

Termodinâmica de buracos negros de Schwarzschild

B. R. Guedes¹, E. M. C. Abreu²

1) Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Física.

2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Física.

Resumo

O presente trabalho tem por finalidade estabelecer as conexões entre as leis da Termodinâmica de Buracos Negros e as da Termodinâmica Clássica, apontando suas eventuais semelhanças. Na década de 70, os físicos Stephen W. Hawking e Jacob D. Bekenstein buscaram essas conexões, desenvolvendo trabalhos notadamente importantes acerca do assunto. Hawking teve por mérito estabelecer que um buraco negro emite radiação semelhantemente a um corpo negro, possuindo um espectro de temperatura, sendo essa temperatura inversamente proporcional a massa do buraco negro. Bekenstein, por sua vez, buscou a correlação entre as leis da Termodinâmica Clássica e algumas propriedades dos buracos negros. De início, partimos da métrica de Schwarzschild, a primeira solução exata das equações de campo de Einstein, como ficaram conhecidas as equações do campo gravitacional da Teoria da Relatividade Geral, sendo essa a solução que descreve a curvatura do espaço-tempo nas vizinhanças de um corpo massivo, estático (sem rotação), com simetria esférica, sem carga elétrica, em um vácuo considerado simetricamente esférico. Portanto, procuramos estudar, inicialmente, os buracos negros de Schwarzschild, suas propriedades gerais, e, em seguida, as coordenadas de Eddington-Finkelstein, as quais tem como intuito remover a singularidade presente no horizonte de eventos desses objetos. Definidas as propriedades gerais, e utilizando-se do fato de que somente algumas poucas propriedades são necessárias para descrever um buraco negro e, semelhantemente, através de poucas variáveis macroscópicas é possível caracterizar um sistema termodinâmico, estabelecemos as correlações existentes entre as propriedades dos buracos negros com as variáveis macroscópicas da Termodinâmica Clássica, enunciando, com isso, as leis da Termodinâmica de Buracos Negros de Schwarzschild, e suas respectivas equações. Por fim, mostramos, de forma sucinta, que a radiação Hawking, a qual é emitida por um buraco negro, nas proximidades do seu horizonte de eventos, se mostra inversamente proporcional a massa do mesmo, além de ser análoga à radiação térmica emitida por um corpo negro.

Referências

[1] d'INVERNO, R. A. *Introducing Einstein's relativity*. United States: Oxford University Press, 1992.

e-mail: bennyguedes04@gmail.com

- [2] BARDEEN, J. M.; CARTER, B.; HAWKING, S. W. The four laws of black hole mechanics. *Communications in Mathematical Physics* **31**, n. 2, p. 161-170, 1973.
- [3] BEKENSTEIN, J. D. Black holes and entropy. *Physical Review D* **7**, n. 8, p. 2333-2346, 1973.
- [4] CARROLL, S. M. *Spacetime and geometry: an introduction to general relativity*. San Francisco: Addison Wesley, 2004.
- [5] BEKENSTEIN, J. D. Generalized second law of thermodynamics in black-hole physics. *Physical Review D* **9**, n. 12, p. 3292-3300, 1974.
- [6] GOMES, D. A. Aspectos quânticos de buracos negros: radiação Hawking. 2016. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.