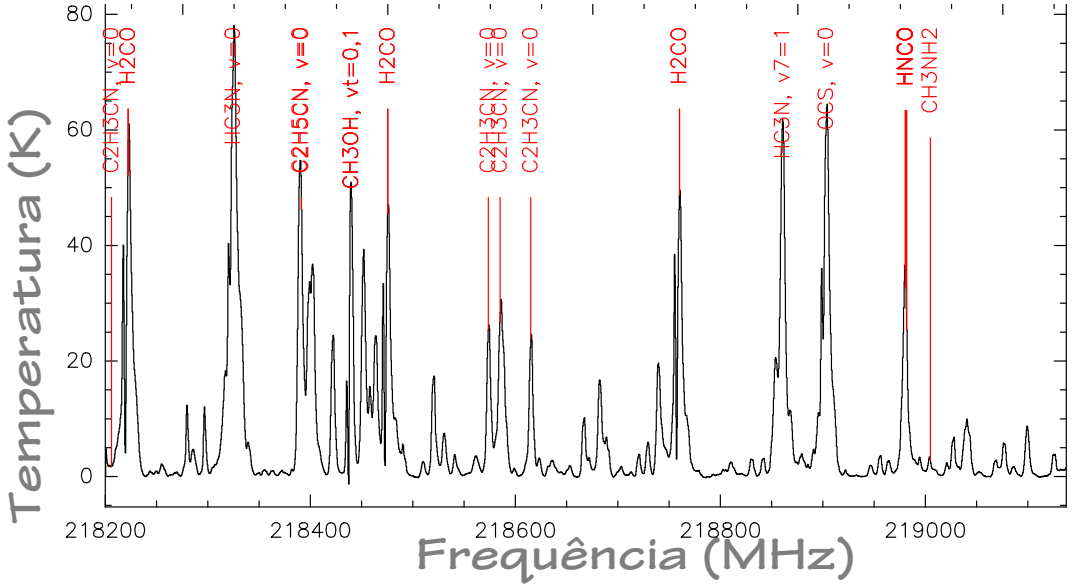


O disco da estrela T Tauri, que é uma estrela em processo de formação, é rico em poeira e gás. Aqui está uma imagem de rádio mostrando anéis de poeira, separados por sulcos onde planetas estão em processo de formação (cores falsas).

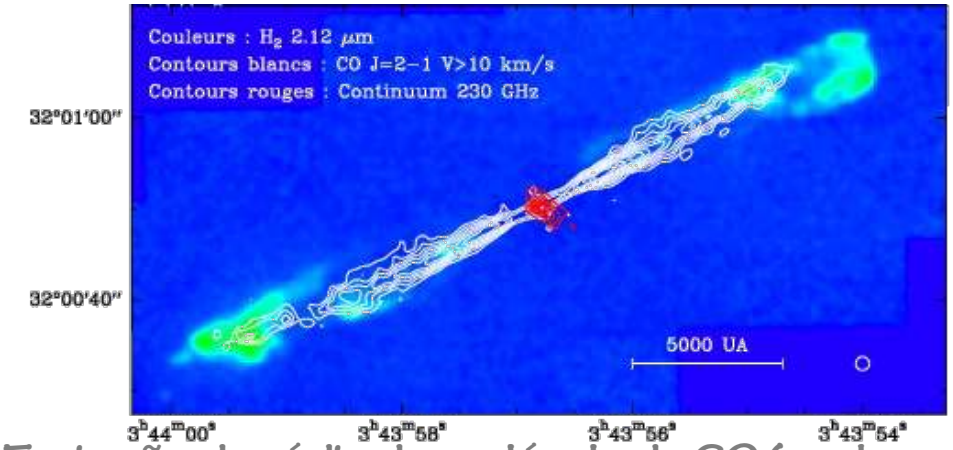
Crédito ALMA.

A poeira

Qualquer corpo que não esteja em zero absoluto emite radiação cuja intensidade e 'cor' dependerão principalmente de sua temperatura. A superfície do Sol a cerca de 5500°C brilha em amarelo, o corpo humano a 37°C brilha no infravermelho em um comprimento de onda de 10 μm (você pode vê-lo com óculos infravermelhos mesmo à noite). Toda poeira interestelar brilha. Se os grãos estiverem muito frios, eles só brilharão no infravermelho distante ou em rádio. É assim que conseguimos estudar nuvens escuras extremamente frias (a 10 Kelvin). Quando estrelas se formam nas nuvens, um disco de poeira e gás aparece ao redor delas, no qual sulcos são revelados: estes são planetas em processo de formação, coletando material ao longo de suas órbitas e deixando faixas sem poeira.



