



No entorno dos buracos negros

Astrofísica gaúcha se dedica há mais de 30 anos a entender como se alimentam esses enormes sugadores de matéria

Marcos Pivetta

IDADE 61 anos

ESPECIALIDADE

Astrofísica extragaláctica, com destaque para o estudo de buracos negros supermassivos

FORMAÇÃO

Graduação em física pela UFRGS (1977), mestrado em física pela PUC-Rio (1980) e doutorado em física pela UFRGS (1987)

INSTITUIÇÃO

UFRGS

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

140 artigos publicados, orientação de 15 alunos de mestrado e 14 de doutorado

Por influência de uma prima, a astrofísica Thaisa Storchi Bergmann, gaúcha nascida em Caxias do Sul, quase virou arquiteta. Seguindo os passos da parente, fez um semestre do curso na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 1974, mas trocou-o rapidamente pela graduação em física. A hoje professora titular do Instituto de Física da UFRGS é uma das mais respeitadas especialistas em buracos negros supermassivos. A expressão designa regiões do espaço extremamente compactas, situadas no centro da maior parte das galáxias conhecidas, onde a gravidade é tão forte que nada lhe escapa, nem a luz. A massa dessas megaestruturas que sugam a matéria ao seu redor pode ser milhões ou bilhões de vezes maior do que a dos buracos negros estelares, em torno dos quais o experimento Ligo (Observatório Interferométrico de Ondas Gravitacionais) confirmou no ano passado a existência das ondas gravitacionais previstas por Albert Einstein (*ver reportagem à página 60 com novos resultados desse projeto*).

Thaisa tornou-se conhecida internacionalmente em sua área quando publicou um estudo em 1993 no qual fornecia indícios indiretos de que havia um buraco negro supermassivo em atividade no centro da galáxia NGC 1097. Essa galáxia é do tipo Liner. Seu núcleo é ativo: emite uma radiação cuja natureza não pode ser atribuída a estrelas, mas à captura de matéria por um buraco negro. Mas, diferentemente da maior parte das galáxias ativas, as do tipo Liner apresentam baixa luminosidade e emitem gás pouco ionizado (os átomos de oxigênio e nitrogênio perderam poucos elétrons). No artigo, a pesquisadora relatava

evidências da presença de uma nuvem achatada, com um formato anelar, composta de plasma (prótons e elétrons) e hidrogênio girando a 10 mil quilômetros por segundo (km/s) em volta de um ponto central da NGC 1097. No jargão dos astrofísicos, a nuvem é denominada disco de acreção de matéria. “Para uma nuvem de gás girar a essa velocidade em torno de um ponto de uma galáxia, a única explicação é a existência de um buraco negro”, esclarece a astrofísica. Até então, só havia indícios da presença desses fenômenos ao redor de radiogaláxias, que são muito mais ativas do que as galáxias do tipo Liner.

Em 2015, Thaisa foi uma das cinco vencedoras do prêmio internacional L’Oréal-Unesco para Mulheres na Ciência. A honraria tornou-a mais conhecida fora dos círculos da astrofísica. “Até os amigos e membros da família se deram conta da importância do meu trabalho”, reconhece. Nesta entrevista, a astrofísica, que é casada e tem três filhos, fala de suas pesquisas e trajetória.

O seu artigo mais citado sobre buracos negros é de 1993. Qual a sua importância?

O trabalho teve bastante repercussão por que se tratou de uma descoberta. Foi a primeira vez que se encontrou indícios da presença de um disco de acreção de matéria girando em torno de um núcleo de galáxia do tipo Liner. A existência desse disco é uma evidência de que esse tipo de galáxia, que é pouco luminosa e menos ativa do que as radiogaláxias, tem um buraco negro supermassivo no seu núcleo. Encontrei no espectro de emissão da NGC 1097, no conjunto de frequências da radiação eletromagnética emanada pelo núcleo dessa galáxia, um perfil específico de energia que só é produzido pelos átomos de hidrogênio quando associados à presença de um disco de acreção. Esse perfil, que denominamos tecnicamente de duplo pico nas emissões das linhas de energia H-alfa e H-beta, havia sido detectado antes apenas em quasares e radiogaláxias, objetos bem mais ativos do que as galáxias Liner. Naquela época, os astrofísicos achavam que somente objetos com núcleos muito ativos, como as radiogaláxias, tinham um buraco negro em seu centro. Hoje, aceitamos a ideia de que a maioria das galáxias, inclusive a Via Láctea, que não apresenta um núcleo ativo, tem um buraco negro.



