

Uma trajetória singular

Estudos do astrofísico ajudaram a entender características e anomalias na órbita de asteroides e outros corpos celestes

Marcos Pivetta e Igor Zolnerkevic | RETRATO Léo Ramos

Em 22 de maio, o paulistano Sylvio Ferraz Mello, professor emérito e ex-diretor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), esteve em Nashville. A visita à meca da música *country* não era para assistir a shows. Ferraz Mello foi aos Estados Unidos para participar da reunião anual da Divisão de Astronomia Dinâmica da Sociedade Americana de Astronomia, que o agraciara com o Brouwer Award, prêmio concedido a pesquisadores que deram uma contribuição de destaque na área.

A astronomia dinâmica estuda os movimentos dos corpos celestes, como satélites, planetas e asteroides, regidos principalmente pelas interações gravitacionais entre esses objetos. Não é uma área que costuma gerar manchetes em publicações não especializadas. Mas suas teorias, equações e modelos são a base para explicar por que o Sistema Solar e, mais recentemente, os conjuntos de exoplanetas exibem suas atuais configurações.

Físico de origem, Ferraz Mello é o associado número 1 da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB). Fez doutorado na Universidade de Paris (Sorbonne) em 1967. De 1987 a 1994, foi coordenador adjunto da área de Exatas e Engenharias da FAPESP. Em sua carreira, estudou as órbitas de satélites, de asteroides e, ultimamente, de exoplanetas. Seus modelos ajudaram a entender, entre outras questões, por que há muitos asteroides no Sistema Solar com período orbital de oito anos e poucos ou quase nenhum com período de quatro e seis anos.

IDADE 80 anos

ESPECIALIDADE

Dinâmica do Sistema Solar e sistemas planetários extrassolares

FORMAÇÃO

Graduação em física pela Universidade de São Paulo (1959); doutorado em astronomia pela Universidade de Paris/Sorbonne (1966)

INSTITUIÇÃO

IAG-USP

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

137 artigos, 40 capítulos de livros, 19 livros como autor ou organizador. Orientou 17 mestrados e 23 doutorados (1 em andamento)



Um dos fenômenos mais estudados por Ferraz Mello é a ressonância, um tipo de influência gravitacional que um corpo celeste exerce sobre outro quando seus períodos orbitais são comensuráveis. Ou seja, quando o período de um é uma proporção racional do outro, como no caso de asteroides que demoram seis anos para dar uma volta ao Sol, metade do tempo necessário para Júpiter completar a mesma tarefa. Nesta entrevista, além das pesquisas, Ferraz Mello conta um pouco de sua trajetória, que inclui a passagem pela astronomia do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), pelo Observatório Nacional (ON), a longa carreira na USP e a participação no trabalho de prospecção do sítio em que seria instalado nos anos 1970 o Observatório do Pico dos Dias, do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA). “Descobrimos o lugar quase por acaso”, lembra, ativo, em sua sala no IAG, às vésperas de completar 80 anos em outubro.

O senhor recebeu o Brouwer Award por algum trabalho específico ou pelo conjunto da obra?

Foi fundamentalmente pelo meu trabalho sobre asteroides. Duas outras questões também devem ter influenciado. Uma foi o peso que a comunidade de astronomia dinâmica tem hoje na América Latina. Há três anos, a Divisão de Astronomia Dinâmica da Sociedade Americana de Astronomia fez sua reunião anual em Paraty e levou um susto. Foi o maior encontro deles em número de participantes. Aqui há poucas reuniões. Então, quando tem uma, vai todo mundo. Acho que também pesou a atuação na revista da comunidade, a *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*. Desde 2001, sou o editor-chefe, cargo que deixarei no próximo ano.

Em 1983, um asteroide ganhou seu nome, o 5201 Ferraz-Mello. Por que recebeu essa homenagem?

Praticamente todos os colegas da comunidade de astronomia dinâmica tem o seu asteroide. Não é uma exclusividade. O descobridor desse, Ted Bowell, é uma pessoa com quem sempre me dei bem e ele me deu esse prêmio. É um asteroide muito peculiar. Fiquei muito feliz e comecei a trabalhar com esse asteroide. Descobri nele características dinâmicas notáveis. Ele tem um período próximo

“

A ressonância provoca reações caóticas em um corpo. O asteroide roda ao redor de Júpiter, mas sua órbita começa a se deformar

de seis anos, é ressonante, e está numa órbita bem alongada. Foi observado no Soar [Observatório Austral de Pesquisa Astrofísica, no Chile] por colegas do Rio de Janeiro e descobrimos que pode se tratar de um cometa extinto ou de um que nunca se acendeu. Daqui a dois anos, ele se aproximará bastante da Terra e poderá ser bem observado. Poderemos verificar se aparece uma auréola de gás em volta dele. Quando chegar mais perto do Sol, ele poderá se aquecer e formar uma cabeleira. Isso seria um indicativo de que ele tem algo de cometa.

