

# No rastro das primeiras estrelas

Marcos Pivetta e Ricardo Zorzetto

**A** paulistana Beatriz Barbuy é uma das vozes mais influentes da astrofísica brasileira e uma das cientistas nacionais mais produtivas. Ao longo de uma carreira que ultrapassa três décadas, a professora titular do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP) publicou cerca de 210 artigos em revistas científicas internacionais, que foram alvo de citação em 8 mil trabalhos de pesquisadores. Especialista na caracterização química de populações estelares, em especial de estrelas velhas e frias, Beatriz identificou algumas das estrelas mais antigas da Via Láctea, com idade de 12,5 bilhões de anos. Entre dezembro de 1976 e janeiro de 1982, passou cinco anos na França, onde foi uma das primeiras brasileiras a fazer doutorado em astrofísica. O período no Observatório de Paris, no grupo chefiado por Roger Cayrel, marcou definitivamente sua carreira. “O doutorado era mais pesado do que aqui e era preciso publicar vários artigos”, relembra a pesquisadora, que, desde 2006, é membro da Academia de Ciências da França. “Tive de aprender a trabalhar.”

Articulada e bem-sucedida, Beatriz ocupou cargos importantes no Brasil e no exterior. De 2003 a 2009 foi, por exemplo, vice-presidente da União Astronômica Internacional (IAU, na sigla em inglês) e teve significativa participação na escolha de 2009 como o Ano Internacional da Astronomia. Além de fazer ciência propria-

## ESPECIALIDADE

Astrofísica estelar e extragaláctica

## FORMAÇÃO

Universidade de São Paulo (graduação e mestrado)

Universidade Paris VII / Observatório de Paris (doutorado)

Observatório Lick (pós-doutorado)

## INSTITUIÇÃO

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo



mente dita, também esteve à frente de iniciativas nacionais que construíram instrumentos para consórcios de telescópios dos quais o Brasil é sócio e tem tempo de observação, como o Observatório Austral de Pesquisa Astrofísica (Soar), no Chile. A astrofísica sempre defendeu a ideia de que o Brasil deveria ser sócio de um dos três projetos de grandes telescópios, com espelhos entre 30 e 40 metros, que estão sendo gestados para o início da próxima década e podem levar a astronomia a um novo patamar. Em dezembro de 2010, o governo federal optou por se tornar membro do Observatório Europeu do Sul (ESO), consórcio de 14 países do Velho Mundo que conta com observatórios no Chile, inclusive o maior de radioastronomia do mundo, o recém-inaugurado Alma (ver reportagem na página 32). O ESO planeja construir o maior telescópio óptico baseado em terra firme, o European Extremely Large Telescope (E-ELT), no início dos anos 2020.

Nesta entrevista, a pesquisadora fala de sua trajetória pessoal, de suas pesquisas com estrelas e de por que é a favor da entrada do Brasil no ESO, cujo acordo de adesão se encontra agora no Parlamento nacional para ser ratificado. “Sem o ESO, não temos futuro, pois, para uma comunidade fazer boa ciência, é necessário ter acesso a um grande número de instrumentos que tenham bom desempenho. Os americanos não têm uma estrutura parecida”, afirma Beatriz.

### **Como surgiu a ideia de se tornar cientista?**

Foi com 16 anos. Li o livro *Um, dois, três... Infinito*, do George Gamow. Estava no primeiro ano do clássico e decidi que iria para o científico. Nem avisei meus pais. Tive de estudar muito para acompanhar porque não tive o primeiro ano do científico. A partir daí, nunca mais parei de trabalhar. Tem também outra coisa. Quando era pequena, na minha casa, na rua Groenlândia [no Jardim Paulista,

cidade de São Paulo], tinha uma ameixeira. Meu galho ficava lá em cima. Meus irmãos pegaram os galhos mais grossos, mais embaixo, e sobrou para mim aquele lá de cima. Eu chegava da escola, subia lá e ficava olhando o céu. Não sei se teve influência, mas dos 6 aos 10 anos eu fazia isso. Pensei em fazer psicologia ou línguas. Li a obra inteira do Freud, que minha mãe havia retirado na PUC [Pontifícia Universidade Católica] e pensei: “Vou pirar se fizer só isso”. Só entendi algumas partes. Mas achei que podia estudar psicologia por outras vias. Li muito, até hoje leio, e me interessei pelo tema. Línguas, também poderia aprender por outras vias, como de fato fiz, embora não seja *expert* em nenhuma.

