

Revista
Brasileira de
**ASTRO
NOMIA**

Produzida pela Sociedade
Astronômica Brasileira

Volume 7 | Número 25
Ano 2025

Proxima
Centauri

Pioneiros da Radioastronomia
Observe aglomerados estelares
Entrevista: Reinaldo Ramos de Carvalho

Editorial

A Revista Brasileira de Astronomia chega ao sétimo ano de existência. Não é um tempo muito longo, mas infelizmente poucas revistas desse tema já publicadas no Brasil conseguiram durar tanto. Algumas revistas similares que nos precederam, como a Astronomy Brasil, mal chegaram ao segundo ano. Temos ciência dos desafios de manter a periodicidade e qualidade desta publicação. Justamente por isso a SAB faz um esforço para assegurar que continuemos a editar quatro números por ano.

Abrimos esta edição com um artigo sobre o sistema de Proxima Centauri, a estrela mais próxima ao Sol. Proxima é parte do sistema estelar de Alpha Centauri, orbitando o par de estrelas centrais a grande distância. Mas Proxima, isoladamente, também é centro de um sistema planetário, composto por pelo menos dois planetas já detectados, além de eventualmente outros ainda não observados. Por ser o sistema planetário extrassolar mais próximo de nós, deve ser considerado um possível alvo para uma missão de exploração futura.

O segundo artigo traz uma curta revisão sobre a descoberta de ondas de rádio extraterrestres por Karl Jansky, feito que permitiu a exploração do espaço em comprimentos de onda até então inexplorados. O leitor irá perceber como a radioastronomia surgiu de um estudo ligado à melhoria da qualidade de ligações telefônicas feitas em ondas curtas. Quem poderia prever algo assim? Na ciência, descobertas acidentais de natureza multidisciplinar não são incomuns.

A entrevista desta edição apresenta o leitor à carreira e opiniões do ex-Presidente da SAB entre 2017 e 2020, Reinaldo Ramos de Carvalho, que aborda temas muito importantes acerca da ciência aberta e das grandes colaborações em Astronomia.

Por fim, nosso último artigo apresenta 8 aglomerados que merecem ser observados, seja por binóculo ou por um pequeno telescópio, equipamentos acessíveis à maioria dos amadores.

Helio J. Rocha-Pinto

Presidente da Sociedade Astronômica Brasileira

Esquerda

Detalhe da galáxia anelar conhecida como Objeto de Hoag (Crédito: NASA/Hubble).

Capa

Representação artística de Proxima Centauri B (Crédito: ESO/L. Calçada).

Revista Brasileira de Astronomia

produzida pela
Sociedade Astronômica Brasileira
ISSN 2764-9423

Conselho Editorial Alan Alves Brito,
Reinaldo Ramos de Carvalho, Lucimara
Martins, Ramachrisna Teixeira,
Thiago Signorini Gonçalves
Editor Helio J. Rocha-Pinto
Assistente Hélio Dotto Perottoni

Contato secsab@sab-astro.org.br
Para anunciar Escreva ao email acima ou
ligue (11) 3091-8684,
Seg. a Sex. 10 às 16 h.
Para submissões
Contacte um membro do conselho editorial



Presidente
Helio J. Rocha-Pinto
Vice-Presidente
Lucimara Martins
Secretária-Geral
Marina Trevisan
Secretário
Matthieu Castro
Tesoureira
Paula Coelho
Endereço
Sociedade Astronômica Brasileira
Rua do Matão, 1226
05508-090 São Paulo – SP
<http://www.sab-astro.org.br>

4 Proxima Centauri

José-Dias do Nascimento conta as últimas novidades sobre a vizinha estelar mais próxima ao Sol, incluindo as perspectivas de exploração espacial de seu sistema planetário.

13 Pioneiros da Radioastronomia: Karl Jansky

Carlos A. Pereira da Silva compila os principais eventos que levaram à descoberta da radioastronomia

22 Entrevista: Reinaldo Ramos de Carvalho

Conheça um pouco sobre a vida profissional e as opiniões do ex-presidente da SAB.

31 Oito Aglomerados

Vladimir Jearim, Daniel Mello e Raimundo Ferreira Filho fazem uma seleção de oito aglomerados estelares que merecem ser observados por apaixonados pela Astronomia.



Proxima Centauri

Segredos, ciclos e planetas

Nosso vizinho estelar mais próximo compartilha mais com o Sol do que imaginávamos – incluindo um ciclo regular de atividade magnética e planetas ao redor. Estaria Proxima Centauri entre os melhores candidatos para uma futura viagem interestelar?

Ao olharmos para o céu noturno, entre milhares de estrelas, uma chama atenção especial: Proxima Centauri. Também conhecida como Proxima Cen, α Centauri C, GJ 551, HIP 70890 ou simplesmente Proxima 1 (dM5.5e). Este objeto está a apenas 4,24 anos-luz da Terra, sendo a estrela mais próxima do nosso Sistema Solar. Essa proximidade torna-a essencial

para estudos comparativos em astrofísica, astrobiologia e futuras missões espaciais.

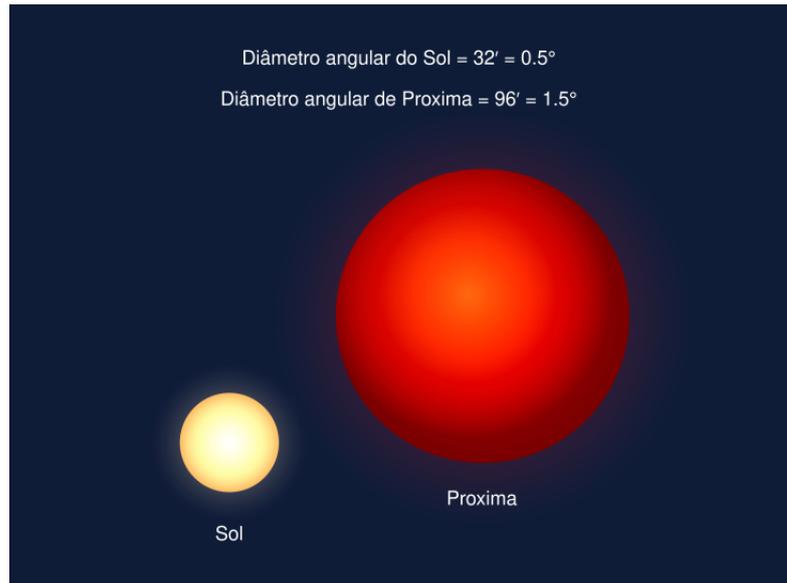
Proxima Centauri é uma anã vermelha, o tipo mais comum de estrela na Via Láctea. Anãs vermelhas são menores, menos brilhantes e mais frias que o Sol, mas extremamente duráveis. Enquanto o Sol deve existir por cerca de 10 bilhões de anos, anãs vermelhas como Proxima Centauri podem

durar trilhões de anos. Com apenas 12% da massa solar e cerca de um sétimo do diâmetro do Sol, sua luminosidade é baixa — aproximadamente 0,15% da luminosidade solar — sendo invisível a olho nu apesar da proximidade. Ela está localizada próxima ao sistema estelar Alpha Centauri AB.

Uma característica marcante de Proxima Centauri é sua intensa atividade magnética. Ao contrário do Sol, Proxima Centauri é completamente convectiva, o que significa que seu interior está sempre em movimento, transportando energia entre as camadas internas. Esses movimentos geram campos magnéticos poderosos e explosões intensas de energia, conhecidas como *flares*, que influenciam diretamente os planetas que orbitam a estrela.

Um sistema planetário no nosso quintal

Além da proximidade com a Terra, um dos motivos pelos quais Proxima Centauri desperta tanto interesse é seu sistema planetário. Proxima Centauri abriga pelo menos dois exoplanetas confirmados, sendo o mais famoso deles o Proxima Centauri b, um planeta rochoso localizado na chamada zona habitável — região ao redor da estrela onde as condições permitem a existência de água líquida em sua superfície, um ingrediente essencial para a vida como a conhecemos. Apesar da proximidade, detectar planetas ao redor



dessa estrela não é uma tarefa simples devido à sua intensa atividade magnética, que pode imitar sinais planetários.

Proxima b: descoberto em 2016, este exoplaneta já havia mostrado indícios preliminares em dados de 2013, embora aquela detecção inicial não fosse suficientemente convincente. Durante anos, os astrônomos buscaram comprovar a consistência dessa possível solução a partir das observações acumuladas. Estrelas anãs vermelhas, como Proxima Centauri, são muito ativas como já foi dito, e podem exibir variações que simulam a presença de um planeta. Para descartar essa possibilidade, os astrônomos cuidadosamente monitoraram as mudanças de brilho da estrela. Após excluir as variações causadas pela atividade estelar, observaram padrões regulares na variação das velocidades radiais, com um período de

Acima

Comparação entre o diâmetro angular do Sol visto da Terra e o diâmetro angular de Proxima Centauri visto da superfície de Proxima Centauri b. Proxima Centauri é muito menor do que nosso Sol, mas encontra-se mais próxima de seu planeta que a Terra está do Sol (Crédito: ESO/G. Coleman).

Na página anterior

Impressão artística do planeta orbitando Proxima Centauri. Esta impressão artística mostra uma visão da superfície do planeta Proxima b orbitando a estrela anã vermelha Proxima Centauri, a estrela mais próxima do Sistema Solar. A estrela dupla Alpha Centauri AB também aparece na imagem no canto superior direito da própria Proxima (Crédito: ESO/M. Kornmesser).



Acima
Proxima Centauri
observada pela WFPC2 do
Telescópio Espacial Hubble
(Crédito: ESA/Hubble &
NASA)

11,2 dias. Uma análise detalhada desses pequenos deslocamentos Doppler revelou a existência de um planeta com massa mínima estimada em 1,3 vezes a da Terra, orbitando Proxima Centauri a aproximadamente 7 milhões de km — apenas 5% da distância Terra-Sol.

Embora Próxima b orbite muito mais próximo de sua estrela do que Mercúrio orbita o Sol, Proxima Centauri é significativamente menos brilhante que o Sol. Por isso, Próxima b se encontra confortavelmente dentro da zona habitável, com uma temperatura superficial potencialmente adequada para manter água líquida. No entanto, mesmo estando na zona habitável, as condições na superfície do planeta podem ser severamente afetadas pelas intensas explo-

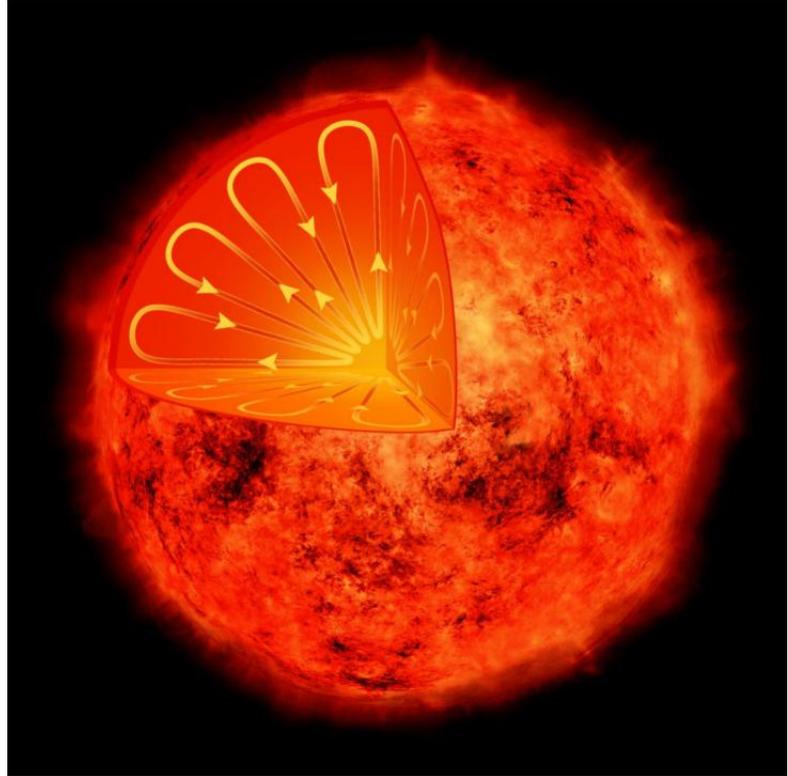
sões de radiação ultravioleta e de raios X da estrela — muito superiores às que a Terra enfrenta ou enfrentou ao longo de sua história com o Sol.

