

O que há de novo?

Nesta secção são apresentadas notícias e curtos resumos sobre recentes descobertas em Física e áreas afins, ideias novas que surgem, progressos experimentais com impacto na sociedade, etc.

Procurar-se-á também efectuar uma cobertura selectiva do noticiário que vai aparecendo numa série de revistas de actualidade.

Para esta cobertura contamos desde já com a colaboração de *Eduardo Lage, Matos Ferreira, Carlos Fiolhais, Ana Noronha, J. Lopes dos Santos, Margarida Telo Gama, Marília Thomaz, António Moreira Gonçalves, Anabela Martins. Agradecem-se outras colaborações para esta secção.*

Porque é a Natureza complexa?

A Física Estatística ocupa-se do tratamento de sistemas com um grande número de graus de liberdade. Tais sistemas, embora sujeitos às leis da mecânica ou do electromagnetismo, são demasiado «grandes» para uma solução analítica exacta, sendo necessário recorrer a métodos estatísticos. O resultado fundamental da Física Estatística é a distribuição de Boltzmann — ela rege a estatística dos sistemas em equilíbrio e permite a interpretação atomística da termodinâmica. Contudo, mesmo os sistemas mais simples colocam problemas analíticos extremamente complicados, pelo que não só o recurso ao computador foi inevitável como a Física Estatística viria a encontrar aí novos e riquíssimos campos de aplicação.

Embora nenhum computador permita (ainda?) o estudo de um sistema com um número de graus de liberdade da ordem do número de Avogadro (6×10^{23}), tem sido possível simular sistemas relativamente grandes com (tipicamente, 10^6 graus de liberdade), sujeitos a regras de evolução muito simples. Essas regras inspiram-se nas leis dinâmicas que regem os sistemas físicos, mas estão libertadas de detalhes irrelevantes. Os enormes progressos registados no estudo da Física Estatística de fenómenos cooperativos, historicamente tipificados em sistemas apresentando transições de fase (gás-líquido-sólido, paramagneto-ferromagneto, metal normal-supercondutor) ensinam-nos a modelizar sistemas complicados, a identificar os parâmetros relevantes e a formular regras de evolução. Contudo, os modelos agora em estudo apresentam uma riqueza e variedade de comportamentos tão surpreendente que passaram a designar-se por «sistemas complexos». Um caso típico é o monte de areia, cuja construção é bem conhecida de qualquer criança em férias estivais.

Deixamos cair um grão de areia de cada vez — e o grão que cai aumenta a altura da coluna onde caiu. Se a altura dessa coluna não exceder em demais as alturas das colunas vizinhas, o processo é repetido com novo grão; mas se exceder, então a coluna desmorona-se de tantos grãos quantas as colunas vizinhas, a cada uma das quais é atribuída um grão. E pode acontecer que o grão assim recebido torne a coluna receptora demasiado «alta» em relação às vizinhas, originando novas avalanches. Com regras tão simples, é surpreendente que este sistema apresente períodos de estagnação intercalados por períodos de avalanches encadeadas, mais ou menos extensas e apresentando uma distribuição de tamanhos semelhante às que se observam nas transições de fase, mas apenas no ponto crítico. No monte de areia, o sistema auto-organiza-se de tal forma que os dois processos contraditórios (perturbação local trazida pelo novo grão, geração de avalanches estendendo-se cooperativamente) obrigam o sistema a permanecer sempre na criticalidade. Tais fenómenos são, por isso, designados, por criticalidade auto-organizada («self-organized criticality») e verificam-se nos mais diversos e inesperados campos: na frequência das energias dos terremotos, nas oscilações das bolsas de valores, nas cintilações de pulsares, na evolução das espécies¹, etc.

Ainda não sabemos se estas brincadeiras algorítmicas nos estão a revelar que, afinal, a Natureza só parece complicada porque não conhecemos as regras do jogo. Mas o leitor deste interessante artigo (de que um dos autores, P. Bak, é um dos principais investigadores deste campo) concluirá, certamente, que «se non è vero, è bene trovato».

Physics World, Dezembro 93, p. 39

E. L.

¹ Ver também:

«Towards a statistical mechanics of biological evolution?», L. Peliti, *Phys. World*, Março 93, p. 24.

«Can we model Darwin?», P. Bak *et al.*, *New Scientist*, 12 Março 1994, p. 36.