

A descoberta dos pulsares

Jocelyn Bell Burnell

Universidade de Oxford

Universidade de Dundee

Resumo

Este texto foi extraído da palestra realizada no dia 10 de Fevereiro de 2023 pela autora na segunda edição do evento As Astrocientistas: Encontro Brasileiro de Meninas e Mulheres da Astrofísica, Cosmologia e Gravitação.¹

Abstract

This text was extracted from the lecture given on February 10, 2023 by the author at the second edition of the event As Astrocientistas: Brazilian Meeting of Girls and Women of Astrophysics, Cosmology and Gravitation.

Palavras-chave: astrofísica, pulsares, mulheres na ciência

Keywords: astrophysics, pulsars, women in STEM

DOI: [10.47456/Cad.Astro.v5nEspecial.44950](https://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v5nEspecial.44950)

1 Introdução

Hoje vou contar um pouco sobre minha formação e a descoberta dos pulsares. Gostaria de compartilhar algumas histórias sobre quando os pulsares quase foram descobertos em uma série de oportunidades perdidas.

Nasci e cresci na Irlanda do Norte e fui reprovada em um exame importante aos onze anos. Mais tarde, descobri que as notas de aprovação eram mais altas para as meninas do que para os meninos, pela simples razão de que havia meninas “demais” sendo aprovadas no exame. No período seguinte, durante meu primeiro ano no ensino médio, matriculei-me em uma aula de física e fui a melhor da turma, apesar de ter sido reprovada naquele exame importante alguns meses antes.

Tínhamos física no primeiro período, química no seguinte e biologia no terceiro. A última matéria, biologia, achei chata. Durante toda a escola, física foi minha melhor disciplina. Portanto, decidi me matricular em um curso de física quando chegou a hora de ir para a faculdade. Comecei na Universidade de Glasgow, cursando um programa de graduação padrão de física. Já havia decidido que queria me tornar uma radioastrônoma. Depois de me formar, fui

para Cambridge para fazer meu doutorado. Naquela época, Cambridge estava cheia de jovens confiantes e havia muito poucas mulheres lá (felizmente, hoje em dia há mais mulheres no campus).

Senti-me um pouco assustada quando cheguei a Cambridge. Todos os jovens pareciam muito inteligentes e confiantes e pensei que talvez tivessem cometido um erro ao me admitir. “Eles não deveriam ter feito isso. Não sou inteligente o suficiente. Eles descobrirão seu erro e me expulsarão”. Mas, até que isso acontecesse, decidi dar o meu melhor para não me sentir culpada. Queria ter a certeza de que dei o meu melhor e trabalhei duro.

2 Radioastrônoma em formação

Morei em Cambridge, Inglaterra, nessa época da minha vida. Quando comecei meu doutorado em radioastronomia, recebi algumas ferramentas – não eram ferramentas eletrônicas delicadas, mas ferramentas pesadas para trabalhar com fios. Eu estava prestes a fazer um trabalho duro. Estávamos construindo um telescópio projetado para funcionar a 81,5 megahertz e, entre outras tarefas, eu tinha que instalar plugues e tomadas nos cabos e verificar se as conexões estavam boas. Parte desse trabalho foi feito durante o inverno, e tudo que eu tinha como abrigo

¹Transcrição por Alexandre M.R. Almeida; tradução de Olesya Galkina. Texto editado por Carla R. Almeida.

era uma pequena cabana. O telescópio tinha mais de 2.000 antenas (vide Figura 1), mais de 1.000 postes de madeira e quase 200 quilômetros de fios e cabos. Foram necessárias muitas pessoas para construir aquele radiotelescópio em apenas dois anos.

Naquela época, os quasares, eram um grande quebra-cabeça. Quando a radioastronomia teve seu início, a primeira coisa que as pessoas observaram foram algumas dessas fortes fontes de rádio. Quando questionamos os astrônomos ópticos sobre o que eram, eles responderam que pareciam estrelas, mas não eram o tipo de estrela que conhecíamos. Eles ficaram conhecidos como fontes de rádio quase estrelas ou, abreviadamente, quasares. Martin Schmidt e Jesse Greenstein obtiveram espectros ópticos desses objetos, mas não conseguiram entendê-los até que, de repente, Martin pensou: “É um espectro de hidrogênio com um grande desvio para o vermelho?”