A habitabilidade de Próxima b permanece incerta devido à atividade intensa e frequente de Proxima Centauri. Como será abordado adiante, os ciclos magnéticos das estrelas desempenham um papel crucial na compreensão de diversos aspectos da relação estrela-planeta, incluindo a habitabilidade. Próxima b completa uma órbita em torno de sua estrela-mãe fria e vermelha a cada 11,2 dias, e as observações sugerem tratar-se de um planeta rochoso, ligeiramente mais massivo que a Terra. Este é o exoplaneta mais próximo conhecido até o momento — e pode representar nossa melhor oportunidade de encontrar vida fora do Sistema Solar.

Devido à sua provável rotação síncrona, é possível que a água líquida esteja presente somente nas regiões mais ensolaradas da superfície — seja na área permanentemente voltada para a estrela ou em um cinturão tropical (no caso de uma ressonância orbital 3:2). A rotação de Próxima b, associada à intensa radiação da estrela e à sua história de formação, torna seu clima bastante diferente do terrestre, e é improvável que existam estações definidas durante seu ano. Por essas razões, Próxima b tornou-se um alvo prioritário na busca por sinais de vida

extraterrestre. O sistema Alpha Centauri também é o alvo inicial escolhido pela humanidade caso surja a necessidade futura de realizar viagens interestelares.

Proxima d: identificado e confirmado em 2022, é um exoplaneta pequeno classificado como "sub-terra", com cerca de 25% da massa da Terra, aproximadamente o dobro da massa de Marte. Ele orbita muito próximo de sua estrela, Proxima Centauri, a uma distância de cerca de 0,029 UA (aproximadamente 4,3 milhões de quilômetros), completando uma órbita em apenas 5,1 dias. É o planeta mais interno e menos massivo conhecido no sistema de Proxima Centauri e, até 2022, o menor exoplaneta já detectado pelo método da velocidade radial. Sua proximidade extrema à estrela faz com que Proxima d esteja sujeito a temperaturas elevadas, estimadas em torno de 360 K, resultado da intensa radiação estelar — muito superior à recebida pela Terra. Essa situação torna improvável a existência de água líquida em sua superfície, embora regiões próximas aos polos possam, teoricamente, apresentar condições mais amenas, considerando uma refletividade semelhante à da Terra. Devido ao curto período orbital e à proximidade com a estrela, acredita-se que Proxima d esteja em rotação sincronizada, apresentando sempre a mesma face voltada para Proxima Centau-



ri por conta das fortes forças de maré. Provavelmente possui uma composição predominantemente rochosa, mas características detalhadas da sua atmosfera e geologia permanecem desconhecidas, exigindo investigações adicionais para esclarecer melhor suas condições físicas, composição química e evolução planetária.

Seu tamanho e orbita faz com que Proxima d seja complexo em termos de detecção e a alguns catálogos ainda classificam este exoplaneta como candidato. Ao mesmo tempo que parte da comunidade consideram Proxima d con-

Acima

Uma ilustração artística que mostra o interior de uma estrela de baixa massa, cuja estrutura é diferente da do nosso Sol e que, em geral, não se espera que apresente ciclos de atividade magnética. Proxima Centauri apresenta um ciclo de atividade de 7 anos (Crédito: NASA/CXC/M.Weiss).

Para saber mais

Do Nascimento, José-Dias. *Exoplanetas e a busca por novos mundos*, Revista Brasileira de Astronomia, n. 4, pg. 32 (2019).



Acima
Tamanhos relativos de vários objetos, incluindo os três membros do sistema triplo Alpha Centauri e outros objetos para as quais os tamanhos angulares são medidos com o interferometria com o Telescópio VLTi no Observatório Paranal da ESO. O Sol e o planeta Júpiter também são mostrados para comparação (Crédito: ESO).

firmado, uma vez que diferentes métodos aplicados aos mesmos dados de velocidade radial utilizados apontaram para sua existência. Até 2022, o planeta havia sido detectado pelo espectrógrafo ESPRESSO, instalado no *Very Large Telescope*, e também identificado pelo espectrógrafo HARPS, no Observatório La Silla, embora neste último caso com uma significância estatística de apenas 2σ , o que não é suficiente para uma confirmação definitiva. Pesquisas continuam para determinar se há outros planetas no sistema.

Ciclos magnéticos e impacto nos planetas

O ciclo circadiano humano refere-se ao ritmo biológico que regula as funções do organismo ao longo do dia, atuando como o relógio interno do corpo humano. Analogamente, nas estrelas, os ciclos de atividade magnética podem ser entendidos como uma espécie de ritmo circadiano estelar, influenciando diversas características internas e externas. O Sol, por exemplo, apresenta um ciclo de atividade solar marcado pelo surgimento e desaparecimento de manchas solares, com período aproximado de 11 anos. Além disso, possui um ciclo magnético mais amplo, de aproximadamente 22 anos. É importante destacar que o ciclo magnético difere do ciclo de atividade solar: a cada 11 anos, a atividade solar atinge um máximo, caracterizado pelo aumento de manchas solares, ejeções de massa coronal e intensificação da radiação. Ao fim desse período, ocorre a inversão dos polos magnéticos solares, dando início a um novo ciclo de 11 anos. Portanto, o ciclo magnético completo do Sol, em que o campo magnético retorna à sua configuração inicial, dura cerca de 22 anos. Uma questão ainda aberta na astronomia é se todas as estrelas semelhantes ao Sol apresentam comportamento similar.

Estudar Proxima Centauri pode ajudar a esclarecer questões fundamentais relacionadas ao Sol.

Proxima Centauri também apresenta ciclos de atividade magnética. Durante esses ciclos, a intensidade das erupções estelares, conhecidas como *flares*, pode variar significativamente. Essas erupções são resultados de reações magnéticas explosivas que liberam enormes quantidades de energia, aumentando temporariamente o brilho da estrela em várias ordens de magnitude. Estudos recentes indicam que Proxima Centauri tem um ciclo magnético de aproximadamente 7 anos, significativamente mais curto que o ciclo do Sol. Durante os períodos de máxima atividade, esses *flares* energéticos podem ter grande impacto sobre os planetas em sua órbita, especialmente afetando suas atmosferas e potencial habitabilidade.

Impactos no Sistema Planetário

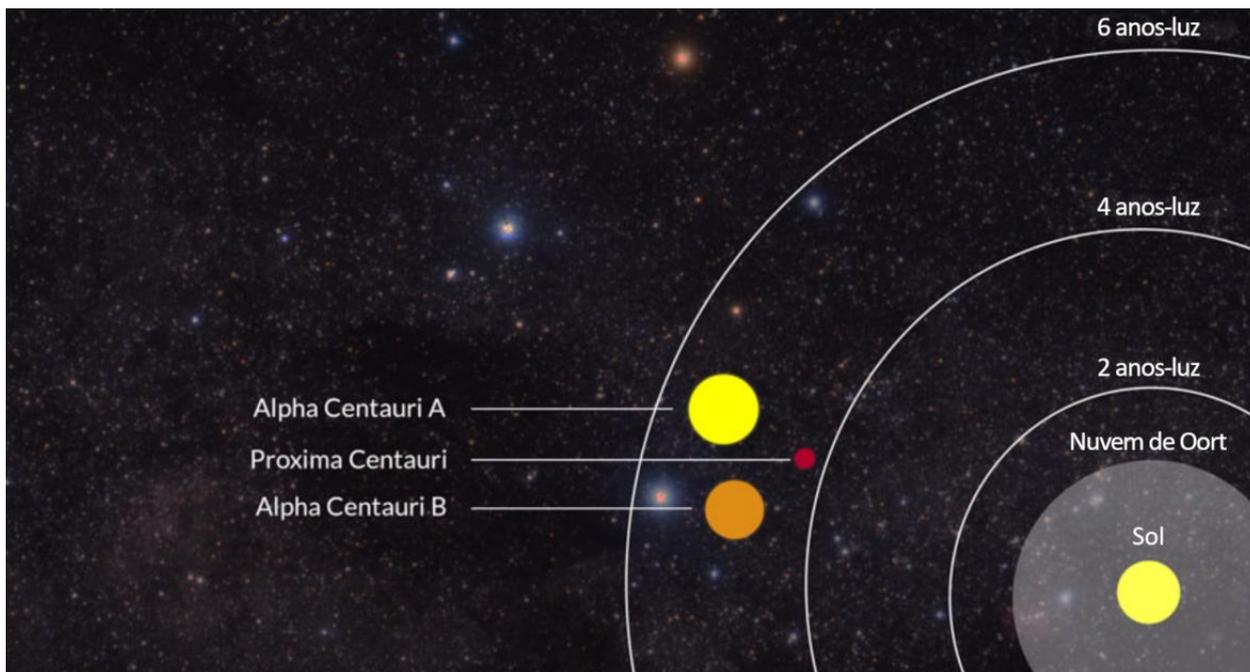
A intensa atividade de Proxima Centauri traz desafios importantes para a habitabilidade planetária. Durante episódios de *flares*, planetas próximos podem ser intensamente bombardeados por radiação ultravioleta (UV) e raios X, em níveis milhares de vezes superiores aos que a Terra recebe do Sol. Esse bombardeio pode erodir atmosferas planetárias e tornar a superfície inóspita para a vida. Por outro lado, essa mesma atividade pode dar origem a fenômenos extraordinários, como auroras planetárias extremamen-

te brilhantes e visíveis em amplas faixas do espectro luminoso.

A interação entre os *flares*, suas frentes de onda e partículas emitidas, e os campos magnéticos planetários é um tema central em estudos de astrobiologia. Os *flares* estelares, ao emitirem radiação UV e raios X, podem impulsionar reações químicas fundamentais nas atmosferas primitivas de planetas, contribuindo para a formação de moléculas prebióticas como aminoácidos e nucleotídeos — elementos essenciais à vida. Pesquisas recentes sugerem que exposições intermitentes a esses níveis de radiação podem favorecer a síntese de compostos orgânicos complexos sem destruí-los totalmente. Portanto, pode existir uma faixa específica de intensidade energética dos *flares*, variando entre níveis prejudiciais e níveis que favorecem processos químicos prebióticos, influenciando diretamente a habitabilidade de planetas jovens. A grande questão permanece: qual é exatamente o limite entre um *flare* benéfico e um destrutivo? Nesse sentido, Proxima Centauri é um laboratório natural excepcional para estudos detalhados dessas interações.

Por que Proxima Centauri Importa?

O estudo de Proxima Centauri nos ajuda a compreender desde a formação dos planetas até a dinâmica e os ciclos de atividade das estrelas de baixa massa, além de



Acima
Imagem de composição que mostra um diagrama das estrelas Proxima Centauri, Alpha Centauri A e Alpha Centauri B e suas respectivas distâncias (Crédito: Pale Red Dot/ESO, A. Fujii/ESO).

seus impactos na evolução dos sistemas planetários. Trata-se de entender se, e como, os ambientes mais comuns no universo podem sustentar a vida diante das condições desafiadoras geradas por estrelas ativas, como as anãs vermelhas — verdadeiras turbinas magnéticas, muitas delas mais jovens e mais dinâmicas que o Sol.

Nesse contexto, o Brasil desempenha um papel ativo por meio de pesquisadores envolvidos em projetos observacionais importantes, como o programa de longo prazo "Ciclos Magnéticos de Estrelas Análogas Solares", liderado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que utiliza o Telescópio Perkin-Elmer do Laboratório Nacional de Astrofísica. Esses mesmos cientistas brasileiros também têm acesso a grandes telescópios internacionais, tanto em solo quanto no espaço, incluindo

o satélite Chandra, especializado em raios X, gerenciado pela NASA em colaboração com o *Center for Astrophysics Harvard & Smithsonian*.

Além disso, Proxima Centauri não é apenas uma estrela — é uma oportunidade singular de explorar questões fundamentais sobre o universo e nosso lugar nele. Sua proximidade a torna um alvo ideal para estudos detalhados e, possivelmente, futuras missões interestelares, como o ambicioso projeto *Breakthrough Starshot*, que busca enviar pequenas sondas ao sistema para obter imagens e dados diretamente no local.

