

O prémio Nobel da Física 2020 para buracos negros foi o coroar do trabalho de toda uma comunidade científica internacional durante mais de um século. Essa atribuição deu-nos o ímpeto para homenagear tais objetos dedicando-lhes uma edição especial da prestigiada *Gazeta de Física*.

O conceito de buraco negro nasceu da convergência de duas direções distintas. Por um lado, apareceram soluções exatas das equações da teoria da relatividade geral para um corpo esfericamente simétrico. Estas soluções, de difícil interpretação física, direcionaram uma investigação ativa para a sua melhor compreensão como objetos geométricos do espaço-tempo. Por outro lado, cimentou-se a constatação teórica e observacional que estrelas muito diferentes do Sol, as estrelas compactas, existem. Estas estrelas, nomeadamente as anãs brancas e as estrelas de neutrões, são um estágio final da evolução de estrelas, mas havia ainda a possibilidade última de um estágio em que a estrela, ao se tornar tão compacta, colapsasse para dentro dela própria. A junção de soluções exatas da relatividade geral com a possibilidade de existirem estrelas totalmente colapsadas gerou o conceito de buraco negro. Entretanto, a ideia mostrou ser mais geral, não se aplica só a estrelas colapsadas. Qualquer quantidade de matéria completamente colapsada é um buraco negro. Assim, há buracos negros supermassivos, com massas galácticas, em que o centro de uma galáxia inteira é um buraco negro. Há também a possibilidade de haver buracos negros de todos os tamanhos, em todas as escalas, desde buracos negros em escalas de Planck, a escala mais ínfima possível onde mecânica quântica e a gravitação se juntam, a mini buracos negros do tamanho de um próton, até buracos negros em escalas de um universo inteiro.

O buraco negro como objeto físico e astrofísico foi se impondo gradualmente ao longo do século XX e dos primeiros anos do século XXI. A aceitação da ideia de buraco negro como objeto totalmente colapsado gravitacionalmente é um enorme triunfo do método científico. Hipóteses diferentes, alternativas ao conceito de buraco negro, foram constantemente sendo propostas, mas os desenvolvimentos observacionais em ondas rádio, infravermelhos, ópticas, raios X, raios gama e finalmente em ondas gravitacionais, das últimas décadas foram usados para demonstrar definitivamente, e para lá de qualquer possível dúvida, que as consequências fenomenológicas advindas de buracos negros e da matéria à sua volta estão corretas.

O início da era da astronomia gravitacional com a primeira deteção de ondas gravitacionais vindas de uma

colisão de dois buracos negros de cerca de trinta massas solares cada, em 14 de setembro de 2015, tem-se mostrado auspiciosa. Já foram detetadas numerosas colisões de vários tipos, a saber, colisões entre dois buracos negros, entre um buraco negro e uma estrela de neutrões e entre duas estrelas de neutrões. Em breve, colisões dos buracos negros supermassivos que habitam o centro das galáxias estarão também a ser detetadas em interferómetros espaciais de precisão formidável, e tudo isto, conjuntamente com observações em todo o espectro eletromagnético, nos dará um impulso extraordinário para uma melhor compreensão do Universo em que vivemos.

Para além de ser um objeto astrofísico, um buraco negro é, na sua essência, um objeto físico que obedece às leis da física. Sendo uma de suas características o poderem existir em todas as escalas, podemos com eles percorrer toda a física, desde a sonhada gravitação quântica, à física de partículas elementares e à astrofísica. Ademais, o buraco negro ao levar a física ao extremo, fará por seu turno com que uma sua melhor compreensão vá descortinar o próximo nível das leis fundamentais da própria física. Com o contínuo desenvolvimento dos diferentes métodos teóricos e computacionais e com a nova era de precisão observacional, teremos mais e melhor informação sobre esta fronteira do nosso conhecimento, o que irá influenciar não apenas a física e a ciência, mas também a tecnologia e toda a nossa civilização.

A edição deste número especial da *Gazeta de Física* é o resultado do esforço coletivo para o entendimento de buracos negros e ilustra algumas das diferentes abordagens que investigam este assunto em Portugal. Agradecemos a todos os autores que contribuíram para este volume. Agradecemos também a um conjunto mais alargado de físicos e astrofísicos interessados em buracos negros que ao longo dos anos tem crescido no nosso país, motivando iniciativas como a *Black Holes Workshop*, um encontro científico anual sobre esta temática realizado em universidades portuguesas desde 2008. Esperamos que assim continue, porque o problema de entender buracos negros na sua multiplicidade de perspectivas é tão desafiante que apenas verdadeiras sinergias coletivas nacionais e internacionais poderão ter sucesso. Para aqueles, como nós, que são entusiasmados desde sempre por esta matéria, dificilmente poderíamos ter sido mais afortunados pela época em que o acaso nos fez viver. Que a sorte esteja connosco para podermos ainda testemunhar mais alguns dos desenvolvimentos espetaculares nesta área que, indubitavelmente, estarão perante nós e que claramente serão prova de mais um triunfo do pensamento humano!

Agradecemos ao corpo Editorial da *Gazeta de Física*, especificamente ao seu diretor, Bernardo Almeida, pela pronta receptividade à ideia deste número especial sobre buracos negros.

Carlos A. R. Herdeiro

José P. S. Lemos