E foi, de fato, um desvio para o vermelho extremamente grande. Tão grande que Martin mal podia acreditar. Ele foi ao escritório de Jesse e descobriu que Jesse também tinha o espectro de outro quasar. Jesse pensou que esses objetos provavelmente eram feitos de telúrio e começou a escrever um artigo sobre a hipótese desses objetos serem ricos em telúrio. Quando Martin pediu a opinião de Jesse sobre sua interpretação dos espectros, Jesse também percebeu imediatamente. Era hidrogênio com um desvio para o vermelho muito grande.

Mas esse desvio para o vermelho exagerado era perturbador. Isso implicava que esses objetos estavam muito distantes, mas também que eram muito brilhantes. Esperávamos que os objetos distantes fossem fracos. Mas estes quasares quebraram esta regra. E eles são incrivelmente compactos. Os sinais de rádio de objetos compactos chegam através do vento solar. E a densidade desse vento não é uniforme, então se comporta como uma tela de difração que passa, variando rapidamente. Isso é chamado de cintilação interplanetária.

Naquela época, em Cambridge, a Universidade tinha um computador. Apenas um. Foi a época antes dos transistores. Os primeiros computadores foram feitos com tubos de vácuo, ocupavam uma sala inteira e tinham menos memória que um laptop moderno. Portanto, toda a universidade tinha um computador com menos memória que o seu laptop e muito poucas pessoas podiam usá-lo. Nós não fomos um dos sortudos. Meus dados vieram em cópias impressas em papel milimetrado. É muito papel milimetrado!

30 metros todos os dias. Uma varredura do céu durou quatro dias, 120 metros. Depois de seis meses, eu tinha cinco quilômetros desse papel e tive que analisá-los manualmente porque não tínhamos acesso a um computador.

Continuamos examinando o céu, levando quatro dias para fazer uma varredura e repetindo o processo. Foi um programa de sucesso. Começamos com cerca de 20 quasares conhecidos e, quando terminamos a pesquisa, tínhamos 200 quasares. Fui muito metódica porque pensei que iriam me expulsar. Mas havia um pedacinho de aproximadamente de cinco milímetros no gráfico que não fazia sentido. Eram cinco milímetros que eu não conseguia entender.

3 A descoberta dos pulsares

Este sinal se repetiu no horário sideral, chegando cerca de 23 horas e 56 minutos depois. Portanto, provavelmente não foi feito pelo homem, porque os astrônomos são os únicos que marcam o dia com 23 horas e 56 minutos. Uma possibilidade era que eu tivesse conectado o telescópio de maneira errada ou talvez o receptor estivesse se comportando mal. Para testar isso, pedimos a um colega com um radiotelescópio e um receptor separados para examiná-lo, confidencialmente. E eles confirmaram nossa observação.

Portanto, não foi interferência terrestre, pois manteve o tempo sideral. E também não se tratava de um equipamento defeituoso, pois era detectável por um conjunto diferente de equipamentos; deve ser algo lá fora.

Nós o apelidamos de *Little Green Men* (homenzinhos verdes, em português), mas esse não era um nome sério. Pensamos que se viesse de um planeta que orbita uma estrela, então, esperávamos ver pulsos mais curtos quando este se aproximasse de nós e os pulsos mais longos quando estes se afastasse. É o efeito Doppler. Mas as observações não se enquadraram de forma óbvia neste padrão. Vimos apenas o deslocamento Doppler devido ao movimento da Terra em torno do Sol.

Então encontrei um segundo. E um terceiro. E um quarto. Encontrar mais dessas estrelas foi um grande alívio. Conseguimos obter uma medição de dispersão e estabelecer que estavam a cerca de 200 anos-luz de distância. Primeiro, confirmamos com outro telescópio que nosso equipamento não estava errado (e



Figura 1: Aqui está o radiotelescópio. Os postes de madeira mantêm os fios de cobre desencapados afastados da grama. As antenas capturam os sinais que percorrem os laços do fio e os enviam de volta aos receptores no laboratório.

agora havíamos encontrado mais deles). Foi incrível! Publicamos o artigo sobre a primeira observação [1] e relatamos as outras três em uma publicação posterior [2]. Poucos dias antes do lançamento do primeiro artigo, Tony,² meu supervisor, apresentou um colóquio em Cambridge com um título emocionante, “Descoberta de um novo tipo de objeto”.