Por que resolveu estudar o fenômeno da ressonância orbital em asteroides?

Antes, eu trabalhava com a dinâmica de satélites, área relativamente ingrata, extremamente importante, mas pequena.

Eu conhecia quase todo mundo. Devia haver menos de 100 pesquisadores seniores no mundo nessa área. É um setor que necessita de conhecimentos muito precisos para embasar as missões espaciais. Em determinado momento, vi que havia uma similaridade entre um problema específico dos satélites e dos asteroides. Pensei em aproveitar o gancho. Naquele tempo, eram conhecidos talvez 40 ou 50 satélites enquanto já se conheciam mais de mil asteroides. Esse era, portanto, um assunto mais rico, com uma comunidade muito maior. Comecei a trabalhar com asteroides na década de 1980.

Mas o que o atraiu exatamente para esse campo?

Vi que havia problemas com asteroides não resolvidos que mereciam um estudo sistemático. Houve também uma circunstância favorável. Eu estava com um grupo muito bom de alunos de pós-graduação no IAG. Quase todos eram bolsistas da FAPESP e dois deles depois do doutorado receberam vários prêmios. Com esse grupo, montei um projeto temático que me permitiu comprar uma *workstation* com alta capacidade de processamento, era top de linha. Tinha então um poder de cálculo maior do que muitos colegas do exterior. Os processadores Risc da HP tinham acabado de sair e uma das primeiras máquinas veio para cá. Conseguimos estudar vários problemas dos asteroides e resolver alguns.

Como eram esses problemas?

Sempre falo em números redondos para ficar mais fácil. Júpiter leva um período de 12 anos para dar uma volta ao redor do Sol. Os períodos dos asteroides se situam entre dois e 12 anos. Alguns deles estão em ressonância orbital com o planeta. Tem períodos comensuráveis com o de Júpiter. Então se encontram com Júpiter sempre no mesmo ponto de sua órbita. Asteroides que não estão em ressonância cruzam com Júpiter cada vez em um lugar diferente. A ressonância altera de forma significativa o movimento do asteroide, amplificando sua órbita. Essa saga começou com estudos de outros pesquisadores sobre asteroides com período de quatro anos, um terço do de Júpiter. Eles queriam saber por que não existem asteroides com período de quatro anos no Sistema Solar. Essa particularidade é denominada falhas de Kirkwood.

Como assim?

Quando olhamos a distribuição dos asteroides, encontramos corpos com período maior ou menor, mas não de quatro anos. Por que no ponto que seria um terço do período de Júpiter não há asteroides? Essa questão foi resolvida nos anos 1980 antes de eu começar a estudar asteroides. A ressonância provoca reações chamadas de caóticas na órbita de um corpo. O asteroide roda ao redor de Júpiter, mas, como recebe um impulso gravitacional do planeta gasoso sempre no mesmo lugar, sua órbita começa a se deformar. Ela vai ficando extremamente alongada. O asteroide começa a excursionar em uma área muito maior do Sistema Solar. Isso pode levá-lo a uma quase colisão com Marte. Ao colidir, deixa de ser um asteroide com período de quatro anos. Continua existindo, mas em outra órbita. Em nosso primeiro trabalho estudando essa questão, vimos que a situação era muito mais drástica do que os colegas haviam verificado.

Drástica em que sentido?

Nessa situação, o asteroide não só podia cruzar a órbita de Marte, mas também a da Terra. Ele pode passar a menos de 1 milhão de quilômetros (km) de distância da Terra, o que é muito perto. Nada impede que um dia um objeto desses venha a colidir com a Terra. Isso não quer dizer necessariamente uma colisão física, mas passar muito perto. Se isso ocorrer, o asteroide será desviado de sua trajetória para uma outra órbita. Esse tipo de instabilidade está presente em muitos asteroides. Em seguida, tentei estudar com o mesmo método asteroides com período de seis anos, mas a abordagem não funcionou. A órbita desses asteroides não crescia o suficiente para levar a uma colisão com outros planetas.

O que o senhor fez então?

