

# O impacto epistemológico das investigações sobre “complexidade”<sup>1</sup>

MARIA MANUEL ARAÚJO JORGE\*

## Introdução

**H**á anos e a propósito de uma apreciação dos pontos de vista de E. Morin sobre o problema epistemológico da complexidade, sugeri o risco de tal categoria epistemológica se poder tornar, desde que abusivamente explorada, um “obstáculo epistemológico”.<sup>2</sup>

Julgo que os meus receios, em parte, eram fundados. É que, enquanto uns continuaram a apurar, pela teorização matemática, pelo cálculo e pela experimentação, os contornos múltiplos da complexidade (como a astrofísica, a física, a biologia e outras ciências os iam descobrindo), tentando fazer dela um objecto científico, outros – do lado da epistemologia e da filosofia das ciências (e não falando já dos divulgadores) – rapidamente, viram aí um sinal, a juntar aos já dados pela teoria da relatividade, pela mecânica quântica e pela lógica matemática, da crise evidente do paradigma mecanicista clássico.

Estaríamos, agora, diante de um abandono do próprio projecto da ciência moderna, como vinha sendo desenhado desde Descartes, Galileu e Bacon.

---

\* Professora no Departamento de Filosofia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Portugal.  
1 Este texto, aqui parcialmente revisto, foi publicado em *As ciências e nós*, Lisboa, Instituto Piaget, 2001.

A chegada à complexidade nas ciências representaria não só o estabelecimento, no seu seio, de uma consciência dos limites fundamentais da nossa apreensão da realidade, como, também, é comum ouvir-se, um elemento determinante para uma alteração da imagem científica da natureza.

Indo mais longe, alguns viram, nostalgicamente, em toda a revelação da complexidade nas ciências, a oportunidade de elas se tornarem, enfim, verdadeiras sabedorias, assumindo uma face filosófica, pela recuperação de uma espécie de “douta ignorância” e por um novo estilo de aproximação da natureza, mais qualitativo, mais holista, mais dinâmico e, por isso, mais humano. As ciências teriam, agora, oportunidade de se redimirem dos prejuízos e das ilusões da sua estratégia reducionista, analítica, quantitativa e estática perante uma natureza que não merecia tanta indiferença. Graças à complexidade, seria possível recuperar a unidade perdida dos saberes, único modo de conhecer e de compreender uma realidade que se mutila se se dividir. O “sentido” estaria, assim, a regressar a uma aventura de conhecimento que tinha, no entanto, ganho o seu perfil próprio, exactamente, à custa do seu esforço para se libertar dele.

Pensam, então, alguns que está na hora de pedir às ciências mais do que, eu julgo, em si mesmas, elas nos podem oferecer: um aplainamento das fronteiras internas, o que combateria a fragmentação disciplinar e favoreceria uma reaproximação com o resto da cultura, por via de uma utópica absorção de tudo aquilo que – para ganharem eficácia – elas tinham vindo a deixar de fora: as filosofias, as metafísicas, as éticas ou mesmo o senso comum.<sup>3</sup>

Será este o diagnóstico (e o prognóstico) correcto do processo cultural em curso?

---

<sup>3</sup> Ilustram este tipo de posição, embora com diferenças notórias entre si, por ex., as obras de filosofia da ciência do físico I. Prigogine. O mesmo espírito parece latente no colóquio de Cerisy, de 1981, sobre *L'auto-organisation: de la physique au politique* (organizado por P. Dumouchel e J.P. Dupuy, Seuil, 1983), percorre a obra de E. Morin ou os trabalhos de feição pós-moderna do sociólogo português B. Sousa Santos (*Introdução a uma ciência pós-moderna*, Afrontamento, 1989), para já não falar de M. Zenely, E. Jantsch e tantos outros.

Sociologias, Porto Alegre, ano 8, nº 15, jan/jun 2006, p. 24-55

Quando considero o rosto mais visível da ciência contemporânea, o que apercebo é, sobretudo, um conjunto de práticas físicas, operatórias, marcadas pelos tiques tradicionais do mecanicismo e da sua atitude calculatória, mesmo quando o objecto de estudo e de manipulação são fenómenos complexos, de tipo caótico ou de ordem emergente.

A reflexão que acompanha o confronto recente com a complexidade corre, assim, o risco de lhe dar contornos de “obstáculo epistemológico” ao mascarar, de algum modo, a face real da tecnociência.

Por isso, eu gostaria de ir à procura de alguns dos modos e dos planos em que a complexidade está presente nas ciências e do seu tipo de operatividade na ultrapassagem do “espírito mecanicista” que a empresa científica foi interiorizando, desde o século XVII, e ao qual a complexidade é, frequentemente, contraposta.

## O conceito de mecanicismo

Embora difícil de circunscrever, o conceito de mecanicismo aponta para uma filosofia da natureza que carrega consigo uma filosofia do conhecimento científico e, simultaneamente, sugere uma estratégia cognitiva específica, assim como um particular tipo de racionalidade.

Retirando a “alma” aos objectos da física e, por aí, todo o insondável que uma “anima” envolve, Descartes propôs que eles fossem imaginados antes, como figuras e movimentos, imbricações geométricas, choques e impulsos sem “acções à distância”. Uma causalidade eficiente podia, então, muito melhor do que uma finalidade e uma racionalidade intencional, explicar o seu comportamento e permitir a sua objectivação.

Por esta aposta, que Galileu também fará, na existência de uma espécie de ordem racional, geométrica, no mundo, Descartes funda, ontologicamente, a ciência moderna. Feita de partes separáveis como as

peças de uma máquina, a natureza (a matéria, como dizia Descartes ) aparece como algo de homogéneo, susceptível de ser despida dos seus segredos e representável, de modo objectivo, numa linguagem de conceitos familiares.

A noção de que o todo é o resultado da soma das parcelas (quer no mundo físico e biológico quer no próprio corpo humano) e que, conhecidas as partes, se conhece o sistema global, abria o caminho para a resolução da complexidade visível, incentivando à divisão, à redução, ao isolamento do contexto actual. A preocupação pela observação detalhada, pela manipulação experimental e pela medida rigorosa que Galileu introduzirá, graças ao recurso a novos instrumentos, e que permitirá à ciência operacionalizar-se, deixando de ser mera logoteoria, legitima-se no interior dessa nova liberdade de movimentação que tal pensamento consente.

Desde então, e mesmo que o mecanicismo tenha sido obrigado a reformular a sua metáfora da natureza como máquina, adaptando-se ao novo conhecimento que ia ajudando a construir e à evolução concreta das novas máquinas (desde o relógio ao computador) há qualquer coisa da intuição mecanicista que atravessa a física clássica e resiste ao impacto da sua evolução, bem como da biologia e das próprias “ciências da complexidade”: a ideia de que, apesar de tudo, é possível resistir ao “desconforto da condição humana de modo diferente do simbólico” (G,Hottois, 1996), enfim, para lá dos processos da religião, da magia, da filosofia.... pelo esforço de redução do aparente mistério do mundo, pela sua desmontagem numa estrutura compreensível, expressa em leis fundamentais, apesar da sua complexidade aparente. Leis que permitirão calcular, em princípio, o que se passará em seguida.

É esta atitude analítica e calculatória, é esta confiança na exploração dos recursos da “divisibilidade pelo pensamento” que informa a prática que reconhecemos como científica, desde Galileu.

Os mistérios da realidade desmontam-se pela sua análise, pelo seu transporte para níveis tratáveis matemática e experimentalmente, mercê da imposição e da exploração de modelos matemáticos, geométricos, físicos ou outros, enfim pela “virtualização” e necessária recriação artificial ( e por isso redutora) do mundo da experiência vivida. Por aí se tenta realizar o ideal de “objectividade”, chegando à compreensão, à previsão, ao domínio operativo ou, até, à ultrapassagem da natureza, em vez da sua mera contemplação.

O mecanicismo não me aparece, deste modo, apenas como uma visão do mundo ou uma filosofia da natureza, discutível como qualquer filosofia, mas como uma atitude concreta que o cientista exhibe face a qualquer problema ou desafio.