Linhas de emissão de moléculas na nebulosa de Órion. Cada pico indica a presença de uma molécula (alguns exemplos estão rotulados). Crédito L. Pagani.

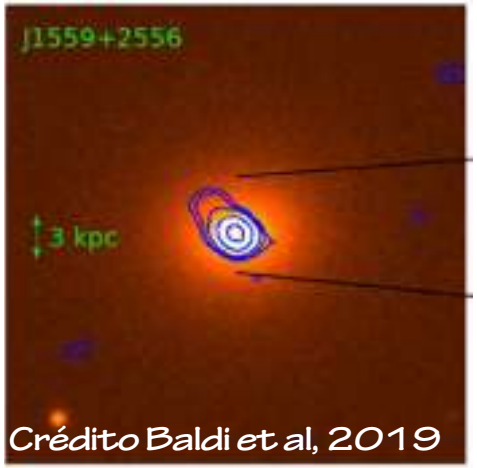


Emissão de rádio da molécula de CO (em branco) nos jatos de ejeção de uma protoestrela. Os contornos vermelhos mostram a emissão de rádio de poeira quente, como no sistema T Tauri (cores falsas). Crédito C. Dougados.

Moléculas

Átomos só podem emitir luz quando seus elétrons mudam de nível de energia (exceto o hidrogênio). Essas mudanças liberam muita energia e geralmente emitem no visível, infravermelho próximo ou ultravioleta. Moléculas, conjuntos de vários átomos (pelo menos dois, como CO, monóxido de carbono, ou três como H2O, água), também têm a possibilidade de vibrar ou girar em torno de si mesmas. Essa rotação requer muito pouca energia e as mudanças de nível de energia emitem luz como ondas de rádio. Assim, conseguimos detectar mais de 300 moléculas diferentes no Universo.

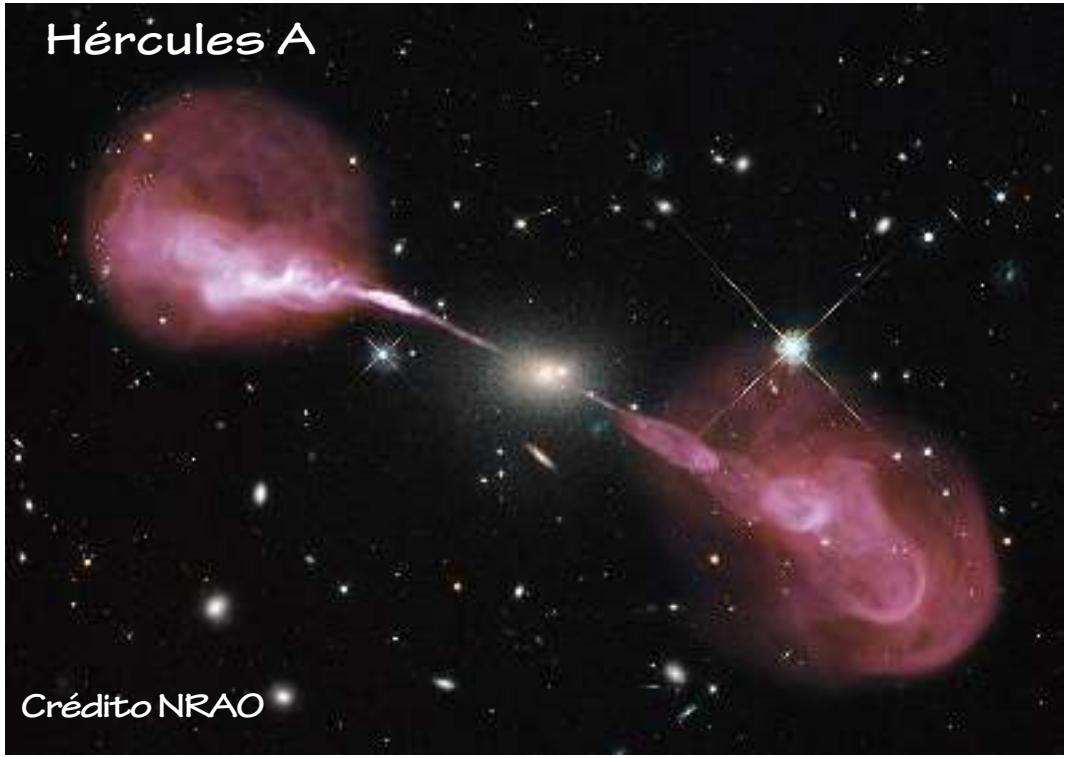
Estrelas em formação frequentemente emitem um par de jatos moleculares espetaculares, vistos em certas moléculas (CO, SO, SiO,...), que telescópios de rádio nos permitem ver.