## **Nunca imaginei fazer outra coisa que não fosse seguir uma carreira intelectual**

### **O que seus pais faziam?**

Eram professores de filosofia, os dois. Meu pai na USP e minha mãe na PUC. Tiveram muita influência sobre minha formação. Nunca imaginei fazer outra coisa que não fosse seguir uma carreira intelectual. Via meu pai trabalhando a noite inteira, minha mãe dava aulas. Além disso, meu irmão mais velho, que fazia o científico, era muito mais animado do que minhas colegas de clássico. Isso também influenciou. E eu gostava de matemática. Então achei que estava perdendo meu tempo no clássico.

### **Logo depois de ler o livro pensou em ser astrofísica?**

O livro falava de ilhas no Universo, de um telescópio não sei onde que partilhava o tempo. Perguntei para alguém como podia ser astrofísica e me disseram que tinha de estudar física. Entrei na USP, sempre com esse objetivo.

### **Tinha poucas mulheres na sua turma?**

Até que não eram tão poucas. O problema é que havia a ditadura. Entrei e o Mário Schenberg foi preso. Um professor que ia dar aula foi preso. Outro colega sumiu, essas coisas. Isso tirou muito o impacto do curso. Os banheiros não tinham fechadura. Isso foi entre 1969 e 1972, quando o regime ficou duro para valer. Trabalhei um período com computação, mas depois voltei para o que eu queria. Havia o IAG, que ainda ficava na Água Funda, e tinha um grupo de astronomia lá. No último ano da Física fui lá conversar, mas a astronomia estava começando. Fiz o mestrado na USP, mas as coisas melhoraram quando fui fazer doutorado no Observatório de Paris, em 1976. Minha carreira estava bem no início e foi importante ter ido para a França. Fui com bolsa do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] e tive também uma bolsa do consulado da França. Embora pequenas, as duas permitiram que eu estudasse.

### **O sobrenome Barbuy é de origem francesa?**

É francês, mas meu bisavô veio da Itália para o Brasil. Na Itália escrevem Barbuy com I no lugar do Y. Em princípio, os Barbuy foram para a Itália com Napoleão, mas ninguém sabe direito. Minha irmã, que trabalha no Museu Paulista, encontrou um documento de 1758 de um Barbuy, com trema no Y, no norte da França. Era um padre católico.

### **No Observatório de Paris a senhora foi trabalhar com Roger Cayrel?**

Os contatos foram feitos por Lício da Silva, do Observatório Nacional, com Roger e Giusa Cayrel, que estavam de partida para o Havaí, onde trabalha-

riam na construção do telescópio Canadá-França-Havaí. A Monique Spite, que estava voltando de longa estadia no Chile, aceitou ser minha orientadora. O grupo todo é excepcional, tanto que estão produzindo até hoje.

### **Qual era o tema de sua pesquisa?**

Eu queria trabalhar com evolução química e fazer observações. Fiquei cinco anos na França. O doutorado era mais pesado do que aqui e precisava ter vários artigos publicados. Foi muito legal porque era um grupo que tinha várias personalidades. A Monique era bem prática. Tudo o que era complicado ela reduzia a uma única instrução e o Roger tinha um nível incrível, demorei uns 10 anos para conseguir entender o que ele falava. Era um grupo com bastante gente em torno, com trabalho de observação de estrelas. Tive de aprender a trabalhar. Aqui o aluno às vezes nem aparece todo dia. Lá todo mundo trabalha todo dia por não sei quantas horas e você se dá conta de que está numa das profissões mais sérias. Astrofísica é interessante. Há a teoria – tem que ler bastante –, mas também tem os dados. Quando você está cansado da teoria, trabalha nos dados. Essa diversidade de coisas ajuda a trabalhar várias horas.

