

P	C	T
	10	13

JEAN-MICHEL BESNIER, DOMINIQUE BOURG,
 PASCAL BRUCKNER, JEAN CHESNEAUX,
 ANDRÉ COMTE-SPONVILLE, JEAN-PIERRE DUPUY,
 JEAN-MARC FERRY, MARC GUILLAUME,
 FRANÇOIS JULLIEN, GILLES LIPOVETSKY,
 OLIVIER MONGIN, EDGAR MORIN, ILYA PRIGOGINE,
 JACQUES ROBIN, JOËL ROMAN,
 DOMINIQUE SCHNAPPER, PAUL THIBAUD

A SOCIEDADE EM BUSCA DE VALORES

***PARA FUGIR À ALTERNATIVA
 ENTRE O CEPTICISMO E O DOGMATISMO***

O REENCANTAMENTO DO MUNDO

ILYA PRIGOGINE*

O REENCANTAMENTO DO MUNDO

ILYA PRIGOGINE*

Para Ilya Prigogine, a ideia de certeza é, paradoxalmente, uma ideia profundamente pessimista. O que é que faz o determinismo senão transformar o mundo numa geometria intemporal? A complexidade, esta «aventura» que está ainda a começar, deixa-nos antever uma via estreita entre as duas concepções alienantes do universo que nos governam, uma determinista e a outra céptica.

«A velha aliança quebrou-se. O homem sabe finalmente que está só, na imensidão indiferente do universo, onde ele apareceu por acaso. Sabe agora que, como um cigano, está à margem de um universo onde tem de viver, universo surdo à sua música, indiferente às suas esperanças, bem como aos seus sofrimentos ou aos seus crimes».

Estas frases célebres de Jacques Monod deixam-me sempre perplexo. Na *La Nouvelle Alliance*¹, publicado há quinze anos, interrogava-me, com Isabelle Stengers, como

* Ilya Prigogine, Prémio Nobel de química, professor na Universidade Livre de Bruxelas e na Universidade de Austin (Texas), publicou recentemente *Introduction à la thermodynamique des processus irréversibles*, J. Gabay, 1996, *La fin des certitudes*, Odile Jacob, 1996, *Les lois du chaos*, Flammarion, 1994.

¹ Ilya Prigogine, Isabelle Stengers, *La Nouvelle Alliance: métamorphose de la science*, Gallimard/Folio Essais, 1986.

os progressos da engenharia molecular podiam engendrar uma concepção tão pessimista do mundo. Uma concepção compartilhada por cientistas como St. Weinberg, que, no seu livro *Les trois premières minutes*, escreve: «Quanto mais conhecemos o universo, mais ele nos parece *pointless*, estranho»... E que dizer dos filósofos! Koyré acusa Newton de ter tornado o universo inabitável para o homem, privando-o das noções de escolha e de qualidade. Encontramos a mesma hostilidade em Heidegger, que considera que os físicos não pensam, ou em Richard Rorty, para quem a ciência é estranha ao homem.

De onde vem esta inserção instável da ciência na cultura ocidental? Esta instabilidade enorme tem raízes, creio eu, à volta da questão do tempo, sobretudo do fluxo do tempo. Para a ciência clássica, de Newton a Einstein, o passado e o futuro são, essencialmente, equivalentes. Ora a direcção do tempo é, para cada um de nós, a dimensão existencial fundamental.

A pergunta que, desde sempre, os filósofos fazem é o saber em que universo vivemos. Estamos num universo predeterminado, somos, como escreveu Popper, espectadores de um filme já feito, do qual ignoramos o fim. Ou, como dizia Paul Valéry, estamos num universo em construção, onde o futuro ainda não existe e onde participamos na criação desse futuro?

Epicuro, numa das cartas que dirigiu a um amigo, julgo que resumiu este problema fundamental: «Quanto ao destino, que algumas pessoas encaram como o dono de todas as coisas, faz rir o sábio. Com efeito, vale mais aceitar ainda o mito dos deuses do que subjugarmo-nos ao destino dos físicos. Porque o mito deixa-nos a esperança de nos reconciliarmos com os deuses, através das honrarias que lhes prestamos, ao passo que o destino tem um inexorável cunho de necessidade.»

O pensamento no Ocidente, contrariamente ao da Índia, por exemplo, que insistiu sempre na unidade do homem e da natureza, conduziu a uma dicotomia entre dois grandes

projectos, o da inteligibilidade da natureza e o do humanismo, este último fundado sobre valores, sobre escolhas. Como resolver este dualismo, que perseguiu filósofos como Descartes ou Kant, entre um mundo reduzido ao estado de autómato e a liberdade, a criatividade do nosso espírito? Estas palavras de Einstein, numa carta que dirige ao seu amigo Tagore, sempre me fizeram sorrir: «Se perguntássemos à Lua porque é que ela se move, ela responderia sem dúvida que é porque gosta de tomar ar. Mas, a nós, isso faz rir porque nós sabemos que ela se move para obedecer às leis de Newton. De igual forma, deveríamos sorrir quando vemos que o homem acredita, na sua presunção, que age livremente. Não existe razão para o determinismo parar na fronteira dos cérebros.» Contudo, algumas páginas depois, não hesita em concluir que toda a teoria física é uma «criação do espírito»!

