

Proust. A informação que permite essas distinções não atravessa o horizonte.

O buraco negro mais geral possível admitido pela teoria da gravitação de Einstein foi descoberto no início da década de 60, e os físicos passaram a tentar compreender como podem ocorrer mudanças quando se acrescenta matéria ao buraco negro, ou quando dois ou mais buracos negros se fundem para formar um novo, maior. Descobriram-se algumas regras simples, que governariam quaisquer processos que envolvam buraco negro e outras formas de matéria. O campo gravitacional deve ter uma intensidade constante em volta de todo o horizonte de um buraco negro. A área da superfície total de todas as superfícies de horizonte dos buracos negros participantes nunca pode diminuir. Quaisquer mudanças na massa, carga elétrica ou momento angular de um buraco negro estão vinculadas entre si de modo preciso. As leis que governam os buracos negros tinham, portanto, sido encontradas, mas logo se percebeu que algo de curioso estava acontecendo. Com a simples substituição das palavras "área de superfície" por "entropia" e "campo gravitacional" por "temperatura", as leis dos buracos negros se tornavam meras expressões das leis da termodinâmica. A regra segundo a qual as áreas de superfície de horizonte nunca podem diminuir em processos físicos converte-se na segunda lei da termodinâmica, pela qual a entropia nunca pode diminuir; a constância do campo gravitacional em volta do horizonte é a chamada lei zero da termodinâmica, pela qual a temperatura deve ser a mesma em toda parte num estado de equilíbrio térmico. A regra que vincula as mudanças permitidas nas quantidades que definem o buraco negro torna-se simplesmente a primeira lei da termodinâmica, mais conhecida como a lei da conservação da energia.

A princípio, essa surpreendente concordância foi vista como uma espécie de coincidência. Buracos negros, por definição, não podiam ter outra temperatura senão zero. Como nada podia escapar de suas superfícies, sua energia radiante devia ser zero para qualquer observador externo. Se você puser um buraco negro dentro de uma caixa, junto com radiação térmica numa determinada temperatura, os dois não alcançarão um equilíbrio em alguma nova temperatura. O buraco negro simplesmente devora toda a radiação.

Por essas razões, a analogia termodinâmica era considerada por muitos físicos pouco mais que uma curiosidade. Afinal, não se cogitava que a termodinâmica pudesse ter alguma coisa a ver com

as leis da gravitação, que se aplicam aos fortes campos gravitacionais nas superfícies de horizonte dos buracos negros. Que poderia haver de menos parecido com uma máquina a vapor? Foi então que, em 1974, Stephen Hawking fez uma descoberta sensacional. Decidiu examinar, pela primeira vez, o que acontecia quando se aplicavam as noções da mecânica quântica aos buracos negros. O que descobriu foi que os buracos negros não são completamente negros. Quando a mecânica quântica é incluída na discussão de suas propriedades, a energia tem possibilidade de escapar da superfície do buraco negro e ser registrada por um observador externo. A variação na intensidade do campo gravitacional nas proximidades da superfície de horizonte é forte o suficiente para criar pares de partículas e antipartículas espontaneamente. A energia necessária para isso é extraída da fonte do campo gravitacional e, à medida que o processo continua, a massa do buraco negro vai declinando. Caso se esperasse o bastante, ela acabaria por desaparecer completamente, a menos que alguma física desconhecida interviesse em seus estágios finais. Tal descoberta já era por si mesma suficientemente espetacular, mas seu aspecto mais interessante foi a constatação de que as partículas radiadas a partir da superfície do buraco negro tinham todas as características da radiação térmica, com uma temperatura precisamente igual à do campo gravitacional no horizonte e uma entropia dada pela área de superfície deste, exatamente como a analogia havia sugerido. Os buracos negros tinham, portanto, uma temperatura diferente de zero e obedeciam às leis da termodinâmica, mas apenas quando a mecânica quântica era incluída em sua descrição.

O significado profundo dessa descoberta parece estar fundamentado numa situação física em que dois princípios naturais diferentes, da mecânica quântica e da relatividade geral, se unem e que admite uma descrição termodinâmica simples. Até então, supúnhamos que todas as regras que governam o comportamento das coisas numa situação gravitacional quântica como essa seriam complicadas e insólitas. Muitas certamente são; contudo, descobrimos que os princípios testados e experimentados da termodinâmica as abarcam em seu domínio. Além de inspirar nos cientistas a confiança de que talvez possam vir a elucidar problemas ainda mais complicados da ciência básica recorrendo a simples princípios termodinâmicos, essa história fortalece nossa fé na termodinâmica como paradigma de uma "lei" que governaria a organização de sistemas complexos.