

A Assinatura de Buracos Negros

Sueli Viegas
São Paulo, SP, Brazil

Com a passagem do Ano Internacional da Astronomia e a início do funcionamento do LHC – poderoso acelerador de partículas do CERN, na Suíça, a expressão buraco negro esteve em vários noticiários, sempre acompanhada da explicação comum: região com um campo gravitacional tão intenso que nem a luz pode escapar.

Essa noção não é tão recente. Foi aventada em 1798 pelo matemático francês Laplace (1749-1827), usando a lei de Gravitação Universal publicada uma centena de anos antes pelo físico e matemático inglês Newton (1643-1727). A partir do estudo do movimento dos planetas ao redor do Sol, Newton mostrou que a força entre dois corpos é proporcional ao produto de suas massas e decresce com o quadrado da distância entre eles.

Diariamente sentimos a ação da força de gravidade, que nos prende à superfície terrestre. Conhecemos a dificuldade e cansaço quando subimos uma montanha e a facilidade em desce-la. Ao subir, lutamos para vencer a força que nos puxa em direção ao centro da Terra e gastamos energia. Ao descer, deixamos que essa força nos leve de volta ao ponto mais baixo, vencendo, por medo das consequências, a tentação de rolar montanha abaixo. Ao subir e descer num campo gravitacional qualquer, um corpo transforma energia cinética (relacionada à velocidade do corpo) em potencial (relacionada à força da gravidade). Assim, para escapar da atração fatal de qualquer campo gravitacional, é necessário que a energia cinética do corpo seja maior que a energia potencial. A igualdade entre essas duas quantidades fornece o valor da velocidade de escape, que será tanto maior quanto maior a força que atrai o corpo.

Desde a década de 1670, sabia-se que a velocidade da luz é finita. Há, portanto, um valor máximo para a energia cinética de qualquer corpo. Num campo gravitacional muito intenso, nem a luz pode escapar – idéia aventada por J-S. Laplace em 1687. Porém, foi após a formulação da Teoria Geral da Relatividade por A. Einstein (1879-1955), interpretando a força da gravidade como resultado da deformação do espaço-tempo, que no mesmo ano, 1916, o físico alemão K. Schwarzschild (1873-1916) demonstrou matematicamente a existência dessas regiões e relacionou seus raios com suas massas. Efeito semelhante acontece quando uma bola pesada é colocada sobre uma película esticada onde estão espalhadas várias bolinhas mais leves que rolam em direção à primeira devido à depressão criada por ela na película, outras mais velozes apenas resvalam.

Uma dezena de anos mais tarde, estudando o destino final de estrelas anãs brancas, o astrofísico S. Chandrasekhar (1910-1995) estabeleceu um limite máximo para suas massas de 1.4 massas solares, acima do qual as estrelas sofreriam um colapso sem volta. Estava aberta a temporada de caça aos buracos negros para fornecer a prova observacional que faltava às predições teóricas.

A busca apenas se tornou possível quando o desenvolvimento tecnológico da década de 1960 permitiu esquadrihar o céu com maior resolução e atingir regiões mais distantes, com detetores que podiam registrar não apenas a luz visível ao olho humano, mas também emissões de infravermelho, raios-X e radio. Essas observações revelaram novos fenômenos celestes, como fontes estelares de raios-X e a identificação de quasares com galáxias. Ambas estimularam as discussões sobre a origem da energia nesses objetos. Surgiu a pergunta: seriam esses fenômenos assinaturas de buracos negros?

Foi uma fonte de raios-X, situada na Via Láctea e batizada como Cygnus X-1, que forneceu a resposta. Observada pelo primeiro satélite de raios-X, Uhuru, foi identificada devido à sua posição no céu com uma estrela supergigante azul, distante cerca de 6.000 anos-luz. A emissão X, que não poderia ser produzida pela supergigante, era variável, indicando a presença de uma companheira muito próxima e compacta.

Alguns anos antes, o astrofísico russo Sholovsky mostrara que Sco X-1, uma outra fonte X estelar, era um sistema binário com uma estrela de neutrons (final da evolução de uma estrela massiva) atraindo matéria de uma companheira de menos massiva. Esse material espirala criando um disco aquecido ($> 10^6$ graus) ao redor da estrela de neutrons e emite raios-X.

No caso de Cygnus X-1, usando os dados da estrela supergigante e o período de variabilidade de 5,6 dias foi possível estimar que a massa da companheira excedia em muito a do Sol. Além disso estava muito próxima da supergigante. Resumindo, tinha uma massa muito maior que a de estrelas de neutrons, e seu raio deveria ser muito menor. Só restava uma possibilidade: ser um buraco negro. Assim, sistemas estelares semelhantes a Cygnus X-1 constituem a assinatura de buracos negros com uma dezena de massas solares.