Aceitamos hoje a ideia de que a maioria das galáxias, inclusive a Via Láctea, tem um buraco negro

Como você se interessou pela galáxia NGC 1097?

Eu já tinha terminado em 1991 meu primeiro pós-doutorado, sob a supervisão de Andrew Wilson, da Universidade de Maryland, nos Estados Unidos, mas ainda havia alguns projetos a serem feitos no Observatório Interamericano de Cerro Tololo, no Chile. Na época, o Tololo tinha um dos maiores telescópios do mundo, com um espelho com diâmetro de 4 metros (m). O Wilson estudava um conjunto de galáxias ativas que tinha anéis de gás em torno do núcleo. Ele até me provocava. Dizia que as mulheres adoravam anéis. Por isso, iríamos estudar galáxias com anéis. Estudávamos o movimento do gás do anel nessas galáxias com técnicas de espectroscopia [método para medir os comprimentos de onda da radiação eletromagnética emitida por objetos celestes, a partir dos quais os astrofísicos inferem propriedades desses corpos, como temperatura, constituição química e massa]. Queríamos ver qual era a dinâmica do gás no anel. Parecia que ele girava mais rápido. Também queríamos investigar se havia evidências de que o gás se transferia do anel e alimentava o núcleo ativo da galáxia.

Qual a ligação desse padrão de emissão energética com o anel de gás?

O duplo pico é a assinatura espectral do gás girando, ou seja, da presença de um disco ou anel de gás em movimento. Em variáveis cataclísmicas [sistemas de brilho variável com duas estrelas muito próximas em que a menor cede matéria para a maior], também se registra esse duplo pico. Mas as velocidades que obtivemos na NGC 1097 eram da ordem de 10 mil km/s. Só a presença de um buraco negro supermassivo levaria uma nuvem de gás a girar a essa velocidade em torno de um ponto de uma galáxia.

Ninguém havia estudado essa galáxia antes?

Naquela época, estava surgindo o conceito dos Liners, galáxias de baixíssima atividade, com uma fraca emissão iônica. A NGC 1097 já tinha sido observada por um astrofísico norte-americano, Mark Phillips, que trabalhava no Cerro Tololo em 1985, mas ele não tinha visto esse perfil de pico duplo. As radiogaláxias eram mais poderosas, com emissão de jatos em ondas de raios e raios X, e a única forma de explicar esse nível de atividade era a presença de buraco negro. Nas galáxias do tipo Liner, não havia essa certeza. Elas têm linhas de emissão mais fracas e não é óbvio que precisam de um buraco negro para explicar esse grau de atividade. Agora que observo essa galáxia há mais de 30 anos sei que tive a sorte de registrar um fenômeno transiente [transitório] e não frequente. Algo levou a galáxia a formar esse disco de acreção. Uma nuvem de gás ou uma estrela foi capturada pela galáxia e tive a sorte de ver essa assinatura do gás girando ao redor do buraco negro antes de cair dentro dele.

Então nem sempre o disco de acreção pode ser observado em torno dessa galáxia?