Esta é uma das iniciativas mais inovadoras para a exploração de Proxima Centauri. O projeto pretende utilizar sondas ultraleves movidas por velas solares e feixes de laser para impulsioná-las a uma fração significativa da ve-

localidade da luz, permitindo que cheguem a Proxima Centauri em cerca de 20 anos, em vez dos milhares de anos que seriam necessários com a tecnologia convencional. O principal objetivo do *Breakthrough Starshot* é obter imagens diretas e dados sobre Proxima Centauri b e outros possíveis planetas em sua órbita, ajudando a determinar sua habitabilidade e características atmosféricas.

Se bem sucedido, o *Breakthrough Starshot* poderá representar um marco na exploração interestelar, demonstrando que é possível alcançar outros sistemas estelares em tempos viáveis para observação científica. Dessa forma, Proxima Centauri faz parte da crescente interseção entre astrofísica, engenharia de ponta e o desejo humano de explorar além das fronteiras do nosso sistema solar. Se essa missão for concretizada com sucesso, abrirá caminho para novas gerações de missões ainda mais avançadas, aproximando-nos do dia em que a exploração interestelar se tornará uma realidade tangível.

Os novos instrumentos e a habitabilidade de Proxima Centauri b

Proxima Centauri b representa uma oportunidade única para estudar a evolução e a natureza dos planetas terrestres que orbitam anãs M. Embora localizado dentro da zona habitável de sua estrela, o planeta pode ter seguido



diferentes trajetórias evolutivas, resultando em ambientes diversos, alguns propícios à vida e outros hostis. Modelos climáticos fotoquímicos acoplados permitem prever atmosferas autoconsistentes para distintos cenários evolutivos, abrangendo atmosferas ricas em O_2 , CO_2 ou similares à da Terra, tanto oxigenadas quanto anóxicas, ambiente pobre ou totalmente desprovido de oxigênio livre (O_2). Em planetas e atmosferas exoplanetárias, a anoxia pode indicar um estado primitivo ou uma composição química dominada por gases diferentes do oxigênio molecular, como metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) ou nitrogênio (N_2). A viabilidade da habitabilidade de Proxima Centauri b depende diretamente dessas variações atmosféricas. Estas são medidas cruciais para os próximos anos.

Por outro lado, o Telescópio Espacial James Webb (JWST), ao observar comprimentos de onda a-

Acima
Vista do céu austral sobre o telescópio de 3.6 m do ESO, instalado no Observatório de La Silla, no Chile. As linhas das constelações visíveis foram delineadas em azul. A posição de Alpha e Proxima Centauri são indicadas na imagem (Crédito: ESO).

cima de 10 μm , pode fornecer informações sobre o transporte de calor atmosférico e a composição molecular do planeta. Embora a detecção do brilho de um oceano seja improvável com o JWST, telescópios de maior abertura no futuro próximo poderão viabilizar essa análise em planetas como Proxima Centauri b.

Ainda sobre o futuro, temos que espectroscopia de imagem direta pode identificar a absorção de O_4 , um marcador de perda substancial de água e acúmulo de O_2 , distinguindo esse processo de uma biosfera fotossintética. Da mesma forma, a presença de fortes bandas de absorção de CO_2 e CO em comprimentos de onda curtos, como 2,5 μm , pode indicar uma atmosfera dominada por CO_2 . Se Proxima Cen b for habitável e possuir abundância de voláteis, a imagem direta será a ferramenta eficaz para sua caracterização. Planetas semelhantes à Terra, com biosferas microbianas, podem ser detectados pela presença de CH_4 — cuja persistência atmosférica é prolongada sob a radiação UV, — e de O_2 produzido por fotossíntese, além de possíveis camadas de neblina de hidrocarbonetos. Certamente estas medidas serão testadas primeiramente na nossa estrela vizinha preferida.

Um Olhar para o Futuro

Proxima Centauri continua a fascinar cientistas e entusiastas do cosmos. Cada nova descoberta so-

bre sua dinâmica, atividade e sistemas planetários nos aproxima um pouco mais de responder às grandes questões que há séculos intrigam a humanidade: Estamos sozinhos no universo? Como podemos explorar os limites do nosso alcance interestelar? O estudo contínuo dessa estrela e de seus exoplanetas oferece um vislumbre do que pode existir além do nosso próprio sistema solar, fornecendo pistas valiosas sobre a diversidade e a evolução dos mundos habitáveis na Via Láctea.

Enquanto buscamos respostas para essas perguntas fundamentais, Proxima Centauri permanece um lembrete poderoso de que até os menores objetos podem conter os maiores mistérios. Seja como um laboratório para a astrobiologia, um alvo para missões futuras ou um ponto de partida para a exploração interestelar, essa pequena estrela vizinha nos desafia a expandir nossos horizontes e a sonhar com o que ainda está por vir •

*José-Dias do Nascimento
Univ. Fed. do Rio Grande do Norte
jdonascimento@fisica.ufrn.br*



A Radioastronomia através de seus pioneiros **Karl Jansky**

Quantas descobertas importantes não foram possibilitadas pela Radioastronomia! Mas você sabe como essa técnica observacional teve início?

Dentro de alguns anos a radioastronomia completará 100 anos como um campo que se tem mostrado fundamental para a ciência. Quando, em 1932, Karl Jans-

ky registrou pela primeira vez sinais vindos do espaço, não imaginava a dimensão do impacto da sua descoberta na forma como entendemos o Universo.

Ainda pouco conhecida pela po-

Na página anterior

Westerbork Synthesis
Radio Telescope (Crédito:
Freepix).

Abaixo

Karl Gunthe Jansky
(Crédito: National Radio
Astronomy Observatory).



pulação em geral, acostumada à ideia de grandes telescópios ópticos como única forma de fazer observações astronômicas, a radioastronomia consegue, através das ondas de rádio, explorar fenômenos cósmicos invisíveis ao olho nu. Mesmo assim, nomes como Grote Reber, Jocelyn Bell, Harold Ewen e tantos outros, são ainda ilustres desconhecidos, mesmo para aqueles que frequentam os meios acadêmicos.

Parte dessa falta de visibilidade talvez se relacione com o fato de

que, diferentemente da astronomia óptica, são necessários conhecimentos técnicos muito específicos no campo da eletrônica e de equipamentos cuja disponibilidade, até pouco tempo atrás, mostravam-se impossíveis fora dos grandes centros de pesquisa, criando, assim, obstáculos a popularização do tema.

A massiva migração para o mundo digital que observamos nas últimas duas décadas, porém, tem introduzido dispositivos como os SDR (*Software Defined Radio*, Rádios Definidos por Software), abrindo possibilidades para muitos protótipos de radioastronomia amadora e educacional, permitindo que o tema ganhe mais visibilidade especialmente através de atividades de divulgação científica.

A partir do despertar desse interesse, é natural que comecem a surgir questionamentos do tipo: “quem foram os primeiros?”. Vamos, então, fazer uma breve jornada pela história de alguns desses pioneiros que pavimentaram os caminhos que permitiram a radioastronomia atingir o estágio atual. Neste artigo abordaremos as contribuições do físico e pai da radioastronomia: Karl Jansky.

Desafios tecnológicos dos anos 20-30

O início do século XX foi palco de uma série de inovações tecnológicas, muitas delas já em desenvolvimento no século anterior. Entre elas, o rádio e o telefone se des-

tacavam. Nos Estados Unidos, já haviam passado 13 anos desde a inauguração da primeira rádio comercial, a KDKA (1920). Em 1928 existiam, aproximadamente, 16 linhas telefônicas para cada 100 cidadãos dos EUA. Ambas as tecnologias eram o centro da atenção de muitos laboratórios de pesquisa da época. A *Bell Telephone Laboratories*, Bell Labs como ficou conhecida, era a empresa que dominava o mercado de sistemas telefônicos.

Para garantir sua liderança, a Bell Labs fazia pesados investimentos em pesquisa e inovação, porém enfrentava muitos desafios, já que muitos aspectos técnicos ainda não eram bem compreendidos ou dependiam de avanços que só ocorreriam mais adiante, como é o caso do desenvolvimento de transistores ou técnicas de modulação mais avançadas. Assim, diversas frentes de pesquisa buscavam resolver questões que hoje consideramos como qualidade mínima para a prestação desses serviços. Esse era o caso das comunicações telefônicas transatlânticas.

Na década de 30, o uso de cabos transatlânticos continuava sendo o principal meio para realizar ligações telefônicas entre a América e a Europa, porém os custos associados ao lançamento e manutenção desse tipo de tecnologia ao longo do Atlântico Norte eram bem elevados.

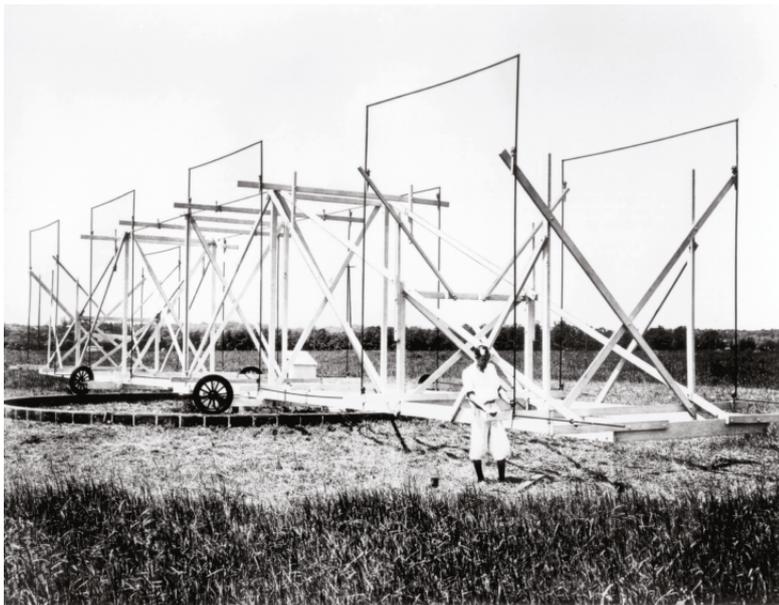
Técnicas de rádio emergentes apresentavam caminhos, conside-

rados à época promissores para a redução desses custos. As transmissões na chamada faixa de ondas curtas, exploravam o mecanismo de refração da ionosfera permitindo alcançar grandes distâncias. Assim a Bell implantou seu serviço de ligações transatlânticas via rádio já no início dos anos 30.

Todos que já experimentaram ouvir rádios de ondas curtas, mesmo com receptores modernos, sabem dos desafios que essa forma de transmissão possui, sendo bastante sensível as oscilações nas características do meio de propagação e as interferências, sejam humanas ou naturais. Com objetivo de mitigar esse problema, a Bell Labs constitui um grupo de pesquisas com foco em investigar as principais fontes das interferências nas ligações.

Karl Jansky e a descoberta

Nascido em 22 de outubro de 1905 na cidade de Norman, Oklahoma, EUA, Karl Guthe Jansky cresceria num ambiente de forte influência acadêmica. Seu pai foi professor de engenharia elétrica por 32 anos na Universidade de Wisconsin, onde o jovem Jansky se formaria em Física em 1927, com uma tese que aborda trabalhos experimentais envolvendo válvulas eletrônicas. Após um ano extra na academia, ele busca uma posição junto ao *Bell Telephone Laboratories* em Nova York.



Acima

Antena usada por Karl Jansky (Crédito: National Radio Astronomy Observatory).

Durante seu exame físico de admissão, foi identificado que ele que sofria de um sério problema renal (que anos depois seria a causa de sua morte) e só foi admitido após influência do seu irmão mais velho, C. Moreau, que convenceu a companhia de que seu profissionalismo superava qualquer problema médico. Parcialmente em função disso, Jansky foi relocado para atuar fora dos laboratórios de Nova York, começando a trabalhar com Harald Friis no problema da estática das ondas curtas em 1928 na zona rural de Cliffwood, Nova Jersey.

Rapidamente se envolveu na construção de um receptor de intensidade de campo que registraria as interferências atmosféricas sobre as ondas curtas. Como não tinha formação em engenharia, teve grande dificuldade no princípio em lidar com os circuitos necessários (atenuadores, controles

de ganho, detectores, etc.). Friis já havia desenvolvido um receptor, usando o conceito de super-heterodinagem, bastante estável e sensível. Para realizar o registro dos fracos sinais recebidos, fazia-se necessário o uso de novos processos de integração do sinal.

