

A HIPÓTESE ESTATÍSTICA DO TEOREMA-H (SUMÁRIO)

PENHA MARIA CARDOSO DIAS

Minha fala no Encontro Perspectivas Históricas e Epistemológicas da Física no Século XIX foi sobre o chamado Teorema-H, proposto por Ludwig Boltzmann, em 1872. Esse teorema foi assunto de um debate ocorrido na revista semanal *Nature*, entre Novembro de 1894 e grande parte de 1895. Vários historiadores da ciência observaram que o mérito do debate foi ter apontado a hipótese estatística que é preciso fazer para a demonstração do teorema. Até então, embora o próprio Boltzmann já tivesse clarificado que seu teorema era probabilístico, onde e como probabilidade entra no teorema não havia sido estabelecido, pelo menos de modo conspícuo, ou completamente assimilado pela comunidade científica. Minha palestra trata da história da *hipótese estatística do Teorema-H*; essa hipótese tem o nome de *hipótese sobre o número de colisões* ou, em alemão, como é muitas vezes chamada, na literatura da área, *Stoßzahlansatz*. O conteúdo da palestra foi publicado pela revista *Química Nova* (17(1994), 472-479), da Sociedade Brasileira de Química, no volume comemorativo dos 150 anos do nascimento de Ludwig Eduard Boltzmann. Razão pela qual apresento, aqui, apenas uma referência bibliográfica comentada dos resultados de minhas pesquisas.

A introdução de idéias probabilísticas na descrição molecular do calor teve momentos cruciais:

1. A introdução de probabilidades para provar a equação dos gases perfeitos, por Rudolf Julius Emmanuel Clausius, em 1857.

2. A introdução do conceito de “movimento irregular” para explicar a taxa vagarosa de difusão dos gases e conseqüente introdução do conceito de livre percurso médio, por Clausius, em 1858.

3. A introdução da *distribuição de velocidades*, por James Clerk Maxwell, em 1860.

4. A identificação da hipótese estatística do Teorema-H, durante o debate de 1894.

As três primeiras descobertas foram por mim analisadas em “Clausius and Maxwell: The Statistics of Molecular Collisions (1857-1862)”, *Annals of Science*, 51 (1994), 249-261;

a quarta, em

“Will Someone Tell Me What The H-Theorem Proves? (A Study of Burbury’s Condition-A and Maxwell’s Proposition-II)”, *Archive for History of Exact Sciences*, 46 (1994), 341-366.

No primeiro artigo, analiso as motivações de Clausius (1857, 1858 e 1862) e de Maxwell (1860) para introduzirem idéias probabilísticas no movimento molecular. Um resultado é que os conceitos probabilísticos permitiram conciliar a mecânica das colisões moleculares com a teoria macroscópica do calor, a Termodinâmica. Além disso, em seu artigo de 1860, Maxwell introduz uma proposição - Proposição II - para calcular a probabilidade do ângulo de espalhamento n colisão de duas moléculas. Essa proposição contém uma hipótese estatística. Em 1862, Clausius usou essa proposição para definir “irregularidade” do movimento, dando-lhe, assim, uma interpretação geométrica. Em meu segundo artigo, analiso como a hipótese da Proposição II foi identificada com a *hipótese sobre o número de colisões*, por Samuel Hawksley Burbury, durante o debate de 1894; desse modo, a *hipótese estatística do Teorema-H* adquire uma interpretação geométrica.

Em meu artigo para a *Química Nova*, faço uma análise crítica de como a *hipótese sobre o número de colisões* foi introduzida por Clausius (em uma versão simplificada), em sua investigação de 1858, sobre o *livre percurso médio* (na demonstração do Teorema-H, em 1872, a hipótese aparece em sua forma completa). Revejo meu resultado do artigo para o *Archive*, mostrando o significado geométrico da

hipótese no Teorema-H. Revejo, também, meu artigo para o *Annals of Science*, mostrando a necessidade da Proposição II e de sua hipótese para que equilíbrio termodinâmico possa ser atingido e a necessidade, em geral, de introduzir idéias estatísticas.

A função H seria (o negativo d) a *entropia*. O Teorema-H pretende ser o correlato microscópico da Segunda Lei da Termodinâmica. Tenho, também, investigado a descoberta dessa lei e de sua expressão matemática, no nível macroscópico, em uma série de artigos:

1. "Sadi Carnot: Pré-História e Histórias", *Revista da USP*, 7 (1990), 61-78.
2. "A Path from Watt's Engine to the Principle of Heat Transfer", in: Dag Prawitz e Dag Westertáhl (editores), *Logic and Philosophy of Science* in Uppsala, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 425-435, 1994.
3. "Sadi Carnot: O Prometeu Moderno", in: Ildeu de Castro Moreira (editor), *Coleção Clássicos da Ciência*, introdução ao vol. 1, *Reflexões sobre a Potência Motriz do Fogo, de Sadi Carnot*, Editora da UFRJ, a sair.
4. "The Conceptual Import of Carnot's Theorem to the Discovery of the Entropy", juntamente com Simone Pinheiro Pinto e Deisemar Hollanda Cassiano, comunicado por Clifford Ambrose Truesdell ao *Archive for History of Exact Sciences para publicação*.

PENHA MARIA CARDOSO DIAS é Professora do Instituto de Física da UFRJ e do Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Endereço: Rua Lauro Müller, 56 apto 1307 - Botafogo - Cep: 22.190-160 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Revista da SBHC, n. 13, p. 65-66, 1995