Apesar do confronto com a complexidade, na biologia, na física, na neurobiologia, na economia., o que me parece continuar a ser o motor da prática científica é, na generalidade, o esforço de simplificação, de sabor mecanicista, cartesiano até, de procura da especificação perfeita, enfim, de cálculo objectivo do mundo, na busca, inclusive e quando possível, da sua mais estreita base de apoio, da sua equação única e concisa.

Ora se, por um lado, certos autores como P. Lévy, por exemplo, falam do desenvolvimento de um neomecanicismo, à volta da explosão do uso do computador e de um “paradigma do cálculo”, basta lermos físicos como B. d’Espagnat e outros pensadores da microfísica, para ouvirmos proclamar que a mecânica quântica “arrasou” o mecanicismo e instaurou, opostamente, um pensamento da complexidade.

## Mecanicismo e complexidade

Os itens típicos da “filosofia mecanicista” presentes na física clássica serão três, para B.d’Espagnat:

1º Tudo seria discutível por meio de conceitos familiares;

2º Tudo seria divisível pelo pensamento;

3º A ideia de uma objectividade “forte” permitiria a toda a física produzir enunciados em que o ser humano não estaria envolvido e que exprimiriam, por isso, a realidade “em si”. O mecanicismo envolveria, assim, pelo seu objectivismo e “metafísica da representação”, um realismo “próximo” ou “físico”.

A estes pressupostos a mecânica quântica aporia, situando-se no quadro de um pensamento complexo, quer a necessidade de conceitos que superem a visão familiar, um holismo, um pensamento “globalizante” imposto pelo princípio de “não separabilidade do real” (mais importante do que o próprio determinismo porque é incontornável) quer uma objectividade “fraca”, uma ruptura com a noção de conhecimento fiel e perfeito do real, o que exprimirá a essência do pensamento complexo. Esta não se reduz, diz d’Espagnat citando Morin, à problemática da ordem e da desordem por flutuações, envolvendo, sobretudo, a questão do “objecto à escala humana” que a mecânica quântica claramente coloca.<sup>4</sup>

Para d’Espagnat, a lição essencial que esta ciência nos deixa situa-se, exactamente, na sua exibição dos limites fundamentais do nosso conhecimento do real e, por isso, ela institui uma problemática da complexidade. Na melhor das hipóteses, defende, a física dá-nos acesso a algumas das estruturas abstractas de uma “realidade independente” (por ex., o seu carácter “não separável”). Esta realidade “última” ou “em si” escapará, no entanto, no seu pormenor, permanecendo “oculta” para todos os nossos quadros conceptuais. Será o facto de a física nos apontar a existência dessa realidade última não separável, embora distante, que legitimará, porém – contra o operacionalismo dominante – um realismo aberto que anima d’Espagnat a,

---

4 Cf. Bernard d’Espagnat, *Olhares sobre a matéria*, Lisboa, Instituto Piaget, 1994, pp. 117-126. Cf., igualmente, e para se apreciar a ambiguidade que rodeia o conceito de mecanicismo, por ex., Rolf Satler, *Biophilosophy*, Springer Verlag, 1986, pp. 211-235.

deixando para trás o operacional, ensaiar o esforço de penetração nos territórios da filosofia metafísica e nos domínios da espiritualidade.

Ora, o que eu gostava de realçar é que, sob este ângulo de abordagem, a complexidade não está a ser valorizada pelo seu impacto como novo objecto científico.

## Complexidade no plano operatório e no plano simbólico

Bernard d'Espagnat dirá, aliás, que, ao contrário do que Prigogine continuamente proclama, a física não se teria transformado – ao ancorar-se sobre a ideia de irreversibilidade e com o estudo dos sistemas complexos – numa física do devir em detrimento de uma física do ser.<sup>5</sup>

A complexidade está pois a ser apreciada, antes, enquanto nova visão do mundo, como a filosofia que, opostamente ao mecanicismo, as ciências, hoje, exigirão. Ora, o problema que eu coloco é se, no plano técnico e operatório, a nossa ciência pode abordar cientificamente um problema, de outro modo que não à luz de uma estratégia analítica e de simplificação, isto é, “não complexa”.

Curiosamente, o próprio d'Espagnat reconhece que, na prática, os cientistas continuam a analisar, a simplificar o mundo para o dominarem teórica e experimentalmente, parecendo, assim, que o mecanicismo que a mecânica quântica “arrasa”, como ele diz, será, realmente, o mecanicismo enquanto interpretação filosófica, enquanto visão do mundo e não enquanto atitude intrínseca, quase instintiva, do modo de fazer ciência.

Mesmo como filosofia, no entanto, como visão do mundo, e tendo em mente os três itens que d'Espagnat considera, a capacidade da comple-

---

<sup>5</sup> “No que diz respeito à ideia de uma nova física fundamentalmente apoiada na noção de irreversibilidade, partilho o cepticismo da maior parte dos físicos contemporâneos”. Acrescenta, ainda, que “a revelação aos físicos do indeterminismo será derivada da mecânica quântica e não das investigações sobre a complexidade e a desordem, cujo mérito essencial seria terem evidenciado um certo indeterminismo “de facto” que ultrapassa o indeterminismo “de direito” que regia a mecânica quântica analítica dos nossos antepassados”, p.168.

xidade, como nova filosofia da física, para desalojar uma visão não complexa, mecanicista, não é nada fácil de estabelecer.

Situada nesse limbo da mera interpretação, a dificuldade não é, apenas, constatar o problemático impacto da complexidade na prática científica. Trata-se, também, de apreciar até que ponto o conjunto de características que ela envolve como categoria epistemológica e conceito filosófico e que Morin tão bem resumiu (visão não mutilante, sem clivagens, quer do conhecimento quer do real e, por isso, holista, compreensiva e aberta, consciência dos limites do conhecimento científico e, também, recuperação de uma atitude de respeito perante o misterioso, o insondável, bem como tentativa de articulação das ciências entre si e com os outros domínios da cultura, em ordem a uma civilização das ideias) representam, realmente, a filosofia que a actual tecnociência, neste caso a física, implica ou se eles são, antes, eco de preocupações de tipo diverso, éticas, religiosas ou outras....

Isto resume-se, finalmente, numa pergunta mais geral: é o plano filosófico, simbólico, sequer determinante na tecnociência contemporânea? Se é, o que é controverso, qual o tipo de cumplicidade efectiva entre ele e o plano operatório, físico e tecnocientífico? É aí que, julgo, todos sentimos que se joga, ainda hoje, a própria relevância cultural da problemática da complexidade.

Ora, o meu objectivo é procurar o tipo de operatividade da complexidade para nos conduzir a uma nova situação nas ciências, em vários planos: não só como objecto científico, mas como categoria epistemológica e conceito filosófico ou até mera metáfora (ao serviço, por vezes de um certo *marketing* da ciência) e, mais ainda, a eventual relação entre esses níveis, o que poderia conferir, então, à ciência ( e à cultura) um carácter verdadeiramente complexo. Considerarei primeiro a física, depois a biologia.

## Física e complexidade

Apesar de físicos, como Lévy-Leblond, afirmarem, considerando o plano puramente simbólico e interpretativo, que a física é relativamente indiferente à complexidade, outros, olhando para o seu lado operacional, reconhecem que o estudo sistemático dos sistemas complexos, sendo relativamente recente, representará uma terceira revolução da física, depois da primeira (com Galileu e Newton) e da segunda com a teoria da relatividade e a mecânica quântica.<sup>6</sup>

Quando os físicos deram-se conta de que enormes quantidades de partículas, submetidas unicamente às forças cegas da natureza, podiam organizar-se em sistemas cooperativos de actividade e que tal fenómeno se repetia universalmente, quase julgaram, diz P. Davis, estar diante de um milagre natural.

A sua atitude, no entanto, como físicos foi, segundo a tradição da sua ciência, tentar, ainda, dominá-los pela conceptualização e pelo cálculo. Nenhuma descrição analítica simples o conseguia mas um novo instrumento permitia modelizar esses sistemas: os computadores rápidos.

Nalguns casos de auto-organização espontânea em sistemas macroscópicos, como nos fenómenos de superfluidez e supercondutividade e na física do laser, são já visíveis, mesmo, algumas aplicações tecnológicas, havendo quem defenda que o grande potencial de ideias e de regras dos sistemas auto-organizados poderia, inclusivamente, inspirar uma nova tecnologia.

