

MAPA INACABADO DA COMPLEXIDADE: VOO INCERTO DA BORBOLETA¹

Maria da Conceição Xavier de Almeida

Disse certa vez Jorge Luis Borges que a história do universo é a história de algumas metáforas (MALDONATO, 2001, p. 18). Mesmo resguardando os alertas que apontam para o uso, por vezes destorcidos das metáforas, a lucidez imaginativa das palavras de Borges encontra eco na história da ciência. Para citar alguns exemplos, o mito de *Dédalo* foi, em 1923, a metáfora escolhida pelo biólogo inglês J. B. S Haldane para afirmar que “o progresso da ciência se destina a trazer enormes confusões e misérias ao ser humano, a menos que seja acompanhado do progresso na ética” (DYSON, 1998, p. 77). Também o físico Freeman Dyson, no livro *Mundos imaginados* (1989) e o antropólogo Georges Balandier, no livro *O Dédalo*, fazem uso dessa narrativa mítica para tratar da dominação tecnológica e do difícil trânsito no labirinto da sociedade contemporânea. Jöel de Rosnay fala do *homem simbiótico* e do *macroscópio* para expor a ecodependência do homem em relação à Terra e se referir ao método complexo, respectivamente. Leonardo Boff evoca a águia e a galinha para falar da condição humana. No livro *Jamais fomos modernos* (1994), Bruno Latour transforma Hobbes do *Leviatã* e o cientista Boyle em metáforas para compreender a relação estreita entre ciência, poder e política. Em *A Ciência em ação* é ao deus Jano, de dupla face, a quem recorre Latour para expor os artifícios da fabricação da ciência.

Para representar a história da ciência a partir do século 17 duas metáforas tornaram-se recorrentes: o relógio (século 17) e o motor térmico (século 19). Quando Renée Weber perguntou a Ilya Prigogine qual a imagem que melhor expressa a ciência que emerge no século 20, respondeu ele: “a arte, porque nela vemos irreversibilidade e imprevisibilidade” (1986, p. 237).

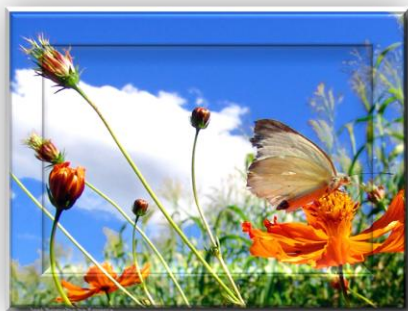
É elucidativo aqui referir um artigo de Max Milner que trata da metáfora da ótica como um artifício capaz de elucidar a relação do pensamento com a realidade. Segundo Milner, o *aparelho ótico* funciona “como um verdadeiro operador de *desrealização*”, de antecipação do real, um *analagon* para a compreensão dos fenômenos do mundo (MILNER, 1994). O astrofísico Hubert Reeves argumenta, por

¹ ALMEIDA, Maria da Conceição de. In: **Ciências da Complexidade e Educação: Razão apaixonada e politização do pensamento**. Natal: EDUFRRN, 2012.

sua vez, que a “física, como todas as outras ciências, procede por meio de imagens. Descreve-se a realidade, tentando assimilá-la a um conjunto de imagens” (1994, p. 13).

Claude Lévi-Strauss e Edgar Morin ganham destaque no rol desses pensadores no que se refere ao valor operativo das analogias e metáforas. Os pares *bricoleur/engenheiro* e *pensamento selvagem/pensamento domesticado* evocam, para Lévi-Strauss, o que há de mais sintético para explicitar estratégias de pensamento mais próximas ou mais distantes de uma lógica do sensível. Mas é na transformação da longa descrição de um pôr-do-sol em modelo da operação do pensamento que Lévi-Strauss se supera na arte da construção de imagens para tratar da vulnerabilidade do pensamento humano e do seu próprio pensamento.

Da parte de Edgar Morin, as imagens da chaleira de água fervente, do *calor cultural*, do computador, da tapeçaria, do cálice de vinho do porto, do ciclo que vai da semente à árvore, da fabricação de um móvel e sua transformação em fogueira, e da imagem do abraço, são algumas das inúmeras metáforas construídas por ele para facilitar sua argumentação a respeito do pensamento complexo, do método científico, da cultura e da sociedade humana. A alguns desses operadores cognitivos, desses transportes de sentidos, o autor voltará várias vezes em sua obra. É o caso das metáforas do abraço e da borboleta.



Aqui, para contextualizar um esboço da emergência e do estado da arte das ciências da complexidade, e em particular da incerteza como um princípio importante na ciência, me faço valer da metamorfose da borboleta, metáfora tão cara a Edgar Morin e também ao Grupo de Estudos da Complexidade – Grecom, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, do qual sou parte. Por meio do ciclo de vida da borboleta é possível apresentar as circunstâncias de emergência, os avanços, retrocessos, bem como os horizontes incertos e desafios da complexidade – palavra tratada aqui como um estado de ser dos fenômenos e uma estratégia de pensar. Vamos ao fenômeno da vida da borboleta.

O que sabemos das borboletas?

São insetos que pertencem à ordem denominada *lepidópteros*, palavra grega que significa “asas cobertas por escamas”. São animais de metamorfose completa que se

desdobra em 04 estágios – ovo, lagarta, pulpa ou crisálida e adulto ou imago. A fêmea põe de 200 a 500 ovos. Em meio natural, apenas cinco ou seis borboletas nascem a cada cem ovos. São seres frágeis, delicados – mesmo que algumas sejam venenosas. Como todos os vivos, são dependentes do meio e lutam constantemente pela sobrevivência. Alguns tipos fazem uso do artifício do mimetismo para se proteger dos predadores. Os hormônios sexuais conhecidos como *feromona* se dissipam pelo ar possibilitando o acasalamento, ato que inaugura o ciclo de reprodução, renovação e emergência da vida das borboletas.

Sumariada dessa forma, a metamorfose da borboleta serve como um operador cognitivo para tratar das circunstâncias sócio-históricas de nascimento das ciências da complexidade. Não se trata de aplicar o exemplo da borboleta à reorganização do conhecimento científico. Trata-se, mais propriamente, de fazer acoplar e confrontar universos imaginativos que avançam como que de forma simétrica e assimétrica ao mesmo tempo. Nas palavras de Max Milner “essas confrontações lexicológicas fazem sonhar, e é a esses sonhos que eu confio o vosso imaginário” (1994, p. 50).

Ares impregnados de feromonas da complexidade

A ciência é um fenômeno da cultura humana. Se é assim, toda nova concepção de ciência depende da atmosfera de um tempo e de interrogações novas suscitadas por fenômenos naturais e sociais, que apresentam expressões ainda desconhecidas. A esse caráter de dependência sócio-temporal se aliam outras circunstâncias que abrigam o acaso e a imprevisibilidade – características da aventura do conhecer.

Por outro lado, não é possível desconhecer uma certa autonomia do pensamento diante das contingências do 'real', e esse fato responde pela consolidação dos patamares propriamente humanos de criação, antecipação e duplicação da realidade. Essa duplicação é uma das poucas distinções da espécie *sapiens-demens*, responsável pela edificação de um fabuloso imaginário. Descolando-se, em parte, das objetividades e determinações conjunturais, esse imaginário dá vida e realidade ao mundo noológico que retroage sobre as materialidades modificando-as, injetando sentidos, tecendo a cultura, construindo a ciência. Se referindo aos mitos, Claude Lévi-Strauss afirma a auto-regeneração desses dispositivos narrativos e atribui às cosmologias imaginárias o papel de *cimento mitológico* que oferece textura sólida às construções culturais.

Em síntese, as teorias e concepções do mundo exibem, ao mesmo tempo, as propriedades de dependência e autonomia em relação às sociedades das quais emergem

e às quais retornam. Recusando os determinismos estreitos – sejam eles sociológicos ou psicológicos – é mais adequado dizer que a história do conhecimento, e dentro dela, a da ciência, comporta repetições, variações e *bifurcações*, conforme expressão de Ilya Prigogine. Essas bifurcações, que identificam o que é da ordem do acontecimento novo, engendram novas organizações de saberes e se dispersam pelo ar, como se fossem borboletas fêmeas aspergindo feromonas para anunciar os sintomas de uma ciência nova.

Dáí porque, os apelos do pensamento complexo tornam-se a cada dia mais audíveis na comunidade científica, apesar dos naturais (e necessários) espaços de resistência que se cristalizam em momentos de mudança paradigmática. A religação das áreas de conhecimento aparece em um ‘conselho’ frequente: assumir uma atitude dialogal diante dos fenômenos e não uma postura estritamente analítica de dissecação do cadáver configura uma das tendências da ciência; aceitar o paradoxo, a incerteza e o inacabamento como propriedades dos fenômenos e do sujeito-observador, uma sugestão desafiadora; admitir que o erro parasita o ato de conhecer; que é tênue o limite entre realidade, ilusão e ficção, e que as interpretações e teorias são sempre mais, ou menos, do que os fenômenos aos quais se referem, configura hoje um estilo cognitivo em construção. Feromonas da complexidade no ar!

A compreensão de que o observador interfere na realidade da qual trata tem permitido oxigenar a cisão entre sujeito e objeto, objetividade e subjetividade, mundo fenomenal, teoria e prática; fazer e saber. A relação entre política e ciência, ética, vida e ideias assume uma voz que não pode calar no debate sobre ciência e sociedade. Por fim, até mesmo a consciência de que a ciência é uma entre outras formas de representação do mundo e, por isso, precisa dialogar com diversos métodos e outras expressões do saber, começa a exercitar seus primeiros passos.

Esses sintomas de um novo paradigma, que condiciona ou supõe práticas investigativas mais múltiplas e flexíveis, bem como um novo estilo de intelectual igualmente múltiplo e híbrido, não consolidam, entretanto, um horizonte hegemônico nem padronizado. Como na atmosfera de uma grande metrópole onde se misturam hidróxido de carbono com uma boa essência francesa, é mais adequado dizer que esses sintomas aparecem como odores difusos no interior dos diversos domínios e áreas do conhecimento científico.

Distante de uma visão triunfante é necessário, afirmar que nem sempre temos nossos olfatos apurados para sentir a atmosfera da complexidade que paira de forma

volátil em nosso tempo. Há contrafluxos e *regressões em complexidade* no nascimento da ciência pós-cartesiana. Assim, o pragmatismo algumas vezes secundariza o paradigmático. O 'como fazer' e 'como aplicar' - essas obsessões cognitivas que denotam timidez do intelectual para criar seus próprios caminhos - redundam em receitas de pesquisa e metodologias franksteinianas. A tradução dos velhos estilos redutores em argumentos construídos com frases de efeito, onde se encaixam mal as novas noções e conceitos, evidencia que, ainda e sempre, a ciência desliza em um meio gelatinoso, tão logo se encontre num ponto de bifurcação, numa situação inaugural. Seja como for, os sintomas de reorganização do conhecimento evidenciados pelos apelos, sugestões e tendências acima aludidos prefiguram um horizonte aberto, incerto e, sobretudo, marcado por bem-vindos paradoxos desafiadores.



Aguçar a escuta para compreender e lidar com a diversidade de 'ruídos' que desordenam ou redimensionam os padrões já consagrados de conceber o mundo é uma atitude intelectual importante e inadiável. Essa escuta precisa ser exercida com amplitude, cuidado, leveza, cautela, rigor e delicadeza, dado o cenário de dispersão no qual pulsa uma nova reorganização dos conhecimentos.

Cabe-nos, pois o enorme desafio de saber sentir o ar dos tempos de uma nova ciência. Isso requer obstinação para estar informado sobre pesquisas de ponta em vários domínios; supõe disciplina intelectual para compor um mapa cognitivo de várias entradas sem, no entanto, deslizar na superfície das generalidades; exige um espírito investigativo alimentado pela curiosidade e espanto – estados de ser do pensamento tão pleno nas crianças e tão adormecido na vida adulta.

O tempo da crisálida: morte e regeneração da ciência

Depois da cópula e fecundação, a borboleta fêmea, que é migrante, voa até encontrar a planta-alimento específica para a sua lagarta. Acontece então a postura dos ovos fecundados de onde nascerá a lagarta. Se nenhum predador interromper o ciclo, a lagarta nascerá, trocará de pele cinco vezes e viverá sua vida de lagarta em média por quatro semanas. Após esse período, estará pronta para se transformar em pupa, casulo

ou crisálida. O tempo de morte e regeneração da vida no interior do casulo é de dez dias apenas. “Como se sabe, a lagarta envolta pela crisálida começa por destruir seu organismo de larva, à exceção do seu sistema nervoso. Esse trabalho de autodestruição é, ao mesmo tempo, um trabalho de autocriação de onde emerge um novo ser, outro, e, entretanto, com a mesma identidade” (MORIN, 1997, p. 12).

Na crisálida da reorganização da ciência, o que morre? O que se regenera? O que emerge de novo como se fossem elementos orgânicos construindo redes vitais a partir da noção de complexidade? Como se dá o processo de auto-organização de uma ciência que é a mesma e outra?

Como sabemos, os tempos e as circunstâncias que abrigaram Nicolau Copérnico (1473-1543), Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630) e Isaac Newton (1642-1727), foram bem distintos do tempo e do contexto da emergência da complexidade. A produção de representações sobre o mundo se dava, até o século 17, no âmbito de uma reduzida e lenta circulação das ideias e se pautava, sobretudo, por uma interlocução mais direcionada, linear e sequenciada. Esse tempo, de certa forma, contrasta com o panorama das descobertas científicas no final do século 19.

Mantidas as singularidades que distinguem as circunstâncias e os perfis dos cientistas referidos acima, podemos afirmar que cada nova teoria ou hipótese se dirigia a contestar, ampliar ou reafirmar as concepções já aceitas. Havia quase sempre um foco principal, uma teoria ou uma interpretação em torno da qual giravam as investigações, os debates e a 'fabricação' de instrumentos que permitissem demonstrar o que estava sendo defendido. E, mesmo acompanhando a descrição de Claude Allègre, para quem Galileu, “longe de manter confidenciais as suas descobertas ou confinadas ao meio científico, dá-lhes imediatamente uma grande publicidade” (ALLÈGRE, 1998, p. 26), é importante ressaltar que os ‘serões astronômicos’ organizados por Galileu se circunscreviam à Itália (Pádua, Veneza e Bolonha). As descobertas desse físico e astrônomo, que marcou nossa história, se estenderam aos poucos a toda Europa, ultrapassaram continentes e chegaram até nós, mas numa velocidade e fluxo de comunicação absolutamente distinto dos que vivemos hoje.

Certamente a aliança estreita entre a Ciência e a Igreja Católica responde também pela morosidade da divulgação científica e do reconhecimento das teorias. Para Allègre, é elucidativo a esse respeito o atraso com o qual a Igreja reconheceu o seu erro na questão do heliocentrismo e em relação a Galileu. “Em 1757, o papa Bento XIV autoriza a interpretação simbólica da Bíblia relativamente ao Sol. Mas esse primeiro

passo permanecerá sem sequência. É apenas em 1846 que a Inquisição retira Copérnico e Galileu do Índice, e será preciso chegar ao ano de 1992 para que o papa João Paulo II reabilite Galileu quando de uma declaração solene na Academia Pontifícia das Ciências, ou seja, trezentos e cinquenta anos após a sua condenação” (ALLÈGRE, 1998, p. 37).

Essa referência feita a Copérnico e Galileu é certamente emblemática de uma forma de fazer ciência circunscrita a um tempo onde o processo de globalização estava em sua fase inicial². Esse tempo, de certa forma, contrasta com o panorama das descobertas científicas que acabarão por construir o nicho de uma ciência da complexidade.

O final do século dezenove e o início do século vinte acionarão o motor de uma velocidade estonteante no que diz respeito ao fluxo da história da ciência para nos brindar hoje com um estoque de informações, teorias e pesquisas impossível de organizar, compreender e tratar em seu conjunto e totalidade. Na *carta às futuras gerações*³ Ilya Prigogine declara:

Na nossa era, e isso será mais verdade no futuro, as coisas estão mudando a uma velocidade jamais vista. Quarenta anos atrás, o número de cientistas interessados na física de estado sólido e na tecnologia da informação não passava de umas poucas centenas. Era uma ‘flutuação’, quando comparada às ciências como um todo. Hoje, essas disciplinas se tornaram tão importantes que têm consequências decisivas para a história da humanidade (PRIGOGINE, 2001, p. 12).

O cenário descrito por Prigogine para duas áreas da ciência pode ser estendido para outras tantas como as da saúde, da bioengenharia, do meio ambiente, dos estudos da biosfera, para citar algumas. Nesse novo cenário, a produção do conhecimento científico e a circulação das ideias em quase nada se assemelham aos ‘serões astronômicos’ da época de Galileu Galilei. Não há um direcionamento pontual, uma interlocução inter e intra ciência concatenada de forma linear e sequenciada, nem mesmo um foco em direção ao qual os cientistas lançam seus dardos.

Um *big-bang*, como quer Edgar Morin, caracteriza o novo perfil da ciência em construção. Isso é compreensível: ao panorama de uma *sociedade-mundo* que tem que

² Contrariamente ao ar de novidade com o qual alguns autores tratam do fenômeno da globalização, Edgar Morin circunstancia esse fenômeno qualificando-o em três etapas. Para Morin, estamos hoje no terceiro momento desse processo que ele prefere chamar de mundialização. A primeira etapa corresponde ao fluxo de comunicação intercontinental mastrado pela colonização e responsável, entre outras coisas, pelo intercâmbio dos micróbios e doenças (sífilis, gripe etc.).

³ Pronunciamento de Ilya Prigogine na Unesco, em outubro de 1999. Publicado na Folha de São Paulo, 30 de janeiro de 2000. Republicado em PRIGOGINE, Ilya. **Ciência, razão e paixão**. CARVALHO, Edgard de Assis; ALMEIDA, Maria da Conceição de (Org.). Belém: EDUEPA, 2001. p. 15 a 20.

se haver com uma multiplicidade de fenômenos e problemas de toda ordem e em todo lugar, corresponde uma explosão descontrolada de engenhos científicos. Não podemos falar mais do estritamente local, a não ser pelas feições singulares que assumem os problemas globais; as bactérias, os fundamentalismos, os novos modelos econômicos e os desastres ecológicos ultrapassam barreiras alfandegárias, nacionalidades, territórios.

Estamos, pois, em época de convulsões e terremotos de todo tipo. Encontramo-nos diante de um extraordinário momento: turbulência nas ideias e nas construções intelectuais; fusões de disciplinas; redistribuição dos domínios do saber; crescimento do sentimento profundo de incerteza; consciência, cada vez mais forte, do sujeito humano de estar implicado no conhecimento que produz (MORIN, 2003, p. 7).

Essa *turbulência das ideias* não é apenas reflexo do mundo-rede. O conhecimento científico retroage sobre a sociedade e produz um *big-bang* do saber.

Foram os desenvolvimentos da teoria geral dos sistemas, da cibernética, os progressos das ciências cognitivas, da biologia, da ecologia, da geofísica, da pré-história, da astrofísica e da cosmologia que produziram esses abalos que observamos (MORIN, 2003, p. 3).

Se o espectro dessas turbulências do conhecimento é imensurável e configura uma rede que “se afirma como um *rizoma*, sem limites, sem princípio de exclusão, sem julgamento de Deus” (STENGERS, 2006, p. 186), isso se deve à agitação e à turbulência das estruturas de comunicação da ciência. Conforme Gilles Deleuze e Felix Guattari, “não nos falta comunicação, pelo contrário, nós a temos bastante, falta-nos criação. Falta-nos resistência ao presente” (REVES apud STENGERS, 2006, p. 186).

A resistência ao presente da qual falamos Deleuze e Guattari parece constituir o horizonte que o pensamento complexo tomou para si. Como dar conta do bombardeio de informações, de novas descobertas da ciência e da emergência de novos fenômenos? Como proceder diante do crescimento exponencial das representações científicas? A partir de que estilos cognitivos, modelos de pensamento e *mentefatos* (Ubiratan D'Ambrosio) é possível identificar, eleger e articular *fatos portadores de sentido de futuro*⁴ capazes de organizar o fluxo rizomático da ciência contemporânea? Em síntese, de que estratégias do pensamento nos valer para tratar de fenômenos que se apresentam

⁴ Nos livros *O homem simbiótico* e *O macroscópio*, Jöel de Rosnay fala da necessidade de identificarmos os "fatos portadores de sentido do futuro" como um método retrospectivo capaz de organizar modelos mais simbióticos, cooperativos e duradouros de sociedade. Penso que a expressão de Rosnay pode ser estendida para repensar o domínio do conhecimento e, em particular, do fazer científico.

de forma incerta, e estão no interstício das áreas disciplinares? Ao desafio posto responde a necessidade de articular os campos de vizinhança das descobertas científicas que emergem das áreas específicas do conhecimento. Reunir em arquipélagos essas ilhas de conhecimento e fazê-las comunicarem entre si foi o desafio inicial que abraçou o pensamento complexo.

A partir desse macro itinerário floresceu a ideia de complexidade, o método complexo, as ciências da complexidade ou o paradigma da complexidade, conforme a diversidade de dimensões, designações e escalas de compreensão dessa ciência em construção.

Não há como identificar o criador das ciências da complexidade. Um exame do DNA dessa ciência anunciaria o estranho resultado de uma maternidade/paternidade múltipla, polifônica, difusa, talvez mesmo promíscua. Nos primeiros anos do século 20, o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) discutirá a ambiguidade de manifestação da matéria em relação a alguns fenômenos. Para ele, não podemos na ciência proferir o enunciado 'isto é assim', sendo mais adequado dizer: 'dadas essas circunstâncias de apresentação (de tal fenômeno), *é isto* que posso dizer'. Niels Bohr amplia as descobertas de Max Planck, físico alemão, seu contemporâneo, para quem os processos atômicos não ocorrem continuamente, mas por *saltos discretos*, chamados 'quanta' ou *quantum*. "Uma página da história da física foi definitivamente virada. Do ponto de vista das mutações conceituais fundamentais por que a física passou, este século 20 só é comparável ao século 17, que viu o nascimento da ciência moderna", dizem Prigogine e Stengers (1992, p. 13).

A ambiguidade de expressão e descontinuidade de certos fenômenos se transforma em argumentos científicos importantes que ultrapassam o espaço da física quântica. Permitem problematizar a suposta exatidão de certas áreas da ciência (chamadas de ciências exatas) tanto quanto legitimam e oferecem 'um lugar ao sol' a domínios do conhecimento que eram tidos como aquém da ciência oficial por tratarem de fenômenos e processos não formalizáveis, mutantes e de difícil mensuração. Em 1926, Werner Heisenberg, físico alemão (1901-76) propõe o *princípio da incerteza* que, em conjunto com a noção de *ambiguidade* e *descontinuidade* formam como que um quebra-cabeça para a emergência posterior de um método complexo construído por Edgar Morin.

É possível, entretanto, identificar alguns dos ingredientes da sopa cognoscente da qual se originou a complexidade. Para Edgar Morin, é Gaston Bachelard (1884-1962) em *O novo espírito científico* quem usa pela primeira vez a palavra complexidade na acepção de um modo de conceber da ciência. Mas não é só. Para Morin, o artigo de Weaver (colaborador de Shannon na Teoria da Informação) escrito em 1948 na *Scientific American* com o título *Ciência e Complexidade*; as proposições de Von Neumann, com a *teoria dos autômatos*; de Von Foerster, com a noção de auto-organização dos sistemas em relação a seus ambientes; de H. A. Simon com o artigo *Architecture of complexity*; de Henri Atlan com o livro *Entre o cristal e a fumaça*, onde expõe o conceito de auto-organização pelo ruído e a afirmação do limite tênue entre o vivo e o não-vivo; e ainda as pesquisas de Hayek e seu artigo *The Theory of complex phenomena* se constituem no fermento propício para a reorganização do conhecimento científico ora em curso (MORIN; LE MOIGNE, 2000, p. 46).

Na época contemporânea, o pensamento complexo começa seu desenvolvimento na confluência de duas revoluções científicas. A primeira revolução introduz a incerteza com a termodinâmica, a física quântica e a cosmofísica. Essa revolução científica desencadeou as reflexões epistemológicas de Popper, Kuhn, Holton, Lakátos, Feyrabend, que mostraram que a ciência não era a certeza, mas a hipótese, que uma teoria provada não o era em definitivo e se mantinha 'falsificável', que existia o não-científico (postulados, paradigmas, *themata*) no seio da própria cientificidade. A segunda revolução científica, mais recente, ainda indetectada, é a revolução sistêmica nas ciências da Terra e a ciência ecológica. Ela não encontrou ainda seu prolongamento epistemológico (que os meus próprios trabalhos anunciam) (MORIN; LE MOIGNE, 2000, p. 186).

Certamente aos nomes já citados podemos acrescentar os de Norbert Wiener com suas descobertas na cibernética, dos matemáticos franceses Benóit Mandelbrot e René Thom, criadores, respectivamente, do conceito de fractais e da Teoria da Catástrofe⁵ e do biólogo chileno Humberto Maturana com a crítica à noção de

⁵ É importante acentuar a revolução permitida por René Thom e Benóit Mandelbrot na Matemática. Segundo I. Stengers, “Thom defende uma forma de matemática ‘nômade’, cuja vocação seria não a de reduzir a multiplicidade dos fenômenos sensíveis à unidade de uma descrição matemática que os pudesse submeter à ordem da similitude, e sim de criar a inteligibilidade matemática de sua diferença qualitativa. A queda de uma folha, então, não seria mais um caso muito complicado de queda de objeto pesado galileano, mas deveria suscitar sua própria matemática”... Na matemática fractal de Mandelbrot a revolução está no fato de suscitar novos modelos de compreender o mundo: “Compreender, significar, criar uma linguagem que abra a possibilidade de ‘encontrar’ as distintas formas sensíveis de reproduzi-las, sem por isso submetê-las a uma lei geral que forneceria suas razões e permitiria manipulá-las” (STENGERS, op. cit., p. 189 e 190).

objetividade e a afirmação de que o observador interfere na realidade observada. Nas pesquisas ligadas à etologia, e em especial à etologia humana, é substancial a importância das pesquisas de Boris Cyrulnik. Argumentando contra os determinismos de qualquer ordem (sejam eles biológicos, genéticos, sociais, geográficos ou ecológicos), Cyrulnik oferece uma farta agenda de argumentos e noções para a ciência da complexidade. A indissociação entre natureza e cultura (somos 100% inato e 100% adquirido); as noções de *corpo poroso* e de *ambiguidade* do domínio pré-verbal, bem como sua crítica à ideologia dos cientistas que se escondem nas 'descobertas' das pesquisas, são alguns dos investimentos desse médico e etólogo para uma ciência em construção.

No conjunto dessas enunciações originariamente dispersas por vários domínios de saberes e áreas do conhecimento, o nome de Ilya Prigogine (1917-2003) merece destaque. As noções de *bifurcação* como o que é da ordem do acontecimento novo; de *flutuação* como o que está por se configurar ou se constitui numa possibilidade (não tendência); ou ainda os argumentos de que a “condição humana consiste em aprender a lidar com a ambigüidade”; que a *irreversibilidade* e o *não-determinismo* são as marcas do nosso tempo; e que a instabilidade e a incerteza requerem que façamos nossas apostas, vão configurar uma matriz instigante que aos poucos penetram de forma inesperada em diversas disciplinas científicas. Distante do imobilismo, Prigogine propõe “lutar contra os sentimentos de resignação ou impotência”. Para ele, “as recentes ciências da complexidade negam o determinismo; insistem na criatividade em todos os níveis da natureza. O futuro não é dado” (PRIGOGINE, 2001, p. 16).

O contexto de emergência da borboleta da complexidade se engendra à medida que começam a se dissolver o que Edgar Morin identifica como os 'quatro pilares da certeza' que sustentaram a ciência clássica – e que aqui, para manter o desdobramento da metáfora, podemos chamar de quatro canais de fluxo sanguíneo irrigadores dessa ciência.

O primeiro fluxo era o da ordem: ele postulava um universo regido por leis deterministas (Newton). A procura da ordem, protocolo presente nos diversos ramos do saber – ciências do mundo físico, ciências da vida e ciências do homem – se impunha como uma verdadeira obsessão na mente dos cientistas. Se alguma circunstância ou dinâmica encobria essa ordem era preciso identificá-las, classificá-las, tratar delas.

O segundo fluxo de vida da ciência clássica era o princípio da separabilidade, que aconselhava a decompor qualquer fenômeno em elementos simples como condição

de analisá-lo (Descartes no *Discurso sobre o Método*). A noção de separabilidade foi a maior responsável pela especialização não comunicante. Separou os grandes ramos da ciência e, no interior de cada um deles, as disciplinas. Separou as ciências das técnicas, a filosofia da ciência, e assim por diante, até configurar ‘uma parcelarização generalizada do saber’. Isolou-se os objetos de seus meios, o sujeito de objeto.

O terceiro fluxo ou pilar da certeza era o princípio de redução. Reduzia o cognoscível àquilo que é mensurável, quantificável, formalizável, segundo o axioma de Galileu que diz: os fenômenos só devem ser descritos com a ajuda de quantidades mensuráveis. Ora, diz Morin, a redução ao quantificável condena à morte qualquer conceito que não se traduza por medida: nem o ser, nem a existência, nem o sujeito conhecedor podem ser matematizados nem formalizados. De outra forma, o princípio da redução subsume, uns aos outros, as diversas dimensões de um fenômeno complexo. No que diz respeito à compreensão do homem, por exemplo, a multidimensionalidade da condição humana foi muitas vezes reduzida a uma de suas faces: ao biológico, ao social, ao físico-químico, às estruturas inconscientes, às etnias, à cor da pele. Essas reduções se constituem um amesquinamento cognitivo, um desserviço do pensamento.

O quarto fluxo vital no qual se assentava a ciência clássica era o da lógica indutiva-dedutiva-identitária, que se identificava com a Razão. Por essa lógica, tudo que não passasse pelo crivo da razão era expurgado da ciência. Tudo que não era demonstrável nem formalizável, também.

A julgar pela permanente realimentação desses quatro nutrientes do paradigma da ciência clássica, poder-se-ia supor que eles permaneceriam vivos para sempre. Suposição equivocada: a ciência do século 20, em meio ao conjunto desordenado de seus avanços, provocará um abalo sísmico, ou uma doença degenerativa, que os atingirá. Esses quatro fluxos de concepções começam a dar sinais de enfraquecimento, e mesmo de necrose, pelo surgimento da desordem, da não-separabilidade, da não-redutibilidade e da incerteza lógica.

Além do desgaste sofrido pelas noções de ordem, separabilidade, redução e lógica identitária, o que mais necrosa no interior da ciência? Os conceitos de verdade unitária e absoluta. De objetividade. De certeza. Nos primeiros anos do século 20 o físico dinamarquês Niels Bohr dirá que a descrição de um fenômeno não é sua cópia; que alguns fenômenos se apresentam de forma dualizada, paradoxal, ambígua, ambivalente. O biólogo chileno Humberto Maturana argumentará que só é possível falar

em objetividade entre parênteses e Verne Heisenberg em 1927 construirá o princípio da incerteza.

Em meio ao big-bang dos avanços do conhecimento e à crise dos princípios que norteavam a ciência clássica, coube a Edgar Morin assumir o desafio de religar e fazer dialogar o que à partida se constituíam em revoluções dispersas por domínios disciplinares. Se, pois, as ciências da complexidade não têm paternidade definida, Edgar Morin pode ser identificado como um importante potencializador das partes vivas da ciência que se inaugura no interior do seu casulo.

Entre as partes que se regeneram no *metiê* da ciência está o problema central do método. Se é possível identificar as ferramentas morinianas, estas são a migração conceitual e a construção de metáforas. Migração conceitual de um domínio para outro, o que garante a ressignificação e ampliação de conceitos e noções, originariamente disciplinares; construção de metáforas, que permitem religar homem e mundo; sujeito e objeto; natureza e cultura; mito e *logos*; objetividade e subjetividade; ciência, arte e filosofia. A partir desse *metiê*, melhor dizendo, dessas ferramentas, Morin tem, sobretudo a partir dos anos 1970, formulado incansavelmente os argumentos, as premissas e os fundamentos de uma *ciência nova* - fundamentos, premissas e argumentos que devem alimentar *uma reforma do pensamento*. “O problema da complexidade não é nem concebido nem formulado nos meus escritos antes de 1970”, conforme palavras de Morin no livro *Ciência com consciência*.

Não é só na biologia, na teoria da informação e na cibernética que nosso 'contrabandista dos saberes' vai buscar os fios para tecer o exercício do pensamento complexo. Também da física retira princípios e leis que funcionam como *operadores* que transversalizam as ciências da vida, do mundo físico e do homem. Assim, a noção de *entropia* agrega-se a outras tantas para exemplificar que tanto a desordem como o ruído e o acaso estão no interior e no exterior de qualquer fenômeno, o que lhes possibilita permanentes reorganizações, ou seja, novas ordens que se desordenam e reordenam sem cessar. Esse argumento, facilmente aceito em se tratando de fenômenos físicos, climáticos ou ecológicos, encontra terreno de ressonância extremamente fértil no âmbito dos fenômenos sociais e dos sistemas de ideias. Não se trata de transpor modelos, mas de potencializar operadores cognitivos que facilitam a compreensão da complexidade no mundo, porque permitem reconhecer, no singular, ao mesmo tempo sua originalidade e sua macro identidade. Numa síntese arrojada a esse respeito, diz Ilya Prigogine: “há uma história cosmológica, no interior da qual há uma história da matéria,

no interior da qual há uma história da vida, na qual há finalmente nossa própria história” (PRIGOGINE, 2002, p. 26).

A fecundidade da construção do Método por Edgar Morin está no fato de tentar religar, no domínio do pensamento, o que já se encontra direta ou indiretamente interconectado no mundo das materialidades e das topologias imaginárias. Longe, pois, das transposições mecânicas de conceitos, oriundos da biologia, da física ou da teoria da informação, trata-se mais propriamente de exercitar o pensamento metafórico no que ele tem de mais incitador: aproximar, relacionar, fazer dialogar e buscar pontos de aproximação entre as complexas singularidades da matéria, mesmo que não se deva descuidar dos perigos da extrapolação indevida das metáforas.

A construção de um Método que ultrapasse o modelo redutor e disjuntor no qual se ancora o pensamento simplificador tem sido o desafio maior que Edgar Morin abraça no interior da ciência. Digo no interior da ciência, porque outros pensadores, como por exemplo, Fritjof Capra, alçaram voos outros, fora da academia, para fazer dialogar o conhecimento científico e outras manifestações milenares dos saberes humanos. O desafio de reconstrução de um método científico mais afinado com a dinâmica do mundo, por Edgar Morin, se encontra objetivado no conjunto de seis livros que se complementam e têm início em 1977, ano da publicação do primeiro volume de *O Método*.

Trata-se de um método capaz de absorver, conviver e dialogar com a *incerteza*; de tratar da *recursividade* e *dialogia* que movem os sistemas complexos; de reintroduzir o objeto no seu contexto, isto é, de reconhecer a relação parte-todo conforme uma configuração *hologramática*; de considerar a *unidade na diversidade* e a *diversidade na unidade*; de *distinguir, sem separar nem opor*; de reconhecer a simbiose, a complementaridade, e por vezes mesmo a hibridação, entre ordem e desordem, padrão e desvio, repetição e bifurcação, que subjazem aos domínios da matéria, da vida, do pensamento e das construções sociais; de *tratar do paradoxo* como uma expressão de resistência ao dualismo disjuntor e, portanto, como foco de *emergências* criadoras e imprevisíveis; de introduzir o sujeito no conhecimento, o observador na realidade; de *religar*, sem fundir, ciência, arte, filosofia e espiritualidade, tanto quanto vida e ideias, ética e estética, ciência e política, saber e fazer.

Aberto e em construção, o método complexo se distancia de uma pragmática e sugere princípios reorganizadores do pensamento. Não permite inferir um protocolo normativo, nem uma metodologia de investigação. Imbuído do poema de Antonio

Machado, para quem *o caminho se faz ao andar*, Morin não oferece ao conhecimento científico uma tábua de mandamentos, mas insufla o cientista a, de posse de princípios fundamentais e gerais, ensaiar seus próprios caminhos técnicos e metodológicos no fazer ciência, educação e pesquisa. A chave compreensiva para essa maneira de pensar um *novo método científico* está na distinção entre programa e estratégia. “O *programa* é construído por uma sequência pré-estabelecida de ações encadeadas e acionadas por um signo ou sinal. A *estratégia* produz-se durante a ação, modificando, conforme o surgimento dos acontecimentos ou a recepção das informações, a conduta desejada. A estratégia, por sua vez, supõe: a) aptidão para compreender ou procurar na incerteza levando em consideração essa incerteza; b) aptidão para modificar o desenvolvimento da ação em função do acaso e do novo”. A estratégia pode ser definida “como o método de ação próprio a um sujeito em situação de jogo” (MORIN, 1999, p. 78). É, pois, com a estratégia de pensar que se compromete o método complexo, deixando a cada cientista o desafio de escolher e arquitetar o conjunto de condutas e formas de abordar o problema a ser compreendido.

O caráter inaugural desse método reside no fato de arquitetar princípios gerais capazes de dialogar com a incerteza, a imprevisibilidade e a causalidade múltipla. Esse fato, longe de configurar um modelo universal e unitário que dilui a distinção entre áreas disciplinares e domínios cognoscentes, permite o diálogo entre eles. Isso porque, a partir de princípios gerais, as diversidades e singularidades dos fenômenos se conectam, seja por propriedades comuns, por campos de vizinhança ou por oposições e complementaridades.

Certamente o novo patamar de organização do conhecimento permitido pelo método complexo facilita um intercâmbio mais respeitoso e menos desigual entre áreas e disciplinas científicas. Não podemos esquecer que a Sociologia, por exemplo, surgiu com o nome de *Física Social*, o que denota uma transposição do modelo de pensar o mundo oriundo da Física. Hoje, diferentemente da época de Augusto Comte, a hegemonia de fatias da ciência entendidas como nobres (porque ‘exatas’) tende a ser substituída por uma confederação mais democrática dos conhecimentos.

A imagem da orquestra que faz conjugar sons de instrumentos distintos numa sinfonia talvez seja fecunda para compreender e visualizar os horizontes da ciência que se inaugura. Os desafios múltiplos, diversos e simultâneos que emergem de uma *sociedade-mundo*, e um método não pragmático de conhecer são as bases para o momento de reorganização do conhecimento científico que estamos a construir. É

preciso repetir com Ilya Prigogine que o futuro está aberto. Se não há como predizê-lo, há sim, como iluminar, destacar e apostar nos ‘possíveis’ que estão em flutuação e podem se constituir em emergências de complexidade do pensamento.

Um artigo de Maurice Godelier dos anos 70 do século 20, intitulado *Partes mortas e ideias vivas de Marx e Engels sobre as sociedades primitivas* vem bem ao caso, aqui. Do interior de uma crisálida da ciência, que abriga simultaneamente partes mortas e ideias vivas, Edgar Morin foi capaz – não sem pagar um preço alto por isso – de cuidar da metamorfose da lagarta para fazer nascer a borboleta da complexidade.

A emergência da borboleta - a complexidade



Após dez dias da dinâmica morte-vida, necrose-regeneração vivida dentro do casulo, (ou na primavera) aparece a borboleta. Algumas horas antes emergir, a cor da crisálida se altera. De início a borboleta está paralisada, entorpecida. Antes de voar permanece muito vulnerável e indefesa até que suas asas sequem, processo que demora cerca de uma hora (BORBOLETAS, 1999). De repente, então, abre as asas e alça voo.

Terá essa borboleta um perfil identitário? O que é complexidade?

Uma constelação de propriedades e compreensões diversas cerca a noção de complexidade. Do que se trata? De um método? Uma teoria? As duas coisas? Uma propriedade atinente a alguns sistemas? Um atributo de todos os fenômenos? Essas perguntas poderiam se multiplicar, uma vez que, com a utilização crescente da palavra complexidade na ciência, multiplicam-se também as acepções a ela imputadas. Essa face da construção do conhecimento é positiva porque evita a cristalização de um único sentido, mas ela também dificulta uma compreensão mais acurada da noção de complexidade e a banaliza. “Para evitar explicar”, diz Morin, “afirma-se cada vez mais ‘isto é complexo’. Torna-se necessário proceder a uma verdadeira reviravolta e mostrar que a complexidade constitui um desafio que a mente pode e deve ultrapassar, apelando a alguns princípios que permitem o exercício do pensamento complexo”.

Essa sintética forma de anunciar a complexidade – ‘um desafio que a mente pode e deve ultrapassar’ – se desmembra num conjunto de argumentos que facilitam sua compreensão. E, mesmo que esses argumentos tenham toda a obra de Edgar Morin, eles se encontram de forma sintética nos livros *A inteligência da complexidade*, de Morin e Le Moigne (2000), e *Educar na era planetária*, de Morin, Ciurana e Motta (2003).

Fixemos, a partir dessas obras e de fragmentos das ideias de Ilya Prigogine, Henri Atlan e outros autores, um conjunto de argumentos que permitem circunstanciar a compreensão da complexidade.

1. Quando dizemos ‘isto é complexo’ estamos confessando a dificuldade de descrever e explicar um objeto que comporta diversas dimensões, traços diversos, indistinção interna. Confessar essa dificuldade não redundaria na compreensão da complexidade, mas atesta a intuição de que há fenômenos mais complexos do que outros. De fato, há níveis de complexidade distintos nos fenômenos. Quanto mais aberto um sistema, quanto mais domínios incidem sobre ele, maior sua complexidade. A condição humana, o sujeito, a sociedade, a cultura, a educação e a política são mais complexos do que a dinâmica das marés, o nascimento e a morte das estrelas, um programa de computador, o equilíbrio da cadeia entrópica dos seres vivos. Ou seja, podemos falar com maior aproximação e pertinência sobre um abalo sísmico, a tectônicas das placas e o fim das reservas fósseis do planeta Terra, do que tratar satisfatoriamente do fenômeno da violência humana, dos processos de aprendizagem e da produção do conhecimento.

2. É preciso distinguir *complexidade* de *complicação*. A complexidade "difere da complicação, com a qual é confundida, às vezes. O *complicado* pode ser decomposto em partes, tantas quantas forem necessárias para permitir sua resolução. Esse é um dos postulados do Método de Descartes: dividir para explicar melhor, tornar inteligível. O *complexo*, ao contrário, é tecido por elementos heterogêneos inseparavelmente associados que apresentam a relação paradoxal entre o uno e o múltiplo. Assim, se decomposmos um fenômeno complexo dividindo os elementos e as dimensões que o constituem, estamos operando pelo modelo mental da simplificação. Não podemos, em relação a um comportamento humano, dissociar as dimensões sociais das biológicas, da singularidade do sujeito, dos condicionamentos do momento. Quando agimos por simplificação, incorremos no erro de tomar a parte pelo todo, de identificar uma causa única, de reduzir o fenômeno a uma de suas dimensões. Na tentativa de resolver a

‘complicação’, produzimos a simplificação, isto é, fragmentamos o complexo, reduzindo-o a uma de suas dimensões.

3. O complexo comporta a *incerteza*. Em toda a complexidade existe a presença de incertezas, sejam essas incertezas empíricas ou teóricas, ou as duas dimensões ao mesmo tempo. Quanto maior a complexidade, maior o peso da incerteza. Disso decorre, pois, que:

4. O complexo é marcado pela *imprevisibilidade*. Justamente porque sobre ele incidem múltiplas causas, elementos diversos que interagem entre si e a aptidão para se modificar em função de eventos e informações externas, não é possível prever a tendência de um fenômeno complexo. Para Ilya Prigogine, nunca podemos prever o futuro de um sistema complexo.

5. O complexo é *não-determinístico, não-linear, instável*. Os fenômenos complexos não se regem por leis universais e imutáveis; não é possível inferir uma sequência linear de sua dinâmica, porque ele é caracterizado pela instabilidade, pela variação imprevista. Para Prigogine, na concepção clássica, o determinismo era fundamental e a probabilidade era uma aproximação da descrição determinista, derivada da nossa informação imperfeita. Hoje é o contrário: as estruturas da natureza obrigam-nos a introduzir as probabilidades *independentemente* da informação que possuímos. A descrição determinista não se aplica de fato a não ser a situações simples idealizadas, que não são representativas da realidade física que nos rodeia. Isso se torna mais pertinente ainda em relação aos domínios biológicos, ecológicos e humanos. Não é possível determinar o futuro das organizações vivas, do ecossistema terrestre nem das sociedades. Como sistemas *hiper-complexos*, esses domínios são constituídos por trocas intensas e permanentes, tanto no seu interior quanto com a realidade da qual é parte. Como é impossível identificar, conhecer e tratar de todas as informações e da relação entre elas, é-nos igualmente impossível conceber deterministicamente seu devir. E isto porque:

6. O complexo se constrói e se mantém pela *auto-organização*, propriedade pela qual alguns sistemas tratam internamente suas informações, regenerando-as, modificando-as e gerindo novos padrões de organização. Como os fenômenos complexos são sistemas abertos, dependem do meio e com ele troca informações, o complexo é mais propriamente um sistema *auto-eco-organizado*. Isto é, para se manter, trata as informações que lhes chegam a partir dos seus padrões de ordenação interna e, quanto mais flexíveis são esses padrões, maior a capacidade de absorção de elementos

estranhos e de 'ruídos'. Nisso reside como que uma medida de complexidade: quanto mais informações adversas um sistema é capaz de absorver, ressignificando-as e reintegrando-as ao seu núcleo organizador, mais complexo é.

7. O complexo é marcado pelo *inacabamento*. Está sempre em evolução, mutação, transformação. Tem aptidão para se transformar, criar novos padrões de organização, mas a transformação não supõe uma direção determinada nem necessariamente gera aumento de complexidade: a regressão de complexidade e a desordem desestruturante parasitam os sistemas complexos e podem se constituir em ameaças e comprometimentos. A propriedade do *inacabamento* permite a interação com outros fenômenos, matérias e sistemas. Disso se depreende que:

8. O complexo é simultaneamente *dependente* e *autônomo*. Depende de contexto, do entorno, mas se organiza a partir de si. Um bom exemplo da relação estreita entre autonomia e dependência é o processo cognoscente. Como sabemos, para conhecer é necessário processar as informações que nos chegam de fora: dependemos de um meio, de um contexto, de uma cultura acumulada, de um estoque de informações. Por outro lado, só produzimos conhecimento a partir de nós próprios, de nossos modelos cognitivos. Ninguém pode conhecer no lugar do outro. Esta é a face da autonomia cognoscente. Todo 'sujeito conhece por si, em si, para si', ressalta Edgar Morin. A simbiose entre autonomia e dependência não se restringe ao processo de produção de conhecimento. É uma dinâmica essencial dos sistemas complexos. Assim, no que diz respeito à construção social do indivíduo, podemos dizer que quanto mais depende das informações, vivencia situações diversas e experimenta múltiplos 'estados do ser', mais possibilidades tem o indivíduo de se auto-organizar em patamares mais complexos e abertos. A autonomia é, pois, a face bem-sucedida da dependência, mas é sempre relativa e parcial.

9. O complexo comporta, supõe ou expressa *emergências*. Como o que é da ordem do acontecimento novo e não previsível, a emergência é uma noção crucial para compreender a complexidade. O surgimento da vida foi uma emergência em relação ao domínio do não-vivo; uma descoberta científica é uma emergência em relação ao conjunto de conhecimentos já consolidados; o aparecimento de uma nova espécie (a espécie humana, por exemplo) constitui uma emergência na cadeia da evolução animal; um novo paradigma é uma emergência na história do conhecimento, e assim por diante. A emergência diz respeito a uma *combinação original* de elementos ou padrões já existentes. Nas palavras de Hubert Reeves, "essas combinações são portadoras de

propriedades novas, ditas *emergentes*, que não preexistiam absolutamente nos elementos isolados. A molécula de água, por exemplo, é um excelente solvente, o que não são de forma alguma o hidrogênio e o oxigênio que a compõem” (REEVES, 2002, p. 46). Mesmo que não se possa compreender a dinâmica imprevisível da *emergência*, há que se ter em conta a relação incerta entre os “dois elementos fundadores da complexidade na escala universal: as leis e o acaso”, assevera Reeves. Dito de outro modo, a emergência supõe relações inaugurais entre padrão e variação, universal e particular, unidade e diversidade. A criação artística e a singularidade do sujeito são (de forma analógica ao que ocorre com a matéria em geral), expressões da emergência no domínio da cultura humana.

10. O complexo se instala *longe do equilíbrio*. Em suas teses sobre a ‘dinâmica dos sistemas longe do equilíbrio’, Prigogine trata dessa característica dos sistemas complexos. Vivendo da instabilidade, o complexo produz *bifurcações*, isto é, novos acontecimentos; provoca *flutuações*, uma vez que se alimenta de ‘possíveis’ e das probabilidades. Para Morin, Ciurana e Motta não é possível prever com exatidão como se comportarão sistemas dinâmicos e complexos, uma vez que eles parecem não seguir nenhuma lei e ser regidos pelo acaso, pela inovação imprevista, em grande parte.

11. O complexo vive da *tensão entre determinismo e liberdade*. Mesmo sendo instáveis, dinâmicos e imprevisíveis, os fenômenos complexos não escapam aos determinismos da natureza. Através de argumentos sofisticados, e além de tudo desconfortáveis para as gerações de intelectuais que defenderam o livre-arbítrio, a liberdade e uma autonomia sem limites, Henri Atlan discute a relação entre determinismo e liberdade como uma das características dos sistemas complexos e em especial da complexidade humana (ATLAN, 1992). Não sendo o homem nem um juguete no interior de um projeto teleológico predeterminado, nem um ser que define seu destino livre de qualquer determinação, está ele atrelado a condições das quais não pode escapar, devendo ele, no interior dessas determinações, gerir seu destino, fazer suas escolhas. “Descobrimos, cada vez mais, mecanismos que explicam como nossos comportamentos, que acreditávamos livres, são causados por isso ou aquilo”. Entretanto, assinala Atlan, “o fato de que sejamos determinados em nossas escolhas e nossas ações não implica necessariamente que não sejamos responsáveis”. Longe disso, “uma nova concepção da responsabilidade pode e deve emergir de uma ética do determinismo” (ATLAN, 2002, p. 63- 69).

Esses onze tópicos elencados não tratam de fixar uma definição de complexidade, mas de indicar caminhos e pistas para sua compreensão. “Qualquer que sejam as definições, a complexidade surpreende pela irrealidade, ou melhor, pela irreversibilidade do seu conteúdo. É uma noção não-positiva por excelência” (LE MOIGNE, 2000, p. 219).

Para Le Moigne, a compreensão do que seja complexidade não se reduz à dissecação de sua natureza. "A complexidade talvez não tenha realidade ontológica: ela é uma propriedade intrínseca de certos componentes do universo, ou de certos sistemas? Ou, ainda, ela é uma propriedade atribuída a certas descrições de certos sistemas?" (LE MOIGNE. Idem, ibidem).

Essas questões, que não elucidam o problema da complexidade, suscitam, entretanto ‘debates muito bem-vindos’ para sua compreensão. É dentro desse espírito que Le Moigne formula um argumento síntese importante. “Será complexo o que certamente não é totalmente previsível e às vezes não localmente antecipável”.

Complexidade: uma propriedade intrínseca dos fenômenos ou uma característica de certas descrições e narrativas? Certamente essa disjunção não faz mais sentido se considerarmos o panorama das reflexões sobre a ciência hoje. Edgar Morin, Humberto Maturana, Rupert Sheldrake, Bruno Latour, Isabelle Stengers, Ilya Prigogine, David



Bohm e Michel Serres entre outros, e cada um à sua maneira, já problematizaram os sintomas de uma nova percepção da realidade; o problema da introdução do sujeito no conhecimento; a recursividade entre a narrativa e o mundo; os campos e domínios de ordens que transversalizam o ser e o mundo. É mais

apropriado lidar com o desafio do diálogo entre as descrições dos fenômenos e suas propriedades. Esse é, minimamente, o horizonte comum das ‘ciências da complexidade’.

Daí porque, para Morin, o objetivo do método é ajudar a pensar por si mesmo para responder ao desafio da complexidade dos problemas.

O voo incerto da borboleta

As borboletas migram por vários motivos. No pólo norte, quando chega a primavera, se deslocam para fugir dos pássaros que se alimentam de insetos. Nos trópicos, onde não há diferença marcante de estações, elas migram porque “se permanecessem no lugar em que emergiram, haveria muita competição pelo alimento e as lagartas morreriam de fome” (BORBOLETAS, 1999). O voo para garantir o alimento, tanto quanto para copular ou transportar os ovos para um lugar seguro é marcado pelo imprevisível e a incerteza. Em algumas espécies – Methano Themisto, a borboleta do manacá – o macho que busca por uma fêmea virgem e receptiva tem um comportamento curioso. “Se encontrada voando já fecundada, ela é violentamente jogada ao chão pelo macho agressivo, que força a cópula, geralmente concretizada” (OTERO, 1990). O voo, condição de deslocamento e garantia de sobrevivência da espécie é, pois, sempre um voo incerto.

Incerteza, imprevisibilidades e acasos estão, de forma análoga, na base da reorganização dos conhecimentos científicos. Que resquícios do paradigma da disjunção se constituem em predadores cognitivos que dificultam o pensamento complexo? Haverá uma rota a ser visualizada, projetada, com relação às ciências da complexidade? Vejamos.

Dado que a emergência da complexidade se deu na interface de domínios diversos do conhecimento, na relação entre o fenomenal e o cognitivo, e também por meio de hipóteses científicas isoladas que redundam em desdobramentos dispersos, é temerário, se não impossível, projetar ou um diagrama da trajetória do voo da borboleta, ou o horizonte da complexidade. É importante, entretanto, destacar alguns cenários que sirvam de guia para construir, provisoriamente, o estado da arte dessa perspectiva de ler, compreender e narrar o mundo.

Numa escala telescópica, portanto ampliada, mas difusa, poderíamos visualizar duas constelações de investimentos atinentes à complexidade: uma mais pragmática, outra mais paradigmática. A primeira diz respeito às pesquisas e construções intelectuais que se atêm à modelização e aplicabilidade do conceito. Habitando o espaço acadêmico, mas também Institutos de pesquisas autônomos, grandes empresas e organizações não-governamentais, cientistas e administradores têm investido em modelos de compreensão dos fenômenos físicos e sociais com base nas ideias de indecidibilidade, incerteza, emergência, mobilidade instável, reorganização dos padrões de desordem, entre outras.

O eixo central dessa primeira constelação se apóia no conceito de *sistemas complexos*. A ideia de um sistema que se auto-organiza, em função da relação com seu entorno e apresenta abertura para receber novas informações e ruídos, tem fornecido modelos para discutir ‘gerência empresarial’, ‘administração de recursos humanos’, projetos ambientais e ecológicos, tanto quanto tem permitido intervenções mais pontuais – como é o caso das pesquisas de perfuração do solo para extrair petróleo.

Também as pesquisas na interface entre Complexidade, Bioquímica e Biofísica merecem destaque. Para os biofísicos há sistemas fisiológicos nos quais os padrões de bifurcações são similares em diferentes escalas: as redes vasculares e neurais são exemplos de estruturas fractais. Para citar uma referência, é nessa direção que o Grupo de Biofísica Teórica e Computacional da Universidade Federal Rural de Pernambuco, coordenado pelo biofísico Romildo Nogueira e o oftalmologista Fabrício Sá vem desenvolvendo suas pesquisas. Outra referência de magnitude exemplar na pesquisa científica constela as investigações dos cientistas do Instituto Avançado de Química de São Carlos em São Paulo, liderados pelos doutores Sérgio Mascarenhas e Hamilton Varela.

Na área da Administração, os conceitos de sistema e complexidade são hoje, tidos como imprescindíveis para o estudo das organizações (identificadas como estruturas naturalmente complexas, como partes que ora se juntam e ora se separam, prefigurando sempre novas configurações). As empresas são compreendidas como sistemas adaptativos, capazes de aprender, continuamente, em um processo de auto-regulação.

Nessa primeira constelação cabe ao conceito de *sistemas complexos* o papel de aglutinador de uma rede de noções e ferramentas cognitivas, entre as quais as noções de *fractal*, *acaso* e *teoria do caos*. As simulações em computador que permitem tratar categorias e propriedades não dedutíveis dos fenômenos em si, tanto quanto o conceito de *ubiquidade* que permite pensar situações imprevisíveis de fenômenos físicos e de dinâmicas populacionais, são bons exemplos de modelizações.

Convivendo lado a lado com essa primeira constelação, uma segunda aglutina pesquisas e construções teóricas de base predominantemente epistemológica. Sobretudo alocados nos espaços universitários, mas também tecendo redes de interlocução extra-acadêmica e interinstitucional, pesquisadores e intelectuais de várias especialidades têm se dedicado de forma sistemática à reflexão sobre a nova ‘fabricação da ciência’. Marcada pela diversidade de escalas e formas de abordagens, essa constelação se

concentra na rediscussão de conceitos matriciais como os de verdade, objetividade, razão e realidade, e investe, fortemente, na construção de operadores cognitivos capazes de religar disciplinas e áreas de conhecimento.

Como decorrência da reflexão fundamental sobre o conhecimento complexo, e da meta de uma *reforma do pensamento*, começam a se consolidar projetos educacionais orientados para reduzir a fragmentação do conhecimento. Projetos de reforma da educação (do ensino fundamental ao universitário); reorientação dos princípios de organização dos currículos; articulação entre atividades escolares e extra-escolares, bem como a criação de espaços institucionais estruturados para facilitar a atitude da transdisciplinaridade, são alguns dos casulos que se formam em decorrência dessa segunda constelação de investimento na noção de complexidade.

Os personagens que habitam o interior desses casulos, mesmo que se reconheçam por sua identidade de origem – geógrafos, epistemólogos, filósofos, matemáticos, sociólogos, cognitivistas, biólogos, enfermeiros, físicos ou antropólogos, estão a construir o protótipo de um cientista híbrido, mestiço em seus pertencimentos e travessias disciplinares. Se esses personagens encontram ambientes favoráveis, ou seja, se nenhum mecanismo burocrático se tornar um predador, uma metamorfose do intelectual estará a se processar: ele será o mesmo e outro, como no caso da borboleta.

É claro que essa perspectiva telescópica não permite identificar os avanços e os entraves do pensamento complexo levados a efeito nos espaços microscópicos e pontuais. Mas, certamente, se considerarmos o panorama colocado é possível destacar o que parece se constituir um paradoxo – isso se atentamos para o horizonte da religação para o qual apela o pensamento complexo. Assim, temos de um lado um investimento pragmático (aplicabilidade/modelização da complexidade), de outro uma aposta paradigmática (reflexão epistemológica que privilegia um método). Estaríamos diante de uma impossibilidade estrutural de reorganização do conhecimento em patamares complexos, dado nosso modelo dual de produção da ciência? Sim e não. Sim, se compreendemos a modelização e a aplicabilidade como engenhos das 'tecnicidades' desprovidos de criação e mobilização cognoscentes - o que, obviamente, é uma concepção simplista. Sim, também, se supomos ser possível uma reflexão fundamental desprovida dos elementos materiais e dos fenômenos que oferecem substrato e vida ao regime noológico – e isso seria uma outra simplificação. Mas é possível responder igualmente que não estamos diante de uma impossibilidade. Isso porque, da distinção entre os eixos da modelização e da epistemologia podem emergir complementaridades,

retotalização e mestiçagens. Mesmo assim, a hipótese de uma construção dualizada das ciências da complexidade deve nos alertar para o cuidado de não fragmentar, à partida, o que se projeta como uma ciência da religação de saberes e áreas disciplinares, tanto quanto da dialógica entre especulação e experimentação.

Talvez o Colóquio sobre emergência, que ocorreu na Universidade de Stanford durante cinco intensos dias em agosto de 2002, seja emblemático para compreender os sintomas da religação que contamina a ciência no âmbito planetário. “Vinte estudiosos de diferentes gerações e uma gama de disciplinas que variava da pesquisa acústica, passando pela física teórica, teologia e estudos de direito”, além de biólogos, literatos e prêmios nobéis, discutiram as interfaces entre suas especialidades e como que 'experimentaram' a contingência do conceito de emergência. Para eles, a co-emergência é uma noção matricial para compreender o processo de produção do conhecimento, ou seja, o observador e o fenômeno emergem juntos. O Manifesto de Stanford afirma, entre outras coisas, que o observador não se restringe ao sujeito humano e advoga a “possível existência de observadores não humanos para os quais os fenômenos emergem, observadores que não participam da linguagem ou que não têm sentimentos e consciência ou ao menos aos quais não possamos facilmente atribuir essas qualidades” (O MANIFESTO, 2002). Mesmo que não venha ao caso discutir, aqui, os pontos principais do referido manifesto – que apela entre outras coisas para a “liberdade, coragem e o risco de trabalhar sem objetivos predeterminados” – cabe registrar uma certa surpresa de testemunhar emergências de complexidade da ciência no país do Tio Sam, que conforme a imagem consagrada é o país do pragmatismo por excelência.

O Manifesto norte-americano, na verdade, reedita e legitima hipóteses, reflexões, apostas e apelos, já formulados a partir dos anos 60 do século 20, e lapidados, sobretudo por Edgar Morin, mas também por Humberto Maturana e Francisco Varela, Boris Cyrulnik, Henri Atlan e Ilya Prigogine, para citar alguns dos pensadores nos quais se reconhece o pioneirismo de inaugurar uma ciência nova, complexa, transdisciplinar, capaz de conviver e dialogar com as incertezas e os mistérios do mundo.

É vã, entretanto, qualquer tentativa de predizer o voo, visceralmente incerto, da borboleta. Tenderá a complexidade a se tornar um paradigma hegemônico? Ou, como quer David Bohm, no final do seu livro *Ciência, ordem e criatividade*, estamos a inaugurar uma configuração do conhecimento marcada pela coexistência de paradigmas diversos? Se a segunda opção prevalecer, ainda assim se manterá o desafio de investir numa 'ecologia das ideias' princípio vital do pensamento complexo.

Seja como for, devemos nos nutrir, ainda e sempre, dos ares impregnados de feromonas de uma ciência aberta que dialoga com o mundo e quer se acasalar com a natureza da qual se separou. No caminho de Ilya Prigogine devemos manter o otimismo. No exemplo das escaladas do sísifo Edgar Morin, encontraremos os alimentos para manter a obstinação necessária para reorganizar a ciência. Demissionários? Jamais! Como confessa Bruno Latour: “Continuamos acreditando nas ciências, mas ao invés de encará-las na sua objetividade, sua frieza, sua extra-territorialidade – qualidades que só tiveram um dia devido ao tratamento arbitrário da epistemologia –, iremos olhá-las através daquilo que elas sempre tiveram de mais interessante: sua audácia, sua experimentação, sua incerteza, seu calor, sua estranha mistura de híbridos, sua capacidade louca de recompor os laços sociais. Apenas retiramos delas o mistério de seu nascimento e o perigo que sua clandestinidade representava para a democracia” (LATOURE, 1994, p. 140).