



# Novos olhos no Universo

Telescópios vão estudar a matéria e a energia escuras, os raios gama e mapear o Cosmo em 3D

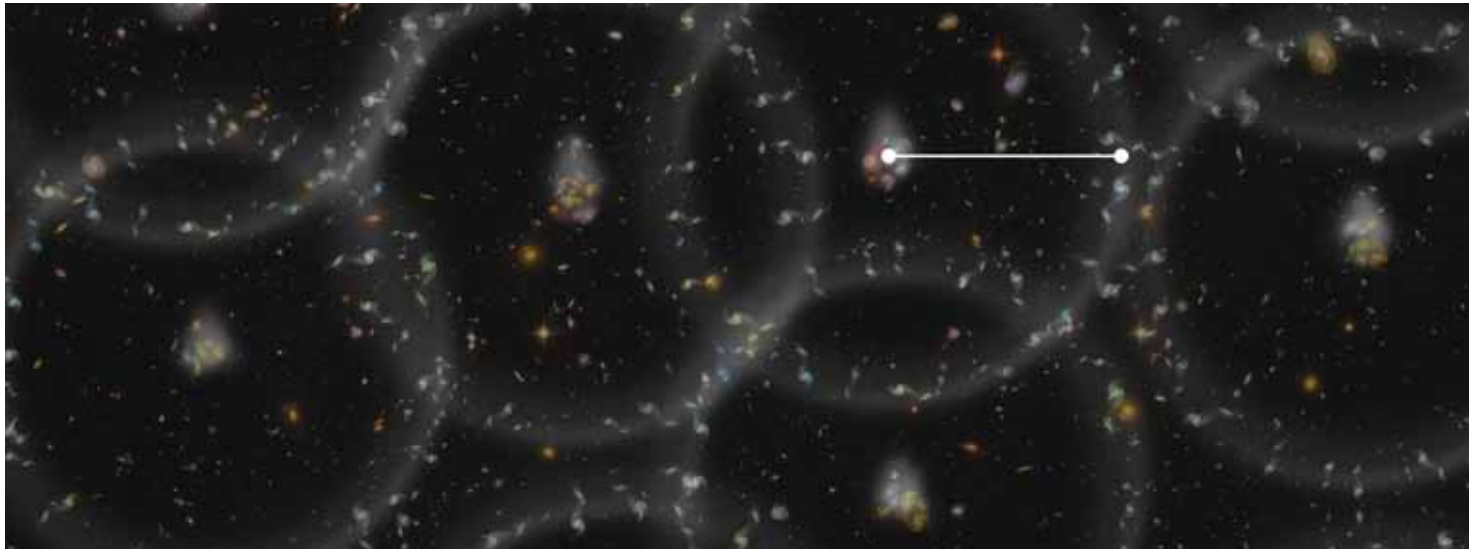
**A** 4.800 metros acima do nível do mar, situado na região argentina de Puna de Atacama, uma espécie de prolongamento da paisagem árida da porção leste chilena do deserto do Atacama, o sítio de Alto Chorrillo deverá abrigar, a partir de abril do próximo ano, um radiotelescópio de 12 m de diâmetro, o Llama, sigla em inglês para o projeto Grande Arranjo Milimétrico Latino-americano. Concebida e implementada por meio de uma parceria entre astrofísicos do estado de São Paulo e da Argentina, a moderna antena está prevista para entrar em operação, e produzir ciência, no início de 2017. Em linhas gerais, o acordo estabeleceu que os pesquisadores paulistas comprariam o radiotelescópio (com US\$ 9,2 milhões financiados pela FAPESP) e os argentinos montariam a estrutura física para receber o equipamento e cuidariam de seu funcionamento. “Em princípio, cada país terá metade do tempo de observação do telescópio”, diz o astrofísico Jacques Lépine, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), mentor e coordenador do Llama em solo nacional. “Mas estamos estabelecendo projetos-chaves a ser tocados por equipes bina-

cionais.” Metade do valor da antena já foi paga e o restante será quitado quando o equipamento estiver 100% funcional. A parte argentina do projeto conta com financiamento da Secretaría de Articulación Científica Tecnológica do Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT).