A antena que Jansky utilizaria era baseada numa fusão de ideias que já existiam com outras novas. Friis havia desenvolvido uma antena giratória manual de 35 m que vinha sendo usada para a detecção de estática de ondas longas. Apesar de ter sido direcionado para o estudo das interferências de ondas curtas, também fazia parte da pesquisa de Jansky determinar a correlação entre ambas. Assim fez vários registros dos sinais de ondas longas durante 1929 usando esse arranjo.

Na mesma época, E. Bruce, que também fazia parte do grupo de pesquisa de Friis, havia desenvolvido um tipo de antena para ondas curtas que lembrava o formato de uma onda quadrada e vinha sendo utilizada nos circuitos de comunicações transatlânticas comerciais, ficando conhecida como *Bruce Array* (arranjo de Bruce). Jansky mesclaria os conceitos da estrutura giratória da antena de Friis com a topologia da antena de Bruce, incorporando motores que permitiriam que o arranjo girasse continuamente. Todo esse conjunto terminou sendo batizado pelo filho de Jansky como *merry-go-round*, dado que lembrava um

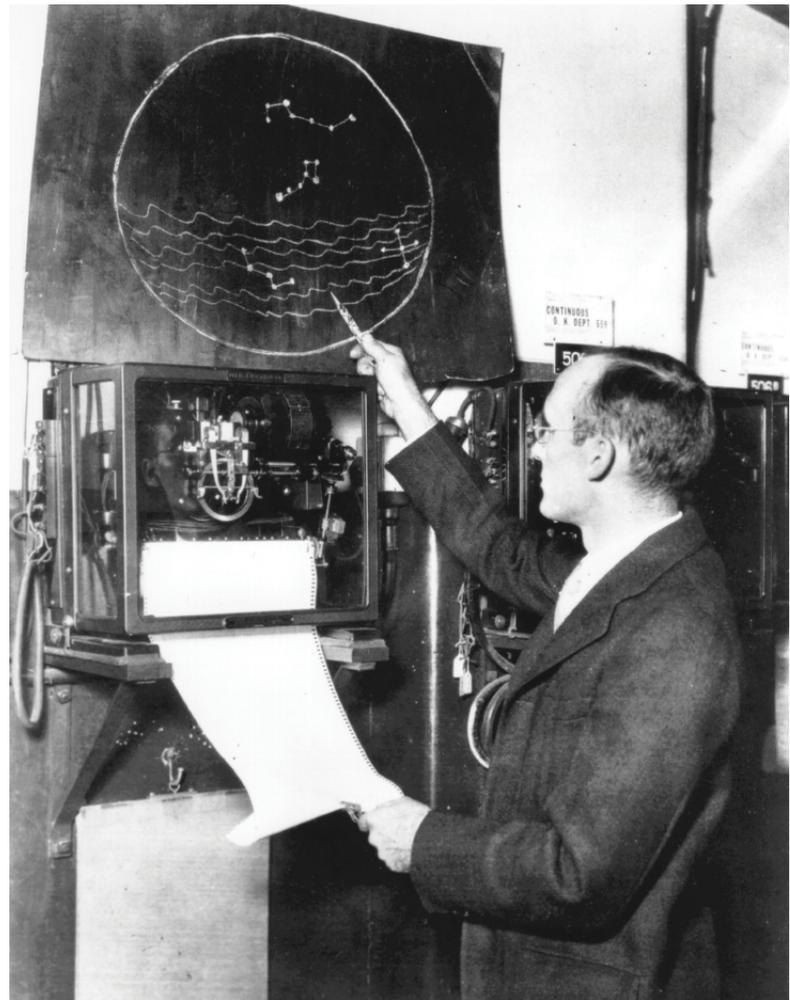
imenso carrossel giratório.

No início de 1930, o grupo teve que ser relocado de Cliffwood para um lugar a poucos quilômetros dali: Holmdel. Isso geraria meses de atraso pois toda estrutura que suportava a antena de Jansky, tais como fundação e trilhos, precisariam ser refeitas. A mudança trouxe o bônus de que agora o grupo, que crescia a cada dia, finalmente iria possuir uma sala adequada para comportar uma variedade de experimentos que desenvolviam.

A antena de Jansky era composta de um elemento ativo e um passivo, seu refletor quase idêntico. Foram usados tubos de latão de 7/8 de polegada com uma extensão de 2 comprimentos de onda cada. Os elementos eram separados entre si de 1/4 de comprimento de onda. A estrutura media 29 m e Jansky havia escolhido a faixa de 14.5 m (20.5 MHz) para realizar suas medições. Do elemento ativo, um fio era levado até o receptor, 100 m distante dali.

O conjunto era, então, montado sobre uma estrutura feita de vigas de madeira de 2 x 4 polegadas assentado em 4 rodas dianteiras das que eram usadas nos carros Ford Modelo T. Um motor de 1/4 de HP acoplado a uma caixa de redução fazia a estrutura inteira completar um giro a cada 20 minutos.

No outono de 1930, Jansky já havia completado a sintonia da antena e levantado o seu padrão de



irradiação azimutal. Para isso, fez a medição dos sinais recebidos a partir de um oscilador colocado a 1 km de distância. Passaria o resto do inverno fazendo medições de sinais de ondas curtas vindos de transmissores da América do Sul, permitindo, assim, avaliar a diretividade da antena que possuía variações de até 6 graus.

Mesmo assim passaria praticamente todo outono-inverno de 1931 para 1932 fazendo um monitoramento bastante irregular, em função de ter que acompanhar a medição em outras faixas de frequên-

Acima
Jansky analisa os resultados de suas observações (Crédito: National Radio Astronomy Observatory).



Acima

Jansky acompanhando o registro dos sinais (Crédito: National Radio Astronomy Observatory).

cias. Por essa época foi capaz de identificar aquilo que chamaria de *hiss type static* (estática tipo chiado). Na época imaginou que fosse uma interferência causada por algum transmissor não adequadamente modulado, mas depois se convenceu de que o sinal teria causas naturais. A partir daí, uma série de descrições de Jansky em cartas e relatórios mostravam o caminho que tomavam suas observações.

Em janeiro de 1932 afirma que os sinais captados seriam

“uma interferência contínua... que mudava de direção continuamente ao longo do dia”.

Na sequência, Jansky começaria a crer que o sinal estivesse vindo do Sol, mas já em fevereiro seus registros mostravam que havia sido um engano e a interferência parecia estar precedendo o Sol em torno de 1 hora.

Friis pediu então que Jansky apresentasse seus resultados na forma de um artigo para a *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, o que geraria sua primeira publicação “*Directional Studies of Atmospherics at High Frequencies*” (Estudos Direcionais das Interferências Atmosféricas em Altas Frequências). Nela Jansky ainda apontava o Sol como causa da estática de tipo chiado, conforme aparece no resumo do artigo: “*As evidências indicam que a fonte dessa estática está de alguma forma associada com o Sol.*”

Chega a Grande Depressão e em junho de 1932 a jornada de trabalho do grupo é reduzida para 4 dias por semana (forma que a Bell Labs encontrou para reduzir custos, só voltando a se regularizar por volta de 1936). O grupo de Holmdel vivia um momento de futuro incerto, dado uma possível interrupção das pesquisas pela companhia em função do momento econômico que o país vivia. Felizmente, isso não se confirmou e o grupo prosseguiu coletando dados, apesar da redução da jornada e consequentemente do tempo dedicado a investigação dos fenômenos.

Nesse ponto, alguns eventos parecem ter catalisado o pensamento de Jansky. George C. Southworth (pertencente a AT&T de Nova Iorque) pediu que ele representasse em gráfico os dados de um ano inteiro de interferências. Ele buscava encontrar uma relação en-

tre mudanças de condições de interferências diurnas e a direção de correntes de aterramentos. Esse pedido parece ter despertado Jansky para notar que o padrão anual das medidas havia se deslocado exatamente 1 dia após um ano.

Através do contato com seu amigo de partidas de bridge, Melvin Skellett, que na época era estudante de astronomia em Princeton, Jansky aprendeu um pouco sobre sistemas de coordenadas astronômicas. Em uma carta de 21 de dezembro de 1932, ele disse:

“Desde que cheguei em casa, no início de novembro, tomei mais dados que indicavam que ‘a coisa’, seja lá o que for, venha, não apenas de uma fonte extraterrestre, mas de fora do sistema solar. Vindo de uma direção que é fixa no espaço e, o que é surpreendente, ao longo da qual o Sistema Solar está se movendo no espaço.”

No início de 1933, Jansky abordou o tema a partir de duas vertentes. Numa, ele tenta analisar os primeiros registros que fez de forma mais cuidadosa de forma a identificar a direção de chegada dos sinais. Noutra, busca determinar o ângulo vertical de chegada do sinal de chiado.

Nesse período Jansky começa a escrever um segundo artigo, mas sem contar com o apoio de Friis, que se mostrava cético sobre o as-

sunto. Ainda assim, as informações da descoberta de Jansky circularam pela cadeia de comando da *Bell Labs* que se mostrou favorável e pediu a sua publicação imediata. Por fim o trabalho é apresentado em Washington em 27 de abril e, em 27 de junho, na convenção do *Institute of Radio Engineers* em Chicago. Jansky submeteu seu artigo a *Proceedings of the*

Abaixo
Réplica da Merry-go-round
em Green Bank (Crédito:
Green Bank Observatory).





Acima

Placa da Réplica da Antena de Jansky (Crédito: Green Bank Observatory).

Institute of Radio Engineers no final de junho.

Em 5 de maio de 1933, uma matéria de capa do jornal *The New York Times* estampava o título: *New Radio Waves Traced to Centre of Milky Way, Mysterious Static, Reported by K. G. Jansky*. Era a primeira vez que o assunto era divulgado para o público leigo, abordando a descoberta acidental que marcaria o nascimento da radioastronomia.

Jansky desejava prosseguir sua investigação no tema, porém, já em 1934, apenas ocasionalmente era permitido que fizesse novas medidas. Seu chefe, Friis o manteria ocupado nos anos seguintes com o foco original da pesquisa: descobrir como essas fontes de estática afetavam as comunicações. Em *The Changing Universe* de John Pfeiffer de 1956, considerado como primeiro livro popular a abordar o tema da radioastronomia, o autor argumenta que “raramente na história da ciência um pioneiro (como Jansky) interrompe seu

trabalho completamente, naquele ponto onde ela começa a ficar mais interessante”.

Seu irmão, C. Moreau, também defendeu a ideia em um artigo de 1958, onde citou que o irmão havia sido “transferido para outras atividades”, mas que teria preferido continuar seu trabalho na radioastronomia. Friis rebateu em 1965 num artigo para *Nature* culpando a comunidade científica por não ter encorajado a continuação do trabalho. Em 1965, a própria *Bell Labs Publication Department* conduziria sua própria investigação sobre a razão da descontinuidade da pesquisa. O assunto permanece sem um veredito definitivo.

Muitos elementos se somaram para que Jansky tivesse tido êxito na sua descoberta. O acesso a equipamentos de alta qualidade para os padrões da época: receptores estáveis e sensíveis, equipamentos de registro, antena com diretividade suficiente para permitir suas interpretações. Além disso, nos anos de 1931 a 1933 o Sol encontrava-se no mínimo de seu ciclo de 11 anos, portanto sem a ocorrência de intensas ejeções que certamente perturbariam ou até impossibilitariam as interpretações feitas por Jansky.

Em 14 de fevereiro de 1950, Jansky faleceu, fruto do seu problema de insuficiência renal que o tinha acompanhado por toda a vida. Em 1973, a União Astronômica Internacional batizaria uma



Ao lado
Monumento em
Homenagem a descoberta
de Jansky no NRAO
(Crédito: National Radio
Astronomy Observatory).

unidade de medida de densidade de fluxo com o nome Jansky.

Entre 1995 e 1996, um grupo decidiu repetir o experimento de Jansky e reconstruir a sua *Merry-go-round*. O experimento contou com a participação especial de Grote Reber, primeiro a retomar os trabalhos de Jansky e construir aquele que seria o primeiro radiotelescópio prático no quintal da sua casa com uma parábola de 9 metros.