### **Seu primeiro artigo foi sobre o quê?**

Era sobre uma estrela velha do halo da Via Láctea, a HD 76932. Determinei a sua abundância de elementos pesados e a temperatura com espectroscopia estelar. Na minha área, elementos pesados são aqueles mais pesados que o ferro, como o cério e neodímio. O interessante de ter um artigo publicado é que você aprende a escrever. Saí na *Astronomy and Astrophysics*, uma revista europeia, hoje editada em conjunto com Brasil, Chile e Argentina.

### **A senhora continua nessa mesma linha de pesquisa até hoje.**

Na mesma. Aprendi uma *expertise* e acredito que é preciso ter *expertise* pa-

ra ser um bom pesquisador. Tem gente que não tem, pega umas imagens e sai olhando para tudo. É preciso alguns anos para ser bom. Como trabalhei com um grupo muito bom, essa é a força da minha pesquisa.

### **De onde veio a ideia de estudar a evolução das estrelas da Via Láctea?**

Foi durante o mestrado provavelmente que me interessei por essa parte de evolução química. Quanto ao tema das estrelas frias de baixa massa, foi ideia do Roger, pai do grupo. Martin Schwarzschild, que era muito conhecido nessa área de evolução estelar, estava em Paris nos anos 1950 e falou para o Roger que, se ele quisesse estudar formação

de estrelas da galáxia. A primeira geração era bem massiva. Por que as primeiras estrelas tinham altas massas? Porque não havia metais para resfriá-las. Provavelmente as primeiras eram todas de alta massa. Esfriar é importante para que haja condensação e as nuvens de gás possam ir se fragmentando. Com isso, nuvens menores darão origem a estrelas menores.

### **O que é uma estrela fria?**

Estrelas com temperatura abaixo de 7 mil graus Kelvin, que são a maioria.

### **O que ocorre nessas estrelas mais frias?**

Estão convertendo hidrogênio em hélio no núcleo se forem anãs ou em suas camadas mais externas. Uma das contribuições mais conhecidas do Schenberg diz respeito às estrelas anãs, como o Sol. Quando tiver queimado 10% do seu hidrogênio em hélio, o Sol vai se expandir e virar uma estrela gigante.

### **Essas estrelas em geral têm que idade?**

As estrelas velhas de baixa massa do halo têm mais ou menos 13 bilhões de anos. Um dos objetivos é descobrir quais são as primeiras estrelas de alta massa com os telescópios terrestres gigantes que estão sendo planejados e com o futuro telescópio espacial James Webb.

### **A senhora sempre trabalhou com estrelas da Via Láctea?**

Trabalhei também com estrelas de galáxias próximas, do chamado grupo local, como as Nuvens de Magalhães. As estrelas de galáxias mais distantes são mais fracas, não dá para observar. Talvez dê para ver um aglomerado de estrelas, que pode ser observado bem de longe por seu alto brilho. Mas com espectroscopia de alta resolução ainda não dá. Uma das ideias é fazer isso com os telescópios gigantes. Também tenho alguns artigos sobre populações estelares em galáxias elípticas, que se estuda usando sua luz integrada. Formei três alunos nessa linha.

**Sempre me interessei por elementos químicos. É uma área que mistura física atômica, química**

e evolução da galáxia, tinha de estudar estrelas de baixa massa. Esse palpite fez toda a diferença. Essas estrelas são muito velhas, se formaram quando a galáxia surgiu. Então quando as observamos, estamos observando o início da galáxia. As estrelas de mais alta massa explodem logo. As que observamos hoje são jovens. Nas de baixa massa existe o que existia quando a galáxia se formou. Em geral, os elementos químicos encontrados na superfície dessas estrelas refletem o material original da galáxia, como a baixa concentração de ferro. Estrelas bem pobres em metais são a primeira geração de estrelas de baixa massa. Mas elas não são a primeira ge-

### ***As estrelas da Via Láctea que a senhora estuda estão exatamente onde?***

Primeiro, estudei as estrelas do halo [região esférica que envolve a galáxia e contém gás rarefeito e estrelas muito antigas], mais fácil de serem vistas. Nos anos 1980 começou a discussão de qual seria a primeira geração de estrelas, que deve ser mais pobre em metais. Minha tese foi sobre estrelas do halo pobres em metais, mas, ao longo dos anos, fui me interessando pelo centro da galáxia. Atualmente esse é meu principal interesse. Hoje há certa discussão se as estrelas não se formaram primeiro no centro da galáxia, onde esse processo teria sido mais intenso. As mais velhas devem estar lá no centro. Então, nos últimos anos, trabalhei mais com o bojo da galáxia, mas continuei igualmente com os estudos do halo.

