



# Uma pergunta 'capciosa'

**RONALD CINTRA SHELLARD**

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)

UMA PERGUNTA 'CAPCIOSA' – "ONDE POSSO TOMAR UMA CERVEJA?" -- FOI DECISIVA PARA TRAZER PARA A AMÉRICA DO SUL UM DOS MAIORES PROJETOS CIENTÍFICOS DA ATUALIDADE. PARA ISSO, PESQUISADORES BRASILEIROS E ARGENTINOS JUNTARAM FORÇAS E COMPETÊNCIAS. O RESULTADO FOI A INSTALAÇÃO, NA ARGENTINA, DO OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER, QUE INVESTIGA A ORIGEM DAS PARTÍCULAS MAIS ENERGÉTICAS CONHECIDAS PELA CIÊNCIA, OS CHAMADOS RAIOS CÓSMICOS. AGORA, CIENTISTAS DOS DOIS PAÍSES UNEM-SE NOVAMENTE PARA A EXECUÇÃO DO AMIGA, UM NOVO DETECTOR QUE SERÁ PARTE DO AUGER.



A construção do Observatório Pierre Auger Sul foi completada em junho deste ano na Argentina. Foram 13 anos desde o início do projeto. Temos mais de 1,6 mil estações de registro de raios cósmicos espalhadas por cerca de 3 mil km<sup>2</sup>, em uma região plana, 400 km ao sul da cidade de Mendoza, aos pés dos Andes. Essa rede de estações tem ainda quatro ‘olhos’ especiais, telescópios que registram o brilho ultravioleta dos raios cósmicos quando atravessam a atmosfera.

Raios cósmicos são núcleos atômicos que vêm do espaço e, a todo instante, penetram a atmosfera da Terra. Mesmo ao nível do mar e dentro de edifícios, nosso corpo é atingido, a cada segundo, por centenas dessas partículas, que estão entre as mais energéticas conhecidas. O choque delas contra os núcleos dos elementos químicos do ar cria um ‘chuveiro’ de milhões, bilhões de partículas que chegam ao solo. Quanto mais energético o raio cósmico, mais raro ele é. No caso dos chamados ultra-energéticos, cada km<sup>2</sup> da superfície da Terra só re-

cebe uma ‘chuveirada’ a cada século! Daí a necessidade de um observatório para o estudo dessas partículas ter dimensões gigantescas.

Antes mesmo de ser finalizado, o Auger fez uma descoberta que ganhou as manchetes da mídia mundo afora. Pela primeira vez – desde que, há quase 100 anos, o físico austríaco Victor Hess (1883-1964) provou que os raios cósmicos vinham do espaço –, foi possível estabelecer uma correlação entre os raios cósmicos de altíssima energia e fontes astrofísicas. Mostramos que a direção de origem desses raios está associada a galáxias de um tipo especial, que têm gigantescos buracos negros em seu centro, onde há uma intensa atividade, gerando muita energia. Nossa galáxia também tem um buraco negro em seu centro, com uma massa milhões de vezes superior à do Sol; no entanto, ‘nosso’ buraco negro está, aparentemente, sossegado.

A construção do Auger, uma história que começou em 1995, foi um feito fantástico. Eu havia ido ao Fermilab,

o imenso acelerador de partículas perto de Chicago (Estados Unidos), tratar de uma conferência sobre computação em altas energias que estava sendo organizada no Rio de Janeiro pelo pesquisador Alberto Santoro (então, no CBPF). Eu o ajudava nessa empreitada. Passávamos por um corredor quando vi um anúncio de um grupo de trabalho sobre raios cósmicos de energias altas. Fomos dar uma olhada. Nele, havia dois argentinos, ambos com o prenome Alberto, Etchegoyen e Filevich, argumentando que o lugar ideal para construir um observatório para estudar esses raios cósmicos seria na Argentina. Isso nos deixou em alerta, pois, caso a proposta se materializasse, seria interessante um grupo brasileiro participar.