Comecei a trabalhar com a família de asteroides com período de oito anos, equivalente a dois terços do de Júpiter. Esse caso é um pouco diferente. Em vez de existir uma falha, há um grupo de asteroides com esse período. Muita gente tentava entender por que era assim. Então, como eu disse antes, compramos um bom computador e melhoramos o modelo para essa situação. Quanto mais complicado o modelo, mais complexas ficam as equações. Para estudar a ausên-



Ferraz Mello em 1997 com os ex-alunos Daniela Lazzaro, Tatiana Michtchenko, Fernando Roig, Cristian Beaugé, Alessandro Simula, Roberto Vieira Martins, Tadashi Yokoyama e Rodney Gomes

cia de asteroides de quatro anos, havíamos adotado um modelo simples, com três corpos. Colocamos o Sol, Júpiter e um asteroide em órbita. Mas, graças ao novo equipamento, fizemos um modelo mais complexo, com um corpo a mais, para os asteroides com período de oito anos. Havia o Sol, o asteroide, Júpiter e Saturno. Quando introduzimos esse planeta a mais no modelo, tudo se resolveu tranquilamente. Conseguimos inclusive explicar até por que não há grandes asteroides com período de seis anos. Não há asteroides antigos nessa ressonância, apenas pedrinhas que entraram lá recentemente.

Quer dizer que o modelo servia para explicar tanto a ausência de grandes asteroides com período de seis anos quanto o excesso de asteroides com período de oito anos?

Quando escrevemos as equações para os asteroides de seis e de oito anos, vimos que elas eram rigorosamente as mesmas. Mas por que havia falta de asteroides de um tipo e excesso de outro? Por que alguns podiam ser desviados para perto de um planeta e outros não? Para responder a essa questão, tivemos de fazer o nosso trabalho mais longo até então. Concluímos que os dois casos eram idênticos, mas a escala de tempo associada a cada situação era diferente. Era uma questão numérica. O lugar onde estão os asteroides de oito anos também vai se esvaziar desses corpos, só que isso ainda não ocorreu. Calculamos que sejam necessários 10 bilhões ou 20 bilhões de

anos para que isso ocorra na região com os asteroides de oito anos. Mas o Sistema Solar tem só 5 bilhões de anos. Na região onde estavam os asteroides com período de seis anos o tempo de esvaziamento é de 100 milhões a 1 bilhão de anos. Já deu tempo para isso ocorrer. Assim matamos a charada.

A sua resposta foi logo aceita pela comunidade científica?

A primeira vez que apresentei esse trabalho foi em Belgirate, na Itália, em 1993. Estávamos em um evento, no segundo andar de um prédio, e quase me jogaram pela janela quando expus meus resultados. Me obrigaram mesmo a eliminar várias passagens no artigo que publiquei nos anais desse evento.

Qual era a crítica fundamental ao trabalho?

Acho que era ter encontrado algo que os outros não tinham achado e ter mostrado as órbitas em que os asteroides dão esses grandes pulos gravitacionais. Para chegar a esse cálculo, de que a região com os asteroides de seis anos se esvaziava em no máximo 1 bilhão de anos, usei uma fórmula empírica, que havia sido deduzida por pesquisadores de Harvard a partir de experimentos numéricos. Sabemos que a fórmula é uma verdade prática, estatística, mas não há um teorema matemático que a prove. Logo depois, recebi um excelente aluno da República Tcheca, David Nesvorný, que ficou encarregado de estudar essa questão com uma metodologia mais robusta e de mais fácil acei-



Em frente ao Palais de L'Institut, em Paris, por volta de 1970: doutorado na Sorbonne

tação pelos meus colegas europeus, de formação mais matemática. Ele fez um grande trabalho. Ficou anos programando e calculando e mostrou de maneira irrefutável, por A mais B, que um tipo de asteroide sumia da ressonância em menos de 1 bilhão de anos enquanto o outro precisaria de pelo menos 10 ou 20 bilhões de anos para sumir. Nessa história, houve algo divertido. Uma das pessoas que estavam na reunião de Belgirate e que me colocou várias questões – amigavelmente, pois éramos todos amigos – era um estudante, um recém-doutor de Milão, Alessandro Morbidelli. Mais tarde, ele se rendeu aos nossos argumentos e usou até uma figura nossa para ilustrar a capa do livro que escreveu sobre a dinâmica do Sistema Solar.

Como o senhor começou a estudar a órbita dos exoplanetas?