Mesmo fenómenos cuja complexidade parece desafiar qualquer tentativa de explicação, como os chamados fenómenos no “limiar do ponto crítico” são “agarrados”, hoje, através da matematização e de “leis de escala”

---

6 Cf., respectivamente, Jean Marc Lévy-Leblond, “La physique, une science sans complexe?”, em Françoise F. Soulié (dir.), *Les theories de la complexité*, Paris, Seuil, p.128 e Paul Davis (dir.), *La nouvelle physique*, Paris, Flammarion, 1993. Sigo, genericamente, esta última obra nas indicações que se seguem.

permitindo tornar, em certa medida, previsível o comportamento de tais sistemas.

Para uma física que se movia à vontade no domínio dos fenômenos lineares, o mundo parecia-lhe, naturalmente, linear e, também, ordenado. Dar-se conta de que a matéria era capaz de se auto-organizar em estruturas coerentes, segundo dinâmicas não-lineares, levou mesmo, alguns, como, por ex., I. Prigogine, a considerar que os nossos modelos de inteligibilidade tradicionais, confinados ao plano do simples e do complicado, representavam, apenas, “casos limite”, normalmente idealizações, não plenamente ilustrativas, por isso, de uma natureza, afinal, “complexa”. Desde a célebre *A Nova Aliança* (1979) ao posterior *O Fim das Certezas* (1996), Prigogine tentou fazer passar a sua aposta de que estamos, agora, diante de uma nova racionalidade, o que, logo, alguns tomaram como sintoma, igualmente, de um novo paradigma, senão mesmo de uma autêntica metamorfose da ciência. O que aqui queria procurar era uma certa localização dos planos em que essas eventuais novidades se situarão.<sup>7</sup>

## A “simplificação” do real através da complexificação da razão

Diria que, ao nível da explicação operacional, no plano dos “produtos” teóricos e técnicos, não vejo que os cientistas, inclusive o próprio Prigogine, tivessem sido obrigados a mudar as regras do “jogo” científico, deixando de analisar, calcular o mundo e de o tentar prever, para o controlar, não vejo que abandonassem, enfim, o esforço de o simplificar, quando depararam com “estruturas dissipativas”, “atractores estranhos” ou “objectos

---

<sup>7</sup> Sobre os diferentes planos e níveis segundo os quais é possível considerar as ciências (modos de produção/ produtos/ modos de interpretação; explicações operacionais/simbólicas; traduções “para cima” e “para baixo” do operacional, etc) e que estão pressupostos nestas análises, cf., por ex., o meu artigo “As ciências e os outros territórios do saber: fronteiras e passaportes”, em *As ciências e nós*, op. cit.

catastróficos”. Parece-me que, acima de tudo, o que se conseguiu foi construir um novo objecto científico, graças a novos modelos matemáticos e a instrumentos capazes de o instituírem, objecto esse que, aliás, é perfeitamente comensurável com princípios físicos fundamentais anteriores, como o segundo princípio da termodinâmica. Ou seja, a física alargou, de certo modo, o seu raio de acção e conseguiu incluir no seu “campo calculatório” a própria complexidade, as dinâmicas não lineares e os “contextos”.

O facto de se ter descoberto que era restritivo e abusivo pensar que a natureza trabalha, apenas, com a simetria “perfeita”, a ordem, o equilíbrio e organizando-se por partes fragmentáveis levou alguns, sem dúvida, à necessidade de reformularem a sua imaginação mecanicista da realidade: a melhor metáfora da natureza não será já o monótono e previsível relógio cartesiano, nem sequer a máquina de *watts*, mas a nova máquina de *bits*, o computador, capaz de aprender e inovar, funcionando com “ruído” e, por isso, quase evocando um ser vivo e pensante. Mas nada disso parece ter obrigado as ciências, mesmo as da complexidade, a desistirem de um ideal de simplificação do real, nem tão-pouco a transformarem-se, pela sua visão mais holista, numa espécie de filosofias.<sup>8</sup>

Diante do fenómeno da não linearidade e da complexidade, e se olharmos para o plano da explicação operacional, o que se estará a passar será algo, ainda, semelhante ao que Bachelard já tinha apercebido a propósito da “segunda revolução” na física: a continuada busca de simplificação do real à custa, porém, de uma “complexificação da razão”, ou seja, dos seus modelos e mesmo dos seus instrumentos.

---

<sup>8</sup> Note-se, por ex., o que escreve Heinz Pagels, a propósito das ciências da complexidade: “Alguns sistemas complexos (o cérebro, a economia mundial) distinguem-se dos simples, pelo facto de serem necessárias muitas variáveis qualitativamente distintas para descrever o seu comportamento. Mas os cientistas descobriram uma alternativa interessante a todos esses milhares de variáveis. Acontece que em alguns desses sistemas existe uma simplicidade subjacente – só umas quantas variáveis são, realmente, importantes...talvez todos esses milhares de variáveis sejam só aparentes e, no fundo, as coisas sejam muito simples. Mas até que essa hipotética simplicidade seja descoberta, temos de lidar, directamente, com a complexidade. Felizmente, graças ao computador isso é possível. (Disponos) de novos modelos de análise dos sistemas complexos”. *Os sonhos da razão*, Lisboa, Gradiva, 1990, pp.46-47.

Até no domínio do caos determinista que se sabe, hoje, abrange sistemas de uma enorme diversidade e onde, espantosamente, o determinismo e a imprevisibilidade coincidem (o que será diferente do indeterminismo objectivo da situação quântica), os cientistas conseguem associar características universais a certas formas de caos. Se este representa um modo de ruptura com a ciência preditiva, é possível, ainda, encontrar-lhe uma certa ordem matemática subjacente, mesmo que seja sob a forma de uma “visão estreita” entre acaso puro e determinismo. Podem caracterizar-se classes de propriedades desses sistemas que são típicas e genéricas e não dependem dos detalhes e, por essa via, construir teorias que explicam essas propriedades genéricas.

No plano do operacional, o impacto do encontro com a espontaneidade, a criatividade e a irreversibilidade de certos comportamentos da natureza, causa, num primeiro momento, uma enorme surpresa (Bachelard tinha razão quando dizia que nela, o simples não existe, verdadeiramente...) mas, uma vez detectados, a ciência acabou por procurar apoderar-se, também, do seu “mecanismo” oculto. Obrigada a adaptar a sua “táctica” às dificuldades do terreno, forjando novas categorias de inteligibilidade capazes de dar conta de novas propriedades intrínsecas do mundo, a estratégia galileana e analítica de procura de leis invariantes e de uma simplicidade subjacente permanece; até mesmo na procura de eventuais conexões que permitam, de algum modo, conectar esses “objectos” novos aos já conhecidos de nível fundamental.<sup>9</sup> A atitude científica básica de busca de simplificação por “compressão”, por redução ao programa de simulação “mais curto” continua a exhibir-se, aqui, plenamente.

---

<sup>9</sup> Isso é patente, por ex., no esforço de Todd Brun, saudado por M. Gell-Mann, de explicar a imprevisibilidade do caos, vindo nele uma amplificação, ao nível macroscópico, da indeterminação inerente à mecânica quântica.

## Os “espaços em branco” e as novas disciplinas

Por outro lado, e para desfazer as ilusões de uma súbita unificação das ciências, no plano operacional, parece-me necessário estarmos atentos ao facto de a complexidade, como objecto científico, não ter feito desaparecer, milagrosamente, as fronteiras entre as disciplinas. De uma forma muito mais interessante e que nem sequer é filosófica, os espaços em branco entre elas, as distâncias, parecem realmente encurtadas, não exactamente porque certos modelos matemáticos e certas formalizações da complexidade puderam circular livremente da física às ciências cognitivas e vice-versa (já que cada disciplina define uma visibilidade própria, dentro da qual retoma esses modelos) mas porque – e como tem sido o natural destino da interdisciplinaridade – novas disciplinas vieram preencher essas “terras de ninguém” entre as ciências já existentes.

A constituição, por exemplo, de uma “física dos sistemas desordenados” ou de uma “dinâmica dos sistemas não lineares” tornou, sem dúvida, menor o espaço vazio entre a física e a biologia (para lá dos “entrepósitos” já existentes) mas não derreteu num caldo homogéneo as duas disciplinas, embora possa estimular maiores aberturas e a escuta mútua.

