



# Cerco no ar, captura na terra

*Observatório deverá  
decifrar partículas  
de altas energias que  
atravessam a atmosfera*

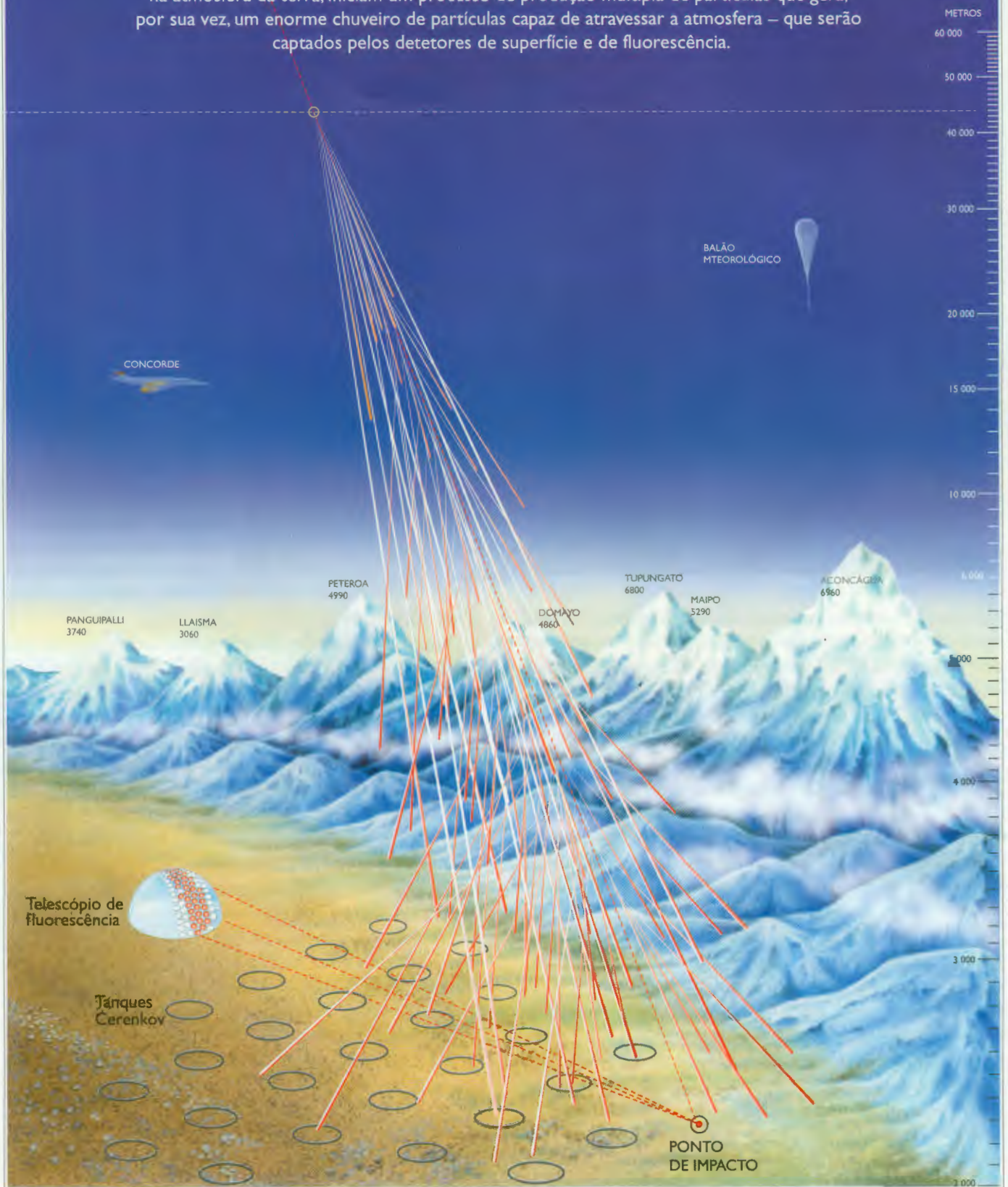
MARILUCE MOURA

**E**m Pampa Amarilla, uma região semidesértica no sul da província argentina de Mendoza, que se estende a oeste até o pé da Cordilheira dos Andes, está nascendo, com participação do Brasil e de duas dezenas de outros países, o Observatório Pierre Auger de Raios Cósmicos. Por ora, apenas uma torre de comunicação, um edifício em início de construção e o primeiro tanque detector anunciam, perto de Malargue, o futuro empreendimento nessa área de baixíssima densidade populacional – só pequenos criadores de bovinos e caprinos animam aqui e ali uma paisagem em que a planície é a regra, desdobrando-se por uma imensidão de 70 por 50 quilômetros, quebrada por pequenas elevações de, no máximo, 60 metros.

Mas, em 2003, nessa região deverão estar espalhados por uma área total de 10 mil quilômetros quadrados, à distância regular de 1,5 quilômetro entre cada um, os 1.600 detectores de superfície do observatório – os chamados tanques Cerenkov. Deverão estar instalados também quatro detectores de fluorescência – os telescópios “olho-de-mosca” –, um dos quais esférico, com 12 espelhos, no lugarejo chamado Los Leones e três semi-esféricos, com seis espelhos, em pontos periféricos nos limites norte, sul e leste do imenso sítio sul do Pierre Auger. A partir daí, o observatório estará completamente equipado para detectar, analisar e interpretar as partículas raras de altíssimas ener-

# A propagação das partículas na atmosfera

As partículas de altas energias, com massa ínfima de  $10^{-27}$  quilogramas e energia (50 joules) equivalente a de uma bola de tênis logo após o saque de um tenista profissional, ao bater na atmosfera da terra, iniciam um processo de produção múltipla de partículas que gera, por sua vez, um enorme chuva de partículas capaz de atravessar a atmosfera – que serão captados pelos detetores de superfície e de fluorescência.





Presidente do Conselho de Colaboração do Pierre Auger por quatro anos, Escobar explica que, ao chegar nos tanques (modelo na foto), as partículas produzem uma radiação azulada que é captada por fotossensores imersos na água



gias que, ao bater na atmosfera da Terra, a uma altura de cerca de 50 mil metros da superfície do planeta, iniciam um processo de produção múltipla de novas partículas que geram um enorme chuveiro de mais de 1 bilhão de partículas a atravessar celeremente a atmosfera.

**O** que se quer com essa caçada de tais partículas? Saber o que elas são e de onde vêm. E se possível, a partir desse conhecimento, compreender algo mais sobre o *big-bang*, a portentosa explosão primordial que, segundo uma das teorias mais aceitas pela física, deu origem ao nosso universo.

Em termos concretos, os cientistas envolvidos no projeto Pierre Auger – que, além do sítio sul, em Mendoza, deverá ter, mais adiante, um sítio norte em Utah, nos Estados Unidos – vão investigar partículas que chegam à Terra na frequência de apenas uma por século, por quilômetro quadrado. São, portanto, agentes de um fenômeno astrofísico raro, que por isso mesmo demandam para sua observação direta, além de uma área com céu límpido, com pouca cobertura de nuvens e quase nenhuma interferência de luz decorrente da atividade humana (que atrapalharia o trabalho dos telescópios), grandes extensões e

equipamentos detectores de superfície em número considerável.

Para ter uma idéia mais clara da raridade do evento, vale observar que, em média, apenas 30 partículas atingem, por ano, a atmosfera sobre a área de 10 mil quilômetros quadrados reservada para o observatório em Mendoza. E uma vez que uma dessas partículas tenha chegado à atmosfera, em apenas 10 (-4) segundos ou, o que é o mesmo, 100 microssegundos, o chuveiro a que elas deram origem atinge a superfície da Terra. Ou seja, além de raro, o fenômeno todo é muito rápido, daí a necessidade também de um sistema lógico de transmissão e análise de informações extremamente preciso e sofisticado como

o que foi concebido para o Pierre Auger.