## Homenagem a Pierre Auger

Era julho. E em setembro os argentinos convidaram um grupo de físicos brasileiros, experimentais de altas energias, para ir a Bariloche discutir o projeto. Na época, o projeto já havia sido batizado Auger, homenagem ao físico francês Pierre Auger (1899-1993), um dos pioneiros da área de raios cósmicos e o descobridor dos ‘chuveiros’ de raios cósmicos, que os físicos denominam chuveiros atmosféricos extensos. A ideia de homenagear Auger foi do norte-americano James Cronin, o grande inspirador do projeto e Nobel de Física de 1980, que tinha uma esposa francesa e grande admiração pelos franceses.

A reunião de Bariloche entusiasmou os brasileiros. Eu, na época, estava integralmente envolvido com o ex-

perimento Delphi, um dos detectores então em funcionamento no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (Cern). Achava que meu papel seria mais o de estimular cientistas mais jovens a tomar a dianteira no Auger. No início de dezembro de 1995, foi programada uma reunião na sede da Unesco, em Paris, onde estariam representantes de todos os grupos de pesquisa interessados no projeto. Ninguém do CBPF se dispôs a ir a Paris, e tive que fazer o ‘sacrifício’ (pode soar pedante, mas não era minha intenção ir a Paris na época).

A viagem (com passagem paga pelos argentinos) mudou minha vida. Na reunião, estava outro físico brasileiro, Carlos Escobar, hoje na Universidade Estadual de Campinas (SP). O objetivo da reunião era formalizar a colaboração Auger, dar forma a ela e escolher o sítio onde iríamos iniciar o projeto. Havia um compromisso com as agências de fomento norte-americanas de que a construção do Auger seria iniciada pelo hemisfério Sul, pois o projeto já previa um observatório no Sul e outro no Norte. A razão é que não havia nenhuma observação experimental sobre raios cósmicos de energia altíssima no hemisfério Sul. Na década de 1970, uma rede de detectores foi instalada na Austrália, mas teve resultados decepcionantes, pois os equipamentos estavam dispostos de modo muito esparsos. Ao final, foram coletados poucos dados.

Uma equipe do Auger já havia visitado vários sítios com potencial para hospedar o projeto e tinham recomendado três alternativas: na Austrália, na África do Sul e na Argentina. Os representantes de cada um desses países estavam lá para defender seus locais para o projeto. O sítio da Austrália não tinha muitas chances, pois, além da distância aos outros países, tinha um problema adicional: era um local de treinamento da Força Aérea (a

SEDE DO OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER,  
EM MALARGÜE, ARGENTINA



FOTO RONALD SIELIARO



FOTO OBSERVATÓRIO HENRI AUGER / DIVULGAÇÃO

MALARGÜE OFERECE BOA COMIDA E BEBIDA A SEUS VISITANTES. NA IMENSIDÃO DOS PAMPAS ARGENTINOS (À DIREITA), A CONSTRUÇÃO ABRIGA UM DOS CONJUNTOS DE TELESCÓPIOS QUE REGISTRAM O BRILHO ULTRAVIOLETA DOS RAIOS CÔSMICOS

perspectiva de uma bomba, por acidente, destruindo um detector não era muito atraente).

O grande trunfo da Argentina era a existência de uma comunidade científica local forte, que, aliada à brasileira e ao parque industrial do Brasil, tornava-se uma alternativa muito atraente. Os sul-africanos tinham como trunfo uma carta do Nelson Mandela, então presidente daquele país, dirigida à colaboração, chamando a atenção de que o Auger poderia ser importante para o renascimento da física na África do Sul. Os argentinos também traziam uma carta de seu presidente (cujo nome hoje preferem esquecer e cuja imagem não tinha o apelo emocional da de Mandela). Nós, brasileiros, que estávamos completamente alinhados com os argentinos, começamos a ficar preocupados.

## Onde se pode tomar uma cerveja?

O golpe final nas pretensões sul-africanas foi dado por uma gaiatice minha. Quando o representante sul-africano acabou sua apresentação, estava claro que o sítio deles reunia condições excelentes, tão boas quanto aquelas apresentadas pela Argentina. Mas tinha um (grande) problema. Levantei a mão e perguntei: “Onde é que se pode tomar uma cerveja no local?” O sul-africano ficou meio desconcertado. Quando se recompôs, respondeu algo assim: “Hããã... Há um boliche a cerca de 60 km dali!” Virei-me para o Etche-

goyen e disse: “Ganhamos!” (detalhe: em Malargüe, bebesse uma cerveja ou, melhor ainda, um Malbec excelente, do outro lado da rua, em frente à sede do Auger!).