Curiosamente e ao mesmo tempo, vão-se tornando mais visíveis os contornos de uma outra disciplina que se especializou a atravessar as restantes mas que é, em si mesma, um novo território com as suas fronteiras próprias e os seus especialistas e onde, graças às potencialidades da matematização/formalização e simulação, as leis dos sistemas complexos e os parentescos sistémicos entre realidades tão diversas como a atmosfera e o cérebro podem ser investigados. Refiro-me à sistémica ou numa designação antiga, à teoria geral dos sistemas, a que as novas possibilidades de simulação computacional vão conferindo um lugar ao sol no continente científico, muito embora se trate de uma disciplina cuja forte vertente holista

facilitará, pela inteligibilidade que, naturalmente, confere, as “traduções”, as “saídas” para fora do operacional.<sup>10</sup>

Não me parece, assim, que sob esta perspectiva técnica e operacional, e mostrá-lo-ei, a seguir, a propósito da biologia, as ciências, tenham mudado os seus objectivos práticos e as atitudes face aos seus objectos, por causa das suas abordagens dos sistemas complexos.<sup>11</sup>

De um modo um pouco drástico, eu diria: o mecanicismo está, ainda, na prática tecnocientífica, sendo, igualmente, a visão do mundo de muito homem de ciência. A complexidade, no sentido mais revolucionário que nos entusiasma, como apreensão holista, não mutilante do real, habitará, apenas, e quando a deixam, o plano simbólico, interpretativo, como ideal regulador. Por isso é que, volto a acentuar, a força da nova visão do mundo e das ciências que ela veícula passa pela demonstração do carácter incontornável, para a própria ciência, de um plano simbólico, interpretativo, e da clarificação da sua cumplicidade com o operacional ou, dito de outro modo, das suas mútuas “traduções” rigorosas.

---

10 Parte das investigações do Instituto de Santa Fé, na Califórnia, são um exemplo de um tipo de preocupação com essa espécie nova de “objectos”, os sistemas complexos, que, segundo Gell-Mann, não cabem na óptica reducionista do *Cal Tech*. Cf. *Le quarq et le jaguar*, op. cit., pp. 140-141.

11 Era isso que J.M. Lévy-Leblond queria exprimir na referência que atrás lhe fizemos. Noutra ocasião afirmou: “A grande maioria dos trabalhos físicos actuais, quer seja em biologia quer em física, continuam a desenvolver-se num terreno que é o do mecanicismo mais tradicional, da causalidade mais habitual e da noção de ordem mais usual”. Entrevista a Guitta Pasternak, em *Será preciso queimar Descartes? Relógio d’Água*, Lisboa, 1993 p.164. Mais recentemente, a revista *Science*, num dossier sobre sistemas complexos, que definia como sistemas cujas propriedades não são explicáveis pela compreensão das suas partes componentes, mostrava que as matemáticas da complexidade alargaram a nossa compreensão da dinâmica das populações, do comportamento global das células, do cérebro, do clima, das economias... e defendia que, com tais estudos, estaríamos “para lá do reducionismo”, já que a colaboração entre os investigadores seria um facto, os modelos matemáticos circulam em todos os sentidos e as instituições interdisciplinares proliferam. Os estudos sobre a complexidade não seriam, pois, ocupação apenas de teóricos. Estando já sobre o terreno, produzem resultados, não sendo, enfim, mera filosofia da natureza. Para Amy Delmedico, também, as ciências teriam sofrido profundas mutações e o fim do reducionismo (assim como o elogio da complexidade e a consideração da história), seriam uma demonstração. Cf. Amy Delmedico, “L’image fin de siècle des sciences”, em *La Recherche*, 327 (2000) 58-61. Atente-se, contudo, como – contrariamente ao optimismo de *Science*, 284 (1999) 79-109, outros autores, na linha do comentário referido de Lévy-Leblond, insistem que “a grande maioria dos cientistas continua a concentrar-se sobre fenómenos bem definidos e não se interessa pela teoria da complexidade. Um grande número nunca dela ouviu, sequer, falar...”. Cf. Edward Wilson, *Consilience*, Knopf, pp. 85-95. Cf., igualmente, sobre esta questão, particularmente, sobre complexidade e reducionismo, o meu artigo em Michel Crozon (ed.), *L’élémentaire et le complexe*, EDP Sciences, Paris, 2001.

## As interpretações do operacional

### 1. A estratégia de Bernard d'Espagnat

Se só temos a agradecer àqueles raros cientistas que se aventuraram nesse esforço de tradução/interpretação da tecnicidade do operacional, temos, também, de reconhecer que o rigor com que realizam esse trabalho é muito diverso. Eu oporia, aqui, muito rapidamente, e apesar das opiniões contrárias, a elegância com que, por exemplo, B.d'Espagnat tenta esse esforço e a ligeireza com que um autor tão influente como I.Prigogine o faz. Eu explico-me:

O que mais fascina d'Espagnat em relação à problemática da complexidade não é, como vimos, a sua influência na física, ao nível dos “produtos”, como objecto científico. Nem será, sequer, igualmente, a sua influência no plano operativo onde uma procura de simplificação analítica e de desmontagem do mundo parece fazer economia da noção de complexidade.

Será, antes, ao nível da explicação simbólica, quando se tenta o que costuma chamar a “tradução para cima”, filosófica, dos princípios da mecânica quântica e do operacional quântico, que a complexidade se revelará, para d'Espagnat, como uma nova consciência da ciência, não mecanicista, porque ciente dos limites da sua visibilidade reduzida sobre o real. A opção epistemológica, porém, por um realismo aberto, “ponderado”, incita-o, numa atitude dialogante, a procurar noutros territórios da cultura (filosofia, religião, ética, arte...) a construção em comum de uma inteligibilidade mais global e satisfatória.<sup>12</sup>

Uma metafísica renovada, à luz dos desafios dos novos conhecimentos da microfísica, será o entreposto que fará a ponte entre a ciência, a

---

12 “Se, por um lado, a física é incapaz de nos fornecer uma descrição completa da realidade e, por outro, é capaz, todavia, de nos dar dela alguns vislumbres, por que razão determinadas perspectivas, como a música, a pintura, a poesia ou o sagrado não poderão fazer o mesmo?”

religião e a espiritualidade, sem perda de autonomia de cada domínio ou diluição das fronteiras respectivas. É porque a física “vê” muito mas não pode ver tudo, que não será ela, só por si, que nos apontará o que é a verdade, o bem ou o belo. (O mesmo se aplicará à religião, à teologia, à filosofia...)

Se esta contenção satisfará aqueles que exigem ao sábio o respeito pelos limites do operacional, já a simultânea e consequente exploração da dimensão simbólica, filosófica, considerada por d’Espagnat como necessária à própria saúde mental da física, é vista, como evoquei, com grandes reticências.

Apesar dos seus detractores, parece-me inegável, contudo, que há uma grande prudência no modo como d’Espagnat apresenta a possibilidade do plano simbólico/filosófico *acompanhar* o operatório: não seria este que obrigaria à dedução (utópica) de uma particular posição filosófica mas, antes, certas concepções metafísicas impor-se-iam, porque, à luz desse operacional, seria “absurdo negá-las”.

## 2. A estratégia de Ilya Prigogine

Reparemos, agora, em Prigogine: não só me parece que, finalmente, o seu objectivo é mostrar que podemos esperar tudo da ciência, que ela nos indica não apenas o que as coisas são mas como devemos agir, fornecendo-nos – só pelos seus meios – uma autêntica sabedoria (o que não será a melhor forma de convite a uma cultura dialogante, podendo até ser visto como uma forma encapotada de cientismo, à semelhança do que estará a acontecer com o movimento designado por John Brockman ( 1995) por “Terceira Cultura”...) como, quase diria, haverá uma certa precipitação no modo como faz a “tradução para baixo”, cultural, do operacional.

Não falando já dos efeitos perigosos que podem ter as traduções para a linguagem comum do que já são, afinal, metáforas no discurso do cientista, vocábulos como “caos”, “catástrofe”, “criatividade” da natureza, etc, é

necessário estar atento à facilidade com que certas aproximações de domínios perfeitamente distintos são feitas, nas “narrativas” inspiradas de Prigogine e outros...

