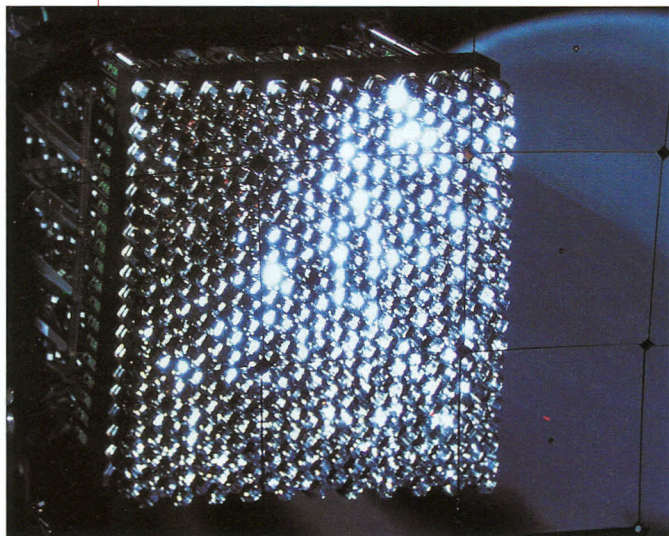




Explosão de estrelas supernova  
na Nebulosa de Crabs: fonte  
de raios cósmicos de baixa energia.  
O vermelho indica elétrons se  
combinando com hidrogênio e o  
azul, elétrons girando ao redor do  
campo magnético da região central

# Os raios cósmicos estão chegando



OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER

Câmera do telescópio de fluorescência: resultados

**C**onhecida como principal região produtora de vinhos da Argentina, Mendoza ganha espaço em outro campo, o científico. Numa área semidesértica ao pé da cordilheira dos Andes, sob um clima seco e uma temperatura amena, está sendo viabilizado um projeto internacional de estudo dos raios cósmicos, as partículas de mais alta energia encontradas na natureza, que podem contar, um pouco melhor do que hoje, como o Universo surgiu e tomou as formas atuais.

Após dois anos de trabalho e uma complexa articulação nacional e internacional (*ver Pesquisa FAPESP 56*), estão concluídos os prédios administrativos, as oficinas e as obras de infra-estrutura do Observatório Pierre Auger de Raios Cósmicos, que reúne 250 cientistas de 19 países e conta com um orçamento de US\$ 54 milhões. A FAPESP participa de dois modos: com cerca de US\$ 1 milhão, aproximadamente um terço da participação brasileira, financiada também pelos programas de apoio à pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), e na própria gestão

Dezenas de detectores entram em operação no Observatório Pierre Auger e colhem as primeiras informações sobre as partículas que viajam 150 milhões de anos-luz antes de chegar à Terra

CARLOS FIORAVANTI

do projeto – desde novembro do ano passado, o diretor científico da Fundação, José Fernando Perez, ocupa a presidência do comitê financeiro do Pierre Auger.

Neste momento, num espaço que às vezes lembra o refinamento de uma nave espacial e outras, as obras robustas de uma hidrelétrica, dezenas de operários, técnicos e pesquisadores trabalham intensamente na montagem dos equipamentos de medição dos raios cósmicos. Um a um, os detectores começam a funcionar e, à medida que registram as primeiras partículas que caem do céu, respira-se com alívio, porque se verifica que o projeto do maior laboratório de estudo de raios cósmicos já construído no mundo corre conforme o esperado.

Em Pampa Amarilla, um deserto nos arredores de Malargüe, cidade a 450 km de Mendoza, a capital da província, e a 70 km de Las Leñas, uma estância de esqui, encontram-se em funcionamento 40 detectores de superfícies, chamados tanques Cerenkov, cada um com 11 mil litros de água pura, que captam a radiação azulada produzida quando um raio cósmico encontra a água.