Na verdade, ganhamos porque argentinos e brasileiros formam uma comunidade significativa e experiente de físicos, e há uma indústria sofisticada nos dois países. Mas o apelo emocional de Mandela fez muita gente obliterar sua avaliação racional.

Logo depois da reunião de Paris, tivemos outra para discutir onde seria construído o Auger. Isso ocorreu em um hotel, o Valle Grande, muito acolhedor e com uma comida excelente, à beira de um rio apropriado para canoagem, perto da cidade de San Rafael, na Argentina. Nessa ocasião, fui exposto ao céu noturno da região de forma um tanto embaraçosa. Era noite, e, no meio do caminho do aeroporto de Mendoza ao hotel, o ônibus quebrou. Descemos todos. Virei para um amigo norte-americano e comentei sobre o azar de termos uma noite um tanto ‘enevoada’. Ele olhou-me perplexo: “Como enevoada? Isto é a Via Láctea!”, disse. Pura estupidez minha, pois, quando escolhemos a região ao sul de Mendoza, a motivação foi dada pelas características da região, muito plana e com uma atmosfera com pouco aerossol e praticamente sem poluição luminosa. O céu lá é muito limpo (em poucas regiões do Brasil tem-se uma visão tão cristalina e comparável das estrelas).

Na reunião de Valle Grande, decidimos que o Auger Norte seria nos Estados Unidos. Não foi uma decisão fácil. Havia, além da norte-americana, uma proposta para construí-lo no México, na fronteira com o Texas, e outra de instalá-lo na Espanha (que se **mostrou inviável, em fun-**

FOTO OBSERVATÓRIO HENRI AUGER / DIVULGAÇÃO



ção da poluição visual e da densidade populacional do local escolhido). Na primeira rodada de discussões, houve empate entre os Estados Unidos e o México; na seguinte, o desempate favoreceu a proposta norte-americana.

Originalmente, o observatório seria construído no estado de Utah, mas depois foi proposto (e aprovado) o do Colorado, onde há mais área disponível para o projeto. Essa decisão acabou sendo mais importante do que nos demos conta inicialmente. Uma das principais conclusões que extraímos da operação do Auger na Argentina foi a de que, apesar de a área ocupada por ele ser enorme (3 mil km<sup>2</sup>), o observatório ainda é muito pequeno. A razão é que o fluxo de raios cósmicos que era previsto quando o projeto foi formulado, com base em medidas preliminares feitas por outros experimentos, revelou-se muito menor.

Por mais paradoxal que possa parecer, nossa frustração com o fluxo de raios cósmicos implica uma descoberta científica importante. Logo após a descoberta da radiação cósmica de fundo do universo (um tipo de ‘eco’ tênue do *Big Bang*, a explosão que deu origem ao universo), pelos físicos norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson, em 1964, outro norte-americano, Kenneth Greisen (1918-2007), e de modo independente os soviéticos Georgiy Zatsepin e Vadim Kuz'min, previram que essa radiação fóssil funcionaria como um ‘freio’ para os raios cósmicos. Assim, somente os raios cósmicos originados em regiões dentro de um raio de cerca de 100 megaparsecs – uma distância equivalente a cerca de 100 vezes aquela que separa a Via Láctea de Andrômeda, a galáxia mais próxima à nossa – chegariam até nós com energia integral (aqueles criados fora desse raio teriam sua energia dissipada ao longo do caminho). Essa previsão, feita há mais de 40 anos, estabelece com precisão quando esse efeito, chamado de corte de GZK, em homenagem aos seus idealizadores, passa a atuar. É exatamente onde vemos uma diminuição acentuada no fluxo de raios cósmicos que chegam à Terra.