Mas certamente a característica mais essencial das partículas em questão é que, sendo subatômicas, com uma massa ínfima de 10<sup>-27</sup> quilogramas, elas têm uma energia que alcança 50 joules, algo equivalente à energia de uma bola de tênis de cerca de 100 gramas no momento em que parte do saque potente de um tenista profissional, da categoria do brasileiro Gustavo Kúerten ou, melhor ainda, do suíço Marc Rosset, a uma velocidade em torno dos 200 quilômetros por hora. Assim, não é à toa a fascinação que exercem sobre os físicos: note-se, a propósito, que a energia gerada pela aceleração de partículas dentro do famoso laboratório norte-americano Fermilab, situado em Illinois, a cerca de 60 quilômetros de Chicago, que vem a ser nada menos que o fenômeno mais energético produzido no planeta, é 100 milhões de vezes menor do que a energia das partículas que estão no alvo do projeto Pierre Auger.

Formalmente, a participação brasileira nesse projeto foi anunciada em 17 de julho último, numa cerimônia no Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), presidida por seu diretor (e presidente da FAPESP), Carlos Henrique de Brito Cruz. Em termos financeiros, isso deverá se tradu-

zir, até 2003, num investimento total de US\$ 3,5 milhões. Por enquanto, foram concedidos quase US\$ 2 milhões, dos quais US\$ 1,6 milhão estão sendo aplicados pela FAPESP e US\$ 340 mil pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), através do Programa de Núcleos de Excelência em Pesquisa (Pronex). Da parte da Fundação, conforme detalhou seu diretor científico, José Fernando Perez, US\$ 1 milhão destinam-se a equipamentos (boa parte deles produzida no Brasil) e material de consumo, enquanto US\$ 600 mil são para bolsas de doutoramento e pós-doutoramento para pesquisadores de São Paulo engajados no projeto.

professor no Departamento de Física Nuclear do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), depois de ter passado alguns anos no Departamento de Física Matemática, Escobar pouco tempo depois foi convidado a participar de uma reunião da Associação Física Argentina, em Bariloche, onde a questão do observatório seria discutida.

Foi em Bariloche que, junto com colegas argentinos e brasileiros, Escobar se preparou para liderar o esforço pela implantação do sítio sul do observatório na Argentina. Retornando ao Brasil, procurou Perez, na ocasião já diretor científico da FAPESP, e Lourival Carmo Mônaco,



Um time internacional, sob a liderança de James Cronin (segundo à esq., agachado), toca o projeto do observatório

OBSEVATÓRIO PIERRE AUGER

**M**as se a entrada institucional do Brasil no Pierre Auger é recente, a efetiva participação de pesquisadores brasileiros no projeto vem ocorrendo desde que ele começou a ser mais seriamente formulado. A rigor, o observatório começou a ser pensado em 1992, pelo físico norte-americano James Cronin, ganhador de um Nobel em 1980 (ver entrevista na página 36). Logo em seguida, Cronin obteve o apoio de um colega escocês, Allan Watson. Em 1994, tornou-se claro que o observatório teria de ser muito grande e dispor de tecnologia avançada, o que exigia cooperação internacional – e nesses termos, organizou-se uma reunião de trabalho em Paris. Em julho de 1995, nova reunião, de cerca de dez pessoas, no Fermilab. Ali se encontrava um entusiasmado físico brasileiro, Carlos Escobar, hoje professor titular do Departamento de Raios Cósmicos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Originário, como Cronin, da comunidade dos físicos de aceleradores de partículas, e àquela altura

então presidente da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), para sondar as possibilidades de apoio institucional ao projeto. “Imaginávamos, naquele momento, que a participação brasileira no projeto teria de ser da ordem de US\$ 10 milhões, até porque o Menem (Carlos Menem, então presidente da Argentina) acenava àquela altura com uma oferta de US\$ 15 milhões para a implantação do observatório em seu país”, lembra Escobar. Apesar da cifra um tanto espantosa, que terminou se revelando bastante superdimensionada, como de resto se mostraram muito fora das reais possibilidades argentinas os acenos de Menem, Escobar recebeu estímulos, nas duas agências de fomento, para ir tocando adiante o projeto. Ele faz questão de ressaltar o apoio que também recebeu do físico Oscar Sala, ex-presidente da FAPESP. “As pessoas compreendiam o alcance que o projeto poderia ter para a pesquisa, e até para a indústria brasileira, já que os recursos seriam gastos em sua maior parte no país”, comenta. Escobar explica que uma cláusula do projeto do observatório estabelece que no máximo 20%



**Numa imensa área semi-desértica, na província de Mendoza, serão instalados os tanques e telescópios do observatório**

dos investimentos de cada país destinam-se a fundos comuns do empreendimento.