A atividade nuclear ocorre quando há material para alimentar o buraco negro. Nesse caso, forma-se um disco de acreção que esquentar. O paradigma atual é que qualquer nível de atividade nuclear, baixo ou elevado, resulta da captura de matéria. Nas galáxias do tipo Liner, pouco luminosas, pouca matéria é capturada. Nos quasares, há muita captura de gás, pois eles se formaram numa época em que havia muito gás disponível. Nesse último caso, surge um disco de acreção maior e mais luminoso. Desde então, monitoro e



Cartaz em Paris com foto de Thaisa em 2015: reconhecimento por sua contribuição à ciência

vejo o disco de acreção mudar na NGC 1097 e mais recentemente também em outras galáxias. O disco “apaga” e “acende”. Dois ou três anos mais tarde depois desse meu primeiro artigo, vários pesquisadores com acesso ao telescópio espacial Hubble publicaram *papers* sobre Liners com perfil de duplo pico. É difícil registrar esse perfil a partir de telescópios terrestres, pois é preciso separar o que é emissão das estrelas e o que é da nuvem de gás. Para isso, é preciso a melhor qualidade de imagem possível, como a do Hubble, que está acima da atmosfera da Terra.

Que outras contribuições relevantes você destacaria em sua produção científica?

Há dois trabalhos de que participei, sem ser a principal autora, que são inclusive muito mais citados do que os meus estudos com discos de acreção de buracos negros. Um deles foi em 1994 com a Daniela Calzetti, da Universidade de Massachusetts, e Anne Kinney, que, na época, trabalhava no Instituto de Ciência do Telescópio Espacial e agora está no Observatório Keck, no Havaí. Eu fiz as observações ópticas nos telescópios do Cerro Tololo que foram usadas em um atlas espectroscópico de galáxias em que elas compilaram dados no ultravioleta do satélite International Ultraviolet Explorer (IUE), então o melhor para esse tipo de observação antes do Hubble. O ultravioleta é importante para estudar a emissão de estrelas jovens, com menos de alguns

milhões de anos. Juntando as observações ópticas e no ultravioleta, construímos *templates*, espectros médios, para diferentes tipos de galáxias. Esses *templates* são empregados até hoje em vários observatórios do mundo. São usados para calcular quanto tempo de observação é necessário para obter um desejado espectro de uma galáxia. Por isso, são utilizados na confecção de propostas de observação enviadas aos observatórios.

E o outro trabalho?

Daniela Calzetti havia trabalhado com poeira interestelar em sua tese e tivemos a ideia de estudar a poeira nas galáxias do nosso atlas a partir das linhas de emissão dos espectros. A poeira extingue a luz das estrelas, mas de forma seletiva. Atenua mais o azul do que o vermelho. Um espectro sem poeira é o mais azul de todos. Criamos então um método alternativo aos que já existiam para estudar a atenuação produzida pela poeira: uma lei que calcula e corrige o espectro pelo efeito da poeira captada nos espectros das galáxias do tipo Starburst, que apresentam intensa formação de estrelas. Temos mais de mil citações deste *paper* em que colaborei com a Daniela.

Como você se interessou por ciência?

Gostava de ciência desde pequena. Era aquela aluna bem aplicada que tirava notas boas. Comecei estudando em uma escola privada, de freiras, em Caxias do

Sul. No segundo grau, fui para um colégio público estadual. Foi quando me interessei mais profundamente por ciência e pedi de presente um microscópio e montei um laboratório de química. Meu pai comprou um microscópio bem potente e montou um laboratório no sótão de casa, essencialmente uma mesinha de trabalho e prateleiras onde eu colocava o microscópio e algumas soluções químicas. Para mim, ser cientista era mexer com os tubos de ensaio, fazer reações. Eu tinha até uma parceira no laboratório, a Vera, uma colega de escola. Tínhamos aula de manhã e, à tarde, nos reuníamos às vezes para fazer algum trabalho da escola e ficávamos brincando no laboratório.

Seus pais trabalhavam com o quê?

Meu pai fez um curso de contabilidade e era sócio de uma madeireira que fabricava engradados de madeira e, mais tarde, de plástico para bebidas. Minha mãe era professora primária. Gostava bastante de ler, mas não se interessava por ciência. O interesse foi apenas meu. Talvez eu tenha tido bons professores que me estimularam.