### ***Por que especificamente se interessou pelo tema?***

Sempre me interessei por evolução química em nossa galáxia. É uma área que mistura física atômica, química e na qual tem de se saber as características de uma transição atômica ou molecular. Minha especialidade são linhas moleculares, campo em que há pouca gente trabalhando. É preciso saber nucleossíntese [processo de criação de novos núcleos atômicos a partir de núcleos preexistentes], como os elementos se formam, sua evolução química, a formação de estrelas. Enfim, envolve muitas coisas.

### ***Em nossa galáxia, o que a senhora vê em termos de evolução química?***

O bojo da nossa galáxia é muito parecido com o bojo de outras galáxias espirais e elípticas. Tem sempre aquelas linhas, fortes, de magnésio e ferro, em diferentes proporções. Ou seja, suas populações estelares são semelhantes.

### ***Isso não era de se esperar?***

Era de se esperar. É uma coisa muito uniforme. Provavelmente o processo de formação das galáxias foi bem semelhante. Existem diferenças na proporção de

elementos químicos. Podem ter mais elementos alfa [cujos isótopos mais abundantes são múltiplos de quatro, a massa do núcleo do hélio], como o oxigênio 16 e o cálcio 20. Elementos alfa indicam se houve ou não enriquecimento rápido por estrelas massivas. Isso é o que eu faço. Procuo esses elementos, evidências de que supernovas enriqueceram o gás do qual se formou aquela estrela. Meu doutorado era voltado para ver qual foi a primeira geração de estrelas, aquelas primeiras supernovas. Isso é a busca das origens. Por isso é interessante.

### ***A senhora é um dos autores de um estudo que, em 2001, encontrou aquela que foi considerada então a mais antiga***

## **Astrofísica é interessante. Quando você está cansado da teoria, trabalha nos dados**

### ***das estrelas, a CS 31082-001. Como foi esse trabalho?***

Foi a primeira vez que se detectou urânio numa estrela fora do sistema solar. É um elemento químico pesado e radioativo. Seu decaimento fornece a idade da estrela diretamente, não é necessário mais nada. O trabalho saiu na *Nature*. Num primeiro cálculo, a estrela tinha 14 bilhões de anos. Depois um grupo da Suécia mediu transições atômicas do urânio e recalculamos em 12,5 bilhões de anos a idade da estrela, com margem de erro de mais ou menos 2 bilhões de anos.

### ***Essa estrela é da primeira geração de estrelas?***

Talvez. Em algumas dessas estrelas pobres em metais há evidências de que seu conteúdo é resultado de uma única supernova. Ela seria, portanto, de uma segunda geração. Num trabalho em parceria com a Cristina Chiappini [astrofísica brasileira do Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam], que saiu em 2011 na *Nature*, mostramos que as abundâncias em metais de um aglomerado estelar no bojo da galáxia NGC 6522 poderia ser resultado de supernovas de alta rotação e alta massa.

### ***O que é uma supernova de alta rotação?***

São estrelas que rodam a 400 quilômetros por segundo. As estrelas quentes, em geral, têm alta rotação. Mas ninguém nunca tinha feito o cálculo de nucleossíntese dessas estrelas e esse grupo da Europa fez. Agora já estão no ponto de fazer previsões. É uma colaboração entre mim, que sou observadora, esse grupo de teóricos e a Cristina, que faz modelos de evolução química.