Crédito Baldi et al, 2019

Uma galáxia de rádio dita 'compacta'. É uma galáxia elíptica vermelha. A emissão de rádio a 4,5 GHz, representada por linhas de contorno azuis, não excede os limites da galáxia.

A radiogaláxia Hércules A. A imagem em luz visível (mostrada em branco) vem do Telescópio Espacial Hubble. Ela é sobreposta com a imagem de rádio (mostrada em rosa) obtida pelo radiotelescópio Very Large Array.



Crédito NRAO

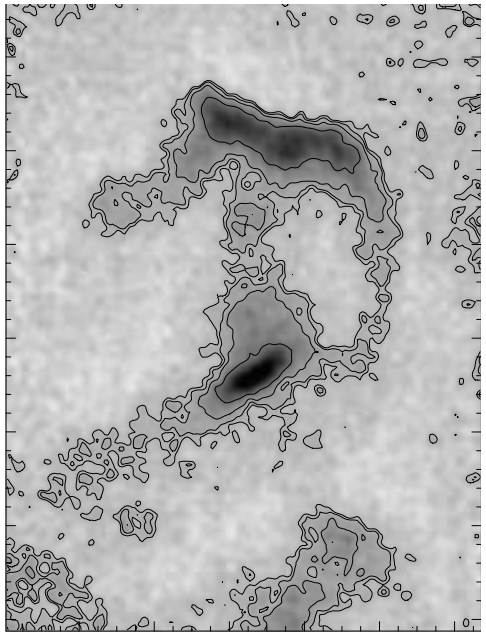
Radiogaláxias

Hoje acredita-se que a maioria das galáxias tenha um buraco negro supermassivo em seu centro. Se houver matéria próxima, esse buraco negro a acreta através de um 'disco de acreção' (ver tuimp 47). Diz-se que o buraco negro se torna 'ativo'.

Em alguns casos, forma-se um par de jatos de matéria ionizada.

A causa desse fenômeno ainda não é totalmente compreendida. Acredita-se que, ao girar, o disco de acreção gere um campo magnético que concentra a matéria do disco em jatos muito rápidos, detectáveis por sua emissão em ondas de rádio.

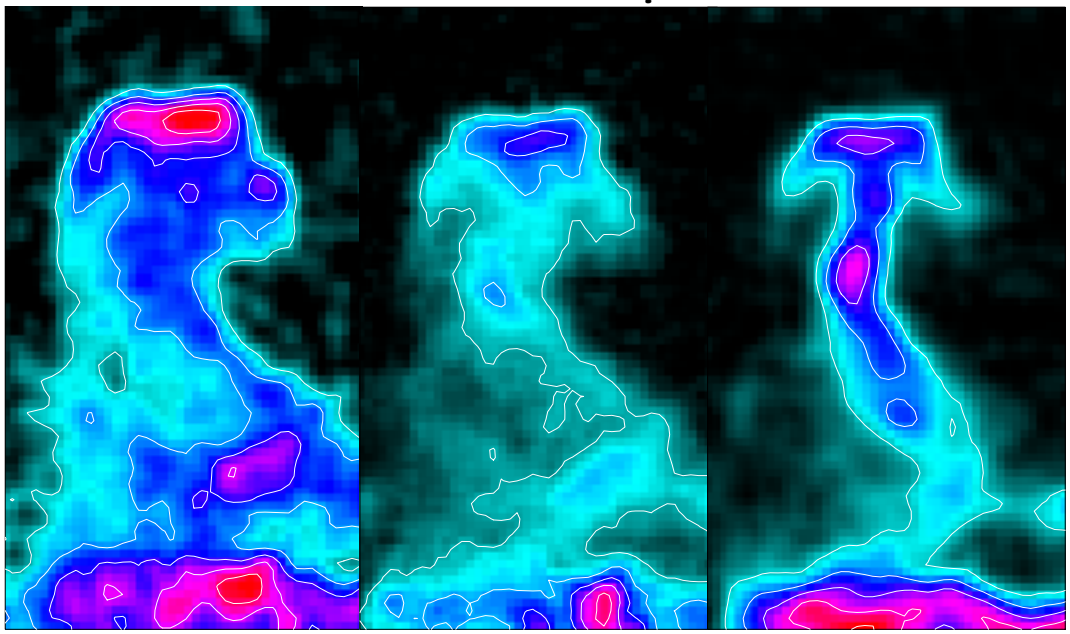
Geralmente, o tamanho dos jatos não excede o da galáxia. Mas em alguns casos espetaculares, os jatos se estendem para o espaço intergaláctico por distâncias que podem exceder vários milhões de anos-luz.