O interesse específico pela astrofísica surgiu quando?

Quando fiz uma disciplina chamada Física para arquitetos no primeiro semestre da faculdade em 1974, quando comecei a cursar arquitetura na UFRGS. Tinha uma prima, dois anos mais velha do que eu, que era fissurada por essa área. Acabei comprando a ideia dela, fiz o vestibular e passei. Quando começaram as aulas, vi que aquilo não era meu sonho. Naquela época, o instituto de física era lá no centro de Porto Alegre, pertinho da faculdade de arquitetura. Tínhamos aulas de física no próprio instituto. Olhava as pessoas no laboratório e me dei conta de que eu gostava mesmo era de pesquisa. No fim do primeiro semestre pedi transferência para a física.

Foi só pedir e transferiram?

Naquela época era assim. Precisava encontrar alguém do curso que se queria frequentar disposto a assumir a sua vaga. Apareceram cinco interessados em ir para a arquitetura. Era mais fácil entrar na física do que na arquitetura. Fizeram um sorteio para decidir quem ficaria com a minha vaga. No segundo semestre de 1974, virei aluna da física. Formei-me em 1977.



Em 1987, Miriani Pastoriza e Thaisa (à dir.) observaram a rara explosão de uma supernova no Chile e saíram no *New York Times*

-americanos. Ele aceitou, mas pediu que fizéssemos um projeto para observações no telescópio pequeno do observatório, com espelho de 1 m. Nesse período, comecei a fazer espectroscopia de galáxias para o meu doutorado. A Miriani se interessava por galáxias ativas. Escolhemos uma amostra desse tipo de galáxia e usamos os espectros obtidos no Cerro Tololo. Estudei a abundância química e as condições físicas da região central delas. Cheguei à conclusão de que elas tinham um excesso de abundância de nitrogênio e de quase todos os elementos pesados no núcleo.

O que esse excesso quer dizer?

Queríamos ver o que havia de particular nessas galáxias. O Sol é a nossa referência. Nele, há 70% de hidrogênio, 26% de hélio e 4% de elementos químicos mais pesados que hidrogênio e hélio. Nós, astrofísicos, chamamos de “metal” todos os elementos mais pesados do que o hidrogênio e o hélio, como carbono, oxigênio e nitrogênio. Esses metais são sintetizados no interior das estrelas. Quanto mais gerações de estrelas houver em uma galáxia, mais enriquecidos, mais abundantes, são esses metais. Comparado com o Sol, o centro das galáxias ativas era mais evoluído, ou seja, passou por maior processamento químico. Naquela época, como não sabíamos o que a atividade nuclear nas galáxias significava, tentávamos estabelecer uma relação desse parâmetro com a abundância química. Hoje, acreditamos que, independentemente de uma galáxia ser ativa ou não, seu núcleo apresenta abundância química mais alta do que a do Sol. Isso se deve porque o Sol não está bem no meio da Vía Láctea. Ele está mais para fora do seu núcleo. Há, portanto, um gradiente de metalicidade entre as distintas regiões de uma galáxia. Fomos três vezes observar no Chile. Na última delas, ocorreu um fenômeno astrofísico raro.

O que aconteceu?

Em fevereiro de 1987, um dia antes de termos chegado na montanha, explodiu a supernova 1987A, distante cerca de 170 mil anos-luz da Terra. Desde o século XVI, não havia registro da explosão de uma supernova tão próxima da Terra. Um astrônomo canadense Ian Shelton estava no Observatório de Las Campanas, não muito longe do Cerro Tololo [cerca de 240 quilômetros de distância],

Havia um departamento ou curso de astrofísica no instituto?

