



A descida ao inferno do demónio de Lapalace

Há 50 anos atrás os cientistas tinham todo o vocabulário para descrever o mundo que hoje nos parece bastante estranho; falavam numa economia de comando e controle, numa engenharia do clima e em planeamento central. Hoje ninguém aceita que o mundo possa ser descrito nesses termos; somos muito mais profusos a falar em desordem, instabilidade, turbulência, ponto de viragem, efeito borboleta, etc. Esse é o vocabulário que veio da matemática nos últimos 50 anos; é essa matemática que está **a alterar o nosso entendimento da natureza fundamental do mundo** em que vivemos, que nos está a dar uma nova linguagem para falarmos das incertezas do Mundo.

No coração da mecânica clássica de Newton estava um problema que, se não pudesse ser resolvido, colocaria em perigo a crença de que tudo era matematicamente previsível; tratava-se de uma questão que Newton não teria resolvido completamente: as órbitas do sistema solar. O engenho da matemática de Newton está na formulação que nos permite prever as órbitas de dois corpos que circulam um à volta do outro. A genialidade desta formulação está no facto, não só de prever as órbitas destes corpos, mas também em saber a posição deles, em qualquer momento, no futuro. O que Newton e Laplace diziam era que, se fizéssemos os cálculos corretos, poderíamos prever tudo sobre o Universo.

Em teoria, a formulação até pode ser aceite mas, na prática, o que acontece é que **assim que se juntar mais um corpo a estes dois, iniciais, já não se conseguem resolver as equações e não se pode prever nada.**

Todos os matemáticos, de Newton em diante, esperavam ansiosamente pelo dia em que o problema dos três corpos fosse resolvido. Em 1889 o matemático francês Henry Poincaré descobriu que não havia processo que permitisse prever órbitas. Defendeu que não importa quanto os caminhos fossem similares no início, porque um deles pode seguir um rumo diferente, totalmente inesperado e imprevisível. Ele viu que algo se comportava de uma maneira que não a esperada; percebeu que era algo que tinha a ver com as condições iniciais, com aquilo que hoje chamamos suscetibilidade às condições iniciais. Poincaré tinha descoberto aquilo a que agora **chamamos caos matemático.**

A descoberta de Poincaré atingiu a raiz de uma visão de mundo que nem ele nem os seus contemporâneos estavam prontos para abrir mão. O mundo onde ele vivia e atuava ainda estava mergulhado numa visão laplaciana.

A noção de Poincaré de que uma pequena alteração imperceptível poderia causar uma tempestade inevitável foi a primeira descoberta a abrir-nos o conhecimento para um mundo menos previsível e controlável do que gostaríamos que fosse. A segunda foi descoberta na Rússia por Alexander Lyapunov quando estudava a transição da estabilidade para a instabilidade nos fluídos. Era um dos problemas mais refratários de toda a física e ele tentava pôr números nessa transição da ordem para o caos. Estava a tentar estudar como é que os sistemas que parecem ordenados, quase resistindo à mudança, mas que chegando a um ponto crítico, passam **repentinamente** de tranquilos a turbulentos, **da ordem ao caos.** Esta ideia remete-nos para uma conceito de imprevisibilidade mais associado, **climática e ambientalmente, a essa noção de um ponto de viragem;** é uma ideia que nos conduz à percepção de que, ao empurrarmos um sistema, ele move-se, mas não se sabe até onde.

Poincaré descobriu que o nosso mundo pode não ser tão previsível e controlável

quanto pensávamos e o trabalho de Lyapunov pôs um número, no momento de transição entre a ordem e o caos, e abriu a porta para a ideia moderna de ponto de viragem.

Eles tinham descoberto aquilo que seria o início de um novo e profundo entendimento do mundo; de que **o caos é uma parte do sistema e não só parte do colapso desse mesmo sistema.**

Em 1962, Eduard Lorenz, usando uma calculadora, construiu um modelo simplificado para chegar à matemática básica e ver se o clima tinha padrões escondidos.

A descoberta de Lorenz surgiu quando ele usou o seu modelo com um grupo de números e, depois, de novo, com o que ele achou que fossem os mesmos números, mas que a calculadora tinha arredondado, tornando-os ligeiramente diferentes. Lorenz descobriu que pequenas variações nos números iniciais mudavam drasticamente o resultado.