Neste final do século xx, é sobre esta mesma questão que devemos voltar a pensar. Reencontrar um tempo que não volte a separar o homem do universo mas que, pelo contrário, assinale a sua pertença a esse universo.

O MUNDO É UM ROMANCE

A noção de complexidade marca o ponto de partida desta evolução. Tradicionalmente, chamamos simples aos sistemas que têm poucos graus de liberdade, e complexos aos sistemas que são descritos como tendo numerosos graus de liberdade. Um exemplo de sistema simples é o problema de dois corpos (Terra-Sol). Em contrapartida, os sistemas estudados pela termodinâmica são formados por muitas partículas (da ordem do número de Avogadro $N = 6 \times 10^{23}$) e são, portanto, «complexos». Durante muito tempo prevaleceu a ideia que, qualquer que seja a complexidade, a descrição poderia ser reduzida a fenómenos simples,

sujeitos a leis deterministas e reversíveis. Ora, basta evocar o problema dos «três corpos», a noção de partícula instável ou de campos em interacção, para compreender que o fundamental já não é simples mas complexo.

Segunda surpresa: o macroscópico, com o seu elevado número de graus de liberdade, admite, muitas vezes, formulações simples. Em 1911, o Barão Fourier descobre a lei segundo a qual o fluxo de calor é determinado pelo gradiente da temperatura. Começa por o calor ir do quente para o frio. Esta lei introduz uma orientação temporal, um elemento irreversível, em contradição absoluta com as leis da ciência clássica. Naquela época fez escândalo entre os newtonianos.

A questão que passa a formular-se é a de saber como conciliar estas duas visões que temos do mundo, uma obedecendo às leis da dinâmica, deterministas, reversíveis no tempo, e outra às leis da termodinâmica, à entropia, ela mesmo referida àquela flecha do tempo que corresponde à evolução do universo.

Poincaré, na sua época, fez esta reflexão profunda, sublinhando que num mundo determinista não pode haver lugar para a entropia. Ou então, acrescenta: «Se o mundo não fosse determinista, então haveria lugar para a entropia..., mas eu falo de indeterminismo, de liberdade, e já não de física. Voltemos à física verdadeira.» Poincaré, que teve medo do seu próprio pensamento, que o levava mais longe do que ele desejava, tinha contudo razão. Começamos a compreender que o universo é muito diferente daquela geometria intemporal que correspondia ao ideal da ciência clássica. O mundo que começamos a decifrar é mais parecido com um romance, com as *Mil e Uma Noites*. Onde as histórias se ligam umas às outras: a história cosmológica, no interior da qual evolui a história da matéria, depois a da vida e, finalmente, a nossa própria história.

Ainda não estamos nada habituados, neste final do século xx, a esta visão muito diferente das coisas, que considera a complexidade do universo. A noção de entropia é uma etapa essencial. Permite sair da geometria intemporal clássica e introduzir um elemento narrativo na concepção que temos do mundo. A entropia exprime a flecha do tempo, estreitamente ligada a dois outros aspectos que são a importância das flutuações e a imprevisibilidade ligada a duas acções. É aquilo a que a física chama o equilíbrio. Perto do equilíbrio, com efeito, a energia livre atinge o seu mínimo. As flutuações deixam de ter efeito, no sentido seguinte. As flutuações podem conduzir a um ponto que se afasta do mínimo, mas o sistema responde voltando ao seu ponto de partida, isto é, ao mínimo de energia livre. Longe do equilíbrio, como demonstrámos, já não há potencial termodinâmico. As flutuações podem amplificar-se e dar origem a novas estruturas espaço-temporais. Os relógios químicos, por exemplo, são de facto flutuações gigantescas estabilizadas graças às leis não lineares da cinética química.

A emergência, longe do equilíbrio, destas novas estruturas levanta questões essenciais no plano industrial e científico. Dizem também respeito ao ambiente, à climatologia como à criação de novos materiais, de novos algoritmos, à neurofisiologia ou à correlação dos elementos que formam as linguagens ou os genomas. Estas questões levam a novas concepções, principalmente à auto-organização. Estas novas estruturas estão ligadas a «bifurcações» que, introduzindo um elemento histórico na descrição, permitem que o sistema passe espontaneamente de um estado não organizado para um estado organizado.

Quando se compara a eficácia da tecnologia associada à natureza ou a do cérebro com a dos ordenadores, podemos ver como a nossa tecnologia ainda está no começo. A natureza realizou outros princípios de organização, mais perto da auto-organização que podemos encontrar

em sistemas longe do equilíbrio. São provavelmente tais conceitos que vão determinar a evolução das tecnologias ocidentais.

UM UNIVERSO DE POSSÍVEIS

O não-equilíbrio dá uma ideia das potencialidades da matéria. Até aqui a matéria era concebida como algo de inerte, de passivo. Em certa medida é verdade quanto ao equilíbrio. Longe do equilíbrio, a matéria torna-se «activa». Explora, sem parar, novas possibilidades. A questão que deve agora ser estudada é a de saber como é que a natureza faz para imprimir o não-equilíbrio à matéria. As estruturas complexas, as novas coerências que se criam longe do equilíbrio, são certamente as únicas susceptíveis de explicar a transição da não-vida para a vida.