A localização da antena nesse ponto do noroeste argentino segue critérios duplamente estratégicos. Em primeiro lugar, a Puna de Atacama tem um clima extremamente seco, com pluviosidade anual ligeiramente superior à do contíguo deserto do Atacama, o lugar mais seco do planeta. O vapor de água atmosférico é o principal empecilho para a realização de boas observações astronômicas em comprimentos de ondas milimétricos e submilimétricos, como a banda de frequências entre 90 gigahertz (GHz) e 900 GHz em que operará o Llama. Em segundo, o Llama dista, em linha reta, 150 quilômetros do Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (Alma), o maior projeto de radioastronomia do planeta, montado num ponto extremamente elevado do município chileno de San Pedro de Atacama. Formado por um conjunto de 66 antenas de 7 m e de 12 m instaladas no planalto de Chajnantor, a cerca de 5 mil m de altitude, o Alma entrou em funcionamento em março de 2013 (ver Pesquisa FAPESP nº 206). Vizinho ao radioexperimento gigante, localizado igualmente no altiplano de Chajnantor, há ainda o Atacama Pathfinder Experiment Telescope (Apex), radiotelescópio de 12 m do qual o Llama é quase um clone.

Inicialmente, o Llama funcionará de forma isolada, sem se conectar ao Alma. Mas há a perspectiva de a antena brasileiro-argentina trabalhar de maneira integrada ao Alma e também ao Apex, como se todos formassem um único radiotelescópio descomunal. Para que isso ocorra, o projeto precisará receber um equipamento para fazer interferometria, técnica que combina os sinais de diferentes antenas e possibilita a obtenção de imagens com maior resolução.

Com instalação prevista para 2016 na Argentina, a antena de 12 m do Llama será parecida com a do Apex (acima), já em operação no Chile



Entre os objetivos científicos do Llama figuram possíveis estudos sobre a estrutura do Sol, das primeiras estrelas e galáxias, emissões de jatos e *masers* (um tipo de radiação similar ao *laser*) e também de planetas extrassolares. A procura por moléculas orgânicas no Cosmo deve ser uma das primeiras áreas de pesquisa a produzir trabalhos com a antena. Coordenador do Laboratório de Astroquímica e Astrobiologia da Universidade do Vale do Paraíba (Univap), de São José dos Campos, o astrofísico Sergio Pilling pretende usar o radiotelescópio para esse fim. “Com um pouco de sorte, podemos descobrir moléculas ainda não localizadas no espaço se observarmos em determinadas radiofrequências”, diz Pilling.

#### UNIVERSO EM RAIOS GAMA

Outro projeto ambicioso de âmbito internacional com participação de pesquisadores de São Paulo e de outros estados brasileiros é o Cherenkov Telescope Array (CTA). Trata-se de um consórcio formado por 29 países que planeja construir até 2020 o maior observatório astronômico de raios gama do mundo, dedicado a entender os fenômenos mais energéticos do Universo. Entre esses eventos, figuram a colisão de partículas de matéria escura, a natureza dos aceleradores astrofísicos de raios cósmicos, que incluem

desde nuvens e estrelas em colisão até buracos negros supermassivos nos núcleos das galáxias, e a violação da constância da velocidade da luz, que também só pode ser medida em raios gama. O observatório, orçado em € 200 milhões, será composto por cerca de 100 telescópios de três tamanhos distintos (24 m, 12 m, 4 m de diâmetro), do tipo Cherenkov, ideais para realizar esse tipo de medição, espalhados em dois *arrays*, ou arranjos. Um será montado no hemisfério Norte, num ponto do México, Estados Unidos ou Espanha, e o outro no Sul, provavelmente perto do Alma, no Chile. A maioria dos telescópios será de tamanho pequeno. A primeira etapa do projeto, denominada CTA Mini-Array, prevê a instalação de nove telescópios de 4 m no sítio austral do empreendimento até 2017.

Por meio de financiamento da FAPESP, a astrofísica Elisabete de Gouveia Dal Pino, do IAG-USP, coordena a contribuição nacional no Mini-Array. Ao custo de cerca de € 3 milhões, a Fundação banca a construção na Itália de três telescópios pequenos, baseados em um protótipo desenvolvido pelo Instituto Nacional de Astrofísica da Itália com a participação de engenheiros brasileiros. A África do Sul financia mais uma unidade e a Itália outras cinco. “Os telescópios do Mini-Array vão captar as mais altas energias entre 0,1 e 100 TeV [100 TeV corres-

Novo telescópio brasileiro de 0,80 m montado em Cerro Tololo, Chile (à esq. na imagem abaixo) e ilustração das oscilações acústicas de bárions: parceria com espanhóis no projeto J-PAS



pondem a 100 trilhões de elétrons-volt de energia]”, diz Elisabete. “Eles elevarão de cinco a dez vezes a atual sensibilidade para captar raios gama.”

A parte brasileira na iniciativa não se restringe ao Mini-Array. A equipe de Luiz Vitor de Souza Filho, do Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP), desenvolveu o braço que posiciona a câmara de imagem usada nos telescópios de médio porte do CTA. Ele criou e testou um protótipo com uma empresa de São Paulo, Orbital Engenharia, e agora foi escolhido para fornecer a estrutura, que mede 16 m e pesa 5 toneladas, para os demais telescópios. Pesquisadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) participam do projeto de desenvolvimento dos telescópios de 24 m.