Houve uma situação gozada. Fiquei dois anos no Observatório Nacional, no Rio, entre 1999 e 2001, e depois voltei para a USP. Quando retornei, a professora Tatiana Michtchenko, que fez parte da minha equipe de alunos e que hoje trabalha na sala ao lado da minha, estava estudando os movimentos em sistemas ressonantes de exoplanetas, com outro ex-integrante da equipe, o pesquisador argentino Cristian Beaugé. Eu também estava começando a pesquisar essa questão, mas com outra abordagem, estudando a evolução de sistemas ressonantes sob o efeito da maré [efeito secundário da gravidade que faz as partes mais próximas de um corpo serem mais atraídas do que as mais dis-

tantes]. Um dia mostrei uma figura para eles e eles me mostraram outra, idêntica à minha. Tínhamos chegado aos mesmos resultados. Acho que fomos os primeiros a estudar sistemas de exoplanetas cujas órbitas são ressonantes entre si. Um dos sistemas estudados foi o Gliese 876, cujo planeta mais interno precisa de 200 dias para dar a volta ao redor de sua estrela, enquanto o outro planeta demora 400 dias, exatamente o dobro.

Foi a melhora dos espectrógrafos que permitiu a descoberta dos planetas extrassolares?

Exatamente. Hoje um espectrógrafo mede velocidades radiais com precisão de 1 metro por segundo. O Usain Bolt corre 10 metros por segundo. O equipamento mede o efeito Doppler do Usain Bolt. Realmente a precisão é fantástica.

Como o senhor avalia hoje a astronomia brasileira?

É uma astronomia de boa qualidade. Temos vários colegas que são muito respeitados em suas áreas. O problema, como o de toda ciência brasileira, é que temos um pesquisador que é referência internacional em cada área. Tem um na especialidade A, outro na B e outro na C. Mas não existe massa crítica para formar equipes. Sofremos do mal da universidade. Quando abre uma vaga, ela deve procurar a melhor pessoa possível para o posto. O concurso para aquela vaga tem de ser amplo. Só que, às vezes, a pessoa escolhida, que é a melhor, não está interessada em nada do que os outros pesquisadores da universidade fazem. Para a universidade, está tudo bem. A diversificação é importante para ela. Mas, do ponto de vista do estabelecimento científico, isso não contribui para a manutenção de equipes. Elas se formam, têm um certo tempo de vida, mas o trabalho não tem continuidade. Mesmo os institutos ligados aos CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico], que poderiam pensar diferente, acabam fazendo exatamente como as universidades.

Como surgiu seu interesse pela astronomia? Alguém na família era pesquisador?

Um tio, Ary Ferraz Mello, era químico e teve uma grande influência no que fiz. Ele trabalhava em cursos técnicos e tam-

bém foi professor universitário. Escreveu um livro de química analítica que foi usado em várias universidades e chegou a ser convidado para vir para a USP, mas já estava com a vida toda encaminhada e não aceitou. Naquele tempo, nos anos 1960, trabalhar na USP era para rico. Podia-se ficar três, quatro meses sem receber até que a burocracia da contratação terminasse. Mas a entrada na astronomia foi meio por acaso. Até hoje tenho dificuldade em me considerar astrônomo. Sou físico, não astrônomo. Minha física tem muita matemática. Na França, onde fiz doutorado, a astronomia fundamental era colocada dentro da matemática. Não sei como é hoje. Acho que hoje seria um doutorado em astronomia, nem em física, nem em matemática.

O senhor foi funcionário técnico da USP antes de ser professor. Como ocorreu isso?

Em 1955, entrei no curso de física da USP, que funcionava no prédio da rua Maria Antônia, no centro de São Paulo, e ali fiquei cinco anos. Um dia fomos tomar café no bar da esquina com o professor de mecânica, Abrahão de Moraes. Ele estava com um caderno na mão e colocou em cima da mesa. Havia um carimbo no caderno, no qual estava escrito Observatório de São Paulo. Nem sabia que existia um observatório em São Paulo. Então comecei a fazer perguntas para ele sobre astronomia. Alguns meses



Com Luiz Muniz Barreto, Abrahão de Moraes e o belga Sylvain Arend: reunião de astrônomos em Hamburgo em 1964

depois, ele me convidou para ser técnico no observatório, que fica no Parque do Estado, no bairro da Água Funda [o IAG funcionou lá até o início deste século]. Eu estava no segundo ano da faculdade e era estagiário no acelerador Van de Graaff, com o professor Oscar Sala. No IAG, fiquei vários anos como técnico, fazendo cálculos para publicações do instituto. A história é mais complexa do que isso, com um longo período lecionando no Colégio Bandeirantes, depois na Física da USP, mas, mais tarde, acabei vinculado ao IAG e aqui estou até hoje.

Houve um estudo interessante sobre o primeiro satélite artificial soviético, o Sputnik?