Para começar, não podemos hoje aceitar que a termodinâmica nasça de aproximações e que a entropia seja a expressão da nossa ignorância. O afastamento do equilíbrio, medido pela produção de entropia, é, na verdade, um elemento fundamental de organização. Logo que abandonamos o equilíbrio notamos o papel construtivo do tempo.

A física newtoniana ou a mecânica quântica não são, evidentemente, falsas. O erro é considerá-las como variáveis sem condição, quando elas só se aplicam a uma região limitada da nossa experiência. A descrição clássica, em termos de trajectória (ou de função de onda em mecânica quântica), nem sempre é suficiente. Desde os trabalhos de Gibbs e de Einstein podemos distinguir a formulação da física em termos de situação «individuais» (trajectórias ou funções de onda) ou em termos de conjuntos, de «populações». Porém, tradicionalmente, pensava-se que estas duas formulações eram equivalentes. Sempre que se podia prever o comportamento de uma trajectória podia-se

prever também o comportamento do conjunto e vice-versa. Sabemos hoje – trata-se, creio, de uma aquisição fundamental – que nem sempre é assim. As «populações» têm propriedades novas irreduzíveis às das trajetórias.

É evidente que, no caso de sistemas dinâmicos simples («integráveis»), a equivalência persiste. Mas no caso geral é interrompida. O exemplo mais simples é o do caos determinista em que duas trajetórias, muito próximas no ponto de partida, se afastam exponencialmente no tempo. As leis do «caos» devem ser formuladas em termos estatísticos, em termos de conjunto. Uma condição essencial que se aplica tanto aos sistemas clássicos como aos quânticos é a persistência das interações. Se considerarmos um sistema termodinâmico, por exemplo um gás, as moléculas chocam continuamente entre si. Para tais sistemas, a formulação da dinâmica, em termos de conjunto, conduz a novas soluções que implicam desvios às leis de Newton ou de Schrödinger. As propriedades das populações são irreduzíveis às dos «indivíduos». Naturalmente que são precisas matemáticas apropriadas, porém não podemos entrar aqui neste assunto, embora fascinante.

As leis da natureza adquirem assim uma nova formulação. Contêm a flecha do tempo e, à partida também, exprimem «possibilidades» e já não «certezas».

É aqui que está a origem microscópica das flutuações. Todo o sistema termodinâmico é um sistema flutuante. E é levando em conta o não-equilíbrio que as flutuações se revelam construtivas. Com efeito, as flutuações estão sempre presentes e esperam uma ocasião para se manifestarem. Foram estas flutuações que levaram da matéria à vida e da vida ao cérebro. Os sinais temporais do cérebro são eles próprios caóticos, como se quisessem percorrer todas as possibilidades. A natureza, no fundo, não faz outra coisa. Age por tentativas das quais algumas se vão ampliar, outras retroceder. O universo é uma realização num universo das coisas possíveis.

Conforme notámos já, esta visão de um universo evolutivo, assimétrico no tempo, reintroduz um elemento narrativo, uma história. A contingência desempenha aí um papel fundamental.

CONTRA UMA CONCEPÇÃO ALIENANTE DO UNIVERSO

A ideia de certeza dominou a ciência durante séculos. Teve um eco extraordinário que, segundo penso, assenta em duas ideias complementares. A primeira, teológica, foi defendida por Leibniz, um dos fundadores da ciência moderna. Segundo ele, a ideia de certeza faz-nos partilhar as nossas leis com as de Deus. Uma ciência da certeza está próxima da ciência divina, que não admite a dúvida. A segunda, mais pragmática, é sustentada por Bacon. É uma concepção do poder. Uma ciência da certeza é uma ciência em que o mundo é manipulável, à nossa vontade.

Ora, a ideia certeza é uma ideia profundamente pessimista. Leva os seus defensores a pensar que o tempo era uma ilusão. O que é uma forma de escapar à vida temporal, de nos afastarmos dela para chegarmos, como dizia Einstein, às altas montanhas e pôr de lado as cidades poluídas.

A nossa ciência está ligada à nossa sociedade e também às suas cidades poluídas. Não pode ignorar o tempo, o facto de que nem tudo é dado. Aquilo que, contrariamente a uma visão determinista do universo, dá lugar ao valor, à escolha. Procuramos hoje encontrar essa via estreita entre duas concepções alienantes do universo, a determinista, que recusa ao homem a possibilidade de imaginar ou de criar, e a outra, céptica, que diz que o universo é aleatório, estranho à razão. É entre estes dois esco-

lhós que se encontra a direcção a seguir. Nós só encetamos esta aventura, cujos começos são prometedores, face a um universo mais complexo, mais flutuante do que o imaginamos, um universo evolutivo que reclama uma linguagem nova, tanto nas ciências físicas como nas ciências humanas. Só com esta nova linguagem é que poderemos descrever este mundo espantoso em que vivemos.