Uma das concessões fundamentais que os cientistas, desde de Newton, tinham, era a de que um pequeno erro, num sistema suficientemente grande, desapareceria; não teria consequências.

A descoberta acidental de Lorenz teve imensas implicações o mundo real. Ele pode ver que, quando um sistema mudava, não queria dizer que algo no seu percurso o tinha feito mudar, podia ter mudado porque **as sementes dessa destruição já estivesse no sistema, crescendo devagar e escondidas.** A divergência, num sistema, era o resultado final de uma mudança mínima e imperceptível ocorrida há muito tempo. Lorenz redescobriu o que Poincaré apenas vislumbrou e surgia aquilo que ficou conhecido como “efeito borboleta”. É claro que se uma borboleta bate as asas, vai provocar um efeito muito pequeno no início, não se vai notar nada, mas depois de algum tempo, algumas flutuações no ar vão mudar e passados 6 meses aparecem as alterações mais significativas.

Com o aparecimento dos computadores a análise dos sistemas tornou-se muito mais completa e **os sistemas lineares revelaram a sua complexidade.** Perante este conjunto alargado de informação os **cientistas tenderam a eliminar tudo aquilo que não consideravam importante, transformando, deste modo, sistemas não lineares em sistemas lineares que se adaptavam melhor à sua ânsia de previsibilidade e controlo.** O que Lorenz fez foi precisamente dar a devida importância a este conjunto de dados que fazem parte integrante do sistema e que sem eles o sistema deixa de ser o que é.

A partir daqui, o Departamento de Meteorologia dos Estados Unidos começou a questionar-se sobre a quantidade de caos que havia no sistema atmosférico; em quantos aspetos da natureza a matemática do caos se aplica; a natureza instável do fenómeno natural existe apenas porque ele é complicado e nesse caso, um dia, poderíamos compreendê-lo, ou ele é governado por essa sustentabilidade às condições iniciais do efeito borboleta; o quanto caótico esperamos que seja o mundo.

Tal como Lyapunov que estudou a instabilidade dos sistemas, David Ruelle, estudou o início da turbulência; propôs que a turbulência hidrodinâmica aconteceria onde há essa dependência da sustentabilidade em condições iniciais. A verdade é que essa sustentabilidade acontece em todos os lugares e permanece no tempo. Então Well, combinando experiências e matemática, provou que **a turbulência não era resultado da complexidade mas era causada pela sustentabilidade das condições iniciais.** O efeito borboleta e a turbulência estavam em todos os lugares.

A turbulência dos anos 70, do século XX, convenceu os economistas e ambientalistas que a fé que tinham na previsão e controlo de larga escala estava errada; acabaram por aceitar que não podiam controlar a economia tal como não podiam controlar o clima.

A questão do crescimento está no centro da economia, mas também está no

centro dos problemas climáticos. **Quanto mais se mexe num sistema não-linear mais provável é que ele se torne caótico.**

Ignorando os avisos da nova matemática, nós carregamos o sistema com tudo. Os economistas do livre-mercado asseguraram-nos que, se não interviéssemos nos mercados, eles próprios encontrariam um equilíbrio natural.

A verdade é que vivemos num mundo que cada vez mais se distancia de tudo aquilo que seja equilíbrio. Sabemos que o crescimento exponencial da economia é um sistema linear e que esse sistema linear vai ser interrompido por um sistema não linear; por um sistema que não podemos controlar.

O problema com a matemática do caos é que ela não nos dá o que queremos: previsão e controle; pelo contrário, ela tira-nos aquilo em que queremos acreditar. Nega-nos os velhos ícones de salvação e de liberdade através do crescimento e não nos dá nada importante em troca.

Vivemos num mundo cada vez mais imprevisível e mais instável. A questão que se põe é **o que é que queremos fazer com este estado do mundo.**

Por um lado, os economistas insistem que, como não podemos regular e controlar a economia, como achávamos que podíamos, a única salvação é obedecer ao mercado e seguir com o crescimento e qualquer intervenção levará ao caos económico e ao colapso.