Nessa fase, havia duas possibilidades para este objeto: poderia estar vibrando ou poderia estar girando. O teste crucial para determinar qual é qual era observar ao longo do tempo. Se estiver vibrando, ficaria mais rápido à medida que envelhece. Se estiver girando, ele desaceleraria antes de parar. Então, com o tempo, se ficar mais rápido está vibrando, e se ficar mais lento está girando. Seis meses depois, outros astrônomos determinaram que o primeiro pulsar ficou mais lento à medida que envelhecia, então era um objeto giratório.

Quando Tony apresentou o colóquio, ele sugeriu que esse objeto era uma estrela, como uma anã branca, provavelmente a estrela mais compacta possível, que vibrava e lançava ondas de choque em sua atmosfera. Nós as detectamos como pulsos de rádio. Lembro-me de Fred Hoyle³ sentado na primeira fileira e foi a primeira pessoa a falar. Ele disse: “Não acho que seja uma anã branca, acho que é uma estrela de nêutrons”. E ele estava certo!

Hoyle ouviu falar disso pela primeira vez nesta palestra de 40 minutos, absorveu a informação e encontrou uma explicação melhor! Ele tinha um cérebro incrível. Naquele momento, Tony ainda estava conven-

cido de que se tratava de um objeto oscilante. Quando medimos a derivada do período e pudemos ver que ela estava, de fato, desacelerando, então tinha que ser um objeto giratório.

A *Nature* e outros jornais tomaram conhecimento das nossas descobertas e isso foi particularmente difícil para mim. Normalmente, Tony Hewish e eu éramos entrevistados juntos por jornalistas e eles perguntavam a Tony sobre o significado astrofísico desta descoberta. Eles então se voltavam para mim, uma jovem, e me faziam perguntas como: Quantos namorados eu tive? Quais eram minhas medidas de busto, cintura e quadril? Eu descrevia meu cabelo como moreno ou loiro? (Nenhuma outra cor era permitida). Foi decepcionante, para dizer o mínimo. Eu era simplesmente um objeto sexual, não uma cientista.

Porém, o correspondente científico Anthony Michaelis, que trabalhava para o jornal *Daily Telegraph*, um jornal inteligente embora conservador, perguntou-me como denominamos este objeto. Já havíamos pensado um pouco sobre isso e chegamos com duas alternativas: fonte de rádio pulsante ou fonte de rádio pulsada. Optamos por ‘pulsante’, porque ‘pulsado’ poderia ser interpretado como se alguém estivesse produzindo esses pulsos (homenzinhos verdes). “Fontes de rádio pulsantes”, respondi. E o Sr. Michaelis rejeitou o nome, alegando que era muito longo. “Que tal pulsar?” ele sugeriu em justaposição à palavra ‘quasar’. Pulsar foi nomeado por este homem, Anthony Michaelis.

²Anthony Hewish, rádio astrônomo britânico.

³Fred Hoyle foi um astrônomo e cosmólogo inglês que fez contribuições significativas aos campos da nucleossíntese estelar, da origem da vida e da teoria do estado estacionário do universo.

4 Quase descobertas: oportunidades perdidas

Às vezes, em uma conferência, ouvi histórias interessantes de pessoas que me contaram como “quase” descobriram os pulsares. Essas histórias nos contam muito sobre como a ciência funciona, por isso gostaria de compartilhá-las com você.

O primeiro aconteceu por volta de 1957. A história me foi contada por Elliott Moore, na época estudante de verão no Observatório McDonald. Era uma noite em que o telescópio foi aberto ao público e o técnico o havia ajustado para observar a Estrela de Minkowski, o curioso objeto estelar situado no centro da Nebulosa do Caranguejo.⁴ Naquela noite, uma jovem aproximou-se do telescópio e disse que a estrela estava piscando. Ela era uma piloto de avião que voava à noite. Seu trabalho era pilotar aviões da fábrica até o cliente. Ao ouvir seu comentário, o assistente noturno do telescópio explicou-lhe sobre a cintilação, a atmosfera da Terra e o brilho das estrelas. Ela obviamente conhecia as constelações e a cintilação ou brilho das estrelas. Não foi isso. A estrela estava piscando!