Hoje, em Holmdel, no mesmo local onde antes ficava a antena de Jansky, foi erguido um monumento no mesmo formato orientado na mesma direção em que Jansky teria obtido o sinal de máxima intensidade em às 7 horas e 10 minutos de 16 de setembro de 1932 •

Carlos Alberto Pereira da Silva
Braz. Educ. Radioastronomy Group
carlos_krls@hotmail.com



Entrevista

Reinaldo Ramo

Nesta edição, entrevistamos o Dr. Reinaldo Ramos de Carvalho.

Nascido no Rio de Janeiro, em 19/12/1955, Reinaldo possui graduação em Astronomia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1978), mestrado em Astronomia pelo Observatório Nacional (1983) e doutorado em Astronomia pelo Observatório Nacional (1988). Fez pós-doutorado em Caltech em 1988-1989 trabalhando com o Dr. George Djorgovski. Entre 1995 e 1997 foi Senior Research Fellow em Caltech, participando ativamente do projeto Digitized Palomar Observatory Sky Survey. Foi pesquisador do Observatório Nacional de 1982 até 2005. Nesse período, atuou como Chefe do Departamento de Astrofísica, Chefe da Comissão de Pós-Graduação e membro do Conselho Técnico e Científico do ON. Em 2005 transferiu-se para o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pelo qual se aposentou como Pesquisador Titular, em 2019. Atualmente é professor da Pós-Graduação da Universidade Cidade de São Paulo. Atua principalmente na área de Cosmologia Observacional com ênfase no estudo das propriedades globais de aglomerados de galáxias e nos aspectos ligados à evolução de galáxias elípticas em aglomerados e grupos de galáxias. Ele é membro do International Advisory Board do International Institute of Physics e Editor Associado da Frontiers Space Science – Astronomy. Foi um dos idealizadores do Brazilian Virtual Observatory (BraVO). É pesquisador com bolsa de produtividade do CNPq nível Senior. Foi Presidente da Sociedade Astronômica Brasileira entre 2017 e 2020, período no qual promoveu algumas inovações tais como a criação das categorias de sócio amador e sócio júnior, bem como o lançamento do primeiro número da Revista Brasileira de Astronomia. Além da atuação em pesquisa astronômica, Reinaldo se dedica a analisar e discutir questões importantes do sistema de pós-graduação no Brasil. Nessa linha, Reinaldo coordenou o Grupo de Trabalho da SBPC Sobre Políticas da CAPES, de 02/2020 a 06/2021.

s de Carvalho

RBA: Quando você decidiu tornar-se cientista?

Sempre tive interesse pela ciência. Desde garoto, ficava fascinado por absolutamente tudo que estivesse relacionado com ciência de maneira geral, não necessariamente com a astronomia. Na época, por volta de meados da década de 1960, havia uma coleção vendida em bancas chamada *O Mundo Em Que Vivemos*, que abordava assuntos como a formação da Terra, animais pré-históricos, entre outros. Acho que essa coleção foi o gatilho que despertou em mim um interesse cada vez maior em saber, descobrir e questionar. Além disso, exatamente no ano em que prestei vestibular para astronomia na UFRJ, descobri um livro fascinante do saudoso professor Sayd Codina, escrito em espanhol, intitulado *Panorama de la Astronomia Moderna*. Eu não sabia ler espanhol, mas apenas folhear o conteúdo daquele livro me convenceu a seguir a carreira, e acredito que tenha sido ali que nasceu o meu desejo de ser cientista. Por ironia do destino, ou não, anos mais tarde fui contratado como pesquisador no Observatório Nacional, justamente quando seu diretor era o próprio professor Codina.

RBA: Houve algum(a) grande cientista que tenha sido seu “ídolo” científico na juventude, que tenha influenciado nessa decisão?

Não tive nenhum grande cientista como ídolo durante a juventude. Tive, sim, professores do que hoje chamamos de Ensino Médio que me influenciaram muito na construção do meu interesse pela ciência e no desenvolvimento do senso crítico. Em particular, menciono o professor de Mecânica Técnica, Wairy Dias Cardoso, que sempre encorajava o pensamento crítico, mesmo em uma disciplina técnica. A Escola Técnica Federal Celso Suckow da Fonseca (hoje CEFET), onde cursei “Máquinas e Motores”,

como Ensino Médio, era um grande foco de resistência durante os anos de autoritarismo, o que me influenciou decisivamente. Afinal, não se faz ciência isolado do mundo.



Acima: Em 2016, no Líderes Brasileiros da Fundação Conselho Espanha-Brasil.

RBA: Conte-nos brevemente sobre como foi sua formação.

Costuma-se falar da formação acadêmica a partir da universidade; no meu caso, tudo começou no meu Ensino Médio, cursado no CEFET. A escola tinha um nível de ensino avançado e contava com excelentes professores (isso faz uma enorme diferença); já no segundo ano eu estava estudando Cálculo, algo que me ajudou muito durante os primeiros anos da graduação. Concluí a graduação em astronomia pela UFRJ em 1978, e nos anos seguintes fiz mestrado e doutorado no Observatório Nacional sob a orientação do Dr. Luiz Alberto Nicolaci da Costa, com quem aprendi muito sobre o que significa “fazer ciência”. Em 1988, passei dois anos como pós-doutor em Caltech, instituição pela qual fui posteriormente contratado como Senior Research Fellow entre 1994 e 1997. Considero meus anos em Caltech como meus anos dourados na ciência, pois foi lá que compreendi o significado de realizar ciência de ponta. Essa experiência marcou definitivamente toda a minha carreira.



Acima: Em 2006, durante o II Encontro de Alunos e Ex-Alunos do Observatório do Valongo.

RBA: Você formou-se no Observatório do Valongo, quando o curso de graduação não tinha muito conteúdo de física. Isso mudou a partir de 1984, com a implantação de um novo currículo. Como você vê a formação atual de astrônomos em comparação com a de físicos ?

Como eu vinha de uma escola de muito bom nível, logo percebi que algo faltava no curso de astronomia. Por isso, durante a graduação, fiz algumas disciplinas adicionais da Física, como Eletromagnetismo e Métodos da Física Teórica. Além disso, nas férias, cursava disciplinas avulsas no IMPA (Instituto de Matemática Pura e Aplicada), como Álgebra Linear, Análise e Variáveis Complexas, entre outras. Posteriormente, a mudança no currículo trouxe um grande ganho para a formação dos novos astrônomos. Considero que atualmente a formação de físicos e astrônomos é equivalente, ficando a diferenciação por conta da motivação pessoal do aluno. Vejo isso como um avanço significativo em relação aos currículos anteriores.

RBA: Qual foi o trabalho que deu mais prazer em fazer e qual o mais significativo ?

Quando era Senior Research Fellow em Caltech, participei de um projeto que tinha como objetivo detectar QSOs com *redshift* (z) acima de 4.0. Vale lembrar que naquela época os dados fotométricos ainda vinham de placas fotográficas, o que exigia dominar desde a digitalização dessas placas até a estimativa da densidade de QSOs em $z > 4.0$. Isso incluía também observações espectroscópicas dos candidatos a QSOs no telescópio de 5 m de Palomar. Foi nesse projeto que percebi claramente que "fazer ciência" não se resume apenas a publicar artigos; o essencial é o processo anterior à publicação, em que se formula uma pergunta e se executa cuidadosamente cada passo até chegar a uma resposta confiável. O artigo científico é apenas consequência desse processo. Esse foi, sem dúvida, o trabalho que mais prazer me deu realizar. Já o mais significativo é difícil de mensurar, mas acredito que seja exatamente o que estou fazendo atualmente com dois colaboradores (ambos ex-alunos), em que examinamos como a fração de diferentes tipos morfológicos de galáxias varia em função do *redshift*. Estamos usando dados do JWST (*James Webb Space Telescope*), o que nos permite explorar o Universo até $z = 8$, correspondente a cerca de 650 milhões de anos após o Big Bang. Por meio de técnicas de Inteligência Artificial, conseguimos



Acima: Durante a Reunião Anual da SAB em 2018, com colegas da Universidade Cruzeiro do Sul.

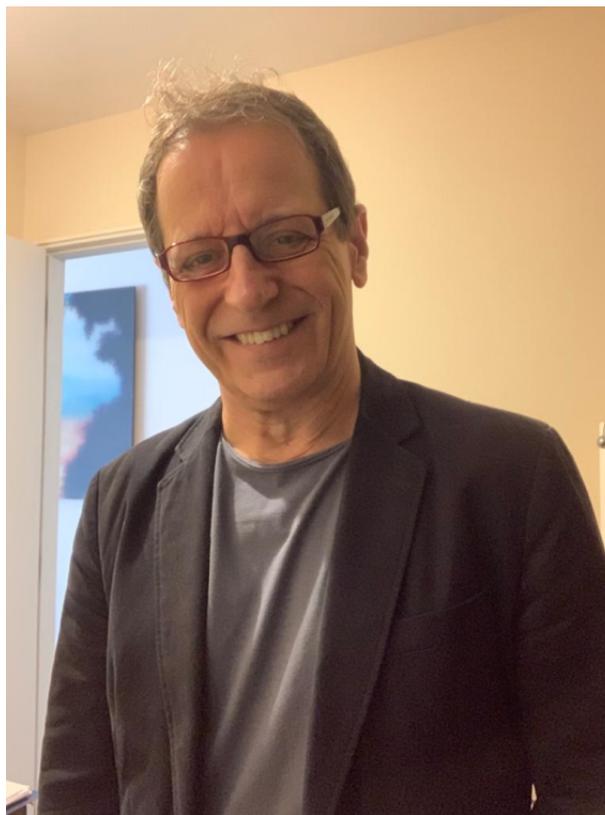
medir com boa precisão quais tipos morfológicos de galáxias dominavam no Universo primordial.

RBA: Muitos gostam de trabalhar sozinhos, enquanto outros privilegiam colaborações. Quais as vantagens e desvantagens dessas modalidades?

A decisão de trabalhar sozinho ou em grupo faz parte da liberdade acadêmica de cada pesquisador. No entanto, cada vez mais, especialmente para quem atua em temas diretamente relacionados a observações, trabalhar em grandes grupos tem se tornado uma exigência imposta pelos próprios projetos. A vantagem de trabalhar individualmente ou em pequenos grupos é que fica mais fácil identificar claramente a contribuição específica de cada pesquisador. Em grandes colaborações, com número de membros às vezes superior a 100 ou 200 pesquisadores, torna-se praticamente impossível determinar precisamente onde cada pessoa contribuiu. Um importante artigo publicado na revista *Nature* em 2019 (Vol. 566, página 378), intitulado “*Large Teams Develop and Small Teams Disrupt Science and Technology*”, discute justamente as vantagens e desvantagens das grandes equipes, e acredito que aqueles responsáveis pelas diretrizes da ciência brasileira deveriam dar atenção especial a esse problema.

RBA: Como você vê a astronomia brasileira hoje em dia e o que considera fundamental mudar para ter uma comunidade mais competitiva?

Como venho acompanhando a evolução da comunidade astronômica brasileira ao longo dos últimos 45 anos, percebo que seu crescimento tem sido notável em diversos aspectos. Tive a oportunidade de acompanhar isso de perto quan-



do fui presidente da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) entre 2016 e 2020. Basta observar o aumento expressivo no número de sócios juniores e aspirantes durante as reuniões anuais da sociedade para perceber que temos uma comunidade cada vez mais jovem, algo extremamente positivo. Contudo, para que essa comunidade se torne realmente competitiva, é fundamental desenvolver uma capacidade crítica maior, com pesquisadores capazes de pensar por conta própria e perceber que o objetivo central da ciência é, acima de tudo, aprender sobre o Universo e, nesse processo, passar por uma transformação pessoal. Tornar-se Bolsista de Produtividade nível 1A deveria ser uma consequência natural do trabalho bem feito, não um objetivo em si mesmo. Infelizmente, o forte corporativismo universitário no Brasil leva as novas gerações a reproduzirem muitos vícios das gerações anteriores, e mudar esse cenário leva tempo. Acredito que apenas por

meio de um trabalho contínuo da SAB, discutindo abertamente temas como políticas científicas e ética na ciência, poderemos gradualmente oferecer aos novos pesquisadores uma visão clara sobre a ciência que praticam. Nesse processo, o papel do CNPq e da CAPES é fundamental, mas precisamos reconhecer que mudanças estruturais só ocorrerão efetivamente quando o Brasil estabelecer uma verdadeira política de Estado para a ciência.