Luiz de Queiroz Orsini e Antônio Hélio Guerra Vieira, da Escola Politécnica, fizeram uma antena para medir as radiações que atravessam a ionosfera e chegam até aqui quando o centro da galáxia passa pelo meridiano. A antena era uma rede de fios, não uma parabólica. Eles queriam fazer a medida todos os dias e ver como variava a ionosfera. Quando lançaram o Sputnik em 1957, apareceu no registrador a passagem do satélite. Acompanhamos o Sputnik 1 e o 2.

Como técnico, o senhor já pensava em ser pesquisador?

Fiz o curso de física para ser pesquisador. Tinha isso na cabeça.

O que era a astronomia brasileira nessa época?

Não existia. Fui um dos primeiros a sair do país para estudar e a voltar. Trabalhei com o professor Abraão de Moraes [físico e astrônomo, dirigiu o Instituto Astronômico e Geofísico, primeira designação do atual IAG-USP, de 1955 a 1970] de 1956 até ir para a França em 1962. Estava com ele o tempo inteiro. No início, até dividia a mesa de trabalho com ele.

Depois do doutorado fora, como foi o retorno ao Brasil, já com a ditadura instalada?

Foi um período meio cinzento. Quando terminei o doutorado, não tinha emprego na USP. Estava a ponto de voltar para o Brasil, mas não sabia o que ia fazer. Muitos anos depois fiquei sabendo que circulara a notícia de que eu seria comunista e tinha até ficha no Dops. De fato, eu havia sido do Partido Socialista antes de

“
A astronomia brasileira é boa. Mas temos um pesquisador que é referência internacional em cada área. Falta massa crítica para formar equipes

sair do Brasil. Isso pode ter influenciado as coisas por aqui, mas, certamente, não da parte do Abraão. Um dia, ainda em Paris, encontrei uns professores do ITA que lá estavam fazendo estágio e falei das minhas dificuldades. Eles sugeriram que eu fosse para o ITA. Dei risada e pensei o que faria no meio dos militares. Então me contaram que o ITA tinha acabado de instalar um telescópio e o reitor, professor Francisco Antônio Lacaz Netto, queria desenvolver a astronomia. Escrevi uma carta para ele e pedi para dar aula no departamento de matemática. Respondeu que na matemática não haveria emprego, mas, se eu viesse para desenvolver a astronomia, me empregaria. Fui para o ITA, onde fiquei oito anos. Lá criei a primeira pós-graduação

em astronomia no Brasil, em 1968. Logo depois apareceu a do Mackenzie, criada pelo Pierre Kaufmann. Voltei a trabalhar de novo no IAG quando criaram a pós-graduação aqui em 1973, primeiro só em tempo parcial, para dar aulas. Mas continuei também no ITA até 1975, quando vim definitivamente para a USP.

É verdade que o senhor é o sócio número 1 da SAB, criada em 1974?

Sim, sou. Mas foi porque eu que fiz a lista dos associados iniciais. Se você tivesse feito, também seria o número 1. O número inicial de sócios era da ordem de 60 pessoas. Enchia uma sala. Estávamos tentando organizar a astronomia de algum modo no Brasil. Fizemos uma reunião no prédio da reitoria velha da USP, onde o IAG tinha algumas salas. Ali tivemos a reunião em que decidimos formar uma sociedade. Nessa época, havia um trabalho conjunto da USP, do Observatório Nacional, do ITA, da Universidade Federal de Minas Gerais, do Mackenzie, para dotar o Brasil de um observatório. Estávamos procurando o sítio para montar o Laboratório Nacional de Astrofísica, o LNA. Quando ainda estava no ITA, coordenei os anos finais dessa procura.

Foi fácil escolher o Pico dos Dias, em Brazópolis (MG)?

Não foi, não. Descobrimos a área por acaso. Havia um problema: estávamos fazendo prospecção do melhor lugar para instalar o observatório no Brasil, mas não tínhamos um bom mapa da região onde estava o pico. Tínhamos de adivinhar onde as coisas estavam. Na época, os melhores mapas publicados eram as cartas aeronáuticas. Elas tinham todo o relevo marcado, o lugar onde estavam os picos, as serras. O estado de Minas Gerais ocupava várias folhas enormes do mapa, com muitos detalhes. Mas, por azar, Brazópolis ficava na área de exclusão aérea da escola de aeronáutica de Guaratinguetá. Nessa área, o mapa era todo hachurado e ali não se via nenhum pico. Quando estávamos estudando um pico próximo dali, em Maria da Fé, Germano Rodrigo Quast, que se aposentou recentemente do LNA, disse, segurando um binóculo: “Que pico é aquele que estou vendo daqui?”. Assim se descobriu, para a astronomia brasileira, a existência do Pico dos Dias, em Brazópolis. ■