Também já estão em operação dois telescópios de fluorescência, os chamados olhos-de-mosca, capazes de registrar a luz produzida pela radiação cósmica ao colidir com a atmosfera terrestre. Os telescópios estão instalados num prédio construído no morro chamado Los Leones, que se destaca na paisagem por ser cerca de 15 metros mais alto que a planície e, sobretudo, por causa da torre de observação de 51 metros. O segundo conjunto de telescópios ficará em outro prédio, em fase final de construção, no morro Coihueco.

Os pesquisadores exultaram em dezembro com os primeiros 21 eventos híbridos – quando as mesmas partículas são registradas pelos telescópios e pelos detectores de superfície. Outro avanço: o primeiro evento de ouro, *golden event*, como o chamam por lá, registrado no dia 17 de janeiro, às 2h49. Um evento de ouro é um híbrido especial, visto ao mesmo tempo por um telescópio de fluorescência e por três ou mais tanques – importante porque, quando se tem mais de um ponto simultâneo de registro, é mais fácil calcular a velocidade, a direção e a energia dos raios cósmicos.

**Progressos** - “Estamos muito animados porque os resultados dos detectores de fluorescência e dos tanques estão coincidindo”, comenta o físico escocês Alan Watson, da Universidade de Leeds, no Reino Unido, um dos mentores do projeto. Faz exatos dez anos que ele e o norte-americano James Cronin, da Universidade de Chicago (Nobel de Física de 1980), nos Estados Unidos, lançaram a concepção do Pierre Auger num encontro de físicos em Paris. “Desde a cerimônia de lançamento do observatório, em março de 1999, fizemos progressos fantásticos”, avalia Watson.

Até agora, os detectores registram apenas partículas com energia 300 vezes menor que as que se pretende realmente capturar. Mas, à medida que se instalam mais tanques e telescópios, cresce a probabilidade de se detectarem partículas de altíssima energia – comparável à de uma bola de tênis de

cerca de 100 gramas no momento em que parte de uma saque potente de um tenista profissional, a uma velocidade de 200 km por hora.

Evidentemente, não se tem a menor idéia de quando os detectores e telescópios vão acusar a chegada da primeira dessas partículas. Pode ser a qualquer momento. Já está tudo preparado: nos tanques há sensores e processadores que instantaneamente transmitem as informações sobre os raios que caem na água, por meio de ondas de rádio, para os prédios dos telescópios de fluorescência. E, de lá, os dados dos tanques e dos próprios telescópios seguem por internet para o prédio central do Observatório, já na zona urbana de Malargüe.

Mas os pesquisadores têm de conter a ansiedade porque sabem: os raios cósmicos que pretendem estudar são extremamente raros. “Um dos maiores problemas da pesquisa nessa área”, diz o físico norte-americano Paul Mantsch, gerente do projeto, “é que chega à Terra apenas uma partícula de altíssima energia por quilômetro quadrado por século”. Essa é a razão pela qual se pretende ampliar rapidamente a área ocupada pelos detectores – quanto maior a área, maior a probabilidade de registrar a chegada desses viajantes do espaço. Os 1.600 detectores de superfície e os 30 telescópios de fluorescência que serão instalados até 2004 vão se espalhar por 3 mil km quadrados, o dobro da área ocupada pela cidade de São Paulo.