Figura 1 - Representação artística de um sistema binário com um buraco negro circundado pelo disco (em amarelo) formado pelo material sugado da estrela supergigante azul

No caso de quasares e radio galáxias, fenômenos muito energéticos foram percebidos desde as primeiras observações na forma de jatos que se originavam nas regiões

centrais e se estendem por milhares de anos-luz. A fonte de energia estelar – reações nucleares, tem baixa eficiência e não fornece a esperada explicação para os fenômenos observados. Os cientistas recorreram, então, à presença de um buraco negro supermassivo na região nuclear de quasares e galáxias, resultantes da junção de outros menos massivos nas colisões ocorridas nos primeiros bilhões de anos após o Big Bang. E se alimentam esvaçalhando estrelas ao seu redor. Em 1971, os astrofísicos ingleses Lynden-Bell e Rees propuseram a presença de um buraco negro com massa limite de 10^8 massas solares no centro da nossa Galáxia. Em 1981, um modelo semelhante ao aplicado a Cygnus X1, forneceu a massa (de 10^7 a 10^8 massas solares) e a quantidade de matéria atraída pelo buraco negro (de 0,1 a 10 massas solares por ano) necessárias para manter o brilho de galáxias muito energéticas chamadas Seyfert. Entretanto, a confirmação observacional somente poderia vir de resultados mais diretos que mostrassem o efeito gravitacional do buraco negro na matéria ao seu redor.

As regiões centrais das galáxias contêm estrelas, gás e poeira (Figura 2). Esta dificulta a observação óptica porque absorve a luz visível, mas não a radiação infravermelha e rádio. Observações espaciais e terrestres têm permitido estudar o movimento das estrelas e do gás das regiões centrais das galáxias e calcular a massa presente. Os resultados indicam massas entre 10^6 e 10^{10} massas solares. Em particular, a do centro da Via Láctea é das menos massivas,; cerca de 4×10^6 massas solares. As massas encontradas, concentradas numa região muito pequena, são a assinatura indelével do atraente e voraz abismo responsável pelo brilho e pela atividade no centro das galáxias.

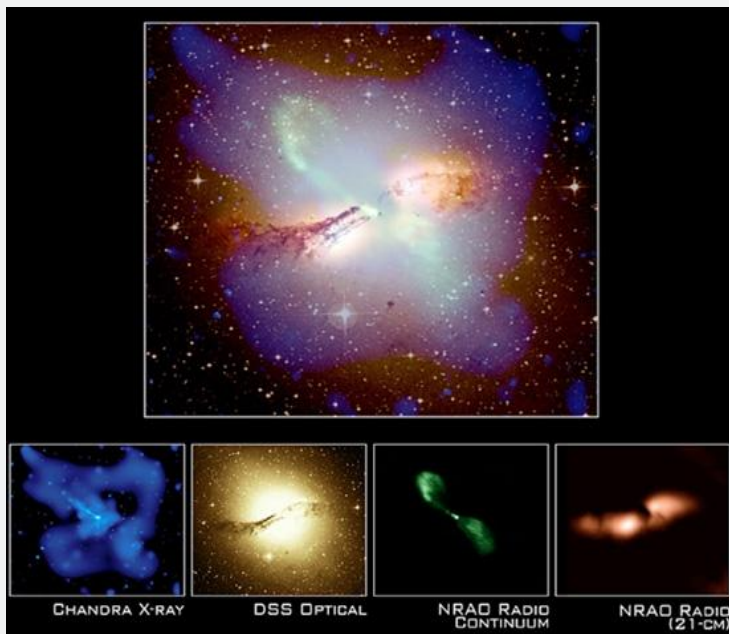


Figura 2 - Cen A: imagem maior é a superposição das imagens menores em diferentes frequências. A imagem óptica mostra uma faixa central mais escura devido a absorção que esconde o núcleo da galáxia que abriga um buraco negro e onde se originam o jato radio (verde) e o jato X (azul) perpendiculares à zona de poeira, enquanto a emissão radio de 21cm, que é produzida por hidrogênio neutro, coincide com a zona de poeira, e a uma emissão azul está espalhada pela galáxia.

Para os interessados, deixo aqui um devaneio rimado inspirado pelos buracos negros:

Abismos Celestes

Matéria enjaulada num ínfimo espaço,
Matéria restrita além do horizonte,
perder o equilíbrio em apenas um passo,
na dança agitada de um mundo sem ponte.

Não vejo sua sombra, nem mesmo seu brilho
A sua presença, fugindo às espreitas,
apenas pressinto no gás andarilho,
na luz deslumbrante de estrelas desfeitas.

Matéria somada a gases flutuantes,
no embate animado, há muito presente,
no célere ritmo de galáxias brilhantes
criando o abismo, imenso e patente.

Não vejo sua sombra, nem mesmo sua luz
Somente a calada, oculta existência,
no viço de cores a que um jato faz jus,
na fatal atração de infinita fluência.

Extraído de: [Click Ciência](#)