Em novembro de 1995, “com a lição de casa bem feita”, um grupo de 20 argentinos e brasileiros, entre os quais, além de Escobar, estavam Ronald Shellard, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), do Rio de Janeiro e Armando Turtelli Jr., da Unicamp, seguiu para uma reunião na sede da Unesco, em Paris, onde seria decidido, entre outras coisas, o local para o sítio sul do Pierre Auger. A Argentina dispunha de três diferentes locais, enquanto Austrália e África do Sul dispunham cada uma de um local, todos já visitados por um search team integrado por um francês, um inglês e um norte americano. Para encurtar a história, com condições objetivas de fato melhores e uma torcida bem organizada (na reunião só havia dois cientistas australianos e dois da África do Sul), a Argentina terminou ganhando a parada, com a área de Mendoza. A lamentar apenas que a escolha da Argentina tenha afastado temporariamente o Japão do projeto, sob alegação da grande distância entre

os dois países. Há uma possibilidade em aberto de ele participar do sítio norte, que deverá ser em Utah, conforme decisão tomada em 1997 e cuja implementação está, na verdade, condicionada à demonstração, no sul, de que a concepção técnica geral do observatório é boa.

Outro resultado da reunião em Paris foi a escolha de Escobar como *chairman* do *Colaboration Board* do projeto por dois anos, função para a qual foi reconduzido uma vez – desde setembro do ano passado, o cargo é ocupado pelo físico francês Murat Boratav.

**D**esde a reunião de novembro de 1995, o projeto andou muito. Hoje estão instalados na área do observatório dois tanques, outros 18 deverão seguir para lá até o final de setembro e, se tudo correr conforme o cronograma, em novembro já serão 40. São todos produzidos pela Alpina Termoplástica Ltda., uma empresa paulista instalada no bairro do Jabaquara, na capital, que pode ser situada entre pequena e média (100 empregados), pertencente a um grupo familiar que começou a se formar em 1953, a partir da Alpina Equipamentos Industriais Ltda. “Estamos muito orgulhosos de trabalhar para esse projeto”, diz o gerente geral da empresa, Estéban Peres, um espanhol de Madrid que há 45 anos trabalha para o grupo. “Fomos escolhidos para fazer o trabalho por

cientistas que visitaram várias outras empresas em outros países. Se concluíram que tínhamos capacidade de realizá-lo, é porque estamos de algum modo na vanguarda tecnológica nessa área”, completa ele.

Os tanques, em resina especial, têm 3,60 metros de diâmetro e altura de 1,20 metro, na parte do reservatório de 12 mil litros de água. Considerando-se também a estrutura de reforço da parte superior, a altura total alcança 1,60 metro. O que acontece nesses tanques quando as partículas atingem a água é, primeiro, a produção de uma radiação azulada, que é captada por fotossenso-

partícula que entra na água é maior do que a velocidade da luz na água, a captação da radiação nesse meio é muito mais eficiente”, diz Escobar.