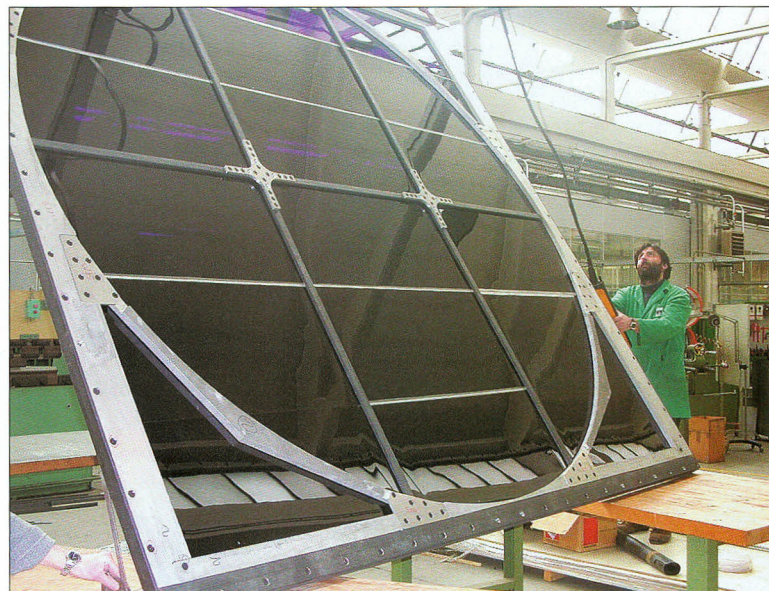
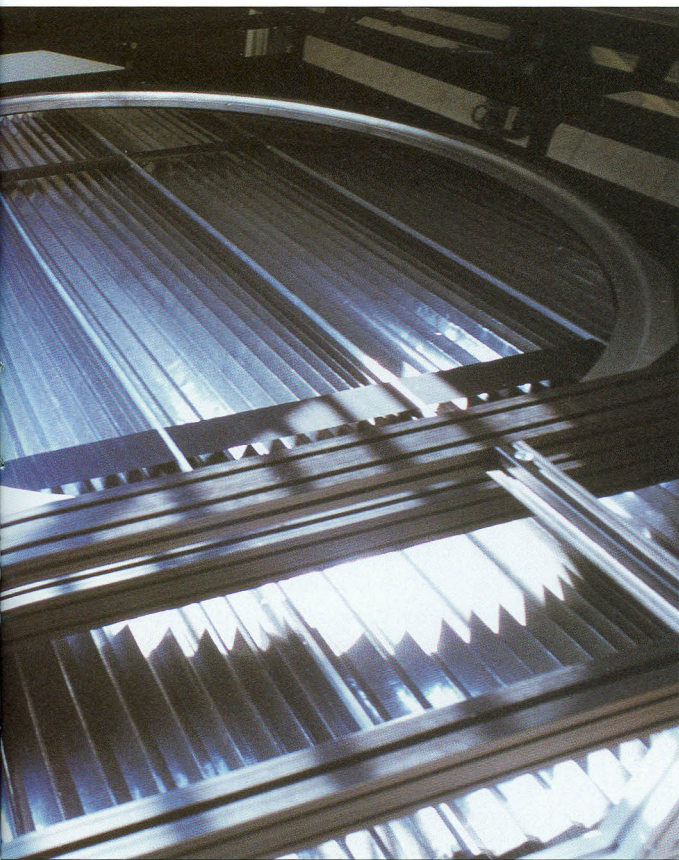
Os tanques – cada um com 3,7 metros de diâmetro e 1,2 metro de altura e, por alguma razão, identificados por nomes de mulheres, como Laura, Carmen, Fabiana e Flávia – são colocados a 1,5 km de distância um do outro em meio a uma vegetação rala, entremeadada por vinhedos e oliveiras. Em meio à imensa planície, quebrada, ao fundo, pela Cordilheira dos Andes, aparentemente próxima, mas na verdade a dezenas de quilômetros de distância, há também uns bois que pastam e, quando se põem ao lado dos detectores, atestam a possibilidade de convivência entre a tradição gaúcha e a ciência do século 21.

MIGUEL BOYAVAN



Comunicando-se em inglês, a língua oficial, mas entendendo-se também em espanhol, embora se ouçam também, mais raramente, conversas intrigantes (será grego, polonês, russo?), quem trabalha nesses campos não perde de vista as metas do cronograma: até julho, devem estar em operação 100 tanques, e o ano deve terminar com 300 deles captando informações sobre as partículas que chegam do céu. Em 2004, terminada a construção do observatório na Argentina, o ritmo frenético de trabalho vai se transferir para os arredores de Millard County, em Utah, nos Estados Unidos, onde será construída a segunda metade do observatório, de modo a se rastrear os raios que chegam também no Hemisfério Norte.