O interessante sobre isso é que a estrela da Nebulosa do Caranguejo pisca. Ela pisca a 30 Hertz, 30 flashes por segundo, o que está próximo do limite que o ser humano pode ver. No entanto, algumas mulheres jovens conseguem ver 30 Hertz; mulheres jovens no Canadá costumavam reclamar porque lá a fonte de alimentação principal era de 30 Hertz e eles podiam ver as luzes e coisas piscando a 30 Hertz. Essa piloto de avião em particular provavelmente podia ver a estrela brilhando, mas ninguém seguiu essa pista.

Há também o senhor que identificou 14 sinais pulsantes enquanto estava estacionado no Alasca na década de 1980 à procura de mísseis vindos da União Soviética [4]. Charles Schisler trabalhou para os militares dos EUA, operando um radar militar. Quando estava tranquilo, ele podia brincar com o equipamento e usava o equipamento receptor para olhar o céu. Quando ele era estudante universitário, ele fez um curso de astronomia. Ele sabia sobre ascensão reta e declinação, então registrou em um pedaço de papel a ascensão reta e a declinação das fontes pulsantes que encontrou, uma das quais estava na Nebulosa do Caranguejo.

Illegalmente, ele levou aquele pedaço de papel con-

⁴Em 1942, o astrônomo Rudolf Minkowski descobriu uma estrela que mais tarde foi aceita como sendo o remanescente de uma supernova da Nebulosa do Caranguejo [3].

sigo quando deixou o serviço militar. Em 2007, ele descobriu o catálogo australiano de pulsares online, que continha 11 dos objetos pulsantes que ele havia identificado décadas antes. No momento de sua descoberta, ele não poderia publicá-los, proibido pela Força Aérea dos EUA. Mas aos 81 anos, ele estava muito entusiasmado por trocar correspondências com os astrônomos australianos sobre as suas descobertas. Outro exemplo de pulsares quase descobertos envolve Sue Simkin. Sue Simkin foi criada no Canadá na época em que a fonte de alimentação era de 30 Hertz e ela era uma das mulheres que conseguia ver o flash. Nesta fase, ela estava trabalhando em astronomia ultravioleta e foi solicitada a capturar o espectro daquela curiosa estrela no centro da Nebulosa do Caranguejo. A estrela estava opaca, mas ela podia ver ondas saindo dela. Não acreditaram nela até que a descoberta dos pulsares foi anunciada. Então eles disseram: “Sim, talvez você tenha visto alguma coisa mesmo”.

Para o exemplo final, não vou citar os nomes das pessoas envolvidas. Eram radioastrônomos que ficaram muito envergonhados por não terem notado os pulsares. Ao terminar de mapear todo o céu a 408 Megahertz com o maior telescópio do mundo, com apenas um ou dois pequenos fragmentos para preencher, um dos gravadores⁵ se comportou mal. Certo dia, às três horas da manhã, aquele gravador de dados começou a varrer regularmente pelo papel. Um astrônomo xingou o suposto mau funcionamento e bateu nele – porque essa era a técnica mais utilizada para fazer um gravador parar de grudar. O gravador parou de varrer e voltou ao seu padrão normal, então o astrônomo vestiu o casaco e foi para casa, para a cama, sem fazer qualquer registro no diário.

O que eles estavam observando era o objeto conhecido como pulsar 0329+54. Mas, como não fez qualquer registro no diário, esta descoberta não pôde ser posteriormente reivindicada.

Além disso, na sequência do anúncio da descoberta dos pulsares, eles não verificaram os seus dados para ver se conseguiam encontrar algum pulsar ali, porque o que observaram não foi o que primeiro que encontramos. Apareceu mais tarde. Por isso é importante usar seu livro de registros, pessoal! Anote qualquer coisa peculiar que aconteça. Você pode ter feito uma descoberta importante e precisará da documentação posteriormente.

⁵Não havia computadores naquela época.

Quero terminar prestando homenagem a Franco Paccini, astrofísico italiano.