A partir da sua tese central, o carácter fundamental da quebra de simetria temporal, o mundo físico aparece-lhe como capaz de improvisar e de inovar. O facto de, por aí, escapar à previsibilidade de tipo clássico, explicaria “à distância”, diz Prigogine (e que distância, parece-me, porque há ainda que lembrar todo o aleatório da evolução biológica...) que, no outro extremo, cada um de nós possa fazer escolhas “livremente”, entre várias vias de acção distintas ( num plano paralelo de argumentação ao que, partindo da indeterminação quântica, certos físicos deduziram para a possibilidade, também, da nossa liberdade). A crença na liberdade não seria, então, ilusão porque as leis físicas exprimem, doravante, apenas possibilidades.<sup>13</sup>

Ora, se há outras “soluções” quânticas para o problema do livre-arbítrio, se há, também, filosofias, que colocam a possibilidade da liberdade, exactamente, do lado dos determinismos, a questão que coloco não é essa: é, antes, se estaremos, ainda, a falar do mesmo, quando nos referimos à irreversibilidade física e à liberdade, no plano humano. Parece-me haver, aqui, uma dedução do operacional ao simbólico, sem qualquer apoio cauteloso numa mediação filosófica ponderada mas, apenas, usando, como veículo, metáforas importadas da linguagem comum.

Prigogine é um homem preocupado com o destino da ciência e compreende como a imagem epistemológica e filosófica que dela passa para o público tem uma influência decisiva nesse futuro. Para a tornar mais alician-te e capaz de satisfazer os mais profundos anseios do nosso tempo – apresentando-a como um “vector de esperança”, numa época em que não óbvio conferir-lhe tal rosto e para, ao mesmo tempo, fazer passar as suas

---

13 Ilya Prigogine, *La fin des certitudes*, op. cit., p. 15. Esta obra foi recebida com certo recuo pela comunidade dos físicos. A mecânica quântica, particularmente, não seria um domínio sem certezas, já que nela é plena a “certeza das probabilidades” e a objectividade, tão poderosa, que as previsões podem ser feitas, dizem os físicos, com aproximações até 17 casas decimais.

hipóteses científicas mais ousadas – Prigogine ultrapassa sem precaução, parece-me, o que lhe permite dizer o texto localizado e frio em que se inscrevem os “produtos” científicos.

Porque, ao mesmo tempo, não explicita, claramente, as dificuldades e opções ontológicas e epistemológicas prévias em que se apoia, cria no leitor mais incauto, a impressão, de que falei no início, de que, graças à complexidade, a ciência se tornou, em si mesma, uma sabedoria, um saber mais qualitativo, menos causalista, mais holista e filosófico.<sup>14</sup>

Parece-me, igualmente, que o seu esforço em restaurar as intuições, a inteligibilidade própria do senso comum (que a mecânica quântica faz perder completamente), assim como a sua defesa de um realismo “físico”, de tipo einsteiniano (que, inclusivamente, viabilizasse o “sonho” de Popper de uma objectivação do indeterminismo quântico, tornando-o independente da influência do quadro do observador, graças à introdução (controversa) nesse domínio, da flecha do tempo) se aparentam mais com um ponto de vista mecanicista – tal como, com d’Espagnat, o sumariei atrás – do que com a própria opção pela complexidade, no seu sentido filosófico.

Há que ser cauteloso, por isso, quando se depara com um dos seus últimos títulos, *O Fim das Certezas*, que, longe de traduzir um cepticismo, porque a ciência se tivesse tornado, subitamente, um domínio incerto, sem rigor – o que justificaria, então, que dela desviássemos o olhar, procurando conforto para as nossas aspirações, no campo da “não ciência” – representará, antes, a sua confiança não só na “certeza das probabilidades”, como no dealbar de espantosas oportunidades para o conhecimento humano, só agora capaz de compreender, positivamente, a criatividade do universo envolvente. Finalmente, não é tanto uma ciência com limites ( e isto apesar da sua referência à questão da escala e do carácter construído do conheci-

---

14 Também neste terreno é necessário ter cuidado, parece-me, com uma espécie de “dependência sensitiva de condições iniciais”: uma “dedução” simbólica do operacional mais empolgada “à partida”, pode ter efeitos devastadores “à chegada”. Talvez, por aí, se entenda que os círculos *New Age* se tenham apoderado da ideia científica de auto-organização.

mento) mas uma ciência poderosa e auto-suficiente que o texto de Prigogine nos devolve.

Com esta sumária incursão pela física, procurei dar uma ideia de como, ao ser apropriada como objecto científico, a complexidade é, de certo modo, desmontada na aridez da explicação operacional. A sua sobrevivência, por outro lado, e a exibição das suas potencialidades no plano da explicação simbólica dependem de pressupostos epistemológicos e de uma perícia de abordagem que nem todos os tradutores procurarão. Se em d'Espagnat ela é — associada à opção epistemológica cautelosa mas confiante, por um realismo aberto — uma condição de passagem da física à metafísica e à espiritualidade, em Prigogine e, como vimos, à luz de diferentes opções epistemológicas, acabará por perder as suas capacidades de motor de uma solidarização das ciências com os outros saberes. Espreitemos, agora, e como prometi, o que se passa na biologia.

## Biologia e complexidade

Ao contrário dos físicos, os biólogos convivem há muito com a complexidade e com a auto-organização e a promessa mais interessante que elas trazem, nesse domínio, é a possibilidade de, num plano positivo e mecanicista em geral e no prolongamento da física (clássica) e da química, conseguir explicar os aspectos finalizados e específicos do comportamento vivo, sem cair nas ilusões e na inoperância do vitalismo.

O que eu vou tentar ver é, até que ponto, a noção de complexidade e de auto-organização se tornou ou não, agora na biologia, um “produto” susceptível de um tratamento operacional ou se ela sobrevive aí, alimentando, sobretudo, como me parece poder suceder na física, os níveis de explicação simbólica.

## Da biologia do cristal à biologia da chama

Há dois decénios, quando Piaget se encontrou com N. Chomsky, F.Jacob, J. Monod, A.Danchin, J.P. Changeux e tantos outros na abadia de Royaumont para um debate que ficou célebre, era visível que o paradigma dominante na biologia era, então, mecanicista, reducionista e selectivista. A biologia “oficial” lia a vida a partir de um modelo de “ordem” que a imagem do cristal evocava, na sua regularidade e estabilidade e que a bioquímica e a genética de então legitimavam. A teoria da informação e a cibernética emprestavam-lhe metáforas, como a de “programa genético”, na época ainda mais ou menos viáveis para perceber a síntese das proteínas no genoma bacteriano, embora um certo desconforto fosse já patente.

A “termodinâmica da vida” à maneira de Prigogine, a vida como “ordem a partir da flutuação”, os conceitos de auto-organização e todas as correntes de carácter construtivista, como a de Piaget, holistas e emergentistas, eram, então, olhadas com certa desconfiança.

Ora, eu julgo que, entretanto, os chamados modelos da vida como “chama”, como “fumo” e como equilíbrio instável entre ordem e desordem, deixaram de ser olhados como especulativos, pois ganharam maior legitimidade teórica e operacional, o que lhes acabará por conferir, afinal, um perfil mais próximo daquilo a que se opunham: o reducionismo e o mecanicismo. Foi possível, por exemplo, produzir compostos biológicos *in vitro* que apresentam uma organização espontânea do tipo das “estruturas dissipativas” que os trabalhos de Turing e de Prigogine previam.<sup>15</sup>

Ao mesmo tempo, os progressos na construção de novos modelos matemáticos, novas técnicas de programação e máquinas mais poderosas (ajuntar à melhor compreensão da complexidade, do lado da física e da

---

<sup>15</sup> James Tabony e Didier Job, do Centro de Estudos Nucleares de Grenoble, demonstraram, graças a experiências de difusão neutrónica e de ressonância magnética nuclear, que soluções *in vitro* de pequenas estruturas tubulares (que existem nas células eucariotas) formam estruturas dissipativas do tipo de Turing.