Havia o professor Edemundo da Rocha Vieira, que era interessado em astrofísica, com doutorado em radioastronomia na Argentina. Ele era muito ativo e o instituto, para se estabelecer como tal, precisava de mais um departamento. Tinha o departamento de física e o Edemundo criou o de astronomia em 1971. Os primeiros professores contratados foram dois argentinos, a Zulema Abraham [hoje na Universidade de São Paulo] e o Federico Strauss. O Edemundo trouxe depois, em 1978, como professora visitante, a Miriani Pastoriza, de Córdoba, que teve aqui um importante papel. Ela foi uma das primeiras mulheres latino-americanas a fazer pesquisa em astrofísica. Antes da construção dos observatórios norte-americanos no Chile, o de Córdoba tinha o maior telescópio da América do Sul. A Miriani, hoje professora emérita do departamento, descobriu e caracterizou com seu orientador de doutorado, J. L. Sérsic, um tipo de galáxia espiral, com regiões de formação estelar em torno do centro. Essas galáxias, com núcleos peculiares, são hoje chamadas de Sersic-Pastoriza. Para resumir a história, o Edemundo veio também atrás de mim e do Kepler de Oliveira, meu colega no departamento e hoje professor no departamento. Éramos os melhores alunos da turma e o Edemundo queria que fizéssemos pesquisa em astrofísica.

Você começou o mestrado logo após a graduação?

Terminei a graduação, casei e meu marido, que é engenheiro químico, foi fazer mestrado no Rio de Janeiro. Fui então atrás de um mestrado na área de astrofísica no Rio. Fiquei dois anos lá, 1978 e 1979, e depois voltei para a UFRGS. Fiz mestrado na PUC-Rio e no Observatório Nacional com o astrônomo norte-americano William Kunkel, que veio participar do processo de implantação do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA).

Já se interessava por buracos negros?

Ainda não. No mestrado, sob orientação de Kunkel, fiz um trabalho meio matemático, com dados que ele já tinha de um sistema de filtros fotométricos para medir a radiação de estrelas. Perto do fim da dissertação, ele me disse que, se eu tivesse a oportunidade, deveria estudar as galáxias, algo que dizia ser mais fascinante. Fiquei com aquilo na cabeça. De volta a Porto Alegre, falei com a Miriani, uma pessoa sempre cheia de ideias. Tentamos até observar galáxias no telescópio do LNA, mas ele não tinha espectrógrafo na época. A Miriani tinha feito um pós-doutorado nos Estados Unidos e conhecia o diretor do Cerro Tololo. Mandamos uma carta para ele pedindo um tempo de observação para nosso trabalho com galáxias. Não sabíamos se seríamos aceitas porque o Cerro Tololo era para uso apenas dos norte-

revelando placas fotográficas tiradas da Nuvem de Magalhães, boas de serem observadas no fim da noite. Quando ele revelou as placas, já com o dia amanhecendo, viu que havia uma bola nas imagens. Ele saiu correndo do laboratório e foi para rua. Ele sabia que, se a bola fosse decorrência da explosão de uma estrela, ele seria capaz de enxergá-la a olho nu. E realmente conseguiu.

O que a Miriani e você tiveram a ver com essa história?

A notícia da explosão da supernova se espalhou rapidamente. Na noite seguinte, já havia repórteres e astrofísicos dos Estados Unidos no Chile para observar o fenômeno. Quando estávamos nos preparando para subir o Cerro Tololo e iniciar nossas observações, fomos avisadas de que o telescópio de 1 m que iríamos usar era o melhor para observar a supernova. A estrela era tão brilhante que não fazia sentido usar o telescópio de 4 m, mais indicado para observar objetos menos luminosos. Então, toda noite, durante uma semana, eu tinha de observar primeiro a supernova por cerca de três horas e só depois as minhas galáxias. Foi muito legal. Fomos entrevistadas e saímos até no *New York Times*. O repórter ficou espantando de ver duas mulheres fazendo astrofísica numa montanha do Chile.

Às vezes, a carreira das mulheres na ciência demora um pouco mais para avançar. Você diria que esse foi também o seu caso?