Acima: Em 2016, no Líderes Brasileiros da Fundação Conselho Espanha-Brasil.

RBA: O Brasil vem tentando se associar ao ESO (*European Southern Observatory*). Qual sua opinião sobre isso? Que impacto você acha que esta associação teria para a astronomia brasileira?

Sempre apoiei essa iniciativa e considero que a associação do Brasil ao ESO representaria uma transformação radical na maneira como fazemos astronomia no país. Fazer ciência, em geral, não é apenas uma questão intelectual; temos no Brasil pesquisadores de excelente nível, capazes de realizar projetos de alta qualidade. No entanto, embora nossa comunidade tenha crescido significativamente nas últimas quatro décadas, ainda não alcançamos maturidade suficiente enquanto grupo. O que vemos, na realidade, são iniciativas individuais frequentemente anunciadas como benefícios para a "comu-

nidade", mas que acabam beneficiando principalmente os pesquisadores principais desses projetos. Nesse sentido, a associação ao ESO, uma organização intergovernamental composta por 16 países europeus, ofereceria à nossa comunidade a chance de participar de um colegiado que valoriza iniciativas coletivas, em que todos os países atuam em conjunto, buscando benefícios amplos e compartilhados. Além do acesso aos telescópios do ESO, acredito que o maior ganho seria a criação de um senso de coletividade que nossa comunidade ainda não possui. Ser membro do ESO também garantiria nossa participação em projetos de desenvolvimento instrumental. Mais uma vez, temos técnicos e engenheiros altamente capacitados para realizar projetos de ponta, mas nos falta uma estrutura que permita a continuidade e o amadurecimento desses projetos, além da capacidade de gerar novas ideias em um ambiente mais organizado e produtivo.

RBA: Como vê os movimentos atuais e as mudanças na comunidade astronômica com respeito à importância da diversidade de gênero, etnia, etc?

Vejo esses movimentos atuais com muito entusiasmo e otimismo. Considero absolutamente fundamental que a comunidade astronômica esteja atenta às questões de gênero, etnia e diversidade em geral, pois acredito que somente uma sociedade plural, no sentido mais amplo, pode desenvolver plenamente suas potencialidades. A diversidade é essencial porque traz perspectivas diferentes, promove novas formas de pensar e enriquece o ambiente científico como um todo. Felizmente, nos últimos anos, nossa comunidade tem despertado cada vez mais para essas questões, buscando ativamente a inclusão e o respeito às diferenças. Mas ainda há um longo caminho pela frente. É importante

que continuemos trabalhando de forma consciente e comprometida para garantir uma ciência verdadeiramente inclusiva, justa e aberta, capaz de refletir a pluralidade da sociedade em que vivemos.

RBA: Em sua opinião, qual foi a maior descoberta astronômica da última década?

Difícil dizer qual é a maior. É preciso lembrar que o investimento em projetos de grande impacto sempre produz resultados extraordinários. Na última década, tivemos a primeira imagem direta de um buraco negro, obtida pelo *Event Horizon Telescope* (EHT) em 2019. Até então, os buracos negros eram estudados apenas por efeitos indiretos. Embora essa imagem não se classifique exatamente como uma "descoberta", certamente é um marco importante na cosmologia observacional. Outra observação relevante foi a medida da polarização da radiação cósmica de fundo (RCF), feita pelo satélite Planck. A análise da polarização da RCF, que consiste em pequenas variações na direção das oscilações do campo elétrico da radiação, oferece informações cruciais sobre o universo primitivo. Novamente, não é necessariamente uma descoberta, mas são observações que revelam algo novo, algo que não sabíamos antes sobre o cosmos. Nesse sentido, podemos considerá-las como descobertas.

RBA: O que continua mantendo sua paixão pela astronomia?

Acho que minha paixão não é exatamente pela astronomia, mas sim pelo desconhecido (por mais clichê que isso possa parecer); por aquilo que ainda não sabemos, mas que parece estar bem ao nosso alcance, bastando pensar um pouco mais. Claro, nem sempre é tão simples assim, mas o que importa é essa vontade constan-

te de descobrir algo novo. Na astronomia encontrei um verdadeiro laboratório para estudar mecanismos físicos fascinantes, como aqueles que atuam sobre as galáxias quando começam a "cair" em direção a um aglomerado. A física sempre despertou minha curiosidade, e continua despertando. Talvez minha verdadeira paixão seja o próprio processo de pensar o mundo em todas as suas dimensões, indo além dos limites de uma ciência específica.



Acima: Com a equipe de astrônomos que organiza a Olimpíada Brasileira de Astronomia.

RBA: Como você vê os movimentos em prol da ciência aberta, tais como a distribuição gratuita de códigos computacionais e a publicação de artigos em repositórios públicos?

Esta é uma questão central na organização da ciência moderna. Atualmente, praticamente todas as grandes revistas de astronomia e astrofísica cobram taxas elevadas para que pesquisadores publiquem seus artigos, criando uma situação paradoxal, pois esses mesmos pesquisadores atuam como revisores sem receber remuneração por tal atividade. Considerando que os cientistas geralmente são financiados com recursos públicos, faz sentido que a divulgação dos resultados científicos seja feita gratuitamente, tanto para autores quanto leitores. Além disso, na era digital os custos operacionais das revis-

tas diminuíram drasticamente, uma vez que o acesso à literatura científica hoje ocorre majoritariamente online. Assim, surge naturalmente a questão: é possível manter uma revista especializada gratuita para autores e leitores? A resposta é sim, e cada vez mais surgem revistas mantidas por pequenos grupos de pesquisadores que oferecem acesso aberto, gratuito e mantêm altos padrões internacionais de qualidade. Um exemplo notável é a *Open Journal of Astrophysics*, cujo fator de impacto é de 4.3, comparável aos 4.8 da tradicional revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Atualmente, a SAB está negociando com a American Astronomical Society (AAS) um acordo no qual, mediante pagamento de uma cota anual, pesquisadores brasileiros poderiam publicar em revistas reconhecidas como o *Astrophysical Journal*. Porém, esse modelo não é sustentável a longo prazo, já que o custo dessa cota anual equivale a cerca de 400 bolsas de doutorado da CAPES. Portanto, é fundamental discutir essa questão de maneira equilibrada e crítica dentro da comunidade científica brasileira, buscando modelos mais sustentáveis e acessíveis.

RBA: Como você interpreta o desenvolvimento científico brasileiro? Que momentos históricos foram determinantes para nosso estado atual?

Se lembrarmos que a ciência brasileira começou a ser realmente estruturada com a criação do CNPq e da CAPES, e que a primeira tese de mestrado foi defendida apenas em 1965, podemos concluir que nossa comunidade científica ainda é jovem. Quando comparo o cenário atual da astronomia com o de 40 anos atrás, percebo que seu desenvolvimento foi extraordinário, especialmente considerando que o Brasil investe apenas 1,2% do PIB em Ciência e Tecnologia, índice bastante inferior ao dos países

do G20. Por outro lado, nossa ciência sofreu importantes reveses. Primeiro, durante o período da ditadura militar, entre 1964 e 1985, quando perdemos pesquisadores fundamentais que poderiam ter formado novas gerações de cientistas — um processo essencial para o desenvolvimento científico de qualquer país. Mais recentemente, enfrentamos outro período profundamente negativo, entre 2018 e 2022, marcado por um governo disfuncional e negacionista, que impôs retrocessos significativos à ciência nacional. Todos esses fatores moldaram a situação atual. Por fim, considero que o corporativismo existente nas universidades brasileiras constitui um sério obstáculo ao desenvolvimento saudável da ciência no país, reforçando dificuldades estruturais históricas.

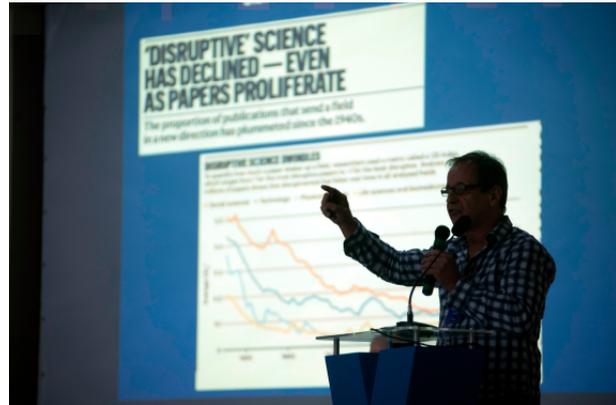
RBA: Você se arrepende de alguma escolha tomada em sua carreira ou faria diferente se tivesse que recomeçar?

Arrependimento é o passado tentando ensinar o futuro. É preciso cuidado para que ele não se transforme em remorso e sofrimento. Muitas decisões que tomei ao longo da minha carreira certamente seriam diferentes se tomadas hoje, mas somos o produto de todas essas escolhas. Por isso, minha postura diante da vida e do fazer ciência é manter o foco no presente



RBA: O que falta ao Brasil para criar ciência realmente disruptiva, que represente um salto no nosso conhecimento atual?

Este é um tema central na discussão sobre políticas científicas. As últimas décadas revelaram um Universo antes desconhecido — energia escura, ondas gravitacionais, buracos negros supermassivos, etc. Mais recentemente, o JWST tem possibilitado estudos inéditos sobre a evolução de galáxias no Universo primordial. Tudo isso reflete nossa capacidade crescente de compreender o Universo com níveis sem precedentes de detalhe. Apesar disso, embora a quantidade e qualidade dos dados astronômicos disponíveis atualmente sejam excepcionais na história da ciência, nossa comunidade científica permanece presa a uma estrutura antiga de produção científica. Um artigo recente publicado na revista *Nature* (2023, Vol. 613, pág. 225), intitulado "*Disruptive Science Has Declined — Even as Papers Proliferate*", chama atenção justamente para o fato de que, embora o número total de artigos científicos tenha aumentado enormemente nas últimas décadas (em grande parte devido a projetos como o SDSS e o JWST), o número de artigos verdadeiramente disruptivos permaneceu praticamente o mesmo. No Brasil, continuamos a avaliar a produtividade dos pesquisadores exclusivamente pelo número de artigos publicados ou pelas citações recebidas, métricas que não necessariamente refletem a qualidade ou o caráter disruptivo do trabalho científico. Artigos científicos disruptivos exigem tempo e profunda reflexão crítica sobre questões fundamentais da ciência — algo incompatível com as exigências imediatas das agências financiadoras por altos números de citações e publicações frequentes. Historicamente, a ciência disruptiva sempre dependeu de tempo, liberdade intelectual e capacidade crítica. O sistema brasileiro atual (prin-



cipalmente o do CNPq) utiliza métricas profundamente inadequadas, forçando os pesquisadores a publicar muito, mas não necessariamente com qualidade, sob risco de perder financiamento. Como consequência, o número de artigos brasileiros publicados em astronomia aumentou significativamente na última década, porém seu impacto científico real, avaliado pelos artigos que figuram entre os 1% mais citados no mundo, permanece baixo. É necessário rever urgentemente os critérios utilizados na avaliação científica, favorecendo abordagens que estimulem o pensamento crítico e a originalidade, características fundamentais da ciência disruptiva. Nesse contexto, grandes colaborações internacionais — embora tenham seu papel—nem sempre favorecem o surgimento de pesquisas verdadeiramente inovadoras, já que podem diluir contribuições individuais e limitar o espaço para questionamentos e ideias originais •

Reinaldo Ramos de Carvalho foi entrevistado por Helio J. Rocha-Pinto em 20/03/2025.



Miríades de estrelas

Observando e conhecendo 8 aglomerados estelares

Os aglomerados de estrelas são objetos muito cativantes que fascinam qualquer observador, mesmo os mais experientes.

Observando o céu noturno vemos uma variedade de objetos, tais como a nossa Lua, planetas, estrelas, e outros mais extensos do que simples pontos de luz. Com a ajuda de binóculos ou de telescópios, veremos algo que se parece com famílias de estrelas. Essa poderia ser uma definição simpática dos aglomerados estelares. De acordo com sua forma, eles se classificam em aglomerados globulares, com estrelas distribuídas em um enxa-

me esferoidal, e aglomerados abertos, sem uma distribuição definida.