Sociologias, Porto Alegre, ano 8, nº 15, jan/jun 2006, p. 24-55

cinética química) vieram dar à auto-organização uma capacidade de fornecer modelos mais adequados e operatórios da complexidade do vivo e da sua filiação coerente na física e na química.

Particularmente, as duas dificuldades maiores da metáfora informática do “programa genético” (a ausência de programador evidente e a questão da significação da informação das mensagens genéticas, dificuldades agudizadas à medida que se avançava da genética dos procariontos para a dos eucariotas) parecem encontrar o caminho da sua superação, através da formalização de modelos de sistemas auto-organizados e auto-programados capazes de exibirem comportamentos finalizados não intencionais, dando, assim, conta, de um modo não vitalista, da possibilidade de autocriação de sentido, no mundo biológico.

Esse tem sido, aliás, um dos desafios que H. Atlan e outros, têm enfrentado: utilizar simulações de redes de autómatos, com propriedades auto-organizadoras, para nelas tentar surpreender a emergência de significações funcionais, com vista ao estabelecimento de modelos mecânicos da intencionalidade.<sup>16</sup> A significação, como acontecerá num sistema vivo natural, é um produto global, não explicitamente programado, de um grande número de interações locais ou, dito de outro modo, uma propriedade emergente de uma dinâmica global. E tudo isto pode ser formalizado, quantificado, objectivado e, por isso, mais facilmente comunicável, não constituindo, apenas – como quando P.Weiss ou Waddington, profetiza-

---

16 Cf. Henri Atlan, “Créativité biologique et autocréation du sens”, em Michel Cazenave, *Sciences et symboles*, Paris, Albin Michel, 1986 e Françoise Soulié (dir.), *Les théories de la complexité*, op. cit. Atlan procurou mesmo integrar, como é sabido, a problemática do observador na compreensão da complexidade, mostrando que, mesmo quando o sujeito (sob forma de observador) aparece no plano operacional, pode ser apreendido de forma “não simbólica”. Mais recentemente, Atlan voltou a insistir que com a descoberta da estrutura molecular dos genes e dos mecanismos de síntese das proteínas, se assistiu a uma grande vitória do reducionismo. Ao mesmo tempo, o recurso a técnicas de modelização oriundas da física dos sistemas complexos (auto-organização, emergência de propriedades globais a partir de pressões locais...) e que pareciam representar um retorno ao holismo e ao vitalismo, são, ao contrário, uma forma de reducionismo ainda mais poderoso. A emergência, por ex., já não será o termo adequado para representar os limites do que é cientificamente explicável, porque se tornou, hoje, *um certo tipo de explicação científica*. Henri Atlan, “La biologie entre déterminisme et métaphores”, em Marie Christine Maurel (org.), *Nouveaux débats sur le vivant*, Paris, Ed. Kimé, 2003, p.81.

mente, se referiam a uma dinâmica global (para criticar o atomismo das explicações informacionais/cibernéticas em biologia molecular) – uma mera intuição ou uma aposta filosófica que só a alguns podia convencer, por se situar num plano não operacional.

Ultrapassando as dificuldades que a referência cibernética inicial envolvia, por demasiado determinista, sequencial e rígida, estes novos modelos permitem pensar o vivo como auto-organização, pensando-o, ainda, como máquina. Os aspectos holistas, emergentistas e dinâmicos que pareciam escapar às abordagens mecanicistas, remetendo para uma visão não científica, porque não controlável, são, hoje, também em biologia, um “novo” objecto, um “produto” manipulável conceptual e tecnicamente, no interior de uma racionalidade causal e não propriamente intencional. (Acrescentese que esta “vitória” do mecanicismo e de um paradigma do cálculo, parece vir a acentuar-se à medida, igualmente, que as ciências cognitivas, associadas, no fim do século XX, às nanotecnologias e à bio-informática fazem o seu caminho de sucesso).

## A “simplificação” da complexidade biológica

A procura de leis da auto-organização e da complexidade no mundo vivo, como, por exemplo, S.Kauffman mostra ser possível, para já, pelo menos *in silico*, será mais um sintoma de que, mesmo que a música que a natureza toca não seja propriamente clássica, como pensávamos, mas mais no estilo da música do *jazz*, as ciências continuam a acreditar, como a filosofia mecanicista acreditou, que é possível conhecer a sua partitura, tentando simplificar a natureza.

Dando ao acaso, na evolução biológica e na ontogénese, um papel de certo modo secundário (o que não deixa de trazer à lembrança Piaget...) em relação à “ordem emergente” que em sistemas adaptativos complexos

é, muitas vezes, obtida “de graça”, Kauffman procura uma nova espécie de matemáticas, capaz de lidar com a emergência e com os efeitos dinâmicos e globais presentes na evolução. Se a mutação torna os fenótipos suficientemente fluidos para mudarem e a selecção implementa, preferencialmente, algumas mudanças, o resultado total depende da interacção da “paisagem”, do contexto, da topologia, em que tais processos ocorrem, com os próprios processos. Um “espaço de fase” pressiona as dinâmicas potenciais em direcção ao comportamento que nós acabamos por observar. Mas esse espaço não é fixo, ele evolui em resposta aos organismos que nele vivem, verificando-se, assim, uma co-evolução dos conteúdos com os contextos.

Graças a esta nova imaginação matemática do processo evolutivo, é possível formular leis da ordem emergente, leis de auto-organização que podem ser conciliadas com o acaso e a selecção oportunista darwiniana. Assim, não só a evolução não seria puro *bricolage*, um “puro jogo”, como F.Jacob a descreveu, como a própria vida não seria um acidente improvável, ao contrário do que Monod supôs.

Para a matéria que se auto-organiza no limiar do caos, a vida torna-se algo de natural. Desde que uma diversidade crítica de moléculas atinja, colectivamente, uma “clausura catalítica”, a vida pode emergir como um todo e não a partir de fragmentos como, por exemplo, do RNA que alguns supõem determinante na sua origem, porque, diz Kauffman, imaginam a vida como o resultado de uma “agência directora central” que, na realidade, não existirá.<sup>17</sup>

Ora, corroborando, parece-me, a minha interpretação de que, mesmo diante da complexidade, agora na biologia, a razão científica busca

---

17 De um modo que evoca o conceito de *autopoiesis* de Maturana e de Varela ( mas que considerará, mais tarde, como demasiado filosófico...) Kauffman define uma “clausura catalítica” como significando que “cada molécula no sistema ou é fornecida de fora, como alimento, ou é ela própria sintetizada por reacções catalíticas, por espécies moleculares dentro do sistema autocatalítico. A clausura catalítica não é uma propriedade de um sistema de moléculas. É uma propriedade emergente” Cf. *At home in the universe*, op. cit., p. 275.

ainda o simples, Kauffman escreve: " Um conjunto autocatalítico de moléculas é a imagem mais simples que podemos ter do holismo de Kant".<sup>18</sup> Ao mesmo tempo que nos revela que é possível operacionalizar o simbólico, pôr a filosofia "em equação" ( o que demonstrará a sua função heurística), Kauffman mostra-nos, logo a seguir, o que já vínhamos apercebendo: que, uma vez transportada para o plano técnico, a complexidade, na sua subtilidade simbólica e filosófica, se dissipa.

## A "redução" do holismo filosófico no plano operacional

É que este holismo "equacionado" é agora uma necessidade matemática, cujas leis de emergência podem ser procuradas. Kauffman acha mesmo possível que este objecto por agora ainda matemático e computacional seja, um dia, praticamente realizável. Isso permitir-nos-ia criar novas formas de vida, abrindo uma nova era de poder na biotecnologia ( mesmo aqui, repare-se, continuamos a sonhar ser, cartesianamente, "como donos e senhores da natureza"... Entretanto, e é curioso lembrá-lo, no início do século XXI, raras vezes, como a do matemático G.Chaitin ou do especialista de robótica R.Brooks começam a fazer notar, ao contrário do optimismo de Kauffman, que algo de muito essencial na compreensão do que é o vivo nos faltará ainda...).

Para conseguir, contudo, reduzir a leis fundamentais a complexidade emergente, a agenda reducionista tem de desistir da procura atomista dos detalhes. Na ordem biológica, porém, a sua influência não é sequer decisiva porque ela é uma cristalização colectiva de estruturas espontâneas. Se não podemos, então, prever detalhes, poderemos calcular "certas espécies de coisas", certas classes de propriedades dos sistemas.