Em cada um dos observatórios, os físicos esperam registrar, por ano, 30 raios cósmicos de altíssimas energias, da ordem de 1020 (o número 1 seguido de 21 zeros) elétrons-Volt (eV, a unidade de medida da energia das partículas atômicas). Até hoje, houve cerca de uma dezena de eventos com energia acima desse patamar, obser-



OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER

Obra internacional: estrutura produzida pela Equatorial (ao lado) vai abrigar lentes da Schwantz e filtros de luz italianos (acima, durante fases de testes)

vados no Akeno Giant Air Shower Array (Agasa), em Akeno, no Japão, e no Fly's Eye Group em Utah, nos Estados Unidos.

“Por estarmos no Hemisfério Sul, teremos o privilégio de observar os raios cósmicos que chegam do centro da Via Láctea”, observa Carlos Ourívio Escobar, professor titular do Departamento de Raios Cósmicos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e representante brasileiro no projeto. Mas não é por terem chegado da região mais densa de nossa galáxia, o centro, que os raios cósmicos tenham se formado aí. Partículas que chegam com tanta energia, supõem os físicos, devem ter sido produzidas em um local relativamente próximo, a cerca de 150 milhões de anos-luz – nos arredores da Via Láctea. “Um dos modelos hoje estudados para explicar os raios cósmicos de altíssima energia”, comenta Escobar, “atribui essa radiação à desintegração de partículas superpesadas, relíquias do Big-Bang aprisionadas nas galáxias vizinhas e na nossa própria que só agora estariam se desintegrando”. As partículas-mães,

portanto, teriam uma idade aproximada de 15 bilhões de anos, a mesma do Universo.

Duas perguntas básicas perseguem os físicos. Uma se refere à origem dos raios cósmicos e a outra, ao fato de serem, numa linguagem mais informal, pacotes ambulantes de energia intensa. Um elétron, que tem normalmente menos de 10 eV, pode ser acelerado até 20 milhões (10<sup>7</sup>) de eV para irradiar e destruir tecidos com câncer – mesmo assim, uma intensidade 120 vezes menor que a das partículas aguardadas na Argentina.

**Mistérios** - Já se tem como certo que os raios cósmicos sejam prótons, um dos elementos do núcleo atômico, quase 2 mil vezes maior que os elétrons. Só não se sabe como é que podem exibir uma energia 100 milhões de vezes superior à das partículas do mesmo tipo produzidas no Tevatron, o mais poderoso acelerador de partículas do mundo, situado no Fermilab, Estados Unidos. “A física teórica não prevê os mecanismos de produção de energia tão alta”, diz Mantsch.

O que se conhece razoavelmente bem é o escândalo que provocam quando chegam à Terra, onde chegam, literalmente, soltando faíscas. Ao colidirem com a atmosfera, numa velocidade próxima à da luz (300 mil quilômetros por segundo), os raios cósmicos iniciam uma cascata de partículas, que se torna maior e mais densa à medida que se aproxima da superfície. As sucessivas colisões com as moléculas de hidrogênio do ar originam partículas de outros tipos, como elétrons, fótons, píons e múons, e produzem uma luz que pode ser observada a distância – os espelhos dos telescópios e os fotodetectores captam essa luminosidade a 20 km do ponto em que foi gerada. Uma cascata de raios cósmicos com energia de 1020 eV origina centenas de bilhões de partículas, cobre cerca de 50 km quadrados e dura cerca de 10 milionésimos de segundo.