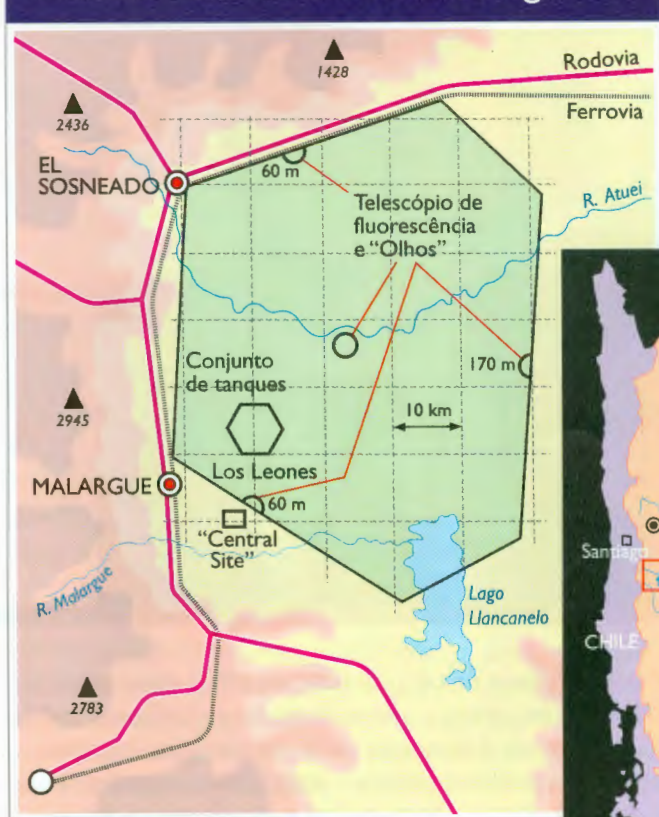
**M**as é a combinação entre os dois processos de detecção a grande sacada do projeto Pierre Auger. Porque se as partículas de um chuveiro entram, em determinado instante num tanque, há ali uma única informação, de alta precisão, enquanto em algum dos telescópios que olham para dentro da área do observatório vai se encontrar uma medida mais contínua da radiação do chuveiro, refletindo o acompanhamento do fenômeno em vários pontos, ao longo de seu percurso de 30 quilômetros. E, mais que isso, há uma “conversa” entre os dois sistemas intermediada por um sistema lógico. Como? Primeiro, os fotossensores do tanque mandam sinais para um sistema lógico do próprio tanque e, se os pontos de radiação superarem um determinado limiar, esse sistema alerta o sistema central de computação, que

distribui a informação para o telescópio e para outros tanques. Já no telescópio, se seus fotossensores dispararem e três deles formarem um padrão geométrico razoável, também ocorre o envio de informações para o sistema central e daí para os tanques. Posteriormente, na área de processamento de dados, coordenada por Shellard, o evento será analisado e, se for o caso, guardado. “Mas de modo geral nosso database ficará mais ocupado com eventos de calibração do que com eventos físicos”, prevê Escobar.

Mas a grande questão que persiste para quem não é do ramo é por que os físicos acreditam que essa observação poderá levá-los a saber o que são e de onde vêm as partículas de altíssimas energias. Bem, eles acreditam que as partículas em questão não são fótons, são matéria: têm massa e carga elétrica. Portanto, em princípio seriam desviados pelos campos eletromagnéticos que permeiam o

universo. Mas esses campos são fracos e a energia das partículas, ao contrário, imensa. Assim, parece difícil tal desvio, e as partículas provavelmente mantêm sua rota, que talvez seja possível investigar até uma distância de 300 milhões de anos luz. Ao fim dessa rota talvez estejam colisões de galáxias, núcleos ativos de galáxias ou, mais provavelmente, matéria escura, relíquias do *big-bang* aprisionadas no halo da galáxia, massa escura escondida no universo. Por ora, ninguém sabe. Os físicos do Pierre Auger querem saber.

### Área do observatório Pierre Auger Sul



SIMÃO J. B. CANCADO



res imersos nessa água. Trata-se de uma radiação diferente daquela produzida na atmosfera, passível de ser captada pelos telescópios, porque neste caso as partículas excitam as moléculas de nitrogênio, em seguida elas sofrem uma “desexcitação” e aí é que emitem uma luz que sai em todas as direções, com intensidade equivalente à de uma lâmpada de 5 wats, que percorre a atmosfera à velocidade da luz, a 30 quilômetros de distância. Trata-se, assim, de um processo atômico. Já na água, explica Escobar, “a partícula provoca uma modificação das propriedades dielétricas do líquido, e é coletivamente que suas moléculas vão emitir a radiação”. E aí trata-se de uma radiação muito mais intensa, com quantidade muito maior de fótons e direção cônica, como uma onda de proa. “Como a velocidade da