Alan Alves Brito, no número 5 desta revista (2020), apresentou aspectos fundamentais dos aglomerados estelares. Recomendamos aos leitores consultá-lo, se quiserem complementar o conteúdo apresentado aqui. Neste artigo, sintetizamos alguns conceitos sobre a observação e classificação das estrelas, sobre o movimento delas na Via Láctea, e sobre como se deter-

Classe	Estrela exemplo/ Constelação	Foto de estrela de exemplo	Intervalo de temperatura (K)	Características espectrais
O	S Monocerotis (O7) Monoceros		28000 – 50000	Fortes linhas de hélio ionizado
B	Rigel (B8) Órion		10000 – 28000	Linhas de hélio neutro
A	Vega (A0) Lira		7500 – 10000	Fortes linhas de hidrogênio
F	Procyon (F5) Cão Menor		6000 – 7500	Linhas de hidrogênio e de cálcio e ferro ionizados
G	Sol (G2)		5000 – 6000	Linhas de metais neutros e ionizados, especialmente cálcio
K	Aldebarã Touro		3500 – 5000	Metais neutros e ionizados
M	Antares Escorpião		2500 – 3500	Bandas moleculares como óxido de titânio

Acima

Classes espectrais, estrelas de exemplo e informação sobre o intervalo de temperatura efetiva esperada em cada classe. Na última coluna, algumas características marcantes dos espectros de cada classe (Crédito: L. Cortese, B. Catinella, R. Smith).

Página anterior

Aglomerado Melotte 111 (Crédito: Alberto Pisabarro/WikiMedia Commons).

mina quais estrelas pertencem aos aglomerados. Por fim, apresentaremos um guia de 8 aglomerados estelares frequentemente observados pelos aficionados da Astronomia.

Comparações entre estrelas

Desde a antiguidade, a diferença de brilho entre as estrelas foi estudada. A Hiparco de Nicéia são atribuídos o primeiro catálogo es-

telar e a escala de magnitude, na qual estrelas de magnitude 1 são as mais brilhantes e as de magnitude 6 as mais fracas. Séculos depois, Norman Pogson formalizou a relação matemática entre magnitude e brilho.

Isaac Newton, no século XVII, revelou que a luz contém um espectro de cores, que pode ser separado com filtros. A análise da intensidade luminosa em diferentes bandas levou ao desenvolvimento da fotometria. Joseph von Fraunhofer, em 1814, descobriu as linhas escuras no espectro da luz solar, cuja origem foi estudada posteriormente por Gustav Kirchhoff e Robert Bunsen. Eles perceberam que a luz de uma lâmpada de sódio tinha uma linha brilhante na mesma posição do espectro em que a luz de uma estrela tinha uma escura. Uma parte da luz estelar estava sofrendo absorção pelo sódio presente na atmosfera da própria estrela. Assim nasceu a espectroscopia. Uma exposição mais extensa sobre a espectroscopia astronômica pode ser consultada pelos leitores no artigo de Diogo Souto no número 23 desta revista

O maior projeto de classificação espectral de estrelas aconteceu entre 1885 e 1924, liderado por Edward Pickering, junto de uma equipe de astrônomas como Williamina Fleming e Annie Cannon, entre outras. A identificação de linhas de absorção “padrão” em certos comprimentos de onda definiam

as classes espectrais: O, B, A, F, G, K, M. A classe espectral, a cor e a temperatura das estrelas estão relacionadas, como se mostra na tabela desta página.

Velocidades radiais

Identificar as estrelas que pertencem aos aglomerados estelares não envolve apenas a contagem dos objetos, mas também o estudo do seu movimento na Via Láctea. Nossa Galáxia tem três grandes componentes estruturais: disco, halo e bojo. O disco galáctico tem pelo menos 2 mil aglomerados abertos orbitando o centro da Galáxia, confinados em um “plano”: enquanto o diâmetro da Via Láctea é aproximadamente 100 mil anos-luz, a espessura do disco é menos de 3 mil!

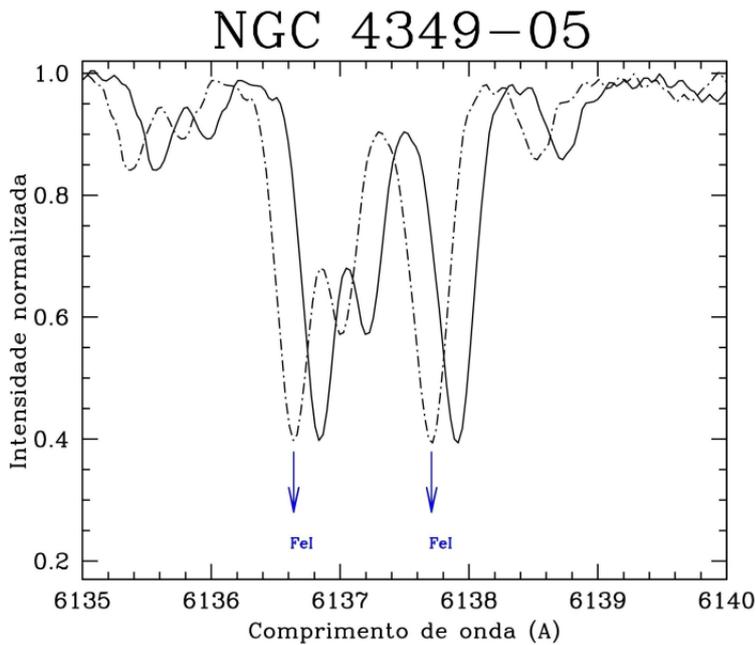
O halo abriga cerca de 150 aglomerados globulares, cujo movimento ao redor do centro da Galáxia não está restrito a um plano, pois descrevem um esferoide com um raio aproximado de 300 mil anos-luz. O bojo é a componente mais densamente povoada de estrelas, distribuídas em um raio de cerca de 26 mil anos-luz, onde ainda pode haver estruturas não identificadas. A distribuição de classes espectrais de estrelas nos aglomerados abertos é diversa, enquanto nos aglomerados globulares predominam as estrelas de classes K e M.

Duas questões fundamentais da Astronomia são a determinação das distâncias e a descrição do mo-

vimento das estrelas. No que diz respeito ao movimento estelar, podemos determinar duas componentes de velocidade de uma estrela: a velocidade radial v_R , na direção da linha de visada do observador, e velocidade tangencial, na direção perpendicular a essa linha. Estas componentes permitem estabelecer o movimento de uma estrela com respeito ao Sol, e posteriormente obter uma descrição completa do movimento estelar. Neste artigo daremos atenção à estimativa de v_R e à relevância da sua análise no estudo dos aglomerados estelares.

A velocidade radial das estrelas é determinada através da análise espectroscópica. Como foi mencionado, as linhas espectrais têm um comprimento de onda λ fixo. Pela sua natureza ondulatória, a luz experimenta o fenômeno denominado efeito Doppler. Quando uma fonte luminosa emite um sinal com uma frequência f original, um observador em movimento perceberá esse sinal com uma f alterada, dependendo da velocidade relativa entre fonte e observador. No caso de uma estrela que se aproxima do observador, ele perceberá uma luz de maior frequência; se ela se afasta, o observador perceberá uma luz cuja f será menor que a original. Geralmente os espectros estelares têm linhas espectrais com frequências alteradas.

Lembremos a relação inversa entre a frequência e o comprimento de onda, quando uma estrela



Acima

Espectro na região $\lambda 6135 - 6140 \text{ \AA}$ da estrela gigante vermelha 05 do aglomerado aberto NGC 4349, da constelação do Cruzeiro do Sul. O espectro “em repouso” da estrela aparece em linha descontínua, e as posições marcadas correspondem a linhas de absorção de ferro em $\lambda 6136,61$ e $\lambda 6137,69 \text{ \AA}$. Em linha contínua, o espectro observado.

“se aproxima”, suas linhas espectrais parecem deslocadas para menores valores de λ ; e, quando a estrela “se afasta”, as linhas tendem a λ maiores. Os astrônomos dizem que uma estrela que se aproxima do observador tem um espectro azulado, e uma que se afasta tem avermelhamento espectral.

Para calcular v_R , determina-se a diferença entre o λ observado de alguma linha espectral, e o λ_0 de referência de tal linha, medido em laboratório. Comparando essa diferença com λ_0 , e multiplicando pela velocidade da luz, obtém-se v_R . Considerando as linhas de ferro no espectro “em repouso” e no espectro que foi observado, você poderia estabelecer a tendência de movimento da estrela NGC 4349-5 cujo espectro está acima?

As estrelas de um aglomerado devem ter velocidades radiais pa-

recidas, pois se formaram da mesma nuvem de gás. Quando se observa um aglomerado, estimar a v_R das estrelas é o critério fundamental para identificar quais pertencem a ele, e quais não relação. A análise de velocidades radiais semelhantes é um método estatístico para estabelecer a probabilidade de que uma estrela pertença ao aglomerado.

O deslocamento dos aglomerados altera o número das suas estrelas. No caso dos aglomerados abertos, a rotação diferencial da Via Láctea e o movimento dos seus braços espirais geram um efeito de maré gravitacional. O efeito pode retirar estrelas deles e modificar sua distribuição, afetando seu movimento interno: o formato irregular dos aglomerados abertos sugere isso. Entre os aglomerados globulares, alguns mostram uma composição química heterogênea, como se o aglomerado tivesse estrelas procedentes de diferentes nuvens de gás.

A evidência de populações estelares múltiplas em aglomerados globulares sugere que seriam resultado da acreção de sistemas estelares externos à Via Láctea. Parece que no passado a Via Láctea “engoliu” ou “esmagou” algumas das suas galáxias satélites. Estima-se que a Via Láctea tenha atualmente entre 50 e 60 galáxias satélites, como Sculptor e as Nuvens de Magalhães.

O CORrelation-RAdial-VELOCities (CORAVEL) foi um dos primeiros

dispositivos para medir a velocidade radial de estrelas, operando em telescópios terrestres entre 1981 e 1998. O Radial Velocity Spectrograph (RVS), dispositivo acoplado ao observatório espacial Gaia, operou entre 2013 e 2025. Gaia forneceu dados de alta precisão sobre posição, distância, velocidade radial, temperatura para cerca de 2 bilhões de objetos.

O estudo da luz vermelha e infravermelha é um assunto fundamental atualmente, já que muitos objetos astronômicos são ofuscados e até ocultos pelo meio interestelar. Um exemplo disto são os possíveis aglomerados presentes no bojo galáctico. Isto é devido ao efeito de avermelhamento por extinção associado à propagação da luz através de meios gasosos. O Telescópio Espacial James Webb, projetado para observar no infravermelho, tem proporcionado dados de uma qualidade sem precedentes.

Os aglomerados estelares são considerados como “laboratórios para o estudo da evolução estelar”, peças fundamentais para montar o quebra-cabeça da origem e evolução da Via Láctea. Os novos observatórios têm por objetivo entender melhor os processos de formação e evolução estelar. Mesmo que o uso dos grandes telescópios seja restrito aos pesquisadores, todos podemos observar vários desses objetos do céu profundo. A seguir você poderá conhecer mais sobre 8 aglomerados famosos.

Oito belos conjuntos de jóias do céu profundo

Os aglomerados estelares estão entre os objetos mais interessantes para observação astronômica amadora. A seguir, apresentaremos aos leitores alguns critérios para a seleção de aglomerados recomendáveis para começar na observação do céu profundo. Para auxiliar na busca, separamos oito aglomerados de fácil visualização no céu noturno, especialmente a partir de locais afastados das grandes cidades, para evitar o excesso de poluição luminosa. Por regra, os oito escolhidos nesta amostra podem ser encontrados a olho nu, facilitando seu processo de identificação, e todos os objetos selecionados podem ser observados com instrumentos simples, como binóculos.

Utilizando cartas celestes apropriadas, identificamos as posições dos objetos, bem como sugerimos as melhores épocas para observação desses objetos. Também comentamos aspectos como o poder de ampliação necessário para uma observação mais detalhada dos aglomerados, seja com binóculos ou com telescópio. Enriquecemos a seção com imagens de cada um dos aglomerados, a fim de exemplificar sua majestuosidade quando registrados em astrofotografias de longas exposições.

Nossa “viagem” pela Via Láctea à procura dos aglomerados começa na próxima página!

M 44 | O enigmático aglomerado do Presépio

Ao lado

Mapa celeste da localização do aglomerado aberto M44 e fotografia do aglomerado (Crédito: mapa, Dominic Ford; fotografia, Daniel Mello).