Pode-se ter a impressão de que se avançou pouco desde que o físico francês Pierre Victor Auger (1899-1993) relatou, em 1938, o primeiro chuveiro ou cascata de raios cósmicos de alta energia – de 1015 eV, 10 milhões de vezes maior que qualquer outra conhecida na época. Acontece que a pesquisa em raios cósmicos vive um problema dramático: não a rapidez dos fenômenos (nos aceleradores de partículas as colisões têm durações próximas à relatada por Auger), mas a es-

Em operação:  
Los Leones, o primeiro conjunto de telescópios, sensíveis à luz produzida a 20 km, e um dos tanques Cerenkov que se espalham ao pé dos Andes



OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER

casquez de matéria-prima de alta qualidade: quanto maior a energia, mais raras partículas. Se a energia cresce dez vezes, o número de partículas cai 100 vezes. Mantsch, num dos artigos que escreveu sobre o Pierre Auger, fez as contas: os raios cósmicos mais energéticos têm mais de 1019 eV – e somente um deles chega à Terra por quilômetro quadrado por ano. Para as partículas com 1020 eV, o número cai para uma por quilômetro quadrado por século.

Desde já, além dos resultados preliminares, anunciados na Conferência Internacional de Raios Cósmicos realizada em outubro do ano passado em Hamburgo, na Alemanha, há outra forma de avaliar o impacto do obser-

vatório na Argentina – e na própria terra em que toma forma. As obras de infra-estrutura e, depois, a montagem dos tanques absorveram dezenas de operários dispensados pela YPF, uma das maiores empresas da região, que

desistiu da prospecção de petróleo e vai se concentrar apenas nas áreas de exploração já existentes.

Além disso, os cursos de inglês proliferaram em Malargüe, a cidade adquire ares internacionais, com tantos hóspedes de línguas tão diferentes, e seus habitantes, vencida a inibição inicial, expressam hoje o interesse pelo projeto – um dos programas dos finais de semana é visitar a sede do observatório, com tanques e obras de arte. Com o tempo, é provável não apenas que partículas mais energéticas caiam do céu, mas também que a produção de conhecimento científico sobre raios cósmicos seja motivo de orgulho para os habitantes de Mendoza, tal qual os vinhos. •

## O PROJETO

*Observatório Pierre Auger*

### MODALIDADE

Projeto temático

### COORDENADOR

CARLOS OURÍVIO ESCOBAR – Unicamp

### INVESTIMENTO

R\$ 1.884.287,12

## Equipamentos dos quatro cantos do mundo

O Observatório Pierre Auger conta com equipamentos de 19 países: Alemanha, Argentina, Austrália, Bolívia, Brasil, China, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, França, Grécia, Itália, Japão, México, Polónia, Reino Unido, República Tcheca, Rússia e Vietnã. “De modo geral, 80% da contribuição dos países é com componentes”, comenta o físico argentino Carlos Hojvat, vice-gerente do projeto.

Os produtos brasileiros já estão lá faz algum tempo. Desde o início do ano passado, a Alpina, uma empresa de São Paulo, envia os

tanques Cerenkov, em viagens que não levam menos de duas semanas. A Schwantz, de Indaiatuba, fabrica as lentes corretoras, enquanto a Equatorial, de São José dos Campos, vai montar um dispositivo de 2,5 metros de diâmetro que permitirá a regulação automática das lentes dos telescópios e os *shutters* (obturadores), que expõem o telescópio para observação noturna.

A Argentina contribui com a infra-estrutura e com as máquinas para purificação de água. Vai também fabricar uma parte dos tan-

ques e das baterias para os painéis solares que alimentam os detectores de superfície, numa divisão de tarefa com os mexicanos e os norte-americanos. Da Austrália chegam os detectores de nuvens e da França, os dispositivos eletrônicos para os detectores de superfície. Os tchecos enviam os espelhos dos telescópios e os espanhóis, os painéis solares dos tanques. Os detectores de luz fluorescente dos telescópios vão unir câmeras italianas e comandos eletrônicos feitos uma parte pelos ingleses e outra pelos alemães.