Por outro lado, os ambientalistas dizem que é exatamente esse crescimento económico desenfreado que vai impulsionar os sistemas naturais para o seu próprio caos e colapso, dos quais não haverá volta. **Os mapas de Lyapunov mostram as regiões de instabilidade e as de caos e, entre elas, há pontos onde o sistema pode ir de uma ao outro rapidamente.**

Num sistema climático há a ideia de um ponto de viragem associado a um certo **calor** que impulsiona o sistema “montanha a cima”. O lençol de gelo da Gronelândia vai derreter e, sabemos que, num prazo relativamente longo, teremos uma elevação de 7 metros no nível das águas do mar. Há a possibilidade de que a floresta amazónica sofra uma destruição rápida, que pode estar associada a incêndios ou outros cataclismos.

Quanto aos sistemas humanos e à sua capacidade de adaptação, o que importa saber, é até que ponto essas mudanças são mais ou menos rápidas.

A questão é saber se temos mais tempo para nos iludirmos. James Lovelock teme que ainda não tenhamos aprendido as lições da matemática do caos e **que ainda queiramos acreditar na previsão e no controle.** Essa é, na sua opinião, **a grande falha dos modelos climáticos;** todos sugerem que se reduzirmos o CO2 tudo irá ficar bem; que podemos lidar com a situação.

A verdade é que, depois do sistema começar a escorregar, não há volta. É bem possível que já tenhamos ultrapassado o ponto de viragem e que agora já estejamos num declive que, se vai tornando mais íngreme num determinado ponto e mais suave noutra, para voltar outra vez a um novo ponto mais íngreme. O declive, ao contrário do ponto de viragem, sugere que já não é possível voltar atrás; que já se foi longe demais.

O mais grave de tudo isto é que, os políticos, baseados nos modelos climáticos, acreditam que, se tomarem as medidas acertadas, podem reverter a alteração climática em curso e por isso tomam medidas erradas, já que isso não é possível. Neste momento o que deveriam estar a fazer era construir políticas que permitissem encarar essa mudança inevitável com alguma perspetiva de sucesso adaptativo às novas condições climáticas.

Não podemos voltar atrás; não podemos concertar o que já está errado. Ainda estamos a caminho do caos, estamos numa posição em que ainda há futuros possíveis. Desta vez, tivemos centenas de anos, para aprender as lições matemáticas; talvez desta vez possamos fazer o que não pudemos fazer antes: encarar a realidade como ela é, porque essa realidade está diante de nós.

Referências:

- ANSELMO, E. Modelo de gestão não-linear: a teoria do caos e complexidade aplicada à gestão de empresas de alto crescimento em ambientes dinâmicos e imprevisíveis. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 2005. (Tese de doutorado em Administração de Empresas– FEA/USP);
- CUNHA, M. (Orgs). Empresas Caos e Complexidade: Gerindo à Beira de um Ataque de Nervos, Lisboa: RH, 2001;
- CORREIA, Roger Willians. Teoria do Caos: introdução, Lisboa D. Quixote, 1987;
- GLEICK, J. Caos: a criação de uma nova ciência. Rio de Janeiro, 1990;
- LAPLACE, P.S. Probability. In: HUTCHINS, M.A., ADLER, M.J., FADIMAN, C. Gateway to the great books. - Mathematics. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1990;
- Mandelbrot, Benoit B., “Objectos Fractais”, Gradiva, 1998;
- MAGALHÃES, Marcos Nascimento, Noções de probabilidade e estatística, Lisboa, Gradiva, 1980;
- MOREIRA, I.C. Os primórdios do caos determinístico. Ciência Hoje, V. 14, n.80, p.10-16, 1992;
- PRIGOGINE, I. The end of certainty: time, chaos, and the new laws of nature. New York: Free Press, 1997;
- POINCARÉ, H. Chance. In: HUTCHINS, M.A, ADLER, MJ., FADIMAN, C. Gateway to the great books. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1990;
- POPPER, K.R. O universo aberto - Argumentos a favor do indeterminismo. Lisboa D. Quixote, 1988;
- PRIGOGINE, I., STENGERS, I. Entre o tempo e a eternidade. Lisboa: Gradiva, 1990;
- VERDET, J.P. Uma história da astronomia. Rio de Janeiro: Zahar, 1991.
- <http://www.teoriadacomplexidade.com.br/textos/teoriadacomplexidade/TeoriaDoCaos-e-Complexidade.pdf>