---

<sup>18</sup> Id., lb., p.69.

Sociologias, Porto Alegre, ano 8, nº 15, jan/jun 2006, p. 24-55

A intenção calculadora e matematizante, agora com novos instrumentos e táticas, a confiança na existência de leis que, uma vez conhecidas, simplificarão a nossa representação do mundo biológico, permitindo o seu domínio e mesmo ultrapassagem, é, ainda, insisto, o sintoma de que, na prática e no seu objectivo – e para lá de uma mudança de direcção do olhar, da parte para o todo emergente e integrador – persiste uma inspiração mecanicista, de um reducionismo mais sofisticado, nas investigações sobre a complexidade biológica. Ainda aqui, é uma atitude analítica, no que ela tem de heurístico, que leva Kauffman a ver, com esperança, a extensão das leis da complexidade à compreensão dos ecossistemas, dos sistemas económicos e culturais.<sup>19</sup>

“Deus é subtil mas não é malicioso!”, dizia Einstein e parece, afirma Kauffman, que estamos a compreender melhor a sua subtileza, acrescentando, de um modo que não desagradaria a Descartes: “Deus na sua graça e simplicidade deve abençoar os nossos esforços para descobrir as suas leis”.<sup>20</sup>

A própria idealização da vida como máquina (agora a inspiração da metáfora é o computador) permanece:

“Podemos pensar o sistema genético como um complexo computador químico mas que difere do computador familiar que tem um processamento em série e em que cada acção é efectuada sequencialmente. No computador genómico, ao contrário, muitos genes e os seus produtos estão activos ao mesmo tempo. Assim o sistema é, de algum modo, um computador químico com um processamento paralelo”.<sup>21</sup>

---

19 Ressalvo que é necessário compreender este ponto de vista de Kauffman como sintoma de uma atitude reducionista no que ela tem de intrínseca à metodologia e à explicação científicas. Aliás, e esclarecendo a atitude do Instituto de Santa Fé nesta matéria, Gell-Mann afirma: “Em Santa Fé, todos estamos convencidos de que a vida repousa, em princípio, sobre as leis da física e da química, como as leis da química resultam das da física. Nesse sentido, somos, de algum modo, ainda reducionistas. Contudo, como a química, a biologia merece ser estudada nos seus próprios termos e no seu próprio nível. Uma ciência de um dado nível engloba as leis de uma ciência de nível superior, menos fundamental, mas que, sendo mais específica, exige a junção de uma informação suplementar às leis da primeira. Em cada nível, há leis a descobrir, importantes em si mesmas. A empresa científica implica a procura destas leis a todos os níveis, ao mesmo tempo que, partindo tanto do cimo como da base, trabalha na construção, entre elas, das escadas. Cf. *Le quark et le jaguar*, op. cit., p.134. Sobre a distinção entre reducionismo ontológico, epistemológico e metodológico, importante para os problemas aqui postos.

20 Cf. *At home in the universe*, op. cit., p.69 e 304.

21 Id., lb., p.25.

Tudo isto implica e é isso que mais quero ressaltar, que este holismo (esta complexidade) recuperado matemática e operacionalmente, já não é o holismo filosófico, de aroma vitalista. É muito mais pobre, está reduzido a equações não-lineares, perdeu o “mistério”, perdeu a “alma”, não tem sequer nada de místico, até porque é simulável numa máquina.

Julgo que poderia ainda prolongar, aqui, o célebre comentário de F.Jacob (*La logique du vivant*, 1970), quando dizia que a biologia não interroga a vida nos laboratórios mas os algoritmos do mundo vivo. Mas é essa redução, esse empobrecimento, essa perda de “sentido” que faz, exactamente, com que a complexidade possa ser um objecto científico. Por isso, parece legítimo insistir que, na ciência que praticamos, o plano operacional “tem mais a ver com a simplicidade do que com a complexidade”, como, A.Marques acentuou.<sup>22</sup>

## Complexidade e imagem epistemológica das ciências

Regressando a Kauffman, a minha interrogação é se este investigador, ao dar o passo para fora do operacional, ao fazer a sua interpretação (simbólica) do que estabelece a investigação computacional da vida, transporta ou não a complexidade para um plano em que ela nos obrigue a uma mudança forte na nossa imagem epistemológica da ciência e, à distância, a uma alteração da sua situação tradicional no mapa dos saberes.

Que nos fornece uma nova imagem da natureza, isso é evidente: se a vida pode ser uma propriedade emergente de sistemas em não-equilíbrio, então (e como defende Prigogine) não seremos improváveis no uni-

---

22 “O desafio fundamental do cientista é estabelecer o *arrière monde* das leis que tem mais a ver com a simplicidade do que com a complexidade. Na dialéctica entre o simples e o complexo é o simples que desempenha o papel mais coersivo. Há um interesse pelo complexo na razão científica mas para que, no fim, o simples possa vencer Pergunto-me se esta dialéctica não é, de facto, dominada pelo simples e se, esta dominação pelo simples, não é afinal a condição da própria possibilidade de comunicação (no sentido de *emboitement*) entre as ciências e os seus conceitos”. António Marques, “A antinomia simples-complexo” e “Novas questões”, em Edgar Morin, *O problema epistemológico da complexidade*, op.cit., p. 122

Sociologias, Porto Alegre, ano 8, nº 15, jan/jun 2006, p. 24-55

verso mas “esperados”. O homem e a vida não mereceriam ser vistos como o resultado acidental de uma lotaria indiferente. Pelo contrário, podemos regozijar-nos pois “estamos em casa no universo”. Mas, de um ponto de vista epistemológico, há implicações significativas a tirar da investigação dos sistemas complexos?

Parece que sim e respeitam ao sublinhar de uma perspectiva relativizante do poder da nossa ciência. Mas também a física já o fizera. Então, onde está a novidade?

É que, quando a física quântica fez esse anúncio, nela, ele impunha-se em virtude da revelação da presença da “equação humana” na construção do conhecimento, da conseqüente ruptura do realismo clássico e da pretensão de uma objectividade forte. Ora, se toda essa situação permitiu, como vimos, a físicos como d’Espagnat, estribar aí, nessa ideia de limites da física confinada aos “objectos”, o salto para fora do operacional e a atitude de escuta e de diálogo com outros saberes (também eles à procura do Real e do Ser), a maioria dos cientistas ficaram indiferentes a essa “grande lição da mecânica quântica”, face à incrível demonstração do seu poder de previsão e aplicação.

E, apesar de, recentemente, ao enveredar pelo estudo da biologia do espírito e da consciência, as próprias ciências biológicas terem vindo a reafirmar, com Gerald Edelman, como a nossa visão do mundo (a ontologia) está dependente do modo como tomamos conhecimento (a epistemologia), juntando-se, de certo modo, à mecânica quântica na denúncia da visão mecanicista tradicional, de que as nossas leis representariam objectivamente o mundo, eu diria que também a maioria dos biólogos ignoram, igualmente, esta “lição”, mesmo vinda da sua própria disciplina. É que os tempos são ainda de sucesso tecnológico do lado da genética molecular, da bio-informática, e, do lado das ciências cognitivas, o futuro de uma “mecanização” do espírito parece, também, prometedor...

O que a complexidade pode ter vindo mudar aqui, para aqueles que quiserem estar atentos, é que mesmo não cuidando dos problemas do realismo e da questão da escala humana do conhecimento, nem pela via da mecânica quântica, nem pela via da biologia evolucionista e partindo, aparentemente, do realismo “físico” próprio da física clássica, o confronto com a noção de limites do conhecimento científico parece decorrer do lado técnico da ciência, não surgindo como mera interpretação discutível ou contornável, num trabalho de laboratório.

Num sentido muito concreto, são limitados os poderes de previsão da ciência porque as características complexas da própria realidade empírica macroscópica – e não propriamente as dificuldades resultantes das interacções entre sujeito e objecto – é que criam a limitação cognitiva.