O primeiro aglomerado estelar da lista foi observado desde a antiguidade. Hiparco referia-se a este objeto como a “pequena nuvem”, perdida entre as tênues estrelas da constelação do Caranguejo. Esta visão foi compartilhada pelo poeta-astrônomo Arato de Solis, que o denominava “a pequena névoa”. Gregos e romanos utilizaram o nome Presépio para se referir a este aglomerado estelar, que é um dos mais belos do céu. No século XVII, Galileu finalmente revelou que a “névoa” era composta por dezenas de estrelas. A denominação M 44 é uma referência ao Catálogo de Charles Messier, famoso astrônomo francês do século XVIII. A observação deste aglomerado com binóculos, em céus escuros, já vale o “ingresso da noite”.

IC 2602, Plêiades do Sul | Este é coisa nossa

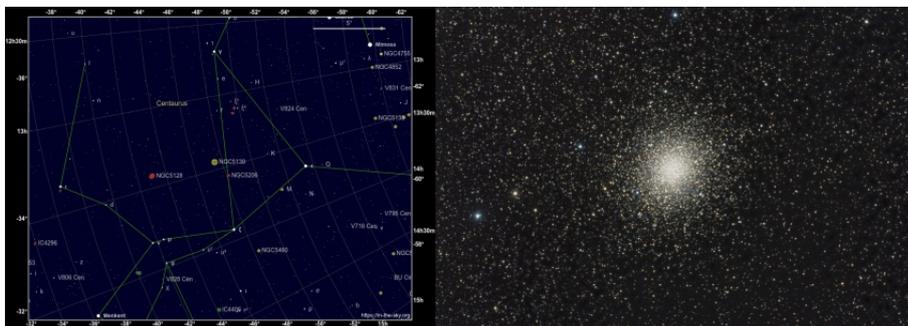
Ao lado

Mapa celeste da localização do aglomerado aberto IC 2602 e fotografia do aglomerado (Crédito: mapa, Dominic Ford; fotografia, Daniel Mello).



Plêiades é o nome de um famoso aglomerado em Touro. Mas, aqui, destacaremos seu equivalente nos céus austrais. Tão belo quanto seu homônimo, mas bem menos conhecido, as Plêiades do Sul estão situadas em uma das regiões mais belas do céu, na densa Via Láctea que corta a constelação da Quilha do Navio (Carina). Composto por estrelas esparsas e azuladas, ele tem melhor visibilidade durante o outono, quando surge no céu, próximo do Cruzeiro do Sul. Um binóculo 8x42 já é o suficiente para mostrar seu formato triangular e suas estrelas brilhantes.

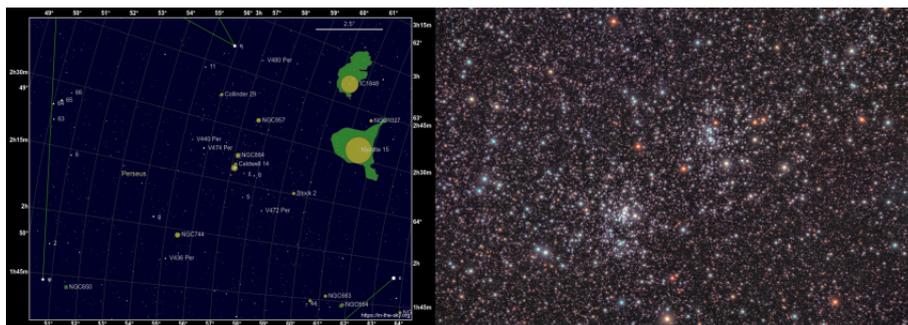
O insuperável Ômega Centauri



Ao lado
Mapa celeste da localização do aglomerado globular NGC 5139 e fotografia do aglomerado (Crédito: mapa, Dominic Ford; fotografia, Igor Borgo).

Os aglomerados globulares estão entre os objetos mais apreciados para a observação pois apresentam milhares ou milhões de estrelas bem compactadas. Fazem parte dos mais antigos objetos radiantes do Universo e são verdadeiros fósseis estelares. O maior e mais brilhante desta classe é o Ômega Centauri (NGC 5139), que agrega cerca de 2,5 milhões de estrelas na constelação do Centauro. Embora um binóculo já permita observar sua beleza, a observação com telescópios de abertura superior a 90 mm será necessária para ver os detalhes que fazem deste objeto, insuperável.

NGC 869 e 844 | Um aglomerado é bom... dois, melhor ainda



Ao lado
Mapa celeste da localização do aglomerado duplo (NGC 869 e NGC 864) e fotografia do aglomerado (Crédito: mapa, Dominic Ford; fotografia, Chrisguidry/WikiMedia Commons).

A região norte da constelação do Perseu é rica em estrelas e alvos para observação amadora. Essa riqueza encontra no Aglomerado Duplo seu maior exemplo. Ambos, o NGC 869 e NGC 884, que formam o Caldwell 14 (no mapa) foram identificados como conjunto de estrelas por William Herschel no século XVIII. Este objeto possui melhor visibilidade para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, durante os meses de primavera.

NGC 4755 | Procure por uma Caixinha de Jóias no céu

Durante as noites de outono, ao olhar na direção sul, nossos olhos encontraram o familiar Cruzeiro do Sul bem alto no céu. Há algo a mais nesta constelação que desperta a atenção. Para esta descoberta, o leitor deve posicionar seu binóculo (ou telescópio) na estrela Mimoso e, depois, movi-

Ao lado

Mapa celeste da localização do aglomerado NGC 4755 e fotografia do aglomerado (Crédito: mapa, Dominic Ford; fotografia, Daniel Mello).

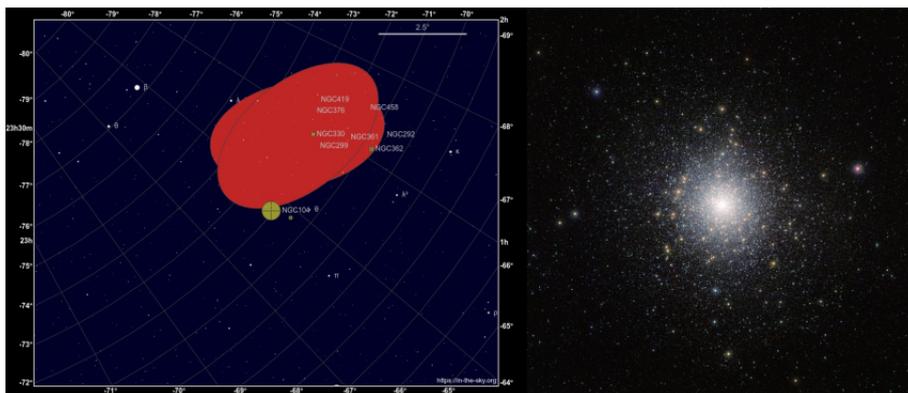


mentar o instrumento levemente para a esquerda. A visão irá revelar o delicado aglomerado Caixinha de Jóias (NGC 4755), um dos mais jovens aglomerados conhecidos. Para desfrutá-lo melhor, este objeto deve ser observado com pequenos telescópios, preferencialmente em céus escuros.

Muito próximo do Sul | O possante 47 Tuc

Ao lado

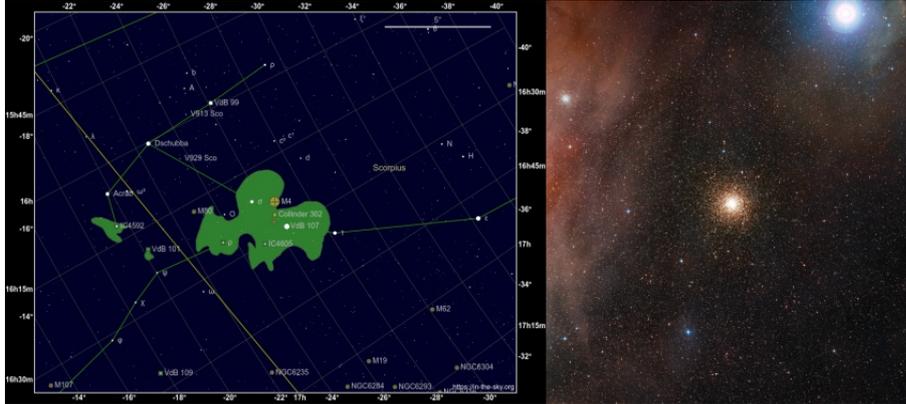
Mapa celeste da localização do aglomerado globular 47 Tucanae e fotografia do aglomerado (Crédito: mapa, Dominic Ford; fotografia, ESO/M.-R. Cioni/VISTA Magellanic Cloud survey).



Quem se surpreende com o Ômega Centauri, não pode deixar de conferir este lindo globular. Com visibilidade quase que restrita ao hemisfério sul, o 47 Tuc (NGC 104) é outra joia celeste, cuja visibilidade é favorecida na primavera. Para encontrá-lo, basta se guiar pela Pequena Nuvem de Magalhães (Grande objeto extenso e vermelho no mapa), uma galáxia visível a olho nu em céus escuros.

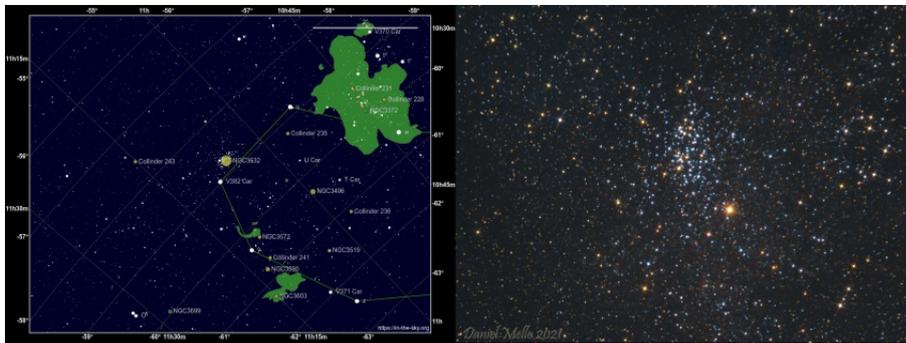
M 4 | No coração do Escorpião

M 4 foi catalogado por Charles Messier em 1764, embora já tivesse sido observado por outros astrônomos no começo do século XVIII. Sua importância para a astrofísica é notável: algumas das estrelas mais velhas do Universo foram descobertas neste objeto e em anos recentes, através de dados da Missão Gaia e do Telescópio Espacial Hubble, foram obtidas fortes evidências da presença de um buraco negro em seu núcleo. Em uma noite de inverno, procure-o ao lado da estrela Antares, no Escorpião.



Ao lado
Mapa celeste da localização
do aglomerado M4 e
fotografia do aglomerado
(Crédito: mapa, Dominic
Ford; fotografia, ESO/DSS2).

NGC 3532 | O poço dos desejos no caminho da Via Láctea



Ao lado
Mapa celeste da localização
do aglomerado NGC 3532 e
fotografia do aglomerado
(Crédito: mapa, Dominic
Ford; fotografia, Daniel
Mello).

John Herschel, quem primeiro observou este aglomerado no século XIX, o descreveu como “o mais belo exemplar de sua classe”. O Poço dos Desejos (NGC 3532) é um aglomerado aberto de ímpar beleza, cuja observação com binóculos é sempre gratificante. Situado ao lado da famosa Nebulosa da Carina (objeto extenso de cor verde na carta celeste), este objeto contém centenas de estrelas azuladas de brilho moderado, que contrastam com a presença de uma estrela amarelada vizinha, de nome V382 Car.

Esperamos que este pequeno guia contendo oito aglomerados estelares possa incentivar não só a observação desta classe de objetos astronômicos, mas também de todo o céu noturno.

Eis a resposta à questão apresentada na primeira parte do texto: o espectro de NGC 4349-5 está deslocado à direita, ou seja, para maiores comprimentos de onda. Por-

tanto, essa estrela está se afastando a respeito do observador •

Vladimir J. P. Suarez
Fundação CECIERJ
vladimirjearim05@gmail.com

Daniel R. C. Mello
Univ. Fed. do Rio de Janeiro

Raimundo J. Ferreira Filho
Univ. Fed. do Rio de Janeiro

Contracapa
O aglomerado M80 e o complexo de nuvens de Rho Ophiuchi (Crédito: NASA/JPL-Caltech/WISE).



S.A.B.