

# A FÍSICA ENTRE A MECÂNICA CLÁSSICA E A FILOSOFIA: OS EXEMPLOS DE HELMHOLTZ, BOLTZMANN E HERTZ

ANTONIO AUGUSTO PASSOS VIDEIRA

1994 é um ano muito importante para a história da física. Afinal, nesse mesmo ano, foram comemoradas três datas relativas a três cientistas que muito contribuíram para fazer da física clássica aquilo que ela é, isto é, uma das maiores e mais interessantes realizações do espírito científico da época Moderna.

Há 150 anos atrás, no ano de 1844, nascia, em Viena, Ludwig Boltzmann, talvez o maior responsável pela importância dada, desde o início da década de 1870, ao conceito de probabilidade e ao seu emprego no âmbito da física clássica. Boltzmann, em seus pioneiros trabalhos em teoria cinética dos gases e em mecânica estatística, foi um dos poucos físicos daquela época que coerentemente defendeu o uso daquele conceito, o qual, em suas mãos, relacionou-se definitivamente ao estado de organização de um sistema físico qualquer.

Além do nascimento de Boltzmann, também em 1894, e num período de aproximadamente 9 meses, faleciam dois dos maiores físicos além de todos os tempos, Hermann von Helmholtz e Heinrich Hertz, o primeiro nascido em Postdam e o segundo em Hamburgo. O primeiro a partir, logo no primeiro dia daquele ano, foi o pupilo : Hertz. Tempos depois, foi a vez de seu mestre : Helmholtz.

No prefácio que escreveu para uma das mais importantes contribuições de Hertz, e que teve repercussões científicas e filosóficas, *Os Princípios da Mecânica*, publicados postumamente, e onde aquele pretendeu fornecer mecânica clássica uma outra fundamentação, além das duas já existentes - a newtoniana e a energetista -, Helmholtz refere-se a Hertz como tendo sido o seu aluno que, certamente, mais habilitado estaria a prosseguir e a aprofundar as suas próprias idéias, seja em física, seja em filosofia. Infelizmente, acometido por uma séria doença, Hertz morre antes mesmo de completar 37 anos de idade. Ao falecer, Helmholtz contava com 73 anos. A causa mortis de Boltzmann acrescenta, ainda mais, um toque de tragédia a esses outros desaparecimentos pois ele se matou aos 62 anos de idade.

Ao contrário do que se poderia pensar nos dias de hoje, excessivamente pragmatistas, os três cientistas que nomeamos acima, prezavam, e muito, a filosofia. Para Boltzmann, por exemplo, se a filosofia se dispusesse a reconhecer que, no passado e não muito longínquo, ela cometera alguns erros, quase todos devido ao recurso a um equivocado método de análise, ela poderia vir a se tornar a rainha de todas as ciências. Pelo lado de Helmholtz e de Hertz, ambos profundamente inspirados em uma linha de pensamento epistemológico originado no pensamento crítico de Kant, a reflexo filosófica foi direcionada para a elaboração de uma nova fundamentação para a ciência da física, fundamentação essa que, necessariamente, deveria levar em consideração os desenvolvimentos internos dessa ciência.

As reflexões filosóficas desses três cientistas, facilmente compreensíveis se inseridas no contexto cultural germânico onde sempre existiu um grande apreço pela filosofia, não querem obrigatoriamente implicar que eles, e em suas práticas científicas cotidianas, se apoiassem em raciocínios tópicos dos filósofos. Todos eles reconheciam que ambas as disciplinas, a ciência e a filosofia, eram, melhor dizendo, tinham se tornado autônomas. Contudo, elas possuíam, como ainda hoje possuem, áreas em comum, ricas e interessantes.

Os desenvolvimentos internos ocorridos na física ao longo de todo o século XIX foram inúmeros e com conseqüências formidáveis não só para o próprio século XIX mas também para este nosso século. Assim, por exemplo, a teoria da relatividade restrita de Einstein, publicada em 1905, é uma decorrência do surgimento do eletromagnetismo de Maxwell, o qual remonta ao ano de 1873. Deve-se aqui observar que James Clerk Maxwell (1831-1879), originário da Escócia, foi uma fonte inspiradora, científica e epistemológica, para os nossos homenageados. Como pode ser esquecido o fato de que foi Hertz, quem, em 1888, comprovou experimentalmente a existência das ondas eletromagnéticas, previstas teoricamente por Maxwell? Mesmo Helmholtz e Boltzmann, que também trabalharam no domínio do eletromagnetismo, o fizeram inspirados nos vários artigos e livros que Maxwell publicou sobre esse tópico. Aliás, é ao eletromagnetismo, ou melhor, às idéias de Maxwell acerca desse problema e que o levaram a essa teoria, unificando os domínios da eletricidade e do magnetismo, que devemos o primeiro encontro ocorrido entre Helmholtz e Boltzmann. Em 1872, este último passou um mês em Berlim, trabalhando no laboratório de Helmholtz. Ai, Boltzmann realizou uma das primeiras experiências (nesse caso com constantes dielétricas), elaboradas para testar a validade das teses de Maxwell. Ao final do século XIX, Boltzmann escreveu um dos primeiros manuais em alemão expondo a teoria eletromagnética do genial físico escocês, manual largamente utilizado pelos estudantes alemães e austríacos.