Aconteceu comigo. Tive logo dois filhos, dava aulas na universidade e fazia doutorado ao mesmo tempo. Comecei o doutorado em 1981 com a Miriani e só fui defender a tese em 1987. Foi uma época complicada. Por mais que os maridos sejam teoricamente parceiros na criação das crianças, quando um filho fica doente, sobra sempre para a mãe. Há um acordo meio tácito nesse sentido. Meu marido viajava muito. Ainda bem que eu tinha uma condição financeira razoável para contratar ajuda e tive também apoio da minha mãe, que já estava aposentada, com as crianças naquele período. Quando terminei o doutorado, meus filhos tinham 5 e 6 anos.

A situação da mulher pesquisadora mudou muito na astrofísica ao longo das últimas décadas?



Vejo mais mulheres agora nos congressos de astrofísica, mas poucas em posições de chefia nos institutos

Mudou menos do que eu gostaria. Nos congressos internacionais, vejo bem mais mulheres agora, mas, em posições de chefia nos institutos, há ainda muito poucas. Sempre me senti respeitada e bem tratada. Acho até que tive mais atenção por ser mulher. Não digo que não tenha sido alvo de preconceito em algum momento. De forma velada, isso sempre ocorre. Mas meus colegas do exterior sempre tiveram curiosidade por eu ser mulher e do Brasil. Acho que ainda hoje a maior dificuldade para a mulher é conciliar a carreira e a criação dos filhos. Ainda lembro bem de uma situação bastante complicada por que passei. Fiz em 1997 um pedido de tempo de observação no telescópio de 4 m do Cerro Tololo com o Andrew Wilson. Não sabia que estava grávida de quatro meses do meu terceiro filho quando mandei a proposta. Ela foi aceita e, quando chegou a hora de ir para o Chile, estava amamentando. Logo me informaram que eu não poderia ficar no observatório com um bebê. Os astrofísicos observam de noite e dormem de dia. Um bebê no

alojamento iria atrapalhar o sono deles. Mas eu queria muito ir. Insisti tanto que arrumaram uma casa perto do observatório, que fora usada por antigos engenheiros que trabalharam no projeto do observatório. Tive de levar uma babá para ajudar. Eles me chamavam no observatório quando o bebê chorava e eu descia para amamentá-lo.

Ter ganho o prêmio da L'Oréal em 2015 mudou algo em sua vida?

Este é um prêmio também da Unesco, mas meus colegas da ciência deram uma importância moderada ao fato. Mas a repercussão fora do meio científico foi enorme. Não passa uma semana sem que eu receba algum pedido para palestra ou entrevista. Tenho de recusar algumas solicitações por falta de tempo. Até os amigos e familiares passaram a ver o trabalho da gente de outra forma. Quando estive em Paris para receber o prêmio com dois dos meus filhos, percebi o orgulho que eles sentiram quando viram aqueles cartazes enormes com a foto da mãe no aeroporto e em outros pontos da cidade. Olhando em retrospecto, talvez eu não fizesse hoje tudo que fiz no passado. Mas, se não tivesse feito, também não teria obtido o reconhecimento que tive. Acho que deixei até de vivenciar algumas coisas com os filhos de tanto que me envolvi com minha carreira. Acho que até exagerei um pouquinho. Pegava todos os projetos que me ofereciam. Poderia ter feito um pouquinho menos, com mais calma.

Que pesquisas você faz atualmente?

Continuo estudando discos de acreção em galáxias com buracos negros. Uso muito os telescópios Gemini, de cujo *board* faço agora parte, para o estudo de fluxos de gás para dentro e para fora do entorno de buracos negros supermassivos. Também estou fazendo um trabalho com dados do Hubble. Tenho uma colaboração com um pesquisador do Chile para usar o radiotelescópio Alma (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) para estudar a captura de matéria pelo disco de acreção em galáxias ativas. Ainda participo do processo de seleção de projetos para o Alma e colaboro ainda com o Mapping Nearby Galaxies at APO (MaNGA), um levantamento do espectro de 10 mil galáxias que faz parte do Sloan Digital Sky Survey. ■