### ***Quais são os seus trabalhos que tiveram maior impacto?***

Um dos artigos de maior impacto foi um de 1988. Minha tese tinha sido sobre a presença de carbono, nitrogênio e oxigênio em estrelas frias. Fiz um pedido de tempo no ESO e tive sete noites ótimas de observação. Mostrei que nas estrelas do halo [da Via Láctea] há excesso de oxigênio. Isso era uma constante. E o que isso significa? Significa que o halo foi enriquecido rapidamente por supernovas do tipo 2. O oxigênio só é produzido em estrelas massivas, que vão virar supernovas do tipo 2. Foi a primeira evidência clara do excesso de elementos alfa no halo. O mesmo acontece nos núcleos das galáxias, em seus bojos. Esse foi o trabalho que me tornou conhecida. Em 1992 saiu um trabalho sobre ocorrência de alta concentração de magnésio nas galáxias. Depois disso, muitas das coisas que fiz foram nessa linha. Outro trabalho importante foi sobre a grade de espectros estelares.

Para seu cálculo se incluem as linhas atômicas e moleculares. Trabalhei 20 anos nesse tema com meus alunos. O espectro de um aglomerado de estrelas pode ser usado para compor a população de estrelas de uma galáxia, por exemplo. Uma galáxia tem todo tipo de estrelas. Dessa forma, é necessário fazer uma soma ponderada de acordo com os brilhos dessas estrelas. Calculamos os espectros de estrelas com diferentes valores de gravidade, metalicidade e temperatura, desde gigantes até anãs. Então, numa tese de doutorado, uma aluna, a Paula Coelho, juntou isso tudo e publicamos um artigo feito em conjunto com outros três ex-alunos que haviam trabalhado nisso. Esse trabalho tem sido muito citado. Acho que sou a astrofísica mais citada do Brasil atualmente, com números parecidos com os de Eduardo Bica [da Universidade Federal do Rio Grande do Sul] e Luiz Alberto Nicolaci da Costa [do Observatório Nacional]. São 8.500 citações na base Nasa/ADS e 7.500 no ISI.

#### **Qual é sua linha mais recente de pesquisa?**

São os aglomerados pobres em metais no bojo da Via Láctea, que devem ser os mais velhos da galáxia. Um deles tem duas populações distintas de estrelas. Esse é um tema atual da literatura. Sempre se achou que os aglomerados eram formados por uma única população.

#### **Voltando para a sua trajetória pessoal, por que a senhora retornou ao Brasil?**

Voltei, primeiro, porque havia assinado um acordo com o CNPq dizendo que ficaria aqui o dobro do tempo que passaria fora. Passei cinco anos na França. Então tinha que passar 10 aqui. Não gosto de assumir compromisso e não cumprir. Essa foi a razão mais forte. Em segundo lugar, voltei porque você sempre vai ser estrangeiro no exterior. Passei os três primeiros anos em Paris querendo voltar. Só gostei mais de lá nos dois últimos anos. Sempre quis voltar. Acho que os brasileiros, mais do que as pessoas de

outras nacionalidades, têm esse desejo de voltar. E, por fim, havia a questão do clima e da família, claro.

#### **O que a senhora encontrou na volta ao Brasil?**

Quando voltei, o que eu tinha? Uma mesa, que, aliás, já era esta aqui, só que estava no endereço antigo do IAG. Só tinha isso. Não tinha computador, não tinha nada. E, pior, tinha aquela lei dos anos 1980, que não permitia comprar computador. Essa lei matou até hoje certas áreas da engenharia. Foi a pior coisa que aconteceu com o Brasil. Até hoje não temos nosso computador [nacional]. Nos anos 1980, eu ia todo ano para a França, ficava lá meses calculando, porque aqui

o exterior, que não era preciso. Não entendiam que eu tinha de calcular. Ficava 12 horas no computador para calcular em Paris. Então os anos 1980 foram terríveis, atrasaram muito a minha carreira. Trabalhava como uma condenada. Cheguei a ir ao CCE três vezes num dia. E olha que eu trabalhava lá na Água Funda. Tinha uma energia tremenda, ia e voltava. Perdi meu tempo. Se tivesse ficado na Europa, teria sido melhor. Nos anos 1990 brigamos para ter um bom computador e a FAPESP financiou um Vax. Aí mudou a situação. Mas isso ocorreu oito anos depois da minha volta.

