



FOTO CICERO RODRIGUES

*É impossível
construir
uma máquina
100% eficiente*

O CHORO DA ENERGIA ABANDONADA

A primeira lei da termodinâmica expressa algo que aprendemos ainda no ensino fundamental: energia se conserva. Eis um pequeno enunciado com grandes implicações sociais, econômicas e... biológicas.

A revolução industrial precisava converter calor (energia) em trabalho das máquinas para mover pistões, fábricas e trens. O engenheiro e físico francês Sadi Carnot (1796-1832) mostrou a ineficiência intrínseca dessa conversão: um motor transforma calor em trabalho, mas uma fração da energia é sempre perdida nessa transformação. Ou seja, é impossível construir uma máquina 100% eficiente.

Essa impossibilidade é consequência da segunda lei da termodinâmica – cujas implicações são ainda mais impactantes que as da primeira: corpos quentes se esfriam, mas corpos frios não se esquentam espontaneamente; uma gota de tinta que cai na água se espalha e jamais se reagrupa. Essa assimetria da natureza tem implicação funesta para os seres vivos: o tempo corre sempre para frente.

A segunda lei pode ser enunciada em termos de entropia, fenômeno que pode ser entendido como o grau de desorganização de um sistema: os estados de entropia alta de um sistema (perda de calor e tinta espalhada, em nossos exemplos) são mais prováveis que os de entropia baixa (corpo se aquecendo e tinta reagrupada).

Lição da segunda lei: a entropia sempre cresce no universo.

Mas, em partes do universo (ou de outro sistema qualquer), a entropia pode diminuir. Vejamos: o Sol é uma fonte quente em um fundo frio, e isso torna possível o uso de sua energia. A luz solar, em temperatura alta (entropia mais baixa), é absorvida pelas plantas, que fazem fotossíntese e baixam sua entropia. A energia é, depois, irradiada de volta ao espaço, em temperatura mais baixa (maior entropia).

Assim, a Terra basicamente não absorve energia do Sol, mas sim a usa para baixar sua entropia: comemos as plantas – ou

animais que as comem – e respiramos o oxigênio que elas produzem, e, com isso, baixamos nossa entropia. Em outras palavras, nos mantemos organizados.

A segunda lei, desde o meio do século 19, perturba cientistas, filósofos e inspira visões pessimistas sobre o futuro: o universo, em média, se dissipa, se desorganiza, inexoravelmente. “O fim do mundo para completar uma evolução inevitável: esse é o Crepúsculo dos Deuses. A doutrina da entropia é a versão última não religiosa do mito”, escreveu o historiador e filósofo alemão Oswald Spengler (1880-1936), em *O declínio do Ocidente*, no qual devota um capítulo à entropia.

Também o sociólogo e filósofo inglês Herbert Spencer (1820-1903) era hostil à segunda lei: ela supostamente ia de encontro tanto à teoria da evolução quanto à noção de progresso, ambas defendidas por ele – aliás, até hoje, criacionistas usam, de forma equivocada, a segunda lei como argumento contra a teoria da evolução, pois nada, nessa lei, impede que partes do sistema se tornem mais ordenadas, e assim surjam seres mais evoluídos biologicamente. No meio científico, a aceitação da segunda lei foi dificultada pela interpretação probabilística dada a ela pelo físico teórico austríaco Ludwig Boltzmann (1844-1906), que, para isso, se amparou na realidade dos átomos – assunto, à época, controverso.

Hoje, a segunda lei é um dos pilares da física e um conceito fundamental para químicos, engenheiros e bioquímicos, entre outros.

O poeta brasileiro Augusto dos Anjos (1884-1914), leitor de Spencer, em trecho de ‘O lamento das coisas’, traz sua versão da segunda lei: “Ouço, em sons subterrâneos, do Orbe oriundos / O choro da Energia abandonada! / É a dor da Força desaproveitada / – O cantochão dos dínamos profundos, / Que, podendo mover milhões de mundos, / Jazem ainda na estática do Nada!” **CR**

JOÃO TORRES DE MELLO NETO
Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro