

3. Complexidade, a “palavra do século”

Este capítulo é dedicado à complexidade. Na primeira parte, apresenta seu uso nos trabalhos no campo da segurança industrial. Mostra-se como esse tema é um eixo central na argumentação sobre riscos, especialmente desde a contribuição do sociólogo Charles Perrow, que fez dele uma categoria-chave em sua tese do “acidente normal”, ou seja, inevitável, em certos sistemas. Mas outros autores também mobilizaram a noção de complexidade no campo da engenharia cognitiva, como Jens Rasmussen, por exemplo. Veremos, portanto, que a complexidade é polissêmica no sentido de que pode ter vários significados dependendo do contexto de uso, neste caso contextos disciplinares ou tradições de pesquisa em segurança industrial. Na segunda parte, outro uso da complexidade é proposto, com base no trabalho de Edgar Morin. Esse uso revela-se frutífero na medida em que ajuda esclarecer o caráter multidimensional e ocorrencial da segurança industrial e dos acidentes, introduzindo os temas-chave dos debates em CHS hoje em dia em torno dos dualismos natureza/cultura, sujeito/objeto, corpo/espírito, fatos/valores.

Complexidade, uma introdução

O tema da complexidade é um termo transversal, amplamente utilizado nos últimos vinte ou trinta anos, em muitos campos científicos. Há uma vasta literatura sobre o assunto, com dezenas, se não centenas de livros dedicados a ele: introduções gerais, aplicações ou implicações dos princípios da complexidade em diferentes disciplinas, como administração, biologia, sociologia ou filosofia etc. Existem até mesmo mapas para se orientar no assunto, dada a abundância de autores e perspectivas.¹ Para Reda Benkirane, sociólogo que dedicou

uma coletânea de entrevistas à complexidade,² complexidade é “a palavra do século”,³ e para o sociólogo John Urry, as ciências e, conseqüentemente, as ciências sociais enfrentam a guinada da complexidade (*complexity turn*).⁴

Por trás do sucesso dessa noção há uma série de razões que é impossível identificar aqui de forma exaustiva. Podemos evocar um certo *zeitgeist*, um “espírito do tempo”, de questionar a capacidade da ciência de apreender, compreender e prever tudo, relacionado também com as grandes transformações do mundo contemporâneo e todas suas incertezas. Como escreve o filósofo Bertrand Vergely, “Nos anos 1960 [...] todos falavam de estrutura. Hoje é o caso da palavra ‘complexidade’. Todos falam de complexidade”.⁵ A pesquisa sobre riscos tecnológicos maiores não escapou do uso extensivo da noção de complexidade. O assunto se presta particularmente bem a isso. Irei ao ponto de dizer nos parágrafos seguintes que ele é, uma vez formulado filosoficamente, central, embora no campo da segurança industrial ainda não tenha se beneficiado de um estudo aprofundado, à altura do desafio. No entanto, tudo leva a isso desde o início da pesquisa em segurança industrial, colocando a questão de se é possível prever acidentes maiores.

As opiniões estavam de fato divididas sobre essa questão, e é uma cisão que permanece viva. Alguns chegaram a considerar a questão como um “beco sem saída”,⁶ indicando que apenas convicções pessoais (e políticas), mais do que científicas, possibilitaria que todos se posicionem no debate. De fato, não há possibilidade real de resolver essa questão empiricamente, de forma clara e geral, pois há muitos pressupostos em jogo, paradigmáticos, filosóficos ou metateóricos, sobre os quais a questão da complexidade, quando desenvolvida epistemologicamente, lança alguma luz.

Se a complexidade não desempenhou o papel ainda mais central que poderia ter tido de uma perspectiva epistemológica e filosófica, isso se deve provavelmente ao fato de os principais desdobramentos filosóficos sobre esse tema em CHS não terem sido produzidos em inglês, e sim em francês, com Edgar Morin,⁷ e em alemão, com Niklas Luhmann.⁸ Esse fato linguístico inegável tem dificultado seu uso na literatura anglo-saxônica, que é predominante em riscos tecnológicos maiores, no conjunto de disciplinas envolvidas. Isso não significa que os pensadores franceses ou alemães não tenham influência na esfera intelectual anglo-saxônica, como mostra a grande difusão das obras de Michel Foucault ou Jürgen Habermas.

Em particular, a história de uma Teoria Francesa (*French Theory*) extremamente influente nos Estados Unidos, à qual os nomes de Gilles Deleuze, François Lyotard ou Jacques Derrida estão ligados, permaneceu bastante na sombra

na França até o caso Sokal estourar em 1997,⁹ mas foi relatada em um livro inteiramente dedicado a ela.¹⁰ Isso não impede constatar que tal destino não foi reservado aos pensadores europeus da complexidade e, conseqüentemente, que eles não foram mobilizados de forma alguma nos trabalhos sobre segurança industrial ou acidentes.

Além disso, os autores francófonos na vanguarda no campo dos riscos industriais, nas diversas disciplinas (por exemplo, em ergonomia cognitiva ou sociologia), não retransmitiram esse pensamento a partir de suas respectivas ancoragens disciplinares. É provavelmente mais fácil agora, em retrospectiva, apreender os contornos dessa abordagem, depois da obra de Edgar Morin ter sido recebida de várias maneiras. Deve-se reconhecer que alguns usos desse pensamento filosófico sobre complexidade, em geral e fora da segurança industrial, têm sido objeto de críticas bastante justificadas. Jacques Girin, pesquisador em ciências administrativas, descreve-o muito bem em um artigo sobre a polissemia da noção de complexidade e seus usos nas ciências da administração:

Embora os autores citados tenham ilustrado brilhantemente o exercício erudito desse “pensamento complexo”, seus epígonos menos instruídos têm demonstrado com demasiada frequência apenas uma forma de pensamento mais confusa do que complexa, imprópria para alimentar o debate científico.¹¹

Com exceção de um psicólogo ergonômico, Jacques Leplat, que faz um uso bastante superficial e indireto dessa noção em um artigo,¹² bem como de um movimento, os cindínicos,¹³ ela me parece ter sido usada por pouquíssimos pesquisadores em segurança industrial na França. O trabalho pioneiro de Patrick Lagadec sobre gestão de crises (ligeiramente à margem dos temas tratados nesta obra) insiste regularmente no artigo de Edgar Morin que propunha “uma crisologia”, em 1976,¹⁴ mas foi uma única contribuição, sem tocar em seu trabalho subjacente muito mais amplo sobre complexidade.¹⁵ O programa do grupo de interesse científico “Riscos coletivos e situações de crise” do CNRS, liderado por Claude Gilbert, que havia inicialmente enfatizado o tema da complexidade, não manteve posteriormente esse fio condutor.¹⁶

Voltando à tentativa dos cindínicos, apesar de sua referência direta à complexidade de uma perspectiva filosófica, eles não orientaram seu programa empírico e teórico de forma a captar e traduzir todas as suas implicações (e em particular a exigência de multi e interdisciplinaridade). No entanto, o legado do posicionamento dos cindínicos, no plano epistemológico, em particular por

sua ancoragem construtivista inspirada nessa corrente pelas contribuições de Jean-Louis Le Moigne,¹⁷ permanece muito presente na postura dessa obra. Isso se livrando, no entanto, primeiro, das terminologias que provavelmente contribuíram para desacreditar o movimento¹⁸ e, segundo, de seu alto nível de abstração.¹⁹ As seções seguintes são, portanto, dedicadas a colocar em perspectiva o uso da complexidade no campo dos riscos tecnológicos maiores por diferentes autores de diferentes disciplinas e, depois, introduzir um pensamento filosófico para mostrar sua relevância para as questões que começaram a ser discutidas nesta obra.

A complexidade no centro do debate sobre os acidentes tecnológicos maiores

Todd La Porte vs. Charles Perrow

Autores anglo-saxões, sob a influência de pesquisadores como Warren Weaver²⁰ ou Herbert Simon,²¹ nos Estados Unidos, introduziram a questão da complexidade a partir de um certo ângulo. É explicitamente mencionada por Todd La Porte, cientista político que estimulou estudos pioneiros sobre confiabilidade organizacional, sem que o tema se tornasse o fio condutor de seu pensamento geral. Com influências como as de Chester Barnard,²² derivadas da filosofia de Alfred North Whitehead, e apesar das frequentes referências à noção de complexidade nos artigos que pontuam sua pesquisa até hoje,²³ Todd La Porte nunca explorou essa questão em profundidade, nem por seus estudos de caso, nem teoricamente. Entretanto, desde cedo ele se fez a seguinte pergunta sobre riscos industriais:

Foram desenvolvidas teorias sociais e políticas apenas para sistemas simples? Elas são adequadas para uma sociedade altamente complexa? Quais demandas intelectuais e de pesquisa estão envolvidas na busca de teorias organizacionais, sociais e políticas de sistemas complexos?²⁴

Essa questão parecia, portanto, ser a premissa para futuros trabalhos. Entretanto, foi Charles Perrow²⁵ quem conceituou e introduziu a noção de acoplamento em sua teorização de acidentes, dando-lhe assim um lugar muito importante na retórica do campo. A partir daquele momento, de fato, entrando em forte ressonância com trabalhos de “engenharia cognitiva”, a complexidade

tornou-se uma palavra-chave na comunidade de pesquisa em segurança industrial. Muito orientado pelas características estruturais e tecnológicas dos sistemas de risco que têm maior ou menor probabilidade de produzir acidentes “normais”, esse autor, no entanto, faz um uso restrito da noção de complexidade: é essencialmente tecnológica.

Ao contrário de Charles Perrow, foi a “complexidade organizada”, no sentido do engenheiro Warren Weaver, que atraiu a atenção de Todd La Porte para essa problemática em seus primeiros escritos. Em um artigo de 1947, Warren Weaver, mostrando um caminho que muitos iriam seguir, distinguiu “simplicidade” de “complexidade desorganizada” e “complexidade organizada”. Esta última categoria referia-se a fenômenos autônomos, finalizados por princípios de retroalimentação, como aqueles encontrados em áreas da biologia, medicina, sociais, econômicas ou políticas.

A “simplicidade” era o domínio das equações que permitiam prever comportamentos deterministas (trajetória de um móvel). A “complexidade desorganizada” referia-se a conhecimentos de mecânica estatística, quando não se pode acompanhar entidades microscópicas uma a uma (como nos problemas de “simplicidade”) e são agregadas matematicamente em nível macroscópico (o exemplo fundador é a termodinâmica). O desafio da ciência no futuro, segundo Warren Weaver, era, portanto, sua terceira categoria, a “complexidade organizada”.

Os limites de uma complexidade “tecnológica”

Por fim, ao apostar na complexidade tecnológica, Charles Perrow não se propõe realmente a abordar a “complexidade organizada”. A tecnologia na qual ele está interessado na época não possui as propriedades de autonomia, auto-organização ou adaptação por retroalimentação, como os sistemas biológicos ou sociais. As críticas aos limites de seu uso da noção de complexidade virão de vários autores, notadamente Diane Vaughan,²⁶ enquanto outros sociólogos também observaram e reprovaram o caráter “tecnocentrado”, a falta de atores sociais, em sua proposta, diante de situações com incertezas, como Mathilde Bourrier na sociologia das organizações²⁷ ou Trevor Pinch na sociologia do conhecimento científico e construção social da tecnologia.²⁸ Diane Vaughan indica explicitamente os limites do recurso de Charles Perrow a uma complexidade principalmente tecnológica.

Baseando-se no trabalho do cientista político Robert Jervis sobre complexidade na ciência política,²⁹ Diane Vaughan explica que

sua análise incorpora a literatura interdisciplinar da teoria de sistemas e o importante trabalho de Perrow (1984). Entretanto, o trabalho de Jervis difere desses predecessores de várias maneiras: 1) trata-se de sistemas de interações humanas, tendo importância como os atores interpretam o sistema e desenvolvem estratégias; 2) a estrutura é muito influente, mas não determinante, o livre-arbítrio e a contingência também são importantes; e 3) o tempo, a história e a trajetória das ações e interações importam.

Essa crítica implicava a reintrodução de uma forma de autonomia por meio dos atores, no sentido de “complexidade organizada”, além do determinismo tecnológico (sendo este último ponto uma crítica dos socioconstrutivistas).

É essa necessidade, acredito, que se reflete nos títulos dos artigos de pesquisadores, como Karlene Roberts ou Gene Rochlin, do movimento HRO, sobre organizações altamente confiáveis.³⁰ Seus títulos, de fato, incluem a noção de “auto” (o *self* anglo-saxão), que torna esses sistemas tão diferentes das propriedades tecnológicas. Por meio de sua capacidade de auto-organização, autocorreção, autoajuste e autonomia, as organizações altamente confiáveis apresentam assim características que permitem neutralizar os determinismos tecnológicos de Charles Perrow. Assim, sociólogos que estudaram os acidentes maiores na esteira de Charles Perrow se reposicionaram em relação à complexidade de diferentes maneiras.

Uma diversidade de posturas em relação ao argumento da complexidade de Charles Perrow

Uma primeira forma de se posicionar foi, portanto, criticar a associação da complexidade com a ideia da inevitabilidade de acidentes para certas configurações tecnológicas. Esse é o argumento de Andrew Hopkins, por exemplo, um sociólogo que tem feito muito para promover uma perspectiva organizacional dos acidentes.³¹ Com base em sua análise de um caso, concluiu que,

apesar das complexidades tecnológicas das instalações de Longford, o acidente não era inevitável. Os princípios listados acima não são novos, eles emergem de tempos em tempos em estudos de acidentes maiores. Como

disse a Comissão de Inquérito, as medidas para prevenir esse acidente eram perfeitamente aplicáveis.³²

Ao rejeitar o argumento da complexidade tecnológica como fonte intrínseca de cenários imprevisíveis, esse autor quer mostrar, ao contrário, que todos os acidentes, sem exceção, e até mesmo o exemplo paradigmático de Three Mile Island, que esteve na origem e foi a base de Charles Perrow na elaboração de sua teoria,³³ podem ser explicados por um princípio geral de gestão descuidada (*sloppy management*), e não pelas repercussões imprevisíveis da complexidade intrínseca e acoplamento tecnológicos. A consideração da complexidade aqui não se opõe à ideia, para esse autor, de que instalações de risco podem ser mantidas sob controle desde que sejam adotados os meios necessários, como foi mostrado pelos estudos de organizações altamente confiáveis.³⁴ Essa é também a conclusão de Paul Mayer, especialista em administração, em oposição a Diane Vaughan, em uma reavaliação mais gerencial do acidente do Challenger.

Apoiar-se-á, pelo contrário, a tese de que a decisão correta não foi tomada por pouco [...] o acidente do ônibus espacial não foi, portanto, um acidente normal no sentido de Perrow, nem no de Vaughan, ainda mais pessimista. Foi anormal em termos da prudência habitual da Nasa.³⁵

Contudo, Andrew Hopkins e Paul Mayer são também, de certa forma, muito próximos de Charles Perrow, como será explicado.

Este último sempre manteve uma postura crítica a respeito das organizações de risco, que, acredita ele, dispõem de meios para prevenir os acidentes, especialmente em sistemas pouco acoplados ou simples, segundo os critérios dele. Para acidentes nessas áreas, como no setor marítimo, a falta de estrutura regulatória e as práticas empresariais são claramente as culpadas pelos acidentes, e não a complexidade tecnológica. É com base nisso que ele dirigirá suas críticas à tese de normalização do desvio desenvolvida por Diane Vaughan. O acidente é uma questão de poder, da Nasa nesse caso, sobre as empresas terceirizadas, e não uma questão de normalização. Como ele escreve, “perdemos muitas coisas quando substituímos o poder pela cultura”.³⁶

Uma segunda abordagem consiste, ao contrário, em aceitar as implicações da conceituação de Charles Perrow sobre a inevitabilidade dos acidentes, porém indo além, considerando sua proposta como o primeiro passo em uma perspectiva que deve levar em conta outras dimensões, se “expandindo” em complexidade. William Evan e Marc Manion são exemplos dessa visão,³⁷ unindo-se

assim ao movimento realizado por Diane Vaughan e, em segundo plano, por Barry Turner.

A exclusão por Perrow dos fatores humanos, organizacionais e socioculturais por trás das causas de acidentes tecnológicos maiores leva a uma compreensão empobrecida da complexa dinâmica desses acidentes. Uma teoria que seja completa dos acidentes tecnológicos maiores deve se concentrar nos efeitos complexos de fatores técnicos, humanos, organizacionais e socioculturais, além de fatores estruturais como a complexidade interativa e o acoplamento forte.

Esses dois autores, sociólogos, ancoram-se especialmente no trabalho do historiador da tecnologia Thomas Hughes,³⁸ um pesquisador cujo estudo dos “macrossistemas técnicos” teve sequência na França com Alain Gras.³⁹ Thomas Hughes, de fato, oferece uma visão complexa e socioconstrutivista do desenvolvimento tecnológico, que considera inseparáveis as dimensões tecnológica, social, cultural, política e econômica.⁴⁰

Da mesma forma, os sociólogos pensadores da “segunda modernidade”, da “modernidade reflexiva” ou da “sociedade de risco”, como Ulrich Beck e Anthony Giddens, que desenvolvem o pano de fundo macroscópico das questões sobre a regulação do risco, também não ficam para trás nesse tema. Sem aprofundar nos detalhes de casos concretos de acidentes tecnológicos maiores, e sem se referir ao debate aberto por Charles Perrow, eles também consideram a complexidade como a característica fundamental que os explica. Para Anthony Giddens,

Não importa quão perfeito seja um sistema e quão eficientes seus operadores, as consequências de seu estabelecimento e operação, no contexto da operação de outros sistemas e da atividade humana em geral, não podem ser totalmente previstas. Uma razão para isso é a complexidade dos sistemas e ações que compõem a sociedade global. Mas mesmo que imaginemos que o mundo (a ação humana e o ambiente físico) pudesse se tornar e ser conceituado ele todo como um único sistema, o que é impossível na prática, ainda assim haveria consequências imprevistas.⁴¹

Complexidade e humildade

Há uma forma de humildade na maioria de autores que concordam com Charles Perrow (ainda que façam mudanças substanciais) que os leva a mobilizar a categoria da complexidade e seus efeitos. Isso foi muito bem resumido por Moshe Farjoun e William Starbuck em um artigo de perspectiva administrativa sobre as lições aprendidas com a perda do ônibus espacial Columbia em 2003: “Assim, embora a complexidade nos intrigue, devemos ser modestos quanto à nossa capacidade de compreendê-la e geri-la”.⁴² Para Karl Weick, a tese da normalidade do acidente não precisa nem mesmo de critérios externos de complexidade ou simplicidade tecnológica para ser válida. Para ele, o acidente assume um caráter epistêmico, sendo que a complexidade faz parte dos limites de nosso acesso à realidade, da ordem de uma experiência que é sempre por natureza temporária e falível (herdando aqui a postura pragmatista americana). Os acidentes são a manifestação propriamente humana, individual ou coletiva, desses limites em um mundo incerto e dinâmico.⁴³

Também encontramos essa humildade em contribuições mais ergonômicas que mobilizaram a complexidade, analogamente aos trabalhos de orientação mais sociológica ou administrativa mencionados até agora neste capítulo. De fato, toda uma tradição de pesquisa na esteira de Jens Rasmussen,⁴⁴ da qual David Woods é um dos melhores representantes, considera o desafio de lidar com a complexidade (*coping with complexity*) como um tema que conecta todos os trabalhos de ergonomia cognitiva,⁴⁵ em uma visão que será seguida por muitos pesquisadores. Em vez de permanecer no laboratório para estudar a cognição, é igualmente relevante sair dele para examinar o que acontece em situações complexas e dinâmicas, apesar das dificuldades metodológicas em comparação com a tradição de pesquisa experimental em psicologia.

A complexidade, nesse campo (aplicada em particular às questões de interface homem-máquina), será, portanto, definida como a combinação do número de visualizações, o número de processos supervisionados, o tipo de dinâmica dos processos supervisionados, as interações potenciais dentro do processo, o caráter novato ou especialista do operador, a mobilização de uma metacognição etc.⁴⁶ Diante da complexidade das situações, é realmente necessária muita humildade perante a surpreendente capacidade de cognição para encontrar soluções viáveis, por um lado, e perante a possibilidade ou não de prever os “erros”, por outro lado.

Explorando a complexidade sob outro ângulo

Muitas obras de referência, com ancoragens disciplinares e tradições de pesquisa diversas, como ergonomia cognitiva, sociologia, administração ou ciências políticas, dedicam uma menção, ou mesmo um capítulo, à complexidade, em relação mais ou menos direta com o argumento de Charles Perrow. No entanto, tais menções ou capítulos não vão tão fundo nessa questão como se poderia desejar, especialmente tendo em conta o corpo de pensamento disponível. Assim, Gary Klein, um dos arquitetos da macrocognição e da corrente da tomada de decisão naturalista (discutida no Capítulo 2), reconhece ele mesmo em uma nota de livro as limitações de sua própria definição e do uso da noção de complexidade:

O tema da complexidade tornou-se uma disciplina por direito próprio, com suas próprias conferências e obras. Parece significar uma coisa para os matemáticos, outra para os biólogos, outra para os engenheiros e outra ainda para os filósofos. [...] Eu apenas quero distinguir situações complexas de situações ordenadas.⁴⁷

É nesse contexto, descrito com precisão por Gary Klein, de deixar de lado as investigações sobre a complexidade, particularmente filosóficas, que achei extremamente relevante explorar o pensamento de Edgar Morin.⁴⁸ Uma vez assimilada sua proposta, é difícil não ver como ela ajuda a enquadrar os problemas encontrados na investigação de acidentes, mas também na construção de um objeto de pesquisa como a segurança industrial e o projeto da avaliação. A reflexão de Gary Klein é, portanto, esclarecedora e representativa da maioria dos autores: a falta de elaboração ou profundidade no tema da complexidade, em nível epistemológico e filosófico, na maioria de obras citadas, freou até hoje uma utilização mais medular da noção de complexidade no campo da segurança industrial. Pareceu-me, portanto, esse legado “continental” um terreno fértil a ser aproveitado para lançar as bases de uma abordagem complexa da segurança industrial.

A complexidade segundo Edgar Morin

Apresentar o trabalho de Edgar Morin sobre a complexidade é um desafio considerável. É preciso encontrar um ângulo que permita situar essa obra em

suas principais contribuições para as questões tratadas neste livro, reconhecendo ao mesmo tempo que, em poucas páginas, o exercício é terrivelmente redutor. A obra de Edgar Morin é extremamente vasta e, obviamente, não há uma maneira única nem, muito menos, melhor de apresentá-la. Tendo em vista a extensão e densidade das reflexões contidas na sua obra, há o risco de não se ter conhecimento nem perspectiva suficientes. Portanto, permanecerei em um nível de apresentação ao meu alcance, mantendo, espero, a essência do argumento, sem distorção nem caricatura. Até agora, pouco contexto tem sido fornecido, o que torna a tarefa mais difícil. Tentarei, portanto, na primeira parte, oferecer alguns indícios contextuais e, em seguida, resumir as proposições-chave que considero essenciais para iluminar a problemática da segurança industrial, a fim de mostrar como a proposta desse filósofo constitui uma “metacategoria epistêmica”, ou mesmo um “estilo”.

Uma investigação sobre as ciências físicas e biológicas

A obra de Edgar Morin sobre a complexidade tomou forma nos anos 1970, embora estivesse em gestação há bastante tempo, baseando-se em seus trabalhos anteriores, como as obras sobre a morte ou a sociologia do presente, abrangendo os temas da cultura de massa e do cinema, da modernidade ou ainda do evento, bem como os livros de natureza introspectiva e política⁴⁹ e até os temas tratados na revista *Arguments* entre 1957 e 1964.⁵⁰ Em todos esses trabalhos já estão em germe as sementes de um pensamento não compartimentalizador, além de aberto sobre o protagonismo do sujeito na ação do conhecimento.⁵¹ Essa genealogia das ideias de Edgar Morin espalha-se por inúmeros escritos seus⁵² e em escritos dedicados a ele, cada vez mais numerosos nos últimos anos.⁵³

Os elementos conceituais da abordagem filosófica da complexidade por Edgar Morin foram desenvolvidos assimilando uma grande quantidade de desdobramentos científicos dos períodos entre guerras e pós-guerra. Uma vez colocados em perspectiva em termos de suas implicações na interface das questões científicas e filosóficas, uma vez articulados, eles formam a base de uma visão renovada de nossa relação com o mundo. Essa elaboração “pantagruélica”, nas palavras de Jean-Pierre Dupuy,⁵⁴ tem origem em uma formidável capacidade de perceber analogias e ressonâncias entre os diferentes campos do saber. Ela pode tanto fascinar o leitor quanto repeli-lo perante a magnitude da tarefa que Edgar Morin parece ter assumido, pulando as

fronteiras entre os campos científicos e a filosofia. Entretanto, essa conceitualização transdisciplinar com base em conhecimentos científicos recentes é de fato a verdadeira força de Edgar Morin, que aliás observa que os filósofos não fazem mais esse “trabalho”.

Isso explica, para ele, a crescente parcela de cientistas que, diante de suas próprias investigações, precisam se voltar para a filosofia a fim de ter perspectiva e dar sentido aos resultados de seus experimentos. A filosofia afastou-se das ciências, porque “a ciência não pensa”,⁵⁵ e não pode mais atender às suas necessidades. Naturalmente, os avanços científicos do século passado desmentiram essa ideia e alimentaram então sua reflexão. É claro que a física quântica vem aqui à nossa mente. Ao desafiar o determinismo (com o princípio da incerteza de Heisenberg), enquanto questiona a objetividade dos experimentos (impacto do observador), ela derruba alguns dos pilares da ciência moderna.⁵⁶

Mas houve bem mais novidades, como a cosmologia introduzindo a ideia de uma expansão do universo, de um Big Bang, apesar das reticências de Albert Einstein sobre as implicações de suas próprias equações.⁵⁷ Essa nova visão do cosmos introduz um princípio histórico de singularidade do universo. Uma história caótica, original, tecida com imponderáveis, levando ao desfecho do sistema solar como o conhecemos, no seio das galáxias, do cosmos.⁵⁸ Como a física quântica, essa visão do cosmos desafia mais uma vez o determinismo ao permitir uma ligação com as implicações do segundo princípio da termodinâmica (a propensão de um sistema para dispersar energia), que até então era apenas uma anomalia sem lugar real no panorama científico. Isso constitui uma ruptura.

Outros avanços científicos estimularam seu pensamento naqueles anos, particularmente no campo da biologia molecular, com a metáfora do programa genético, mas também na ecologia, etologia, paleontologia, pré-história, linguística, bem como nas ciências cognitivas e neurociências. Mas é no campo de um conjunto de novas contribuições conceituais e científicas transdisciplinares no período pós-guerra que sua reflexão se torna verdadeiramente original e, sobretudo, associada à noção de “complexidade”. Trata-se dos avanços em cibernética, teoria da informação, teoria geral de sistemas, auto-organização, na interseção de muitas disciplinas, incluindo matemática, termodinâmica, biologia, fisiologia e lógica.⁵⁹

Do simples ao complexo

Assim, por meio de uma abordagem muito aberta aos avanços científicos da época, Edgar Morin previu cedo, nos anos 1970, um uso transversal das noções de sistema, auto-organização e emergência no cenário da evolução cósmica, na passagem da matéria para o homem, do simples para o complexo, uma perspectiva que começa a aparecer em outros autores em paralelo, na mesma década, como o astrofísico Eric Chaisson⁶⁰ e o cientista Erich Jantsch.⁶¹ Mas a qualidade das articulações que ele oferece na época, em particular a riqueza de conhecimentos disciplinares e filosóficos que ele importa e combina, o distingue desses autores embarcados em aventuras intelectuais semelhantes ao mesmo tempo.

É claro que essa leitura da transição do simples ao complexo não é nova; ela data do momento em que a leitura fixista da natureza foi abandonada. Está associada à obra de Buffon, Lamarck e Charles Darwin⁶² em biologia, assim como às suas trocas e interações com as ciências sociais nascentes da época, representadas por fundadores como Auguste Comte, Herbert Spencer e Émile Durkheim, para mencionar apenas alguns autores cuja relação com o pensamento biológico é explícita.⁶³ Desde então, muitos cientistas e filósofos de todo tipo de perfil continuam, permanentemente, a refletir sobre as implicações dessa ruptura com o fixismo, inclusive, como sabemos, a parcela de derivas evolucionistas aplicadas ao social e às sociedades, como a eugenia, o pensamento organicista e o etnocentrismo ocidental. Esses desvios, amplamente criticados (pois as ciências sociais contemporâneas foram construídas em grande parte contra eles) não têm lugar em nossa discussão.

Edgar Morin segue na esteira de filósofos da primeira metade do século XX, como Henri Bergson⁶⁴ e Alfred North Whitehead,⁶⁵ que discutiram os limites, cada um de forma diferente, de um pensamento científico reducionista e mecanicista, propondo emendá-lo, trazendo novos conceitos, como o “impulso vital” para o primeiro e o “organismo” para o segundo.⁶⁶ Com sua própria sensibilidade, ele prossegue esse questionamento, com suas implicações antropológicas (no sentido de uma ciência do homem). Mas, como acabamos de comentar, desta vez foi o progresso das ciências no período da Segunda Guerra Mundial e pouco depois que alimentou seu questionamento. Em particular, com as novas teorias cosmológicas, é uma interrogação, desta vez em termos de longa duração, sobre a passagem da matéria para a vida, e então para o homem.⁶⁷

Novamente, à semelhança da nova visão histórica do cosmos, o segundo princípio da termodinâmica pode ser então relacionado às novas conceituações, mas desta vez é na “luta” contra a dispersão de energia, por meio da manutenção da organização viva, tematizada pelo físico Schrödinger em 1944.⁶⁸ Em grau diverso, os principais autores no desenvolvimento dessas novas ferramentas conceituais foram Ross Ashby (cibernética, auto-organização), Warren Weaver (informação, complexidade), Norbert Wiener (cibernética, informação), John von Neumann (autômatos celulares), Heinz von Foerster (segunda cibernética, filosofia), Ludwig von Bertalanffy (ciência de sistemas), Erich Jantsch (auto-organização), Herbert Simon (complexidade, ciências do artificial), Conrad Waddington (epigenética, biologia teórica), Ervin Laszlo (filosofia de sistemas), Gregory Bateson (antropologia, biologia, cibernética), François Jacob (biologia, história da ciência), Jacques Monod (biologia, filosofia), Paul Weiss (biologia), Arthur Koestler (filosofia), Stafford Beer (administração, cibernética), Ilya Prigogine (termodinâmica), Stéphane Lupasco (lógica), Henri Atlan (biologia, auto-organização), Humberto Maturana e Francisco Varela (biologia, cognição, epistemologia), Michel Serres (filosofia) e Gotthard Günther (filosofia). Os princípios de causalidade circular, retroalimentação, teleologia, auto-organização e recursividade, informação, contexto e abertura, auto-poiese, variedade necessária ou de sistemas são algumas das principais contribuições inovadoras de todos esses autores.

Uma investigação epistemológica

Essa exploração das ciências naturais e da vida, assim como as recentes contribuições conceituais, incluindo os princípios de auto-organização, para pensar sobre nossa relação com o mundo, é ampliada por um questionamento das possibilidades de compreensão, do “conhecimento do conhecimento”. Baseado no conceito de auto-organização aplicado à epistemologia, na esteira da cibernética de segunda ordem de Heinz von Foerster, Edgar Morin aceita a perda dos fundamentos de um conhecimento científico que fosse objetivo. A ciência não permite alcançar a realidade, e sim dialoga com ela. Não atinge uma realidade ontológica “dada”, mas constrói representações viáveis em sua interação com o mundo.⁶⁹ Integrando as principais correntes de discussão epistemológica anglo-saxônica da época, em torno de um “pós-positivismo”, questionando o programa de “positivismo lógico” do Círculo de Viena,⁷⁰ com debates entre os filósofos e historiadores da ciência Karl Popper, Thomas Kuhn,

Imre Lakatos ou Paul Feyerabend que se tornaram marcos essenciais,⁷¹ Edgar Morin mais uma vez se engaja em uma ampla investigação.

Desta vez ele aborda as contribuições da neurociência, cognição, psicanálise, etologia, antropologia, sociologia ou história da ciência, lógica (incluindo as implicações do teorema de Gödel) ou filosofia da ciência. Essa abordagem lhe permite explorar as “limitações e possibilidades”⁷² do conhecimento. As contribuições a que ele se refere são numerosas demais para serem listadas aqui, misturando-se nomes como os de Jean Piaget (biologia e epistemologia), Donald Griffin (etologia), Alexandre Koyré (história e filosofia da ciência), Georges Canguilhem (história da ciência), Jerry Fodor (filosofia da mente), ou ainda Hilary Putnam (filosofia pragmatista) e Jean Ladrière (lógica). Ao fazer isso, Morin contribui para lançar luz sobre o que é conhecido sobre o conhecimento, em um *loop* epistemológico construtivista do qual o homem não pode se livrar, muito ancorado na noção de paradigma forjada por Thomas Kuhn (historiador da ciência),⁷³ objetivando a capacidade de exercer a autorreflexividade.

Quando o pensamento descobre o gigantesco problema dos erros e ilusões que nunca cessaram (nem cessam) de se impor como verdade no curso da história humana, quando conseqüentemente descobre que carrega dentro de si o risco permanente de erro e ilusão, deve então procurar conhecer a si mesmo.⁷⁴

É tentador, nesse sentido, associar esse empreendimento intelectual sustentado por Edgar Morin com a evolução concomitante do pragmatismo americano, encarnada nas obras de filósofos como Richard Rorty⁷⁵ e Hilary Putnam,⁷⁶ no final da década de 1970 e início dos anos 1980.⁷⁷ Reconhecendo também o problema da perda dos fundamentos, esses filósofos debatem a ideia de que o homem acessa a realidade “tal qual ela é”, com o desafio de uma definição de racionalidade, tema explorado nesse mesmo período pelo filósofo e historiador britânico Stephen Toulmin.⁷⁸

Ao questionar a objetividade da ciência, é também seu valor que é questionado. A ciência construiu-se sobre um programa de “neutralidade axiológica”.⁷⁹ Nessa perspectiva da atividade científica, os cientistas não têm nenhum envolvimento na moralidade (nem na política), pois seu objetivo é apenas cognitivo, buscando a verdade, distinguindo o verdadeiro do falso. Para Edgar Morin, pelo contrário, operar esse *loop* epistemológico é uma oportunidade para promover uma “ciência com consciência”.⁸⁰ Os cientistas não estão fora da sociedade e todo desenvolvimento científico tem implicação moral, como

mostram muitos exemplos, desde a energia nuclear até a engenharia genética. Portanto, não há separação entre esses dois registros de valor, por um lado, o valor “cognitivo” e, por outro, o valor “moral”, os dois estão ligados. Essa é a dimensão ética do desenvolvimento científico.⁸¹

Ao questionar a objetividade científica, Edgar Morin também contribui para reintegrar o sujeito no ato do conhecimento. Um sujeito com uma biografia, inserida em um contexto sócio-histórico, que, para ele, leva a aceitar o questionamento da distinção entre o contexto da descoberta e o contexto da justificação. Essa distinção havia sido introduzida na filosofia da ciência para deixar de lado a atividade criativa do “gênio” científico, assim como as influências do ambiente político, econômico, cultural ou social dos cientistas, a fim de reservar a análise filosófica para a coerência, a não contradição, a validade empírica etc. das teorias científicas.

O processo de descoberta não pode ser “racionalizado”. Precisamente, seguindo uma tradição francesa de estudo histórico-filosófico da ciência (Gaston Bachelard, Alexandre Koyré), continuada em parte pelas correntes anglo-saxônicas pós-positivistas já mencionadas (notadamente Thomas Kuhn) e orientado também por um olhar histórico, Edgar Morin reafirma o sujeito a fim de mostrar que a “descoberta” científica é indissociável de um indivíduo específico, em um contexto específico. Assim, os cientistas não estão livres de noções de natureza metafísica, política, social e outras que escapam à verificação empírica e que os levam a certas linhas de raciocínio em vez de outras.

Conceitos tão ambíguos como os de tempo, espaço, matéria, emergência, tão sensíveis à interpretação, deixam a porta aberta a diferentes formulações e orientações. Edgar Morin se refere ao trabalho do filósofo da ciência Gerald Holton, que mostrou que há *thêmata* ou “concepções primeiras enraizadas” presentes nos cientistas. Aplicado à sociologia, por exemplo, podemos ver como o debate entre individualismo e holismo metodológico a partir de uma época, sempre renovado,⁸² deu origem a questões de natureza filosófica, neste caso a liberdade ou criatividade ao agir, em relação às restrições e determinismos sociais,⁸³ que não envolvem realmente os dados empíricos, mas seu referencial de interpretação, considerações filosóficas ou metateóricas.

Há muitos exemplos disso em desenvolvimentos científicos, como no exemplo seguinte, em biologia.⁸⁴ Na teoria da evolução, não há possibilidade de decidir empiricamente se o *Homo sapiens* é um acidente, uma ramificação (ou um “ramo”, para usar a expressão de Michel Serres),⁸⁵ ou se o curso da história da evolução levou a ele, progressivamente, de forma inevitável. As posições dos cientistas, que aceitam a teoria evolutiva, estão divididas e

levantam certos pressupostos que são impossíveis de se estabelecer científica ou empiricamente, e que só se prestam à exploração filosófica. O mesmo raciocínio se aplica ao debate de *mind matter*, sobre a relação entre mente e matéria. Reintroduzir e questionar esses pressupostos pode ajudar a entender melhor algumas das questões em jogo e direções que a pesquisa está tomando. Como escreve o filósofo Daniel Dennett, “não existe ciência alguma livre de pressupostos filosóficos”.⁸⁶

“Complexidade geral” versus “complexidade restrita”

Uma observação e explanação são necessárias antes de ir mais longe. Enquanto Edgar Morin desenvolvia seu pensamento no final dos anos 1970 com os dois primeiros volumes em 1977 e 1981 (junto com *O paradigma perdido – A natureza humana*, seu trabalho inicial de 1973, resultado de reflexões sobre as conferências na Fondation Royaumont pour le Progrès des Sciences de l’Homme),⁸⁷ as abordagens anglo-saxônicas da complexidade eram disseminadas por meio da criação do Santa Fe Institute em 1984, um instituto cuja influência seria considerável e que ajudou a popularizar esse campo. Os trabalhos de jornalistas científicos como James Gleick, sobre o caos em 1987,⁸⁸ Mitchell Waldrop⁸⁹ ou Roger Lewin,⁹⁰ em 1992, estiveram na vanguarda dessa divulgação dos conceitos associados à complexidade, aumentando a visibilidade dos novos pesquisadores e atores desse movimento sediado nos Estados Unidos. Essas publicações fazem parte do que o geógrafo Nigel Thrift descreveu como as “primeiras teorias científicas que são inteiramente midiaticizadas”.⁹¹

O objetivo daquela instituição era estudar sistemas complexos adaptativos, ou seja, sistemas apresentando em particular propriedades auto-organizadoras, como ecossistemas, o cérebro, a economia etc. Um cientista como Murray Gell-Mann,⁹² Prêmio Nobel de Física e um dos fundadores desse instituto, promoverá uma abordagem de sistemas complexos adaptativos introduzindo vários dos principais temas da complexidade, como os conceitos de informação, relações micro-macro, emergência, interação ordem/desordem etc. Em contraste com os pioneiros do campo (alguns dos principais tendo sido mencionados acima, Ross Ashby, John von Neumann, Heinz Von Foerster), os autores contemporâneos então mais conhecidos no tema da complexidade são Stuart Kauffman, John Holland, Brian Goodwin e Per Bak.⁹³

Se o leitor se ater a essas poucas obras dos anos 1980 e 1990, pode ser levado a acreditar que não teve reflexão sobre a complexidade antes do advento do

Santa Fe Institute e dos anos 1980. No entanto, nessa tendência, já eram muitas as contribuições, incluindo as obras fundacionais. Assim, Jean-Louis Le Moigne propõe distinguir três gerações no desenvolvimento das ciências da complexidade. Primeiro surgiram os campos da ciência de sistemas, da cibernética e da teoria matemática da comunicação (por volta dos anos 1940 e 1950). Depois veio uma segunda geração com as redes neurais, autômatos celulares, princípios de auto-organização e inteligência artificial, bem como a teoria das catástrofes, caos e fractais (durante os anos 1960 e 1970).⁹⁴ Finalmente, houve uma terceira geração encarnada por pesquisadores agrupados no Santa Fe Institute desenvolvendo a teoria de sistemas complexos adaptativos, incluindo desenvolvimentos computacionais de vida artificial ou algoritmos genéticos (a partir dos anos 1980). Os sociólogos Brian Castellani e Frederic Hafferty⁹⁵ propõem uma cartografia das ciências da complexidade (revista regularmente), que mostra claramente as filiações identificadas por Jean-Louis Le Moigne em sua leitura histórica (uma versão dessa cartografia é apresentada na Figura 3.1).

O interesse dessas explicações históricas é grande, mostrando a gênese dessas ideias, mas não são muito explícitas sobre o impacto que esses princípios realmente têm sobre disciplinas bem estabelecidas e institucionalizadas em muitas áreas, como psicologia, sociologia, economia, antropologia, filosofia, biologia ou física. Essas ideias de complexidade não chegaram em um vácuo científico, mas, ao contrário, em uma paisagem bastante estabelecida, com muitos campos especializados. Aliás, alguns desses campos estão muito ligados ao surgimento de ideias de complexidade, como na biologia (com Ludwig von Bertalanffy), na física (com Ilya Prigogine) ou na engenharia (com Norbert Wiener e Ross Ashby), mas, como observa o sociólogo da ciência Andrew Pickering, essas ideias são produzidas à margem da academia.⁹⁶ Infelizmente, tal trabalho não está disponível hoje e representaria um grande empreendimento, embora existam obras que oferecem umas primeiras tentativas de elucidar a importância das ideias contidas nas teorias da complexidade para todos os saberes.⁹⁷

Tal iniciativa seria, no entanto, necessária porque permitiria documentar o impacto real dessas ideias nos diferentes campos científicos. De fato, muitos pesquisadores em campos muito diferentes tiveram reações bem diversas, às vezes até de dúvida, claramente. Por exemplo, o biólogo evolutivo Richard Lewontin escreveu sobre o que ele chama de três Cs, referindo-se às teorias da catástrofe, do caos e da complexidade: “Até hoje temos apenas um empreendimento especulativo [...] não precisamos de visões revolucionárias das leis da biologia, mas sim de muito trabalho”.⁹⁸

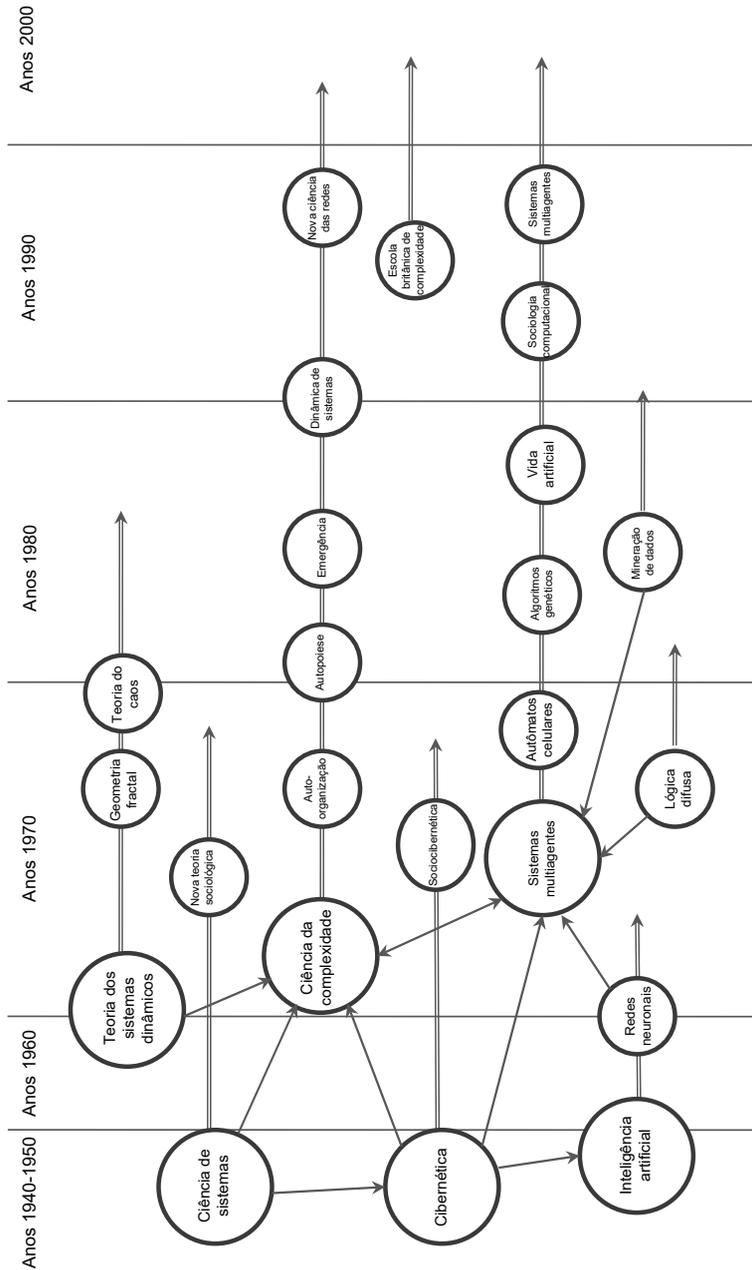


Figura 3.1 Genealogia da complexidade (baseado em B. Castellani e F. Hafferty, 2009)

O físico Robert Laughlin, Prêmio Nobel, também tem palavras duras para os desenvolvimentos computacionais associados às teorias da complexidade, incluindo fractais, caos e autômatos celulares: “Essas abstrações são um pacto com o diabo, porque essas equações distorcem as coisas tão grotescamente que não se tem mais nenhuma representação fiel da realidade”.⁹⁹ O que esses dois autores estão expressando é uma certa relutância em relação à modelagem computacional nas ciências da complexidade, que pode ajudar a livrar-se das amarras da realidade, esquecendo as simplificações introduzidas nos modelos e simulações.

Esses pesquisadores estão reagindo às limitações de um uso sem reflexividade das possibilidades oferecidas pela informática. Entretanto, esses dois cientistas, o físico e o biólogo, não se opõem, parece-me, às ideias-chave da complexidade, que têm expressão qualitativa também. Ideias como, notadamente, os princípios de causalidade circular, recursividade, emergência ou centralidade da noção de organização. Richard Lewontin e Robert Laughlin são de fato promotores de uma abordagem complexa da realidade. Ambos testemunham os limites de abordagens reducionistas, o primeiro sobre a noção de programa genético, e o segundo sobre uma física procurando pelo tijolo derradeiro. Essas são duas posturas científicas tomadas obedecendo a ideias não reducionistas, que remetem a outro uso da noção de complexidade, mais epistemológico e filosófico.

O objetivo desses parágrafos era nos lembrar que o campo das ciências ou teorias da complexidade é particularmente rico, com uma ampla gama de sensibilidades, origens e orientações, e é apropriado distinguir pelo menos três aspectos (Figura 3.2). O primeiro é o da informática, da simulação e das possibilidades tecnológicas oferecidas para aplicar as ferramentas derivadas das ciências da complexidade em toda uma gama de campos (robótica, por exemplo). As ciências da complexidade são de fato concomitantes com as possibilidades da computação, do poder de cálculo e das simulações, ou seja, com a aparição dos computadores. O segundo aspecto é o das ciências baseadas em abordagens empíricas, experimentais ou observacionais, que podem se beneficiar das novas possibilidades informáticas, mas também de um ponto de vista mais qualitativo, dos princípios extraídos do campo das ciências da complexidade, como os princípios da causalidade circular, da recursividade e da auto-organização. Finalmente, um terceiro aspecto é o aspecto da filosofia, que pode entrar em debate com as ideias das ciências da complexidade para discuti-las e colocá-las em perspectiva, sob vários ângulos.

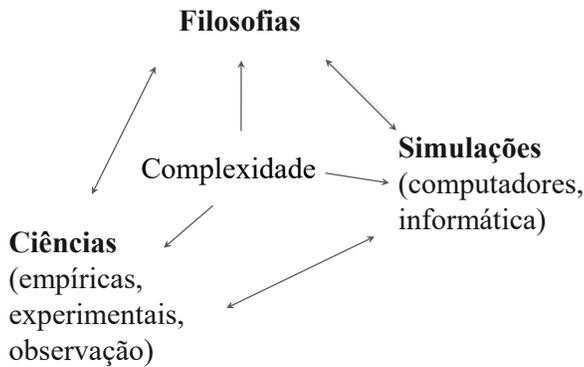


Figura 3.2 Filosofias, ciências e simulações no campo da complexidade

E é precisamente a falta de perspectiva filosófica e epistemológica em muitos dos textos e desenvolvimentos nas ciências da complexidade envolvendo as simulações e a informática que dará a Edgar Morin a oportunidade de se distinguir em seu trabalho dos desenvolvimentos anglo-saxões associados ao Santa Fe Institute. Assim, ele falou de uma “complexidade restrita”, em que a complexidade é vista como uma técnica de simulação computacional, com pouca reflexividade filosoficamente, ao contrário de uma “complexidade geral” que dá pleno alcance à ruptura com o paradigma clássico.¹⁰⁰

É essa crítica que é ecoada pelos filósofos Francis Heylighen, Paul Cilliers e Carlos Gershenson contra a abordagem “dura” da ciência da complexidade.

A maioria dos pesquisadores no campo da complexidade ainda não refletiu sobre os fundamentos filosóficos de sua abordagem [...] assim, muitos ainda estão no paradigma newtoniano, esperando descobrir uma formulação matemática das “leis da complexidade” que restauraria uma forma de ordem absoluta ou determinismo no mundo incerto que tentam compreender.¹⁰¹

Um estudo bibliométrico recente confirma esse estado de coisas: “Nosso estudo mostra que as práticas atuais dos pesquisadores em ciências duras tendem a ‘descomplexificar’ a complexidade para torná-la complicada, ou seja, para trazê-la de volta ao colo das ciências de modelagem suportadas pela potência dos computadores”.¹⁰²

Ideias-chave do pensamento complexo

Reintroduzir o homem e a sociedade na natureza sem reduzi-los a ela

Filosoficamente, portanto, na contramão do paradigma dominante na época, nos anos 1970, o objetivo de Edgar Morin era, partindo de um *loop* (esquematisado na Figura 3.3), (re)introduzir o homem e a sociedade na natureza sem reduzi-los a ela. Para isso, ele trabalha especialmente com base no conceito de emergência (associado à auto-organização), um conceito que voltou a florescer no final do século XX. Como aponta a filósofa da ciência Anne Fagot-Largeault em uma revisão da noção de emergência: “Em meados do século XX, a corrente dominante na filosofia da ciência era reducionista [...] no final do século XX, a corrente emergentista era dominante”.¹⁰³ Uma coleção dos textos considerados clássicos sobre o assunto foi publicada recentemente, confirmando essa reviravolta “emergentista” na ciência e na filosofia da ciência no início deste século.¹⁰⁴ Daí a expressão, usada em outra coleção de contribuições, da “re-emergência da emergência”.¹⁰⁵

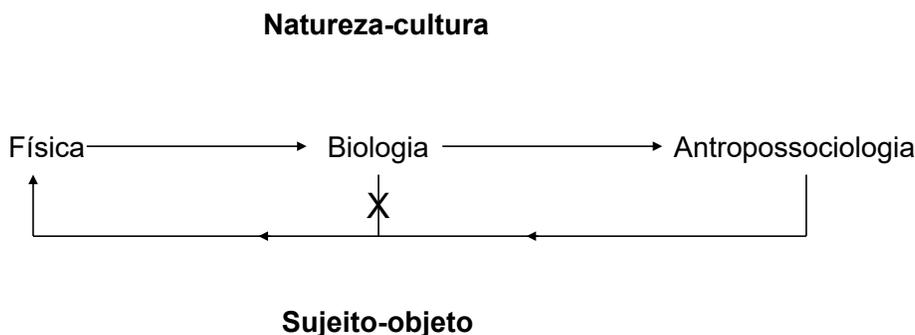


Figura 3.3 O *loop* “moriniano” (baseado em Morin, 1977, p. 17)

Nesse contexto mais favorável, o programa de Edgar Morin pode se beneficiar de uma audiência maior. Ele estava lúcido desde o início sobre a limitada acolhida de seu empreendimento no clima da época. Na introdução do primeiro livro de *O método*, em 1977, ele observa que “o precursor, como diz Canguilhem, é aquele que só depois é conhecido por ter vindo antes”.¹⁰⁶ Ao ligar o homem e a sociedade à natureza e aos vivos, Edgar Morin procura ir mais longe do que seus

predecessores, e aqui, em particular, Karl Marx, que, embora tenha procurado ancorar a história do homem e da sociedade no materialismo, não foi capaz de levar seu enraizamento (físico, biológico e ecológico) tão longe quanto Edgar Morin.¹⁰⁷ Foi uma abordagem de vanguarda, fora de sintonia com a atmosfera intelectual da época.

Foi isso que fez um filósofo como Bertrand Saint-Sernain dizer e reconhecer, exatamente 30 anos depois, que

para minha geração, alimentada após a Segunda Guerra Mundial por Sartre e Camus, mas também por Kierkegaard e Gabriel Marcel, essa mudança de perspectiva constitui uma mutação difícil: até o marxismo da época era “acósmico”, na medida em que considerava apenas a história dos homens; a tentativa de Engels de esboçar uma filosofia materialista da natureza no final do século XX parecia ultrapassada.¹⁰⁸

No entanto, esse filósofo não se refere a Edgar Morin na obra aqui citada, mas ao filósofo Alfred North Whitehead, assim como a Michel Serres.

Da mesma forma que Edgar Morin, efetivamente, no mesmo período¹⁰⁹ e nos anos que se seguiram,¹¹⁰ Michel Serres propôs tratar de temas muito semelhantes, na interface entre ciências e filosofias. Como Michel Serres e sua crítica ao acosmismo, ou seja, essa conceituação do homem e da sociedade que seria independente do discurso das ciências contemporâneas sobre sua gênese e suas raízes cosmológicas, terrestres, biológicas e ecológicas, a filosofia da complexidade se constrói em torno da articulação, mais do que da separação, entre natureza e cultura, do sujeito e do objeto (Figura 3.3).

Em discrepância com as filosofias de inspiração fenomenológica ou existencialista, essa ambição também representa um problema para a sociologia. Esta última foi construída, em grande medida, no século XX em torno de um discurso de autonomização em relação ao biológico. O homem, por meio de sua atividade simbólica e cultural, gera uma esfera de limitações sociais, mas também de significados irreduzíveis às influências biológicas, causalidades e determinismos. Esse distanciamento do biológico é compartilhado pela maioria das diversas escolas sociológicas nos anos 1970.¹¹¹ Edgar Morin propõe, ao contrário, recuperar o diálogo com as ciências naturais e da vida. As noções de auto-organização e emergência assumem então nisso um papel central, sob dois ângulos, o primeiro em oposição aos discursos reducionistas, o segundo a respeito do lugar do evento em relação ao determinismo.

Emergência e reducionismo(s)

O conceito de emergência é utilizado por Edgar Morin no grande *loop* que ele estabelece ao longo de seu trabalho por meio dos sucessivos volumes de *O método*. Esse conceito lhe permite mostrar os limites do “fiscalismo”, do “biologismo” ou do “antropossociologismo”. Para o fiscalista, tudo um dia será reduzido às leis da física. Em meados do século passado, essa posição era a norma. Carl Hempel, em sua obra *Philosophy of natural science*, publicada em francês como *Éléments d'épistémologie*,¹¹² concluiu com um capítulo favorável a essa orientação filosófica, que também foi expressa pelos filósofos H. Putnam e P. Oppenheim em seu artigo sobre os avanços científicos da época que permitiam orientar-se nessa direção.¹¹³ Essa versão do reducionismo não desapareceu. Foi perfeitamente descrita ainda recentemente por Edward Wilson (fundador da sociobiologia nos anos 1970): “a forma forte é a consiliência total, que tem a natureza como organizada por leis simples da física a partir das quais todas as outras leis podem ser reduzidas”.¹¹⁴

O “biologismo” alega, por exemplo, que a consciência é reduzida ao neuronal, ou que todo comportamento, incluindo o comportamento humano, pode ser reduzido a explicações genéticas (neo)darwinianas. O “sociologismo” defende que todo comportamento é moldado exclusivamente pela sociedade e pela cultura e, no extremo, que o conhecimento científico é um reflexo da sociedade e de suas lutas de poder. Mario Bunge, filósofo da ciência, explica como ele acredita que essas tentativas reducionistas falharam. Ele toma exemplos de biologismos a partir da sociobiologia e depois da psicologia evolucionista, que foram e ainda são tentativas de reduzir o psicológico e social a uma forma de determinação genética (as quais deram origem, como observado, a muito debate e controvérsia no mundo anglo-saxão).¹¹⁵ Ele também comenta as falhas do fiscalismo, da “teoria de tudo”, que procura reduzir tudo às leis da física, mas também a falha do “computacionalismo”, essa abordagem baseada no conceito de informação.¹¹⁶

A ambição de Edgar Morin é encontrar um caminho alternativo a todas essas formas de reducionismo, pensar de forma diferente sobre as relações entre o homem, a natureza, a ciência e a sociedade. O conceito de emergência (associado à auto-organização) lhe permite reconhecer, ao contrário, que existem qualidades que não podem ser reduzidas aos elementos. São propriedades que emergem no nível do sistema. Elas não podem ser deduzidas a partir do comportamento dos elementos. Mas ele acrescenta que o todo também é menor do

que as partes. Esse princípio, filosoficamente estendido ao pensamento em *loop* (Figura 3.3), é promover a “religação” em vez da redução.

Nem o homem nem a sociedade podem ser reduzidos à física ou à biologia, nem essas ancoragens ou enraizamentos podem ser ignorados. Portanto, pode-se ver que não se trata de forma alguma de reduzir o homem e a sociedade ao biológico (ao genético, neurológico), e sim, e muito pelo contrário, de mostrar como eles emergem da natureza e da vida, pelo intermediário de etapas que se inscrevem no longo prazo (filogênese) com fortes implicações para o indivíduo (ontogênese), mantendo ao mesmo tempo um cordão físico, biológico e ecológico. O esquema a seguir (Figura 3.4) e o texto que o acompanha são particularmente explícitos sobre esse ponto.

O esquema multipolarizado que desenhamos é válido para entender tudo, não apenas a hominização, mas tudo o que é humano. Essa proposição geral significa, entre outras coisas, que qualquer unidade de comportamento humano (práxis) é ao mesmo tempo genética/cerebral/social/cultural/ecossistêmica. Isso também significa que a base da ciência do homem é policêntrica; o homem não tem uma essência particular que seja apenas genética ou apenas cultural [...] sua natureza está na inter-relação, interação, interferência no e por meio desse policentrismo.¹¹⁷

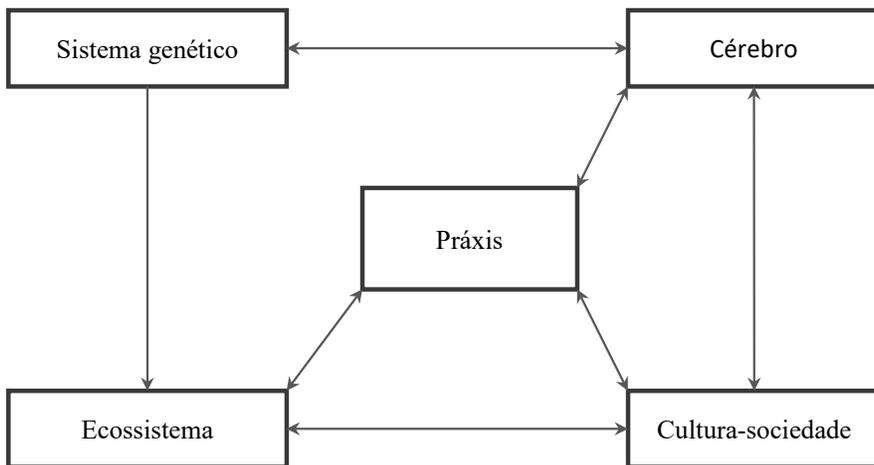


Figura 3.4 Esquema multipolarizado (Morin, 1973)

O neurocientista Alain Prochiantz tem uma fórmula interessante para isso, que reflete a tensão dessa posição. De acordo com ele, o homem é “anatural por natureza”.¹¹⁸

É certamente dependente da atividade cerebral de seu cérebro biológico, mas não pode ser reduzido a ele do ponto de vista de sua descrição genética ou neurológica. Como mostra o esquema (Figura 3.4), as complexas interações circulares, de tipo auto-organizador, entre as dimensões genética, neurológica, mas também prática (material e corporal), social e cultural dentro de um ecossistema durante a hominização, produzem graus de emergência e atingem níveis de complexidade cuja apreensão exige que a interação dessas múltiplas perspectivas seja levada em conta, sem ser reduzida a uma delas. Esse esquema também é válido no nível de um indivíduo.

O mesmo argumento pode ser encontrado hoje em dia no biólogo e antropólogo Terrence Deacon.¹¹⁹ Ele distingue entre emergências de primeira, segunda e terceira ordem em termos de longa duração, que levam da vida à hominização por meio da linguagem e da cultura. As emergências de terceira ordem excluem a pertinência de um reducionismo que não levaria em conta o extraordinário entrelaçamento das propriedades evolucionistas e auto-organizadoras que se combinaram para alcançar as virtualidades corporais, cognitivas, humanas e sociais que sabemos. Para Edgar Morin, culmina na figura do *homo complexus* cujas dimensões indivíduo/espécie/sociedade são indissociáveis e cuja posição é resumida, muito sucintamente, pelos pares *homo sapiens/homo demens*, *homo faber/homo mythologicus* e *homo economicus/homo ludens*.¹²⁰

Mas esse esquema (Figura 3.4) é também uma matriz que se estende a um nível mais macro em direção a uma ecologia generalizada, abrindo novas possibilidades ao repertório teórico então disponível, em particular na sociologia.¹²¹

A ecologia é mutilada se for apenas uma ciência natural: não apenas as sociedades sempre fizeram parte dos ecossistemas, como principalmente os ecossistemas, desde os desenvolvimentos universais da agricultura, pecuária, silvicultura e da cidade, fazem agora parte das sociedades humanas que fazem parte delas. A ecologia geral deve, portanto, ser uma ecologia que integra a esfera antropossocial na ecosfera e, portanto, o tremendo impacto dos desenvolvimentos antropossociais sobre os ecossistemas e a biosfera.¹²²

Dessa conceituação decorre, portanto, uma visão inclusiva da relação natureza/cultura e sujeito/objeto (que questiona os limites disciplinares). Isso leva

à necessidade de colaboração entre disciplinas, tanto “duras” quanto “moles”, em vez de uma tentativa de reduzir uma pela outra, a fim de apreender a realidade. Essas ideias são explicitadas por vários filósofos da ciência de hoje, na fronteira das ciências biológicas e sociais, como Sandra Mitchell.¹²³ Hoje estamos testemunhando possíveis reorganizações das áreas, limitando as ambições reducionistas e envolvendo, ao invés disso, a necessidade de colaborações científicas, o que para Sandra Mitchell assume a forma de “pluralismo”. Essa filósofa também indica claramente como sua trajetória em filosofia da ciência a fez demorar tanto em interessar-se pela complexidade, pelo protagonismo em sua formação de figuras como Karl Popper, Thomas Kuhn ou Imre Lakatos, que não introduziram a complexidade como tema filosófico fundamental.

Essa exigente tentativa de apreensão do complexo visa, portanto, evitar o reducionismo ao favorecer a articulação entre as várias dimensões. É claro que deve ser visto como uma linha de pensamento e não como uma iniciativa que possa um dia ser completada. Requer uma atualização de conhecimentos e diálogo permanentes entre disciplinas e interdisciplinas. Ela nos lembra que cada delimitação pelo biólogo, ecologista, psicólogo, sociólogo ou economista a fim de compreender a relação entre o homem e a natureza por meio de uma forma de racionalização decorrente de métodos e conceitos específicos consiste em uma tentativa de redução.¹²⁴ Indica que, na ciência, cada ponto de vista deve ser tomado com pleno conhecimento dos ângulos favorecidos pela disciplina, situando o observador em sua observação e procurando as articulações quando o objeto em questão o requer.¹²⁵

Emergência e causalidades complexas

O segundo ângulo de abordagem da noção de emergência está no seu enfoque dos limites do determinismo. Nessa perspectiva, a emergência é um conceito que abre espaço para o evento.¹²⁶ O que faz de Edgar Morin um dos artifices, da mesma forma que Michel Serres¹²⁷ ou Ilya Prigogine,¹²⁸ do questionamento de uma abordagem determinista como critério de cientificidade¹²⁹ é o reconhecimento da interação da ordem e da desordem, e da emergência, pensada desta vez como o aparecimento do novo. O princípio transdisciplinar da interação “ordem e desordem” está então no centro desse questionamento.

Uma imagem muito reveladora dessa ideia de introduzir a desordem no determinismo, ou ordem, é oferecida por Michel Serres.

Os astrônomos sabem e podem calcular o momento de um eclipse com precisão de segundos. Eles não sabem nem podem prever se terão oportunidade de vê-lo. Nesse momento, uma nuvem pode vir entre o fenômeno e o observador. Essa nuvem é, de novo, a circunstância. Feliz ou infeliz, acompanha, imprevista, o momento previsto.¹³⁰

Mas para Edgar Morin, seguindo John von Neumann e Heinz von Foerster, esse princípio de desordem também lhe permite precisamente insistir na especificidade do “complexo” em comparação com o “simples”.

Nos sistemas complexos, desordem e ruído são fontes de adaptação e desenvolvimento de habilidades estratégicas (em oposição a programas), e Edgar Morin, fazendo eco a John von Neumann, vê nisso a especificidade do mundo biológico, dos vivos, do homem e do social, em oposição às máquinas e ao artificial, projetados pelo homem.

Um motor de carro é composto de peças altamente verificadas, mas os riscos de avaria são iguais à soma dos riscos de deterioração de cada um de seus elementos (velas, carburadores etc.); entretanto, a máquina viva, embora composta de elementos não confiáveis (moléculas que se degradam, células que degeneram), é extremamente confiável; por um lado, ela é eventualmente capaz de regenerar, reconstituir, reproduzir os elementos que se degradam, ou seja, de se autorreparar, por outro lado, ela é eventualmente capaz de funcionar apesar da “quebra” local, ou seja, de atingir seus objetivos por meios de contingência, enquanto a máquina artificial é no máximo capaz de diagnosticar a falha e parar.¹³¹

De modo geral, esse retorno do evento e da desordem nas ciências naturais e da vida tem contribuído para sua reabilitação nas ciências humanas e sociais durante os últimos dez anos. Em sua retrospectiva dos autores (filósofos, sociólogos, historiadores) que participam desse “renascimento do evento”, em história, François Dosse ressitua Edgar Morin como segue, em sua oposição ao estruturalismo e seu enfrentamento da dificuldade que sua mensagem fosse acolhida na época.

Naquele início dos anos 1970, as ciências humanas ainda estavam essencialmente dominadas pelo paradigma estruturalista e se bania o evento, excluído das lógicas repetitivas que se buscava que prevalecessem.

Considerar a noção de acontecimento em 1972 [...] era ir contra a corrente do padrão intelectual dominante da época, o estruturalismo.¹³²

Os sociólogos Marc Bessin, Claire Bidart e Michel Grossetti, em uma obra coletiva dedicada às ciências sociais diante das rupturas e do evento, lembram o contexto atual: “o interesse renovado em contingências, eventos e bifurcações está ligado tanto às mudanças no mundo social, com a crescente complexidade das transições nos ciclos de vida ou a crescente preocupação com os riscos, quanto à evolução das ideias científicas”. Em seguida, eles apontam que, “já no início dos anos 1970, Edgar Morin chamou a atenção para a necessidade de ir além do esquema unicausal clássico”.¹³³

Verdadeiramente, para Edgar Morin, as rupturas, o novo, a emergência são parte integrante da realidade. Para entendê-la é fundamental a causalidade complexa, não linear. Em vez do determinismo estrito, da ordem implacável e maquinal herdada da mecânica do universo de Isaac Newton e erigida em dogma pelo demônio de Laplace, são os eventos, a desordem que devem ser reintroduzidos no meio das regularidades. De fato, não há novidade, não há criação sem acaso, sem alguma forma de desordem.

Entretanto, no sistema solar e no mundo perfeitamente determinista de Isaac Newton e Pierre-Simon de Laplace, não há espaço para o imprevisível, para o inesperado. Exclui-se o acaso como “não científico”. Da mesma forma, posteriormente, sob a influência dessa estrutura de pensamento, as interpretações da obra de Charles Darwin gradualistas e reducionistas (centradas na noção de “gene” como sequência de DNA que programa) não amparam eventos e saltos entre “espécies”. Entretanto, hoje se ensinam a história do universo¹³⁴ (teoria do Big Bang e expansão do cosmos) e a história da vida¹³⁵ (extinções e convulsões dentro da evolução e dos ecossistemas causadas por acontecimentos, aparecimento de novos fenótipos em tempos curtos) incorporando eventos, rupturas, emergências, bifurcações e a possibilidade do aparecimento do novo.¹³⁶

Essa situação realmente constitui uma aproximação inesperada com as ciências humanas, as ciências sociais e a história (crises, revoluções).¹³⁷ Até então, as ciências humanas haviam sido submetidas ao progresso das ciências físicas como padrão a ser seguido para a obtenção de visto de cientificidade, e essa situação as liberta dos grilhões de um modo de pensar determinista e reducionista, imposto de fora. Como observa François Dosse, até então

as ciências humanas, que procuraram se estabelecer em torno da identificação de aspectos permanentes, invariantes, se não leis, há muito consideravam o evento como um elemento perturbador, de pouca importância, que convinha ser reduzido em nome de uma abordagem científica.¹³⁸

O pensamento complexo reintroduz assim a imprevisibilidade no curso da história (a História de uma maneira geral, “cósmica”, não apenas história humana “acósmica”). Os fenômenos de retroalimentação positiva ou negativa, amplificação ou atenuação relativizam a ideia simplista de uma causa e um efeito lineares. Sendo a particularidade do complexo em relação ao simples, bem observada por John von Neumann, o envolvimento do acaso, a desordem e o evento, segue-se a imprevisibilidade das reações e retroalimentações dentro de sistemas ou redes adaptativas que interagem. É esse princípio que Edgar Morin inclui em sua descrição da sociedade moderna como hipercomplexa (ou de alta complexidade, em oposição à baixa, Quadro 3.1), que se baseia no

enfraquecimento ou apagamento dos princípios rígidos de programação, hierarquização e especialização em benefício de estratégias criativas ou inventivas, de polivalência funcional (das unidades básicas ou dos subsistemas), de policentrismo no controle da tomada de decisões.¹³⁹

É, portanto, na presença de um grande entrelaçamento e de redes de causalidades circulares e complexas que se escondem as potencialidades imprevisíveis e de eventos. Ele propõe então substituir a causalidade linear pela complexa:

a) as mesmas causas podem levar a efeitos diferentes ou divergentes [...];
b) causas diferentes podem produzir os mesmos efeitos [...]; c) causas pequenas podem levar a efeitos muito grandes [...]; d) causas grandes podem levar a efeitos minúsculos [...]; e) causas são seguidas por efeitos opostos [...] os efeitos de causas antagônicas são incertos.¹⁴⁰

Com a causalidade complexa, a incerteza torna-se inerente à ação e ao devir.

Quadro 3.1 Baixa e alta complexidade

| BAIXA COMPLEXIDADE | ALTA COMPLEXIDADE |
|---|--|
| Forte centralização | Centrismo Policentrismo, descentralização |
| Hierarquia forte | Hierarquia Anarquia, poliarquia |
| Coerção | Liberdades |
| Baixa autonomia dos indivíduos | Múltiplas comunicações e interações entre grupos e indivíduos |
| Subespecialização (escravidão, concentração) e alta especialização | Especializações e policompetências |
| Repressão da desordem, do ruído | Tolerância a desordens, desvios, não conformidades |
| Dogmas, fés | Dúvidas, perguntas |
| Estabilidade, poucas possibilidades evolutivas | Instabilidade, grandes possibilidades evolutivas |

De “metacategoria epistêmica”... a “estilo”

Assim, ao identificar e depois corrigir os pilares sobre os quais o discurso científico foi construído, particularmente a partir dos êxitos da física mecânica, ou seja, determinismo, reducionismo, causalidade (linear) e objetividade, Edgar Morin introduz, segundo o filósofo Alain Vergnion, uma “metacategoria epistêmica”.¹⁴¹ Com isso, ele se refere a uma categoria que torna possível organizar o conhecimento ligando diferentes níveis de “realidade” de forma transdisciplinar. Podemos acrescentar aqui que Edgar Morin também pretende mostrar vias de pensamento global sobre uma nova relação, ecologizada, de interações complexas entre homem, natureza, tecnociência e sociedade.

Além disso, parece-me que a abordagem cognitiva, em segundo plano, que leva Edgar Morin ao “pensamento complexo” também pode ser comparada a um “estilo”, no sentido dos estudos de historiadores e filósofos da ciência como Ludwik Fleck,¹⁴² Alistair Crombie¹⁴³ ou Ian Hacking.¹⁴⁴ Muito mais limitado no caso do primeiro autor em sua localização histórica e generalidade, o estilo é muito mais abrangente para os outros dois e corresponde a uma maneira de

se fazer ciência. Assim, para Alistair Crombie, a ciência ocidental, ancorada na herança científica e filosófica grega, deu origem, sucessivamente, a seis estilos principais:

- a) O método elementar de postulação ilustrado pelas ciências matemáticas gregas.
- b) O uso da experimentação tanto para controlar a postulação como para explorar por observação e medição.
- c) A construção por hipótese de modelos analógicos.
- d) A ordenação da diversidade por meio de comparação e taxonomia.
- e) A análise estatística das regularidades nas populações e o cálculo das probabilidades.
- f) A derivação histórica correspondente ao desenvolvimento genético.

Ian Hacking aponta que nem todos esses estilos são incompatíveis e que uma ciência pode mobilizar vários deles ao mesmo tempo. Por outro lado, ele identificou um sétimo estilo, que é o estilo de laboratório, o qual envolve o uso de instrumentos tecnológicos, incorporando uma teoria. Um estilo caracteriza assim uma certa maneira de “fazer” ou “praticar” a ciência, de pensar sobre a relação com a teoria, experimentação, disciplinas, matemática, lógica etc. Por que não comparar o que permitiu a Edgar Morin desenvolver sua reflexão sobre o “pensamento complexo” a uma forma de “estilo”? Subjacente à abordagem de Edgar Morin há uma visão do conhecimento que consiste em explorar várias disciplinas com o intuito de “religar” saberes, emprestando e ampliando o sentido do termo *reliance* (religação) do sociólogo Marcel Bolle de Bal.¹⁴⁵

De fato, Edgar Morin se refere frequentemente a sua obra sobre a morte, publicada originalmente nos anos 1950,¹⁴⁶ para apresentar os princípios que sustentam seu trabalho. Esse livro é bem representativo do “estilo” que caracteriza a abordagem. Nessa obra, operando um vasto arco de investigação em biologia, paleoantropologia, antropologia, psicologia, sociologia e filosofia, ele identifica as várias concepções de morte para tentar explicá-las. Nesse contexto, ele contribuiu com a conscientização sobre a possibilidade de uma nova disciplina, inexistente na época, a “tanatologia”, que tenta definir um objeto que se beneficia de não se reduzir a um único ângulo disciplinar.

Esse objeto de pesquisa “híbrido” atravessa muitas disciplinas. Não que a antropologia não possa estudar a morte, assim como a biologia pode estudar os mecanismos de morte celular, ou ainda a filosofia pode explorar esse tema com suas próprias ferramentas, como o existencialismo. Mas essa investigação

sobre o tema da morte nos permite caracterizar um “estilo” que consiste em procurar articular, para um determinado assunto, diferentes contribuições disciplinares a fim de acessar uma visão rica e complexa do assunto, com a possibilidade de emergência de um campo que possua uma certa independência, mesmo que esta deva permanecer aberta. Temos também um exemplo empírico desse estilo em seu trabalho no município bretão de Plozévet.¹⁴⁷

Como vimos em sua obra sobre complexidade, os princípios-chave de causalidade circular e recursiva, auto-organização e emergência só são verdadeiramente fecundos quando conhecimentos muito vastos em biologia, cosmologia, física, pré-história e história, ecologia, etologia, sociologia, psicologia, linguística e filosofia, assim como obras literárias, são mobilizados e articulados graças a esses princípios. Embora se pudesse, como Michel Serres, questionar a centralidade da noção de auto-organização e complexidade na “grande narrativa”,¹⁴⁸ o que permanece decisivo é a imensa riqueza disciplinar no pano de fundo, sendo proposta para repensar certos problemas (aqui os dualismos natureza/cultura, sujeito/objeto, fato/valor). Na situação contemporânea das ciências, essa explicitação da estratégia de “religação” me parece ser representativa de um certo “estilo”, tanto quanto de uma adaptação à fragmentação das disciplinas. A resposta de Edgar Morin a Boris Cyrulnik, etólogo e psicólogo, em uma obra na forma de um diálogo entre os dois pesquisadores, descreve perfeitamente o posicionamento desse “estilo”.

Boris Cyrulnik inicia o diálogo.

Penso que, em termos de ideias, temos escolha. Ou decidimos ser um especialista, situação bem confortável intelectualmente, pois apenas precisamos acumular cada vez mais informações sobre um ponto cada vez mais preciso, e acabamos então, como diz o dogma, sabendo tudo sobre nada. Ou decidimos ser generalistas, ou seja, colocar nosso nariz, um pouco de cada vez, na física, química, biologia, medicina forense, psicologia; acabamos então sendo especialistas em nada, mas temos a melhor opinião sobre a pessoa que está diante de nós, que é chamada de homem. São duas atitudes, duas políticas de conhecimento totalmente diferentes... [...]

Edgar Morin lhe responde:

Certo, mas rejeito essa ideia de que devemos sempre, necessariamente, nos situar na alternativa, ser um especialista e ter o oportuno conhecimento, reconhecido por colegas, universidades e instituições, ou ser um

generalista e ter conhecimentos absolutamente precários. Trata-se precisamente de evitar essa alternativa, como no caso da ciência ecológica, por exemplo [...] em geral, assim que você tem um objeto onde todos os elementos estão relacionados, você chama os vários especialistas concernidos com esse objeto, ao mesmo tempo que cultiva a si mesmo, incorporando os conhecimentos-chave de suas disciplinas.¹⁴⁹

O valor do pensamento complexo para a segurança industrial

Natureza/cultura

Temos agora informações suficientes para apreciar a relevância das propostas de um “pensamento complexo” na questão dos acidentes maiores e da segurança industrial, e o interesse do desvio para explicar como difere de outros usos da noção de complexidade descritos na introdução do capítulo. Antes de tudo, sabe-se há alguns anos muitos acidentes são eventos resultantes de interações multidimensionais. Isso requer abordagens mais sofisticadas do que as tradicionais de causas-consequências em análise de risco (que foram apresentadas brevemente). É exatamente isso que Edgar Morin procura conceituar melhor com a causalidade complexa, recursiva e circular. O contraste proposto na Figura 3.5 mostra isso, entre, à esquerda, uma árvore de análise técnica (baseada em um esquema linear de causas e consequências, associadas, em cálculos probabilísticos para alguns, ao raciocínio booleano) e, à direita, as causalidades complexas utilizadas para atestar os acidentes estudados de um ângulo sociotecnológico, que tentei mostrar na visualização gráfica do primeiro capítulo (Figura 3.5).

Essas causalidades complexas se determinam habitualmente melhor após acidentes, como foi mostrado no primeiro capítulo, no trabalho de comissões de inquérito ou ainda de sociólogos, em particular, que trabalham com base nesses relatórios, como Andrew Hopkins ou Diane Vaughan. De todos os trabalhos realizados no campo dos acidentes, provavelmente seja o dela que contribuiu com marcos essenciais e programáticos em nível empírico e teórico. Mas esse trabalho, que exigiu dez anos de pesquisa por parte da socióloga americana, é retrospectivo. Uma visão dessas causalidades complexas entre aspectos tecnológicos, cognitivos, organizacionais, sociológicos e políticos a montante dos acidentes, a fim de caracterizar as dinâmicas conducentes à deriva, bem como as práticas que as contrapõem, é uma perspectiva que ainda está

em grande parte a ser implementada, exigindo desenvolvimentos simultâneos entre a teoria e os dados empíricos.

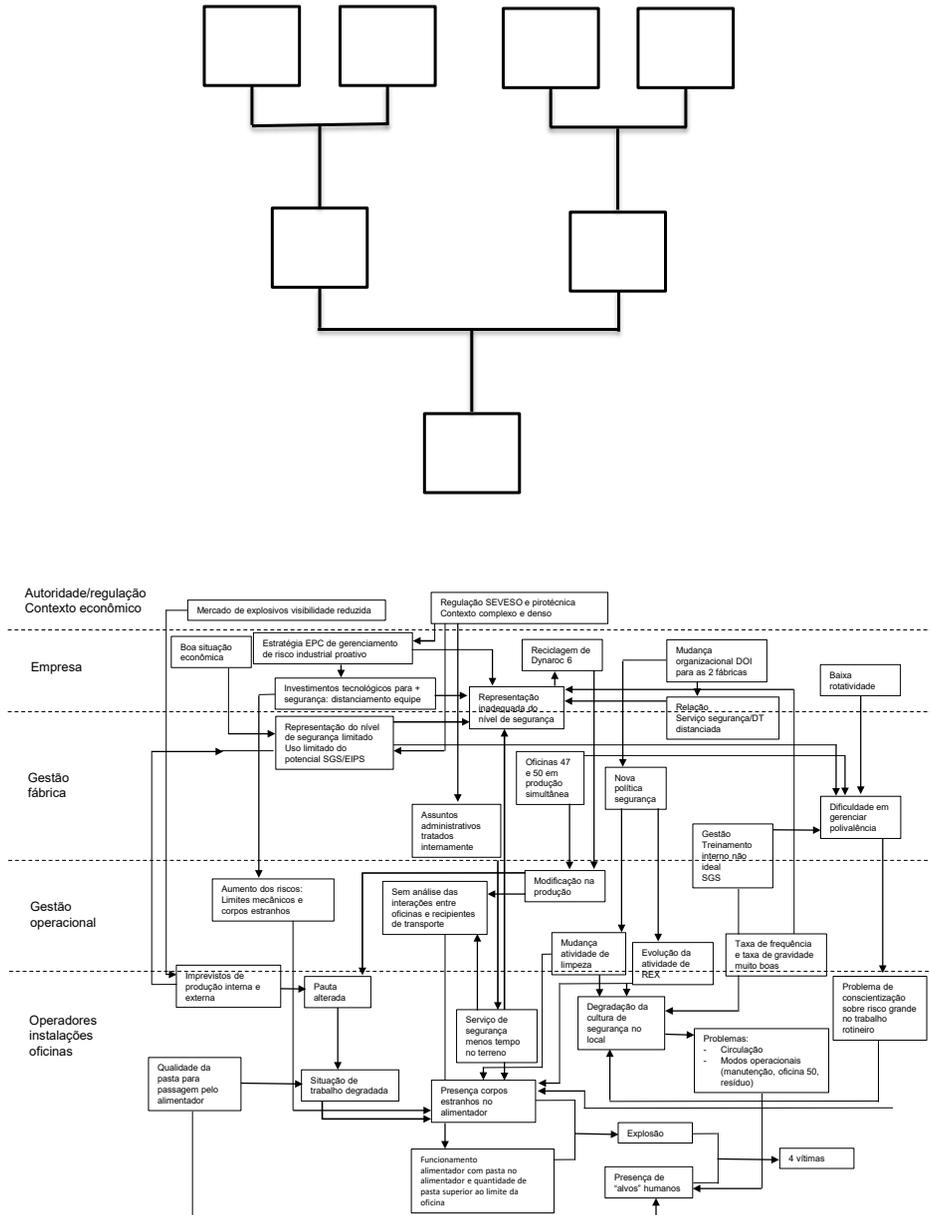


Figura 3.5 Contraste nos modos de exibição de segurança

Entretanto, para se aventurar em tal programa, sempre foi essencial tentar articular vários pontos de vista, como alguns autores já argumentaram explicitamente em várias ocasiões, de forma relativamente independente. Barry Turner, que trabalhou com psicólogos e engenheiros em questões de acidentes, ele próprio um engenheiro inicialmente voltado para a sociologia organizacional, escreveu que

o estudo da natureza e origem dos desastres é o tipo de investigação que é naturalmente multidisciplinar, e a cooperação entre psicólogos e sociólogos, epidemiologistas, engenheiros e especialistas em administração é necessária para compreender as complicadas ligações entre os diferentes tipos e níveis de evento que contribuem para a gênese dos acidentes.¹⁵⁰

Jens Rasmussen, um autor particularmente versátil, originalmente engenheiro e pioneiro em engenharia cognitiva e pesquisa de segurança industrial, também descreveu essa necessidade perfeitamente.¹⁵¹

A mesma posição tem sido formulada por alguns autores no campo da confiabilidade organizacional nos últimos anos. Mathilde Bourrier e Hervé Laroche apontam as dificuldades de superar o ponto de vista reducionista, dado que

as metodologias que podem ser aplicadas nesses quatro níveis pertencem a diferentes campos e disciplinas (psicologia, ergonomia, psicossociologia, sociologia, economia, ciência política, administração e direito) com formações independentes entre elas. O cientista social raramente tem todas essas habilidades. Esse é um problema considerável porque é claro que hoje, para progredir no conhecimento dos fatores de risco organizacional, é importante ter ferramentas teóricas e métodos de análise capazes de abarcar e vincular os diferentes níveis.¹⁵²

Também encontramos em Ulrich Beck, ciente do problema, a frase seguinte que assinala a problemática: “os riscos escapam da distinção entre teoria e prática, escapam dos limites dos campos e disciplinas, das competências especializadas e das atribuições institucionais”.¹⁵³

Poderíamos talvez concluir, assim, que o pensamento complexo e o “estilo” que o caracteriza são complementares, e que nesse ponto da interdisciplinaridade eles só representam um apoio paralelo àqueles autores que já descreveram bem os desafios da pesquisa para a segurança industrial, já nos anos 1970 e posteriormente. Essa conclusão faria perder o ponto de vista da antropossociologia

e da filosofia produzidas por Edgar Morin, e da figura do homem e da sociedade que ele ajuda a traçar. A apreensão do sujeito complexo, do *homo complexus*, resulta de uma compreensão renovada das inter-relações entre indivíduos, espécie e sociedade, e requer um diálogo entre as ciências naturais e as ciências humanas e sociais.¹⁵⁴

A compreensão da hipercomplexidade característica das sociedades modernas também levanta um ponto-chave sobre questões de segurança industrial.

A patologia da hipercomplexidade se torna hipercomplexa quando o desvio pode ser sinônimo de criatividade e as mudanças são um elemento constitutivo do sistema, cuja norma passa a ser a evolução, transformando o desvio em normalidade e a normalidade em desvio [...] a hipercomplexidade nos mostra que imprecisão, incerteza, estratégia, inovação estão ligadas.¹⁵⁵

De fato, como a realidade sociotecnológica é caracterizada pelo móvel e pelo movimento, a mudança faz parte completamente da problemática nas questões de segurança industrial. Distinguir o desvio da “normalidade” é um desafio particularmente central nesse campo, e se encaixa especialmente bem nesse questionamento sobre complexidade e hipercomplexidade (ou baixa e alta complexidade).

Essa brecha aberta em relação às abordagens dominantes, que até então insistiam na dimensão simbólica e cultural do homem (e da sociedade) em oposição à natureza, abriu um novo horizonte para as ciências humanas e sociais. Essa abertura é ampliada, como foi comentado, por uma visão “ecologizada” das ciências sociais, em uma leitura renovada dos vínculos entre o homem, a natureza, a tecnociência e a sociedade, não estando a sociedade fora da natureza. Isso nos leva ao âmago daqueles autores que questionam os dualismos natureza/cultura, sujeito/objeto, teoria/prática, corpo/espírito, fato/valor etc., com as mais diversas sensibilidades (pensamos, por exemplo, em Gregory Bateson, Michel Serres, Bruno Latour, Tim Ingold, Peter Sloterdijk, Donna Haraway etc.). No entanto, nenhum dos trabalhos no campo da segurança industrial ou acidentes se posicionou ainda explicitamente nesse novo espaço, sendo isso o que é proposto aqui.

Sujeito/objeto

Este último ponto se estende às questões de objetividade, valor, neutralidade e ética de qualquer desenvolvimento científico. Toda a produção intelectual, tanto nas ciências “duras” quanto nas ciências “moles”, está, por um lado, situada historicamente, não é definitiva, mas, por outro lado, também tem repercussões no mundo. Tornou-se problemático distinguir entre as dimensões cognitiva e moral da produção científica (e tecnológica), o que resultou no aspecto verdadeiramente transdisciplinar da relação “ciência-sociedade”, como sugere Jean-Pierre Kahane:

Podemos detectar as sementes da transdisciplinaridade, no sentido de uma preocupação compartilhada por cientistas de todas as disciplinas análogas ao que poderiam ser as “estruturas” *há quarenta anos? Minha hipótese é que eu vejo a preocupação com “ciência e sociedade” surgindo em todas as disciplinas, em todo o mundo acadêmico.*¹⁵⁶

Este último ponto tem obviamente um *status* especial nas ciências sociais, como foi formulado por muitos autores: o sociólogo Anthony Giddens,¹⁵⁷ mas também na sociologia pragmática e na sociologia da crítica na França, que, com Luc Boltanski em particular, descartou a abordagem objetivista da sociologia, herdada da obra de Pierre Bourdieu,¹⁵⁸ ou ainda o filósofo Ian Hacking.¹⁵⁹ Esses pesquisadores consideram intrínseco o efeito de retroalimentação de qualquer conhecimento do “social” sobre o próprio social.¹⁶⁰ Para Anthony Giddens, trata-se de uma “dupla hermenêutica”, no sentido de que o pesquisador produz conhecimento que será ele próprio interpretado e transformará o ambiente do qual foi extraído. As ciências sociais, desse ponto de vista, contribuiram muito para moldar o mundo de hoje, tanto quanto os desenvolvimentos tecnológicos e científicos. Vemos uma retroalimentação desse tipo, por exemplo, nas tentativas dos movimentos ambientalistas de influenciar a produção industrial.

Mas esse tema da relação entre a pesquisa em ciências sociais e o funcionamento dos sistemas de risco é obviamente central para as questões de segurança industrial e acidentes. Como vai ser o caminho para o “exterior” do conhecimento produzido nesses campos (modelos de segurança, conclusões de comissões de inquérito etc.)? Essa é uma questão muito importante porque, se quisermos avançar na segurança industrial, devemos nos perguntar se os modelos produzidos são adequados para aqueles que poderiam se beneficiar deles, o que implica pensar sobre os tipos de pesquisa, entre fins descritivos,

avaliativos (normativos e prescritivos) e de ação. Podemos ver, retrospectivamente, que essas questões tangem a algumas das tradições de pesquisa apresentadas no Capítulo 2. Mathilde Bourrier corrobora essa situação: “A literatura das HRO continuou a aumentar, passando de um tópico de pesquisa para um poderoso rótulo de marketing [...] isso nunca foi intenção dos pesquisadores de Berkeley”.¹⁶¹

Questionar a objetividade reintroduzindo a subjetividade do pesquisador é também uma oportunidade de levantar aquelas dimensões não empíricas, de caráter filosófico ou metateórico, que têm a interpretação dos acidentes ou da segurança industrial, e daí a contribuição do “pensamento complexo” que introduz o observador. É o caso, por exemplo, da questão do acidente normal, mencionada na introdução desse capítulo por sua proximidade com o tema da complexidade. Parece difícil julgar isso hoje. Os acidentes industriais continuam a ocorrer e parece bem difícil concluir se eles podem ser evitados ou não.¹⁶² Hoje, duas opções um tanto caricaturais se contrabalançam e servem como ponto de referência. Por um lado, os acidentes industriais são previsíveis e, portanto, evitáveis, no caso das empresas que “não gerenciam bem” seus riscos, se desviando das “boas práticas”. Por outro lado, os acidentes industriais são imprevisíveis e, portanto, inevitáveis, resultando da complexidade dos sistemas e podendo ocorrer mesmo onde as empresas são “bem administradas”.

Assim, muitos autores se posicionam mais ou menos explícita e claramente em relação a uma ou outra opção, com maior sensibilidade a uma delas. Alguns desses autores foram indicados na introdução do capítulo (o papel da complexidade tem sido uma categoria conceitual central nesse debate). Andrew Hopkins, por exemplo, tem sido um dos defensores da opinião de que as empresas que sofrem acidentes maiores criaram as condições para eles, em particular administrativas (“uma boa gestão teria sistemas para combater desvios e para identificar e ampliar os primeiros sinais de alerta, a incapacidade em estabelecer tais sistemas é uma falha de gestão”),¹⁶³ embora seus comentários mais recentes pareçam temperar essa posição inicial estabelecida há uma década.¹⁶⁴ O desafio é obviamente ser capaz de definir o que é “boa gestão”. É o baixo número de incidentes? Mas então como podemos definir estes últimos e o limiar antes de resolver? De fato, muitas empresas têm incidentes, mas isso não significa que sofrerão um acidente maior. É talvez mais o respeito às regras e procedimentos? Mas, como sabemos agora, um procedimento nem sempre garante segurança, requer adaptação, nunca é mais do que parcial etc. Dada a falta de respostas claras a todas essas perguntas, a posição oposta também é sustentável e já foi explicada.

Assim, James Reason sempre manteve a ideia de que um acidente maior poderia ocorrer a qualquer momento, em qualquer organização.

Enquanto os perigos naturais, a falibilidade humana, as condições latentes e as possibilidades de combinação desses fatores de acidentes continuam a existir, mesmo a organização mais resistente [...] ainda pode ter acidentes. Da mesma forma, organizações inseguras, mas afortunadas, [...] podem se livrar de acidentes por um longo período de tempo.¹⁶⁵

O interesse dessas duas citações é que elas nos ajudam a esclarecer e demarcar um espaço de posições sobre a questão dos acidentes. Essas diferentes opções podem ser representadas da seguinte forma (Figura 3.6).

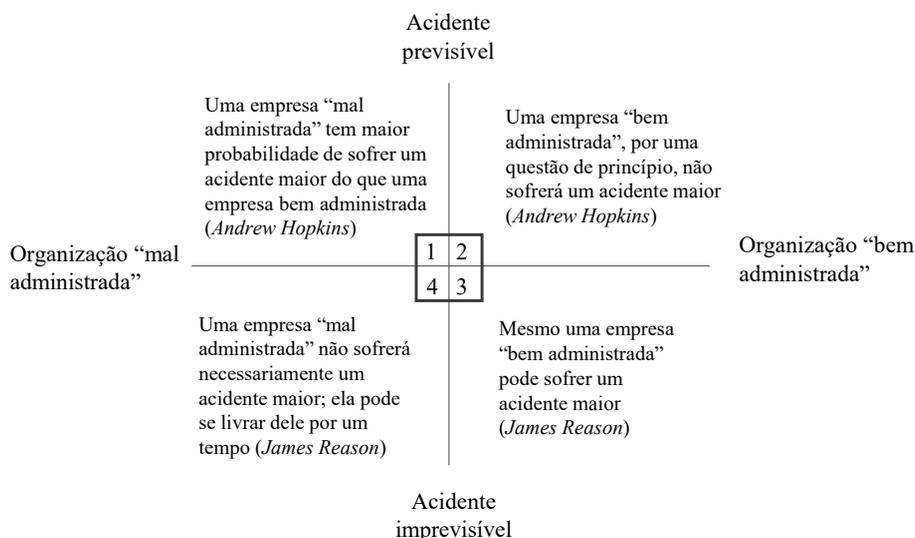


Figura 3.6 Várias posturas possíveis em relação à tese de acidente normal

As posições 1 e 2 são provavelmente as mais intuitivas. Em empresas “bem administradas” não ocorrem acidentes graves, e as empresas “mal administradas” têm uma probabilidade maior de sofrer um acidente maior. As posições 3 e 4 são mais perturbadoras ou contraintuitivas, pois consideram que mesmo as empresas “bem administradas” podem sofrer um acidente grave, enquanto as empresas que não são “bem administradas” podem não sofrer. Por que existem tais discrepâncias entre esses autores?

Por um lado, suas experiências de segurança industrial vêm de campos tão diversos como aviação, nuclear, petroquímica, exploração de petróleo ou mineração, na investigação de eventos *a posteriori*, ou no estudo desses sistemas no dia a dia. Por exemplo, no momento em que escreveu a frase citada, Andrew Hopkins estava propondo uma leitura sociológica de uma investigação de acidente na indústria petroquímica, em um posto de gasolina na Austrália. Não está claro que em todos esses sistemas as correlações entre anomalias, incidentes e desastres sejam semelhantes, nem que as dinâmicas acidentais subjacentes sejam apreendidas da mesma forma entre a petroquímica e a aeronáutica. Assim, essas diferenças nas experiências dos autores provavelmente resultam em uma variação de sensibilidades sobre o assunto.

Por outro lado, é também porque suas bases interpretativas têm ancoragens disciplinares diversas (psicologia, ergonomia, sociologia, administração etc.), bem como várias posições filosóficas sobre um conjunto de temas (ou *thêmata*), que eles julgam essa problemática de forma muito diferente. De fato, não é apenas no nível dos dados empíricos que essa questão se desenrola, como também no plano de várias ideias de uns e de outros, por exemplo, sobre nossa relação com a tecnologia, com o espaço do evento na teia da realidade, com a natureza humana, com o funcionamento das organizações e da sociedade.

É todo esse contexto que leva a uma orientação ou a uma certa sensibilidade interpretativa mais ou menos favorável à tese da inevitabilidade dos acidentes. Vamos retomar essas categorias e formulá-las como perguntas que nos permitam esclarecer melhor o que isso pode significar em termos concretos:

- Relação com a tecnologia: o desenvolvimento tecnológico é sinônimo de progresso social e econômico, é intrínseco e necessário ao desenvolvimento das sociedades contemporâneas? A tecnologia atingiu algum grau de complexidade, especialmente com o emaranhamento exponencial dos desenvolvimentos informáticos no projeto e na operação dos sistemas, que já não nos permite garantir seu controle ou compreensão totais?
- Relação com o evento na teia da realidade: é possível prever tudo, o universo e todos os fenômenos são determinísticos, e somos capazes de extrair as leis subjacentes? O evento é, portanto, nessa perspectiva, uma anomalia que num futuro possa ser assimilada pelas leis da natureza para antecipá-la?
- Relação com a natureza humana: o homem “por natureza” é competitivo ou cooperativo? O homem pode acessar os dados objetivamente? O

homem pode ser pensado independentemente de circunstâncias limitantes na trajetória pessoal e no ambiente social? O homem é livre ou determinado? O homem pode influenciar o curso da história?

- Relação com o funcionamento das organizações: as organizações podem funcionar racionalmente de acordo com normas, estabelecendo regras que especifiquem o comportamento esperado dos atores, cujo desvio dessas regras constitua sistematicamente um risco e uma anomalia? Em termos de segurança, existe umnexo causal comprovado entre o número de incidentes e a probabilidade de sofrer um acidente mais grave?
- Relação com a sociedade: a inovação talvez, por sua própria natureza, supõe assumir um risco, mas ela é legítima no movimento de transformação das sociedades, do capitalismo e do mercado, e deve ser valorizada para garantir o progresso? A sociedade e a economia podem e devem ser reguladas pela presença mais ou menos forte de Estados?

Dependendo das respostas, é possível imaginar certas sensibilidades em relação à tese do acidente normal. Todas essas perguntas são, portanto, essenciais para situar o observador em sua observação, sobre uma questão como a da inevitabilidade de acidentes. De fato, é muito difícil que se possa abordar uma questão tão delicada com suficiente perspectiva, sem avaliar esses pontos, que surgem quando há certo grau de profundidade no interesse por um assunto como este.

Em resumo

Ao encerrar este capítulo sobre complexidade, parece que o termo é usado de várias maneiras, desde perspectivas tecnológicas, ergonômicas, sociológicas, gerenciais ou políticas. Mesmo que esses usos tenham pontos em comum, dadas algumas fontes de inspiração compartilhadas, notadamente na cibernética, teoria geral de sistemas ou auto-organização, todas essas disciplinas ou tradições de pesquisa fizeram da complexidade uma categoria de referência de forma decorrente do seu objeto (ou projeto) no campo da segurança industrial (e acidentes maiores):

- do ponto de vista das instalações técnicas;¹⁶⁶
- do ponto de vista da cognição (e situações de trabalho de pilotos e operadores);¹⁶⁷

- da perspectiva da organização, das decisões estratégicas e gerenciais;¹⁶⁸
- da perspectiva dos “macrossistemas técnicos”, regulação ou sociedade de risco.¹⁶⁹

Foi proposto aqui refletir sobre a complexidade a partir de uma perspectiva filosófica e epistemológica que equivale a se libertar desses usos anteriores. A contribuição deste capítulo consistiu, portanto, em revelar a especificidade das implicações de uma abordagem da complexidade sob um ângulo epistemológico e filosófico, superando os dualismos natureza/cultura, sujeito/objeto e fato/valor, forjando um “estilo”, apresentando uma estratégia de “relição”, reintroduzindo a incerteza e o evento, resultantes do questionamento de um determinismo generalizado que pôde representar durante um tempo a camisa de força normativa da cientificidade, assim como uma nova perspectiva para as ciências humanas e sociais em suas interações com as ciências naturais, por meio de uma crítica ao reducionismo (fiscalismo, biologismo ou sociologismo), e, enfim, reintegrando o observador em sua observação. É com base nessas novas noções que o próximo capítulo considera a problemática da articulação de pontos de vista em torno do objeto “segurança industrial” e do projeto de sua avaliação.

Notas

1. B. Castellani (2009).
2. R. Benkirane (2003).
3. R. Benkirane (2013). Prefácio para a segunda edição de seu livro de 2003.
4. J. Urry (2005).
5. B. Vergely (2005, p. 197).
6. J. Rijpma (2003).
7. E. Morin (1977), para uma introdução, E. Morin (1990c).
8. N. Luhmann (1995). Para uma introdução em francês, ver E. Ferrarese (2007).
9. O caso Sokal deriva de uma mistificação do físico Alan Sokal, que publicou um texto em 1996 na revista americana *Social Text* reutilizando conceitos das ciências físicas fora do seu contexto. O artigo foi publicado na revista e algum tempo depois o autor anunciou que era uma farsa, pois o texto e sua argumentação, que não se sustentavam voluntariamente, eram só para ver se a revista o publicaria. Ele queria denunciar a legitimidade de autores, associados à categoria do “pós-modernismo” nos Estados Unidos, que questionavam a racionalidade e as teorias científicas sem entender praticamente nada sobre elas. Eles usam fora de contexto conceitos que não dominam das ciências físicas (relatividade, física quântica).
10. F. Cusset (2003).

11. J. Girin (2000).
12. J. Leplat (1996).
13. G.-Y. Kervern, P. Rubise & H. Laborit (1991).
14. E. Morin (1976).
15. Ver, por exemplo, P. Lagadec (1991), dez anos mais tarde, P. Lagadec (2003) e, ainda mais recentemente, Benjamin Topper (Topper & Lagadec, 2013).
16. Actes CNRS (1994).
17. J.-L. Le Moigne (2007).
18. F. Guarnieri (2003).
19. No entanto, existe um elo operacional, do lado industrial, com o exemplo da RATP. G. Planchette et al. (2002). Ver o posfácio de G.-Y. Kervern, ressitando esse trabalho na esteira Cindínica.
20. W. Weaver (1948).
21. H. Simon (1962).
22. Esse ponto é destacado em um número especial do *Journal of Contingencies and Crisis Management* dedicado a Todd R. La Porte, em 2011 (C. Ansell & R.A. Boin, 2011).
23. T.R. La Porte & P.M. Consolini (1991, p. 41). “L’ampleur de ces organisations au sein de systèmes techniques sous forte contrainte suggère le langage descriptif et analytique de la complexité”.
24. T.R. La Porte (1975).
25. C. Perrow (1984).
26. D. Vaughan (2005).
27. M. Bourrier (1999a).
28. T. Pinch (1991).
29. R. Jervis (1997).
30. G.I. Rochlin et al. (1987); M. Bourrier (1997).
31. A. Hopkins (2000, 2005, 2008, 2012).
32. A. Hopkins (2000, p. 98).
33. A. Hopkins (2001).
34. A. Hopkins (Ed.) (2009).
35. P. Mayer (2003, p. 238).
36. “Perdemos muita informação quando substituímos o poder pela cultura”, C. Perrow (1999, p. 313).
37. M.W. Evan & M. Manion (2002).
38. T. Hughes (1989).
39. A. Gras (1993).
40. T. Hughes (1998, 2005).
41. A. Giddens (1993, p. 159).
42. M. Farjoun & W.H. Starbuck (2005, p. 358).
43. K.E. Weick (1995).
44. J. Rasmussen & M. Lind (1981).
45. D. Woods (1988).
46. René Amalberti dedica um capítulo a isso em seu livro, R. Amalberti (2001).

47. G. Klein (2004, p. 305).
48. E. Morin (1977).
49. E. Morin (1951, 1962, 1967, 1969a, 1969b).
50. Veja, por exemplo, a coleção de textos desse período em E. Morin (2010).
51. É na obra *Sociologie* (E. Morin, 1994a, primeira edição em 1984) que podemos ver claramente como, em particular, os campos empíricos e a reflexão socioantropológica ressoam com sua pesquisa sobre a complexidade.
52. Por exemplo, em *Mes démons* (Morin, 1994b), ou *Mes philosophes* (Morin, 2011).
53. Por exemplo, o número especial do jornal *Le Monde* em 2010, a revista *Hermès*, 2011, ou a revista *Sciences Humaines*, 2013, assim como biografias e entrevistas, por exemplo, E. Lemieux (2009) e E. Morin (2008).
54. Jean-Pierre Dupuy, referindo-se aos dois primeiros volumes dedicados a esse tema, declara “uma admiração estupefata por essa capacidade pantagruélica de abarcar os mais vastos e diversos saberes e identificar neles as ressonâncias e dissonâncias que anunciam os ‘novos paradigmas’ e as ‘novas alianças’” em J.-P. Dupuy (1981, p. 212).
55. De acordo com a famosa frase do filósofo M. Heidegger (1956).
56. W. Heisenberg (1972).
57. J.-P. Luminet (2004).
58. Ver, sobre esse tema, as esclarecedoras trocas com o astrofísico Michel Cassé. M. Cassé & E. Morin (2003).
59. J.-P. Dupuy (1999); A. Pickering (2010).
60. E. Chaisson (1980).
61. E. Jantsch (1977).
62. P. Malziak (2002).
63. D. Guillo (2000).
64. H. Bergson (1913).
65. A.N. Whitehead (1994/1925).
66. Pode-se também notar, nessa primeira metade do século XX, a proximidade intelectual com as obras dos pragmatistas americanos, em particular John Dewey (Dewey, 1958) e George Herbert Mead (Mead, 1934), mas também com a chamada escola “emergentista” britânica (Lloyd Morgan, Samuel Alexander), mesmo que Edgar Morin nunca mencione nenhum desses autores como influências, ao contrário dos filósofos Henri Bergson e Alfred North Whitehead. Todos esses pensadores se encaixam na chamada filosofia do processo (Rescher, 1996), ligada às filosofias de Heráclito, Leibniz e Hegel.
67. A longa duração é a da evolução cósmica e dos dados científicos que iluminam as etapas que marcam a passagem da matéria à vida, até o homem. Para uma visão cosmológica em termos de Grande História, ver os escritos do astrofísico Eric Chaisson (Chaisson, 2000). Para uma descrição da aparição da vida em termos do microcosmo ou universo bacteriano, ver o trabalho dos microbiologistas Lynn Margulis e Dorion Sagan (Margulis & Sagan, 2002). E, para uma reflexão sobre as principais etapas do vivente por biólogos evolucionistas, ver John Maynard Smith e Eörs Szathmáry (Maynard Smith & Szathmáry, 1999). Michel Serres, em uma crítica ao discurso pós-moderno sobre o fim das “grandes narrativas” (Lyotard, 1979), descreve essa longa duração do relato científico como uma nova Grande Narrativa (Serres, 2003a). É sobre esse novo horizonte das ciências humanas e sociais e suas implicações que reflete Edgar Morin, bem como Michel Serres.
68. E. Schrodinger (1944).

69. Ver a coleção de textos construtivistas (incluindo Heinz von Foerster, Francisco Varela, Ernst von Glasersfeld) nesse movimento, de P. Watzlawick (Ed.) (1988).
70. P. Jacob (1980).
71. I. Lakatos & A. Musgrave (1970).
72. Expressão que retiro da obra do filósofo italiano Mauro Ceruti, filiado às ideias de Morin. M. Ceruti (1994).
73. T. Kuhn (1962).
74. E. Morin (1986, p. 9).
75. R. Rorty (1979).
76. H. Putnam (1984).
77. Para uma apresentação desse renascimento do pragmatismo e os debates associados, ver o estudo de J.-P. Cometti (2010).
78. S. Toulmin (1972, 1989, 2003).
79. A famosa palestra de Weber é a ilustração perfeita disso. M. Weber (1919).
80. E. Morin (1990b).
81. E. Morin (2004).
82. Ver, por exemplo, L. Boltanski (2009).
83. H. Joas (1999).
84. M. Ruse (2007).
85. M. Serres (2004).
86. D. Dennett (1995, tradução minha).
87. E. Morin & M. Piatelli-Palmarini (1974).
88. J. Gleick (1987).
89. M. Waldrop (1992).
90. R. Lewin (1992).
91. N. Thrift (1999).
92. M. Gell-Mann (1995).
93. M. Mitchell (2009).
94. J.-L. Le Moigne (2003).
95. B. Castellani & F. Hafferty (2009).
96. A. Pickering (2010).
97. J. Bogg & M. Geyer (2007).
98. R. Lewontin (2000).
99. R.B. Laughlin (2005, p. 131).
100. E. Morin (2005).
101. F. Heylinghen et al. (2007).
102. E. Bertin et al. (2011). Um estudo sobre o uso desses modelos computacionais no campo das ciências sociais, em particular da sociologia, é fornecido pelo sociólogo A. Malaina (2012).
103. A. Fagot Largeault (2002).
104. M. Bedau & P. Humphreys (2008).
105. P. Clayton (2006).
106. E. Morin (1977).

107. E. Morin (2010).
108. B. Saint-Sernain (2007).
109. Por exemplo, M. Serres (1977).
110. M. Serres (1981, 1987, 1990, 2001, 2003a, 2004, 2006).
111. Catherine & Raphaël Larrère falam de “sociocentrismo”, perguntando: “Será que todo naturalismo é necessariamente anti-humano?” (Larrère & Larrère, 1997, p. 14).
112. C. Hempel (1972).
113. P. Oppenheim & H. Putnam (1958), traduzido em P. Jacob (1980).
114. E.O. Wilson (1998). A resposta a esse reducionismo estrito foi rápida nos Estados Unidos, sendo o paleontólogo, biólogo e historiador da ciência Stephen Jay Gould quem respondeu com um livro dedicado a essas questões, S. Jay Gould (2003), no qual notadamente usa as ideias de complexidade para invalidar as teses de Edward Wilson.
115. Ver, por exemplo, as críticas na obra coletiva de S. Rose & H. Rose (2000), com contribuições de Stephen Jay Gould e Tim Ingold, mas também a obra do filósofo J. Dupré (2001), e, para um estudo em francês desse tipo de correntes em sua relação com as ciências sociais, ver o livro de D. Guillo (2000).
116. M. Bunge (2003, Capítulo 10).
117. E. Morin (1973, p. 214). Para uma visão geral dos caminhos e avanços mais recentes nessa mesma perspectiva, com uma apresentação muito clara das questões interdisciplinares associadas, ver o artigo de M. Donald (2004).
118. A. Prochiantz (2012).
119. Deacon (2003a, 2003b).
120. E. Morin (2001). A ancoragem bioantropológica dessa conceituação a situa além do debate entre *homo economicus* (utilitário, racional) e *homo sociologicus* e oferece uma paleta mais rica de acesso à condição humana.
121. Para uma apresentação desse repertório (entre estruturalismo, acionalismo, individualismo...) nos anos 1970 e 1980 na França, ver a introdução do sociólogo P. Ansart (1990). As propostas para uma sociologia alternativa são apresentadas em vários textos na obra *Sociologie* de Edgar Morin (Morin, 1994).
122. E. Morin (1981, p. 69).
123. S. Mitchell (2009).
124. Aqui talvez precisemos distinguir entre redução no sentido da ambição científica ou antes filosófica (metafísica), de reduzir tudo a um elemento ou a uma lei que permitiria deduzir todos os fenômenos, e redução no sentido mais geral, de simplificação derivada de qualquer tentativa de apreender a realidade por meio da teorização (por disciplinas científicas), que exige abertura disciplinar para outros campos. Isso produz uma visão particularmente dinâmica do campo científico.
125. Para uma crítica da leitura reducionista da biologia molecular e para uma defesa do pluralismo epistemológico nas ciências da vida com aberturas para as ciências humanas e sociais, uma defesa que não deixa de ter afinidades com o “pensamento complexo”, ver as contribuições do biólogo e filósofo da ciência M. Morange (2012). Para abordagens de biologia molecular e evolução sobre o desenvolvimento, recentes e não reducionistas, ressoando muito com as ideias de Edgar Morin, ver, por exemplo, os trabalhos de R. Lewontin (2000), E. Jablonka & Mr. Lamb (2005); D. Noble (2006); E. Fox Keller (2010); ou S. Rose (2013). Para uma abordagem dos desafios das ciências sociais contemporâneas nas suas relações com as ciências da vida, num espírito não reducionista, ver a introdução do sociólogo N. Rose (2013).

126. E. Morin (1972a, 1972b).
127. Serres (1977).
128. I. Prigogine & I. Stengers (1978).
129. Os debates foram ferozes em torno desse questionamento do determinismo no início dos anos 1980 (Amsterdamski, 1990).
130. M. Serres (1977, p. 228).
131. E. Morin (1973).
132. F. Dosse (2010, p. 245).
133. M. Bessin, C. Bidart & M. Grossetti (2010). Michel Grossetti propôs um arcabouço para desenvolver uma “sociologia que inclua o imprevisível”, em M. Grossetti (2004). Ele observa que sua contribuição difere do trabalho sobre crises, riscos e eventos, e sugere várias grades de leitura baseadas na intersecção de visões micro e macrosociológicas, bem como na introdução da noção de irreversibilidade para caracterizar a de “bifurcação”. Ele então insiste na necessidade de especificar a escala, pois uma bifurcação para um indivíduo (nível micro, como uma mudança de profissão) não é uma bifurcação em um nível superior de agregação, como um país (nível macro).
134. T. Ferris (1992).
135. S. Jay Gould (1991).
136. É difícil evitar a tentação de traçar paralelos entre a posição de Edgar Morin e a de Stephen Jay Gould em alguns pontos. O paleontólogo, evolucionista e historiador da ciência tem sido um crítico da abordagem adaptacionista, gradualista e reducionista da evolução. Em primeiro lugar, Stephen Jay Gould “advogou um tipo mais sutil de determinismo nas ciências da evolução, levando em conta uma causalidade mais complexa do que a normalmente considerada no âmbito da biologia no sentido estrito. Por exemplo, fenômenos de extinção em massa podem resultar da combinação aleatória em um dado momento de múltiplos fatores, tanto terrestres como extraterrestres. [...] tais fatores, como muitos outros (vulcanismo, queda de asteroides), devem ter interagido para causar extinções em massa. Esse tipo de causalidade complexa é característico de todos os processos históricos” (Ricqlès, 2005, p. 20). E em segundo lugar, também contribuiu para uma visão hierárquica, multi-dimensional e não reducionista da evolução. “Em cada nível de integração e complexidade biológica, da molécula ao ecossistema, emergem propriedades originais, que certamente dependem dos níveis subordinados de integração, mas que são, no entanto, em grande parte autônomas” (Ricqlès, 2005, p. 18). Ele também é, como Edgar Morin, defensor de uma visão colaborativa entre as ciências naturais e sociais, sem reducionismo, em que o tema da complexidade é visto como um aspecto central dessa retórica de aproximação das duas culturas, sem assimilar uma à outra (S. Jay Gould, 2003, e em particular o Capítulo 9, “O caminho errado do reducionismo”).
137. Outra consequência dessa aproximação é o questionamento da distinção, embora fundamental para grande parte das CHS, entre explicação (para as ciências naturais e da vida) e compreensão (para as ciências “históricas”, ou seja, aquelas que estudam o homem). Edgar Morin propõe uma relação dialógica entre esses dois modos de inteligibilidade (Morin, 1986, p. 143).
138. F. Dosse (2010, p. 4).
139. E. Morin (1994, p. 192).
149. E. Morin (1977, p. 269).
141. A. Vergnioux (2003).
142. L. Fleck (2008).
143. A. Crombie (2008).

144. A. Hacking (2008).
145. Em um artigo de revisão, o sociólogo retorna aos usos desse termo. M. Bolle de Bal (2003).
146. E. Morin (1951).
147. E. Morin (1967), além de muitos textos sobre a apresentação e questionamento próprios do trabalho de campo sociológico, associados a essa grande pesquisa interdisciplinar que reúne muitos perfis científicos, em E. Morin (1994). Suas contribuições sobre o trabalho de campo, contra a abordagem estatística, objetivista e quantitativista, estão muito de acordo com outros trabalhos do mesmo período, notadamente americanos, que propõem alternativas, como os de B. Glaser e A. Strauss (1967), embora o trabalho de Morin provavelmente se aproxime mais do que Michael Burawoy pôde descrever muito mais tarde, com base em sua prática, como o método de “estudo de caso ampliado” (Burawoy, 1998).
148. Michel Serres não hesita em dizer, por exemplo, em um livro de entrevistas sobre o tema da complexidade, cujo capítulo introdutório é dedicado a Edgar Morin e o capítulo final a Michel Serres, que “Eu não gosto muito da palavra complexidade [...] eu acho que é um falso conceito filosófico” (M. Serres, 2003b, p. 388). A complexidade pode muito bem ser considerada como mais um conceito entre outros na discussão sobre a relação natureza-cultura. Há também, por exemplo, as redes de Bruno Latour ou as esferas de Peter Sloterdijk (B. Latour, 2009). Além disso, há várias referências à complexidade no filósofo Peter Sloterdijk (talvez sob a influência alemã da obra de Niklas Luhmann), como esta: “a filosofia hoje é a arte de estabelecer uma relação imediata, com supercomplexidades” (Sloterdijk, 2003, p. 32).
149. E. Morin & B. Cyrulnik (2003).
150. B. Turner (1978).
151. J. Rasmussen (1997).
152. M. Bourrier & H. Laroche (2001).
153. U. Beck (2001, p. 127).
154. Em ergonomia, por exemplo, a questão da “fadiga”, importante para a segurança em relação à manutenção da atenção e da vigilância, está na interface do biológico, fisiológico e social. Requer a capacidade de pensar sobre o ser humano de forma multidimensional, entre as ciências naturais e as ciências humanas e sociais.
155. E. Morin (1994, p. 196).
156. J.-P. Kahane (2011).
157. A. Giddens (1987).
158. L. Boltanski (1990).
159. I. Hacking (1999).
160. Isso equivale, por exemplo, a questionar sua finalidade. Ver B. Lahire (Ed.) (2004).
161. M. Bourrier (2011, p. 12).
162. J. Rijnma (2003).
163. A. Hopkins (2001).
164. Para ele, o caso da BP e seus numerosos acidentes entre 2005 e 2010 não permite dizer que essa empresa seja menos segura que seus concorrentes (Hopkins, 2012). Isso relativiza muito a ideia de que, doravante, se poderia tirar qualquer conclusão sobre a gestão e a prática dessas organizações a partir das investigações de acidentes.
165. J. Reason (1997, p. 34).
166. A referência a Charles Perrow é obviamente inevitável. C. Perrow (1984).

167. Refiro-me ao trabalho dos ergonomistas, em particular a ergonomia cognitiva, com, por exemplo, R. Amalberti (2001) em particular o Capítulo 4.
168. Muitos autores podem ser convocados aqui. Em sociologia, D. Vaughan (2005), ou, em administração, H.W. Starbuck & M. Farjoun (2005).
169. Com, por exemplo, M. Evan & M. Manion (2002); U. Beck (2001).