### UMA GRANDE ANGULAR NO CÉU

Com orçamento total de € 30 milhões, o Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey (J-PAS) é um projeto originalmente concebido pela Espanha que, há cerca de cinco anos, passou a ter o Brasil como segundo sócio. A ambição da iniciativa, para a qual foi construído um novo observatório em Teruel, na região espanhola de Aragão, é produzir um levantamento em três dimensões de todo o céu nos próximos cinco ou seis anos. Dois telescópios, um de 2,5 m e outro de 0,80 m, foram projetados para se dedicar exclusivamente ao trabalho de mapear desde asteroides, planetas e estrelas até as centenas de milhões de galáxias do Universo. O diferencial em relação a mapeamentos anteriores, como o Sloan, é que o telescópio grande do J-PAS contará com a segunda maior câmera astronômica do mundo, a JPCam, com resolução de 1,2 bilhão de *pixels* e composta por um mosaico de 14 CCD, sensor usado para obter imagens digitais. Uma espécie de grande angular do Cosmo.

A câmera será capaz de gerar uma quantidade recorde de cores (espectros) dos objetos visualizados. Terá 59 filtros distintos – o Sloan contava com apenas cinco – e todos juntos gerarão um espectro (conjunto de cores) que realça determinadas características dos milhões de corpos celestes que serão observados. “A construção dessa câmera é financiada e coordenada pelos brasileiros”, diz Renato Dupke, astrofísico do Observatório Nacional (ON), que iniciou a parceria com os espanhóis. A Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), o Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), além da FAPESP, investiram por volta de US\$ 7 milhões no desenvolvimento da JPCam, que deverá ser instalada no telescópio em 2016. “O sistema de filtros da câmera deverá ser muito útil para estudarmos as oscilações acústicas de bárions”, diz Laerte Sodré, do IAG-USP, outro astrofísico que atua na parceria. Esse fenômeno, ainda pouco conhecido, é caracterizado por ondas



Protótipo italiano de telescópio de 4 m do projeto CTA: FAPESP financia a construção de três unidades, com participação de engenheiros brasileiros

que teriam sido criadas logo após o Big Bang devido a interações da matéria visível (bariônica) com a radiação. Estudar tais oscilações pode contribuir para a compreensão da matéria escura e sobretudo da energia escura, os dois constituintes majoritários, porém de natureza desconhecida, do Universo.

A parceria com os espanhóis estimulou a astrofísica Cláudia Mendes de Oliveira, do IAG-USP, a obter US\$ 2 milhões da FAPESP para montar um telescópio de 0,80 m igual ao equipamento menor do J-PAS. O ON pagou R\$ 520 mil para fazer o prédio da cúpula e bancar a manutenção dos seis primeiros meses do telescópio, batizado de T-80 Sul. O equipamento foi instalado no sítio de Cerro Tololo, no Chile, e deverá entrar em funcionamento nos próximos meses. “Vamos fazer um levantamento de grande parte do Universo local, em conjunto com o telescópio menor da Espanha, usando 12 filtros”, explica Cláudia. “Mesmo com menos filtros, devemos produzir resultados de alto impacto.” ■

### Projetos

1. Llama: um radiotelescópio para ondas mm/sub-mm nos Andes, em colaboração com a Argentina (nº 2011/51676-9); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Jacques Lépine (USP); **Investimento** R\$ 7.890.473,28 e US\$ 9.221.992,00 (FAPESP).
2. Investigação de fenômenos de altas energias e plasmas astrofísicos: teoria, simulações numéricas, observações e desenvolvimento de instrumentação para o Cherenkov Telescope Array (CTA) (nº 2013/10559-5); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisadora responsável** Elisabete de Gouveia Dal Pino (USP); **Investimento** US\$ 2.269.594,10 e R\$ 1.981.476,55 (FAPESP).
3. EMU: aquisição de um telescópio robótico para a comunidade astronômica brasileira (nº 2009/54202-8); **Modalidade** Programa Equipamentos Multiusuários; **Pesquisador responsável** Cláudia de Oliveira (USP); **Investimento** US\$ 1.746.697,84 e R\$ 1.325.134,14 (FAPESP).
4. Pau-Brasil: aquisição de detectores de CCD para a câmera CCD panorâmica da pesquisa Javalambre – Física do Universo em aceleração (nº 2009/54162-6) **Modalidade** Programa Equipamentos Multiusuários; **Pesquisador responsável** Laerte Sodré (USP); **Investimento** US\$ 1.600.000,00 e R\$ 912.000,00 (FAPESP).