#### **Apesar de todas essas dificuldades, a partir dos anos 1990 sua carreira já estava bem estabelecida.**

**Em 1992, por exemplo, a senhora já era presidente da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB).**

É verdade. Apesar das dificuldades, consegui mostrar trabalho. Ser mulher não atrapalhou. Sempre debati essa questão [da discriminação da mulher] com a Mayana Zatz [geneticista do Instituto de Biociências da USP] e a Belita Koiller [física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ] em um grupo de discussão sobre o assunto na Academia Brasileira de Ciências [ABC]. No Brasil, se você trabalha e produz, ninguém fala nada. Se fazemos o dobro do que outros fazem, por que iriam falar?

## Há um pouco de machismo no Brasil. Mas, se você for séria e trabalhar, ninguém atrapalha, não

no Centro de Computação Eletrônica [CCE] da USP não tinha *plotter* [um tipo de impressora de alta definição, usada para produzir gráficos vetoriais]. O *plotter* ficava quebrado 11 meses por ano. Eu trabalhava com espectros, tinha de ver o espectro. Comecei a pedir tempo no ESO e também em telescópios do Havaí e conseguia. Naquela época era mais fácil obter tempo, mas tinha que ficar lá para tratar, reduzir os dados. Aqui não tinha nada. Passava vários meses no exterior. Normalmente era o Observatório de Paris que pagava a minha viagem. Devo muito à França. Aqui raramente consegui alguma coisa. Sempre recusavam meus pedidos. Achavam que eu ia muito para

#### **Mas não tem aquela história de que uma mulher tem de fazer mais do que um homem para ser reconhecida como pesquisadora?**

Tem. Acho que tem de fazer mais por ser mulher. Há um pouco de machismo. Mas, se você fizer mais, tudo está resolvido. O Brasil não é muito rígido nessa questão. Mas se fizer um pouco menos... Se for séria e trabalhar, ninguém atrapalha, não.

#### **Sentiu algum preconceito por ser estrangeira e mulher na França?**

Não tinha diferença alguma, era ainda mais igual do que aqui. Por um lado, tive

sorte de ter ido para a França. Nos países anglo-saxões, nos Estados Unidos, não é assim. A França, em particular, tem muita simpatia pelo Brasil e tudo isso conta. Por outro lado, fui para Paris quando havia uma ditadura no Brasil e não fui assim tão bem tratada. Cheguei à França e me disseram: “Ouvi dizer que no Brasil tem 36 generais”. Lá 36 é que nem o nosso 1 milhão, quer dizer muito. E eu respondi: “Só 36?”. Essa coisa de ligarem o Brasil apenas a Pelé, café e samba me irritava. Mas, hoje, graças ao Fernando Henrique e ao Lula, o respeito pelo Brasil mudou completamente. Pensando bem, acho que fui um pouco maltratada, sim. Todo mundo foi. Não dá para comparar com os últimos 20 anos, quando as coisas melhoraram.

### **Como a senhora chegou a vice-presidente da IAU, entre 2003 e 2009?**

Já havia sido presidente da Comissão 29, sobre Espectros Estelares, e da Divisão 4, sobre Estrelas. Foi natural em vista disso. De qualquer forma é um reconhecimento, ninguém do Brasil tinha estado lá. Há também o fato de que ser brasileira e mulher ajuda. Isso dá visibilidade. Então, às vezes, ajuda em vez de atrapalhar em nível internacional. Tive uma grande participação na coisa mais importante que a IAU já fez, o Ano Internacional da Astronomia, em 2009. O Brasil, aliás, teve uma participação importante. E sabe por quê? Porque os países grandes não querem saber de ano disso e ano daquilo. Antes houve também o Ano Internacional da Física e foram uns poucos países, incluindo Brasil e Portugal, que fizeram o pedido oficial a favor dessa iniciativa. O Brasil é um dos sete países que pediram o Ano Internacional da Astronomia. O apoio do pessoal do Ministério das Relações Exteriores foi ótimo. Os outros países não votam porque não querem distração com ano disso e daquilo. Mas esse tipo de iniciativa é importante. Fui a eventos no exterior, fiz tudo o que pude, divulgamos bem e foi bastante importante. Poderia ainda des-

taçar a Assembleia Geral da IAU, que também ocorreu em 2009 no Rio de Janeiro, como outra iniciativa em que tive participação.