TANQUES DAS ESTAÇÕES DE REGISTRO DE RAIOS  
CÓSMICOS NO OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER



FOTO RONALD SRELLARD

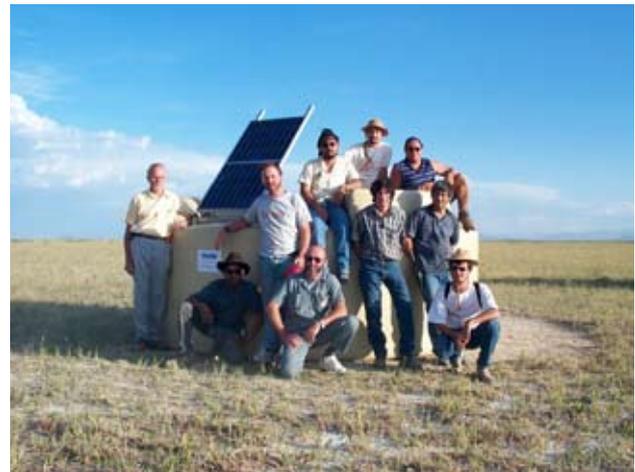


FOTO OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER / DIVULGAÇÃO

DETECTOR TERRESTRE DE RAIOS CÓSMICOS COM A ASSINATURA DE PESQUISADORES E TÉCNICOS DO OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER. À DIREITA, PARTICIPANTES BRASILEIROS E ARGENTINOS DO PROJETO POSAM AO LADO DE UM DETECTOR DE RAIOS CÓSMICOS

Precisamos de uma área ainda maior que a que temos na Argentina, para medir as características dos raios cósmicos além do corte de GZK. Para isso, preparamos a construção de um observatório sete vezes maior que o do Sul, ou seja, com cerca de 20 mil km<sup>2</sup>, um terço da área do estado do Rio de Janeiro. Não será fácil. Mesmo cortando os custos de cada detector, usando tecnologia mais barata que a empregada no Auger Sul, o projeto irá custar, pelo menos, R\$ 120 milhões, 2,5 vezes mais que o observatório em Mendoza.

## O programa Amiga

O projeto do Auger Norte não é o único em nossa pauta. Já está bem avançado um programa para estender a sensibilidade do observatório para energias um pouco mais baixas. A motivação está na estrutura rica dos raios cósmicos na região de sensibilidade do Auger. É uma região onde há transições entre regimes galácticos e extragalácticos, nos quais a natureza dos raios é também rica. Há dados produzidos por detectores que operaram anteriormente nessa faixa, o que é bastante útil para estabelecermos comparações. Um desses programas, o Amiga (sigla, em inglês, para algo como Rede Gigante do Auger para Múons), foi concebido graças ao apoio dado pela Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) à colaboração Argentina-Brasil.

Reunimos, por uma semana, no CBPF, um grupo de estudantes e pesquisadores brasileiros e argentinos para

projetar o sistema Amiga, usando, para isso, simulações intensivas. Foi um exercício interessante, sem hierarquia nas discussões, e a contribuição dos estudantes foi essencial para o sucesso do projeto. Depois, fizemos reuniões em Buenos Aires e passamos à etapa de convencer nossos colaboradores a incorporar esse projeto como parte do Observatório Auger. No momento, testamos e damos início à construção desse detector.

Há razões científicas bem fortes para expandir o observatório em Mendoza, para termos exposição equivalente entre o Sul e o Norte. Sabemos que há fontes para os raios cósmicos de mais alta energia no hemisfério Sul. A área que ocupamos hoje não tem muito espaço para expansão, talvez possamos aumentá-la em 50%, mas isso é insuficiente para nossos propósitos. Já identificamos um local ideal situado ao norte de São Rafael e ao sul de Mendoza (no Google Earth, as coordenadas são 33°58'S e 67°30'W; a propósito, a sede atual do observatório está em 35°25'48''S e 69°35'W). É uma região com mais de 20 mil km<sup>2</sup>, com uma variação de altura menor que 100 m.

Em contraste com o estereótipo com que o argentino é apresentado no Brasil, a população de Malargüe, onde está o Auger, sempre foi muito gentil, simpática e hospitaleira. Há muitos anos, levei meu filho (então com 17 anos de idade) para uma reunião da colaboração, que durou uma semana. No primeiro dia, pegou seu violão e foi sentar-se na praça principal da cidade. Em pouco tempo, já era amigo de vários jovens locais. Naquela semana, foi homenageado pela juventude do local.

Todos os colaboradores do Auger consideram Malargüe sua segunda casa.

FOTOS OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER / DIVULGAÇÃO