No estado de equilíbrio entre ordem e caos, os próprios protagonistas, diz Kauffman, não podem prever as consequências das suas acções: diante de um monte de areia ao qual vamos juntando alguns grãos, podemos estabelecer leis de distribuição das dimensões das possíveis avalanches mas é-nos impossível perceber se o mesmo grão irá determinar pequenos ou grandes desmoronamentos. Há uma imprevisibilidade em relação a cada caso individual e não há nenhum modo de saber se um grão de areia será insignificante ou catastrófico. Teremos, então, que desistir da previsão a longo prazo.

A impossibilidade de especificar todos os detalhes e condições iniciais gera indeterminismo concreto, de facto. Kauffman pode, então, passando já para o plano da explicação simbólica e a partir do que o operacional impõe, advertir F. Bacon de que se iludiu, julgando que a natureza se renderia ao nosso poder de a controlar.

A ciência, diz, ainda, só adquirirá uma certa sabedoria se desistir dos seus ideais baconianos de total domínio preditivo. Ora, é aqui, parece-me, no plano, sobretudo, da nossa acção técnica sobre o mundo e não tanto no

plano das nossas possibilidades de conhecer (porque sabemos, hoje, mais, sabemos, por exemplo, que o indeterminismo, as probabilidades podem ser uma propriedade objectiva do real) que o “fim das certezas”, de que falava Prigogine, se entende e se legitima.

As implicações desta conclusão imposta pelo plano operacional são devastadoras para a nossa tecnociência habituada a intervir na matéria e na vida sem cuidar dos efeitos perturbadores dessa invasão. Sobretudo a biologia que é hoje uma “engenharia do desejo”, uma “ciência de artefactos”, mais do que uma “ciência da natureza”, encontra aqui mais uma demonstração da imprevisibilidade dos efeitos dos seus “melhoramentos” tecnológicos do mundo vivo.

## Conclusão

Porque, mesmo conhecendo as leis, é impossível tudo controlar, tudo prover, uma nova forma de humildade, com grandes implicações sobre o poder tecnológico, é, assim, pressionada pela investigação científica da complexidade e, de um modo talvez mais efectivo do que sucede com o que nos imporá a mecânica quântica, porque não respeita tanto às nossas limitações cognitivas teóricas mas de intervenção prática, tecnológica.

Finalmente, e tomando em conta as várias indicações das ciências contemporâneas, a complexidade pode aparecer — no plano simbólico, filosófico e epistemológico — como um princípio regulador, não apenas da razão científica mas da razão técnica.

Ao contrário, então, daqueles que, contrariando sub-repticiamente o espírito epistemológico e filosófico da complexidade — que exige o abandono de um preconceito de auto-suficiência — pretendem fazer dela o veículo de uma utópica fusão entre a *eficácia* e o *sentido*, como se fosse possível restabelecer no plano operacional e técnico essa disjunção que o fazer

ciência impôs; ao contrário, pois, dessas propostas pelas quais a complexidade, como disse no início, corre o risco de se tornar um obstáculo epistemológico, parece-me, antes, necessário reconhecer que, de um modo aparentemente paradoxal, é porque sabe e pode muito que a ciência não pode dar-nos todas as respostas.

Ela terá de se apresentar, então, de um modo diferente, à sociedade e à cultura: só uma atitude solidária de escuta e de diálogo com o que está fora dos seus domínios e competências específicas, as filosofias, as religiões, as éticas, e por aí fora, abrirá a possibilidade, não só de uma certa inteligibilidade global mas da própria sobrevivência.

## Referências

- ATLAN, Henri. "Créativité biologique et autocréation du sens", In: Michel Cazenave, **Sciences et symboles**, Paris, Albin Michel, 1986
- ATLAN, Henri. "La biologie entre déterminisme et métaphores", em Marie Christine Maurel (org.), **Nouveaux débats sur le vivant**, Paris, Ed. Kimé, p.81, 2003.
- AYALA, Francisco, DOBZHANSKY, T. (ed.). **Studies in the philosophy of biology. Reduction and related problems**, Univ. of California Press, 1974.
- BIEBRACKER, C.R., NICOLIS, G, e SHUSTER, P., **Self-Organisation in the Physico-Chemical and Life Sciences**, Report EVR 165-46, European Commission, 1995.
- CROZON, Michel (ed.). **L'élémentaire et le complexe**, EDP Sciences, Paris, 2001.
- DAVIS, Paul (dir.), **La nouvelle physique**, Paris, Flammarion, 1993.
- DELMEDICO, "L'image fin de siècle des sciences", In: **La Recherche**, 327 (2000), p.58-61.
- ESPAIGNAT, Bernard d', **Olhares sobre a matéria**, Lisboa, Instituto Piaget, p. 117-126, 1994.

Sociologias, Porto Alegre, ano 8, nº 15, jan/jun 2006, p. 24-55

- ESPAGNAT, Bernard d', **Penser la science**, Paris, Bordas, p. 174; 261, 1990.
- GELL-MANN, Murray. **Le quark et le jaguar**, Paris, Albin Michel, p. 44; 134;140-141, 1994.
- HOTTOIS, Gilbert, **Entre symboles et technosciences**, Paris, P.U.F., 1996
- KAUFFMAN, Stuart. **At home in the universe**, Oxford Univ. Press, 275, p. 28-29; 60; 304; 1995.
- KLEIN, Étienne, **Olhares sobre a matéria**, p.229.
- LÉVY, Pierre, **La machine univers**, Ed. La Découverte, 1987.
- MARC LÉVY- LEBLOND, Jean, **La physique, une science sans complexe?** Paris, Seuil, 1993.
- MORIN, Edgar. **O problema epistemológico da complexidade**, Lisboa, Europa-América, p. 94.
- MURPHY, M., e O'NEIL L (ed). **"What's life? Was Schrodinger right?" What's life? The next fifty years**, Cambridge Univ.Press., 1995.
- PIATELLI-PALMARINI, Massimo (org.). **Théories du langage, théories de l'apprentissage**, Paris, Seuil, 1979.
- PRIGOGINE, I., Prigogine. **La fin des certitudes**, Paris, Odile Jacob, p. 83,1995.
- SATLER, Rolf, **Biophilosophy**, Springer Verlag, p. 211-235, 1986.
- SOULIÉ F, Françoise (dir.), **Les theories de la complexité**, Paris, Seuil, p.128, 1993.
- WEISS, Paul. **L'Archipel scientifique**, Paris, Maloine, p.117,1974.
- WILSON, Edward. **Consilience**, Knopf, p. 85-95.

## Resumo

A complexidade proposta como idéia filosófica (embora a partir das ciências que a abordam) foi tida, por alguns, como a expressão de um novo “espírito epistemológico” que estaria a mudar não só a nossa imagem mecanicista da natureza mas, também, a nossa relação com ela e o modo de fazer ciência, numa aproximação mais qualitativa, menos agressiva e mais humana. Superando o reducionismo tradicional, reconhecendo a autonomia e as inter-relações entre os diferentes níveis da realidade, a simbiose entre a ordem e a desordem, as regularidades e o aleatório, as ciências assimilando o espírito da complexidade, estariam abertas a uma consciência dos seus limites fundamentais. Pela consideração da abordagem de “sistemas complexos” em algumas disciplinas, defendo que, por exigências de eficácia e objectividade, a busca de simplificação, compressão, e o esforço do “cálculo” de todos os seus objectos, permanece, ainda, a face típica das ciências, mesmo as da “complexidade.

Palavras-chave: complexidade, simplificação, reducionismo, mecanicismo.

Recebido: 09/01/2006

Aceite final: 06/02/2006

## The epistemological impact of investigations on “complexity”

---

**Maria Manuel Araújo Jorge**

Complexity posed as a philosophical idea (even though it is from the sciences that approach it) was seen by some as the expression of a new “epistemological spirit” that would be changing not only our mechanist image of nature but also our relationship to it and the way we do science, in a more qualitative, less aggressive, and more human approximation. By overcoming traditional reductionism, by acknowledging the autonomy and interrelations of the distinct levels of reality and

the symbiosis between order and disorder, regularities and randomness, sciences, assimilating the spirit of complexity, would be open to an awareness of their fundamental limits. By considering the approach of "complex systems" in some disciplines, I argue that, because of demands for effectiveness and objectivity, the search for simplification, compression, and the effort towards "calculation" of all its objects, the typical face of sciences remains, including those of "complexity."

**Key words:** complexity, simplification, reductionism, mechanism.