### **Qual é o ponto mais importante de sua carreira?**

Acho que foi ter entrado para a Academia de Ciências da França. Fui durante 30 anos para a França, trabalhando duro, ficando em hotel sem estrelas. Em dezembro de 1976 comecei o doutoramento lá e em dezembro de 2006 fui aceita na academia. Foi um reconhecimento muito importante. Só há 150 membros estrangeiros na academia, muitos deles Prêmio Nobel. Parece que minha votação foi excelente.

## **Ter entrado para a Academia de Ciências da França é o maior reconhecimento que recebi**

### **A eleição para a academia foi um reconhecimento inesperado?**

Nunca imaginei isso. Fizeram tudo sem me falar. Essa é a maior honraria que recebi. Em 2008 recebi o Prêmio Trieste, da Academia de Ciências do Mundo em Desenvolvimento [TWAS], que também foi superimportante. Teve também o Prêmio L'Oréal-Unesco para Mulheres na Ciência em 2009. Este último de certa forma me mudou de patamar, pela grande promoção midiática. Por exemplo, no mês passado havia painéis ao longo da avenida Champs Elysées com fotos das laureadas nos 15 anos de existência do prêmio, incluindo as cinco brasileiras.

### **No Instituto do Milênio, o objetivo era começar a desenvolver no país o know-how para fabricação de instrumentos para telescópios internacionais, dos quais o Brasil é um dos sócios. Como avalia essa experiência?**

Queríamos fazer instrumentos para os telescópios Soar e Gemini [ambos situados no Chile, nos quais o Brasil dispõe de tempo de observação]. Em última análise, quem faz um instrumento é quem o conhece melhor e pode tirar melhor proveito dele. Se você quer observar alguma coisa, é melhor construir um instrumento para essa finalidade. É isso que fazem por aí. Esse Instituto do Milênio tinha como objetivo passar de uma situação incipiente em termos de instrumentação para uma situação com infraestrutura e conhecimento para fazê-lo. Só que deu um trabalho terrível fazer o espectrógrafo Sifs em conjunto com o pessoal do LNA [Laboratório Nacional de Astrofísica]. Estamos aprendendo, lentamente.

### **Quais dificuldades ocorrem nesse processo?**

Não sabemos nem negociar com as empresas. Houve uma companhia que queria que dobrássemos seu pagamento e queria bloquear o processo de construção de um instrumento. Elas fazem o que querem. Pensamos que todo mundo é cientista e que está interessado na pesquisa, mas as coisas não são assim. É

preciso trabalhar de outra forma. O que a gente quer? Inovação. Astronomia desenvolve tecnologia de ponta. O Sifs gerou duas patentes de novos materiais, que estão sendo usadas agora num outro instrumento. O Sifs dispõe de fibras ópticas que não podem ter jogo. Têm de se manter firmes no lugar. O instrumento tem uma lente lá na frente e as fibras têm de ficar bem presas. Todo mundo fixa as fibras com um material duro. Mas o Antônio César de Oliveira, que estudou em São Carlos, criou um material, uma mistura flexível, que é fácil de ser furado e com muita precisão. Essa é uma das patentes. O Sifs, portanto, permitiu que ficássemos *experts* em fibras ópticas.

### **Quais são os outros dois instrumentos que estão sendo desenvolvidos?**

O espectrógrafo de alta resolução Steles, do Soar, que é desenvolvido pelo Bruno Castilho, e deve ficar pronto no fim do ano. E há o BTFi [um imageador ajustável do Soar]. Todos os três instrumentos contam com financiamento da FAPESP. É importante esse apoio.

### **Como surgiu a aproximação do ESO com o Brasil?**

Muitos brasileiros observaram no ESO a vida inteira. Entre 2006 e 2011 produzimos, por exemplo, 77 artigos com o Gemini, 25 com o Soar e mais de 200 com o ESO, onde há tudo quanto é tipo de instrumento de observação. Mas a aproximação ocorreu assim.