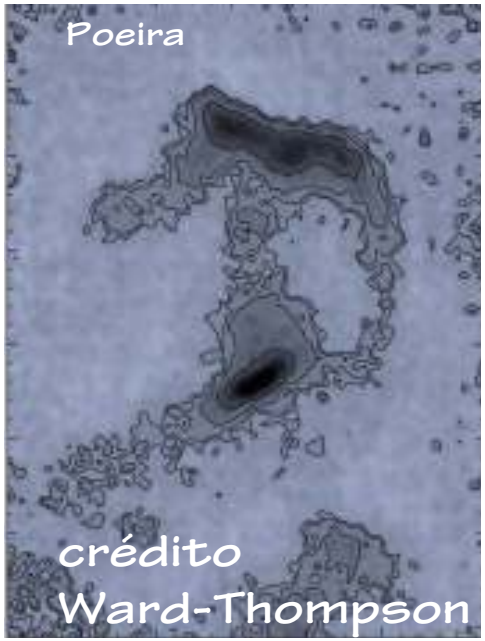


Pergunta

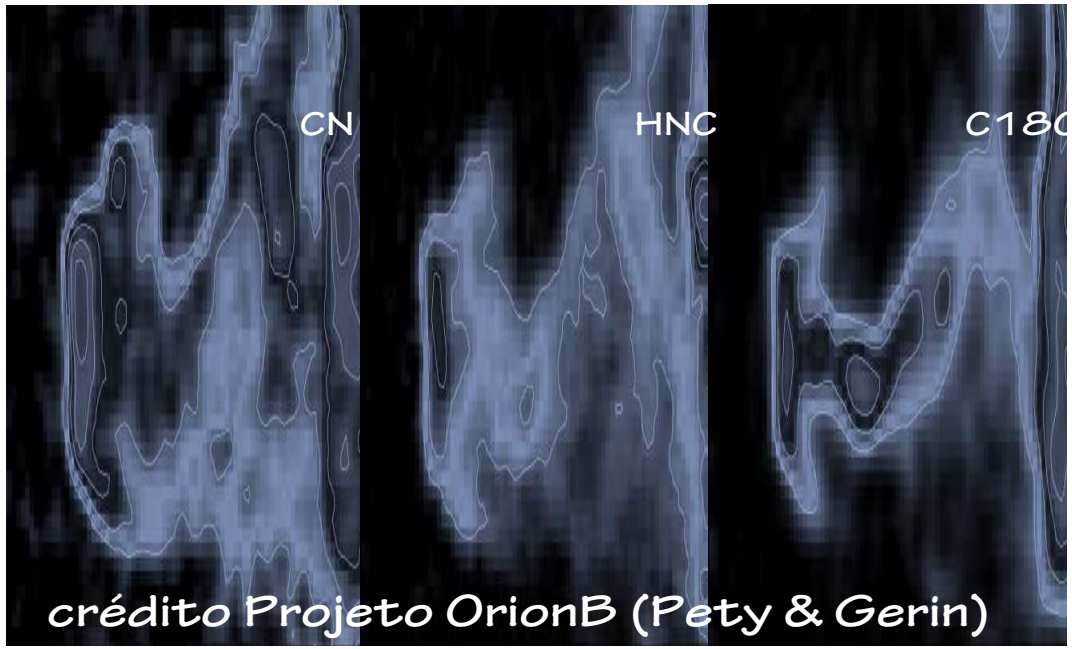
Aqui estão cinco imagens da Nebulosa de Órion (Cabeça de Cavalo). Qual delas não vem do domínio do rádio?

Resposta no verso.





Resposta: vemos as estrelas, então é uma imagem no visível!



O Universo no meu bolso Nº 46

Este livreto foi escrito por Laurent Pagani do Observatoire de Paris/CNRS e revisado por Grażyna Stasińska do Observatoire de Paris e Stan Kurtz (IRyA, Morelia, México).

Imagem de capa: Emissão sincrotron (radiação emitida por elétrons relativísticos movendo-se em um campo magnético) de Júpiter vista no de comprimento de onda de 20 cm pelo radiotelescópio VLA. A emissão revela cinturões de elétrons presos no campo magnético fora do planeta (cores falsas), Crédito NRAO/AUI/VLA.

Para saber mais sobre esta coleção e os tópicos apresentados neste livreto, visite http://www.tuimp.org

Tradução: Fabio Herpich

TUIMP Creative Commons