



SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



As “Nuvens” de Kelvin Revisitadas e Possíveis “Nuvens” no “Céu” da Física Contemporânea.

Em verbete desta série, analisamos o famoso discurso pronunciado pelo matemático e físico escocês William Thomson (1824-1907) (Lorde Kelvin, a partir de 1892), no dia 27 de abril de 1900, na *Royal Institution of Great Britain*, discurso esse que é assim resumido pelos historiadores da ciência: *Vejo apenas duas pequenas “nuvens” no sereno céu do conhecimento científico: o experimento de Michelson-Morley, realizado em 1887, e a discordância entre os valores medidos e os valores teóricos, previstos pela Termodinâmica para os calores específicos em baixas temperaturas.* No verbete referido acima, discuti o significado daquele experimento, bem como a razão da discordância (teórica e experimental) entre os calores específicos em baixas temperaturas. Neste verbete, destacarei um pouco mais esse discurso de Kelvin que foi por ele revisado em um artigo, de 39 páginas, publicado na *Philosophical Magazine* 2, p. 1, em 1901, com o título: **Nuvens do século dezenove sobre a teoria dinâmica do calor e da luz.** Para uma análise mais detalhada desse artigo, ver: Peter A. Schulz, **Dois nuvens ainda fazem sombra na reputação de Lorde Kelvin**, *Revista Brasileira de Ensino de Física* 29(4), p. 509, de 2007.

Logo no primeiro parágrafo daquele artigo, Lorde Kelvin afirma: *A beleza e a clareza da teoria dinâmica, que coloca calor e luz como modos de movimento, está presentemente obscurecida por duas nuvens. I. A primeira apareceu com a teoria ondulatória da luz, desenvolvida por Fresnel [físico francês Augustin Jean Fresnel (1788-1827)] e o Dr. Thomas Young [físico e médico inglês (1773-1829)]; envolvendo a questão de como pode a Terra mover-se através de um sólido elástico, como é essencialmente o éter luminífero? II. A segunda é a doutrina de Maxwell-Boltzmann sobre a equi-partição da energia.* Depois de discutir o movimento da Terra no suposto éter, Kelvin termina com o seguinte comentário sobre o experimento de Michelson-Morley, por nós analisado no verbete referido acima: *Eu não consigo vislumbrar nenhuma falha, tanto na concepção quanto na execução do experimento. Mas uma possibilidade de escapar da conclusão que o experimento parece provar (Kelvin se refere à inexistência do éter), pode ser encontrada em uma brilhante sugestão feita independentemente por Fitzgerald [físico irlandês George Francis Fitzgerald (1851-1901)] e por Lorentz [físico holandês Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928; PNF, 1902)] de Leyden, de que o efeito do movimento do éter através da matéria poderia alterar levemente as dimensões lineares desta ... (Kelvin se refere à contração espacial de Fitzgerald-Lorentz) ... Eu temo que devemos considerar a nuvem I como muito densa.* Analisando a nuvem II, Lorde Kelvin quase no final de seu artigo, escreve: *As dificuldades conectadas com aplicação da lei da equi-partição da energia para gases reais [Kelvin se refere à lei da equi-partição da energia do físico alemão Rudolf Julius Emmanuel Clausius (1822-1888), formulada em 1857] vem sendo sentida há muito. No caso do Argônio, do Hélio e do vapor de Mercúrio, a razão dos calores específicos (1,67) limita os graus de liberdade de cada molécula aos três requeridos pelo movimento de translação. O valor de 1,4 aplicável aos principais gases diatômicos dá lugar aos três graus de liberdade de translação e dois de rotação. Nada sobra para*

a rotação em torno da linha juntando os átomos, nem para o movimento relativo dos átomos ao longo dessa linha. Mesmo que consideremos os átomos como meros pontos, cuja rotação nada significa, ainda deveria existir energia do último tipo mencionado e a sua quantidade (de acordo com a lei) não deveria ser inferior... Os dois átomos continuam dois átomos e os graus de liberdade permanecem seis em número. O que parece ser desejado é uma escapatória da destrutiva simplicidade dessa conclusão geral. Kelvin conclui então seu artigo, com a frase: A maneira mais simples de chegar a esse resultado desejado é negar a conclusão e, assim, no início do século XX, perder de vista essa nuvem que tem obscurecido o brilho da teoria molecular do calor e luz durante o último quarto do século XIX. Essas “nuvens” supostas por Kelvin, segundo os historiadores da ciência, teriam desencadeado as duas grandes teorias do século XX: Quântica (1900) e Relatividade Restrita (1905). Sobre essas teorias, ver verbete nesta série.

Muito embora Kelvin haja considerado apenas essas duas “nuvens” ameaçando o “céu” da Física do final do Século 19, em meu entendimento, pelo menos quatro outras “nuvens” também ameaçavam esse “céu”: 1) a descoberta dos *raios-X* pelo físico alemão Wilhelm Konrad Roentgen (1845-1923; PNF, 1901), em 1895; 2) a descoberta da separação magnética de linhas espectrais pelo físico holandês Pieter Zeeman (1865-1943; PNF, 1902); 3) a descoberta da *radioatividade* pelo físico francês Antoine Henri Becquerel (1852-1908; PNF, 1903), em 1896; 4) e a descoberta das leis do *efeito fotoelétrico* pelo físico húngaro-alemão Philipp Anton von Lenard (1862-1947; PNF, 1905), em 1899. Registre-se que essas descobertas foram tratadas em verbetes desta série.

Concluindo este verbete, creio ser oportuno registrar que possíveis “provocantes nuvens” no “céu” da Física Contemporânea e uma conseqüente (ou conseqüentes?) revolução (revoluções?) que elas poderão provocar nesse “céu”. Existem pelo menos quatro dessas novas “nuvens” ameaçando o “céu” da Física Contemporânea. 1) o conceito de **localidade** e de **não-localidade** na Teoria de Campo Relativista, conforme alertou o físico francês Olivier Costa Beauregard, em 1982; 2) as **matéria e energia escuras** que compõem o Universo, das quais não se sabe de que são formadas [para se ter uma idéia dessa preocupante questão, basta dizer que o nosso Universo é formado de 5% de matéria normal conhecida (bariônica), 25% de matéria escura e 70% de energia escura]; 3) as **branas** do Universo, ou seja, a existência de mais de quatro dimensões relativísticas (comprimento, largura, altura e tempo) em nosso Universo; 4) e a existência ou não do **bóson de Higgs**. De um modo geral, essas “nuvens” estão relacionadas com as duas grandes teorias da Física de hoje: *Modelo Padrão* (baseada na Teoria Quântica), que explica a Física das Partículas Elementares (o micromundo); e a *Teoria da Gravitação* (baseada na Relatividade Geral), que explica como o Universo se formou (o macromundo). No momento acredita-se que a dissipação dessas “nuvens” acontecerá com a *Teoria de Cordas e Supercordas* e *Teoria-M* [sobre essas teorias, ver: Michio Kaku, **Introduction to Superstrings and M-Theory** (Springer, 1999)], pela qual todas as quatro forças da Natureza (gravitacional, eletromagnética, fraca e forte) serão unificadas em uma única (sobre essa unificação, ver verbete nesta série). No entanto, como nenhum cientista foi e é capaz de prever o futuro, conforme a História da Ciência tem mostrado ao longo de milhares de anos, quem sabe se não surgirá uma Teoria Revolucionária até agora ainda não imaginada?



ANTERIOR

SEGUINTE