Um outro domínio da física, nascido em pleno século passado, e que reuniu, dessa vez epistolamente, as figuras de Maxwell e de Boltzmann, foi a teoria cinética dos gases. Boltzmann ofereceu uma demonstração diferente da de Maxwell para a distribuição de velocidades das moléculas presentes em um gás. Como pode ser constatado por essas cartas, havia uma série de dificuldades teóricas concernentes aos estilos de trabalho desses dois físicos e que acarretaram uma dificuldade de compreensão entre eles, tendo Maxwell abandonado a leitura dos artigos de Boltzmann por considerá-los longos, difíceis e prolixos. Já Boltzmann considerava que o estilo de Maxwell era excessivamente sucinto, o que impedia de seguir todos os passos do raciocínio do físico escocês.

Além do eletromagnetismo e da teoria cinética dos gases, também a termodinâmica, a teoria atômica, a óptica e a cristalografia se desenvolveram enormemente naquele período. Todas essas novas e fecundas teorias científicas vão progressivamente acarretar a diminuição da importância científico-epistemológica da mecânica clássica, a qual já vinha sendo elaborada desde o final do século XVI com os trabalhos de Galileu e outros. Mesmo tendo a mecânica sofrido algumas transformações admiráveis desde o final do século XVIII, essas transformações foram mais de natureza matemática do que de natureza física, pelo menos foi assim que os cientistas daquele período as compreenderam. Dessa maneira, a formulação lagrangeana da mecânica, os parênteses de Poisson e as equações de Hamilton só terão ao seu lado conceitual devidamente apreciado neste nosso século e através do advento da mecânica quântica. No entanto, tanto Maxwell, quanto Boltzmann e Helmholtz, vão lançar mão do formalismo hamiltoniano em suas teorias sobre os fenômenos eletromagnéticos.

No plano epistemológico, a influência de Maxwell esteve presente no fato de que ele, Helmholtz, Boltzmann e Hertz defenderam uma concepção representacionista da teoria física. Ou seja, uma teoria física não é capaz de determinar quais são os verdadeiros, ou últimos, constituintes da realidade física. Cabe à teoria física elaborar um quadro conceitual suficientemente rico para explicar como se dão os fenômenos naturais. Para que uma teoria física possa explicar os fenômenos naturais ela deve, necessariamente, lançar mão de hipóteses, sem as quais nada pode ser feito em ciência.

Todavia, e mesmo tendo Boltzmann, Hertz e Helmholtz trabalhado em outros domínios da física que a mecânica, todos eles continuaram a considerá-la como o modelo, por excelência, do que deveria ser uma teoria física. Em outras palavras, eles comungavam um enorme respeito pela mecânica. De forma alguma, ela deveria ser excluída do âmbito da física. Era, contudo, provável que, em função dos novos desdobramentos surgidos na física do século XIX, as relações entre a mecânica e os recentemente criados ramos dessa ciência tivessem que passar por uma reordenação. Isso não queria dizer, pensavam eles, que a mecânica tivesse que obrigatoriamente perder o seu estatuto de base da física. Eles não abandonaram a visão mecanicista de mundo.

A época em que viveram e trabalharam esses três grandes cientistas testemunhou o nascimento de uma nova ramificação (inclusive com implicações institucionais e educacionais) da física : a física teórica. Já naquele período, a especialização havia atingido um elevado grau na física. Essa especialização acarretou

a impossibilidade, salvo honrosas exceções como as dos três cientistas que estamos apresentando, de uma pessoa ser, ao mesmo tempo, físico teórico e físico experimental. As suas obras científicas refletem todo o processo de amadurecimento dessa nova maneira de se fazer física e que foi denominada de teórica. Como consequência desse processo de amadurecimento, a física teórica se institucionalizou ao final do século passado, isto é, ela ganhou autonomia dentro do espaço universitário, tendo sido paulatinamente criadas cátedras de física teórica por todo o mundo científico germânico. Boltzmann, para citarmos apenas um caso, ocupou, ou melhor, inaugurou algumas dessas cátedras : Munique (1890) e Leipzig (1900).

Mas há mais : se a física teórica, em nosso século, possuiu, como ainda possui, toda a relevância e o fascínio que lhe são característicos, é certo que ela o deve às obras de Helmholtz, Boltzmann e Hertz. Não pensamos constituir um exagero, afirmar que eles são os melhores representantes germânicos no domínio da física teórica em todo o século XIX. Isso, não só porque as suas contribuições se situam entre as mais importantes daquele ramo da física, mas também porque eles reconheciam que a física e a filosofia estavam, como sempre estiveram, muito próximas, sendo a física teórica um excelente exemplo dessa proximidade.

---

ANTONIO AUGUSTO PASSOS VIDEIRA é pesquisador do Departamento de Astrofísica-Observatório Nacional/CNPq e professor do Departamento de Filosofia-Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Endereço: Rua General José Cristino, nº 77 - São Cristóvão  
22.921-400 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil  
Email: GUTO@ON.BR