Dentro do INCT-A [Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Astrofísica], propus que fizéssemos parte de um dos grandes telescópios em planejamento. Contactamos os três grandes projetos, o GMT [Giant Magellan Telescope], o TMT [Thirty Meter Telescope] e o do ESO. O TMT exigiria US\$ 100 milhões para incorporar o Brasil. O GMT disse que não ia se comprometer a usar nossa indústria, o que para nós era um ponto importante, e o deixamos de lado. O ESO pediu o dobro dos outros projetos para nos aceitar como membro. Na Comissão Especial de Astronomia (CEA), criada

pelo MCT, refletimos que no GMT e no TMT a comunidade teria de esperar 10 anos até os telescópios ficarem prontos e só depois poderia começar a produzir. Entrar no ESO permitiria fazer tudo desde já, pois eles já disponibilizariam seus telescópios.

### **O processo de adesão ao ESO foi discutido entre os astrofísicos?**

Foi discutido. Em 29 de março de 2010 convoquei todos os pesquisadores principais do Brasil e vieram 80 pessoas. Na reunião, a grande maioria votou a favor de entrar no ESO. Depois disso, pela CEA, a Sociedade Astronômica Brasileira consultou todos os doutores e, novamente, a

grande maioria foi a favor. No Plano Nacional de Astronomia, em que esse tema foi prioridade, a questão também foi extensamente discutida por um grande número de participantes. O mesmo ocorreu em plenárias da reunião da SAB em 2010. Sem o ESO não temos futuro. Os americanos não têm uma estrutura parecida. Perguntamos ao então ministro da Ciência e Tecnologia, Sérgio Rezende, qual era nosso limite. Ele disse para escolhermos o melhor projeto e ele veria como faríamos. Fizemos isso. Os valores foram negociados por uma comissão montada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, da qual faziam parte o então presidente da SAB, Eduardo Janot Pacheco, Albert Bruch, então diretor do LNA, e Ademar

## **Sem a adesão ao ESO, não temos futuro. Os americanos não têm uma estrutura parecida**

Cruz, do Ministério das Relações Exteriores. Economizamos € 100 milhões na negociação com o ESO.

***O Brasil deverá pagar pouco mais de € 130 milhões, em 10 parcelas, para entrar no ESO, além de uma anuidade. Há quem diga que esse valor é elevado para uma comunidade pequena de astrofísicos, como a brasileira?***

Não é uma comunidade pequena. São 700 astrônomos, 330 com contrato e outros tantos com pós-doc, além dos estudantes.

***No modelo de alguns telescópios o sócio que entra com 10% do orçamento do***

***projeto tem 10% do tempo de observação. No ESO não é assim. Não iríamos pagar muito e correr o risco de não conseguir nenhum tempo de observação?***

Pelo acordo com o ESO, o valor de nossa contribuição aumentará de forma gradativa até um teto e, para nos adaptarmos, temos inicialmente 3% do tempo de observação. A questão central é que, se não formos membros do ESO, não poderíamos ser, em muitos casos, os principais pesquisadores de um projeto, não poderíamos ser o primeiro autor de um artigo. Precisamos aprender a competir, e para isso é preciso fazer pesquisa de ponta, integrada na comunidade internacional.

***Algun tempo atrás, a senhora estava envolvida numa iniciativa de relançar os kits de ciência que existiram nos anos 1970. Como está esse projeto?***

Os kits vão ser lançados agora. No começo, serão cinco kits: um de química, um de óptica, um de genética, um de matemática e um galileoscópio. O motor disso é o Herch Moyses Nussenzweig [físico da UFRJ]. Os outros membros também são do mais alto nível: Vanderlei Bagnato (Instituto de Física de São Carlos da USP), Mayana Zatz, Eliana Dessen (IB-USP), Henrique Toma [Instituto de Química da USP], Eduardo Colli [Instituto de Matemática e Estatística da USP], Car-

los Henrique de Brito Cruz [do Instituto de Física da Unicamp e diretor científico da FAPESP]. O objetivo é motivar crianças e adolescentes para a ciência, por meio de experiências propostas nos kits. Nunca vimos kits de tão bom nível como o de óptica. E já há interessados também no exterior. A Capes gostou do projeto e deu financiamento inicial para a realização de testes com alunos de escolas. São mil kits de cada tipo, 5 mil no total, a serem testados neste semestre. Os passos seguintes são o aperfeiçoamento do material, a depender do resultado dos testes, e o lançamento em maior número. Está ainda em planejamento a elaboração de outros 20 kits. ■