A razão pela qual a Nebulosa do Caranguejo ainda brilhava era um enigma considerável antes da descoberta dos pulsares. Sabia-se que se tratava de uma supernova e que a nebulosa era inicialmente os destroços da explosão da estrela. Mas com o tempo, esses destroços deveriam ter ficado cada vez mais fracos, mas ainda assim continuavam a brilhar. Por que esta nebulosa continuava brilhante?

Franco Paccini apresentou a explicação de que poderia haver uma estrela de nêutrons no meio da Nebulosa do Caranguejo, com um grande campo magnético e inclinação ao eixo de rotação. Isso produziria radiação dipolo magnética na rotação. E se a nebulosa fosse densa o suficiente, essa radiação não escaparia, ficaria presa na nebulosa e a manteria brilhando.

Ele estava absolutamente certo! Isso foi antes da descoberta dos pulsares e ele acertou em cheio na explicação do porquê a Nebulosa do Caranguejo continua brilhando. Ele era um astrofísico brilhante.

5 Conclusões

Por fim, minhas observações finais pretendem resumir as principais etapas da descoberta. Em primeiro lugar, eu tinha meu próprio telescópio e receptores e me certifiquei de entender como eles se comportavam. Eu sabia sobre suas anomalias. Como pesquisadora, tive tempo e espaço para fazer isso. Sofrer da Síndrome do Impostor foi fundamental. A ansiedade de pensar que eles iriam me expulsar me fez trabalhar ao máximo. Fui minuciosa e acompanhei as anomalias. Esta foi uma das primeiras observações feitas com um curto tempo de exposição. Até então, eram necessários períodos de integração mais longos e estes teriam mediado o processo. E, aliás, não tínhamos conhecimento de quaisquer outros observadores que pudessem fazer a mesma descoberta, por isso podíamos ter cuidado.

Hoje em dia, está na moda definir objetivos ou metas para programas. Se tivéssemos conseguido informatizar a busca, se tivéssemos acesso a um computador, teríamos programado o computador para procurar o que encontramos? Nem sabíamos que existia, então possivelmente não. Se tivesse sido automatizado, poderíamos ter perdido a descoberta. Essas baixas frequências e alta resolução temporal têm sido

uma combinação fora de moda. Mas agora vemos que está voltando a ser explorado novamente.

Obrigado pelo seu interesse e obrigado pela sua atenção.

Sobre a autora

Jocelyn Bell Burnell descobriu pulsares quando era uma doutoranda trabalhando com o radiotelescópio de Cambridge, abrindo um novo ramo na astrofísica - trabalho reconhecido pelo Prêmio Nobel que seu orientador recebeu. Em sequência, ela trabalhou com diversas atuações em muitas outras áreas da astronomia, se ocupando profissionalmente por meio período enquanto criava sua família. Atualmente é uma Acadêmica Visitante em Oxford e a Chanceler da Universidade de Dundee, na Escócia. Ela foi presidente da Sociedade Acadêmica Real do Reino Unido, em 2008 se tornou a primeira mulher presidente do Instituto de Física do Reino Unido e da Irlanda, e em 2014 se tornou a primeira mulher presidente da Sociedade Real de Edimburgo. Ela foi uma das integrantes de um grupo de mulheres cientistas que propôs o esquema Athena SWAN. Jocelyn já recebeu muitas honras, incluindo um prêmio de *Breakthrough* de 3 milhões de dólares em 2018. Sua apreciação pública e o reconhecimento da importância da ciência que ela desenvolve sempre foram importantes para ela, e ela é muito procurada como palestrante e locutora. Em seu tempo livre, ela gosta de jardinagem, de ouvir música de coral e é da comunidade *Quaker*. Jocelyn também co-editou uma antologia de poemas com tema astronômico: "*Dark Matter; Poems of Space*" (Matéria escura; Poemas do espaço).

Referências

- [1] A. Hewish et al., *Observation of a rapidly pulsating radio source*, *Nature* **217**, 709 (1968).
- [2] J. Pilkington et al., *Observations of some further pulsed radio sources*, *Nature* **218**(5137), 126 (1968).
- [3] F. C. Michel, *Neutron Star in Crab Nebula-Really?*, *Comments on Astrophysics and Space Physics* **4**, 101 (1972).
- [4] G. Brumfiel, *Air force had early warning of pulsars.*, *Nature* **448**(7157), 974 (2007).