

Reduccionismo e dialética

Eleutério F. S. Prado¹

Introdução

Como se sabe, a primeira concepção de mundo que costuma ser considerada científica nasceu na Grécia Antiga, com Aristóteles. Ela obedece aos cânones da lógica, desenvolve-se por meio de sólida argumentação e é unificada e abrangente. Segundo ela, o universo conhecido é um grande organismo – um cosmos – cujas partes têm finalidades e realizam funções. A segunda grande concepção de mundo na história da civilização ocidental veio com a síntese newtoniana, aparecida no século XVII. Conforme ela, o universo passa a ser concebido como uma máquina cujas partes interagem externamente, sem quaisquer finalidades intrínsecas. Afirma-se, agora, que os processos da natureza mantêm estabilidade e que apresentam, por isso, configurações constantes de fenômenos. A função da ciência é apreender essas regularidades por meio de leis e pela construção de modelos. No século XX, a teoria da relatividade modifica a compreensão do espaço, do tempo e do movimento, mas não vem contrariar a concepção mecânica em seus fundamentos. A teoria quântica, ao contrário, revoluciona de fato a compreensão do microcosmo, mas ela não chega a abalar a cientificidade dominante no entendimento dos fenômenos que se situam além dessa escala (DeWitt, 2004, p. 299-305).

De qualquer modo, aquilo que ocorre no macrocosmo tem sido descrito com razoável sucesso – mediante a abstração de toda irreversibilidade – por meio de um saber que se configura por meio de relações entre variáveis, ou seja, de correlações entre sucessões de estados no tempo e no espaço. A ciência moderna tem permitido, ademais, a dominação do mundo. A capacidade humana de se apropriar da natureza, como se sabe, tem sido extraordinariamente incrementada pelo saber que se conforma estritamente à lógica da identidade e que pode muitas vezes ser expresso sinteticamente por meio de fórmulas matemáticas. Desde os seus primórdios no século XVI, essa cientificidade manipulatória vem se expandindo extraordinariamente não só porque tem ampliado o seu alcance, produzindo conhecimentos cada vez mais precisos sobre certos funcionamentos, mas também porque têm alargado o seu escopo, passando a dominar aspectos cada vez mais diferenciados do mundo. A ciência que se orgulha de sua força analítica configura-se atualmente como uma malha extensa e bem diferenciada de áreas em que se afirmam saberes especializados. Como se sabe, porém, tais saberes não buscam qualquer sabedoria, mas expressam as realizações do que se passou a chamar criticamente de racionalidade instrumental.

A cientificidade da ciência moderna pode ser mais bem compreendida quando se toma por referência o movimento de deslocamento de um móvel, que é o mais simples de todos os modos de mudança. Na formulação precisa de Russell, esse modo de existir da matéria, apreendido abstratamente só como fenômeno, consiste simplesmente na ocupação de diferentes lugares em diferentes momentos do tempo. Tem-se movimento porque, mediante a ocupação sucessiva de posições em certos momentos, fica estabelecida uma

¹ Professor da USP. Correio eletrônico: eleuter@usp.br

correlação entre lugares e tempos (*apud* Priest, 1985, p. 339). O movimento, assim compreendido, é usualmente chamado de mecânico. Para pensá-lo desse modo, foram feitos já pressupostos cruciais: o movimento acontece no interior de um sistema natural que pode ser circunscrito para ser analisado como se estivesse isolado do meio exterior.

O paradigma da ciência moderna é o mecanicismo. E ele, do ponto de vista lógico, consiste justamente na apresentação das ocorrências do mundo por meio de sucessões recorrentes de estados em sistemas fechados (Bhaskar, 2008, p. 63-68). A física newtoniana, como se sabe, veio afirmar do mundo fenomênico que ele resultava de configurações de partículas que se encontravam em movimento de translação num espaço e num tempo compreendidos como homogêneos – e absolutos. Os deslocamentos dessas partículas, em isolamento do meio em que se encontram, foram, então, representados como trajetórias geradas deterministicamente por sistemas dinâmicos, a partir de determinadas condições iniciais. Ora, esses sistemas, em última análise, articulam variáveis e suas taxas de mudança de um modo recursivo. Para encontrar um fundamento para as regras que presidem o movimento em suas variadas formas, esse modo de teorizar se valeu de conceitos como causa, força, matéria, energia, etc. A passagem de um estado para outro passou a depender estritamente da noção de causalidade motriz e esta, por sua vez, tornou-se vinculada à noção de força. Ora, tais variáveis transcrevem sucessões de estados e tais sistemas dinâmicos expressam não mais do que correlações – eventualmente intrincadas – das variáveis assim definidas. Desse modo, os fenômenos se apresentam como se estivessem vinculados apenas externamente, por meio de leis deterministas de causa e efeito.

Porém, a estabilidade e a constância dos fenômenos nunca se conservam para sempre, pois as ocorrências do mundo vêm a ser inevitavelmente pontuadas por transformações. Mesmo se apresentam normalmente regularidades, as quais podem ser apreendidas por meio de relações funcionais típicas, parece seguro que os complexos naturais têm uma capacidade inerente de renovação e de produção de novas configurações. A inovação – e isto precisa ser enfatizado logo de início –, que parece ser uma característica do mundo orgânico e do mundo social, surge também no mundo inorgânico. É certo, por exemplo, que o inorgânico foi capaz de gerar o orgânico na face do planeta Terra e que este acontecimento excepcional pode, em princípio, se repetir no existir do universo.

E isto sugere, de modo preliminar, que essa esfera contém negatividade operante e que, em conseqüência, os seus processos não podem ser apreendidos adequadamente pelo pensamento conduzido formalmente. Pois este, sendo regido pela lógica da identidade, estrutura-se privilegiando e fixando certas identidades (ou, o que é o mesmo, pela eliminação de certas diferenças), as quais, a partir de então, são mantidas constantes. Podem se situar aqui ou acolá, podem estar no ontem, no hoje ou no amanhã, desde que se mantenham sempre idênticas a si mesmas no curso dos acontecimentos. O raciocínio formal apreende os objetos em geral por meio da identificação de suas partes e da reconstituição de seu todo a partir do conhecimento dessas partes. Como esse pensamento não estabelece uma relação de unidade contraditória entre a identidade e a diferença, torna-se, por isso, incapaz de compreender as transformações qualitativas. Pois estas envolvem mudanças irreversíveis no ser das coisas – e não apenas mudanças aparentes nos estados pelos quais passam essas mesmas coisas.

Na primeira seção propriamente expositiva deste artigo, busca-se apresentar a ciência moderna, que é reducionista, por meio de seus traços fundamentais. Nesse sentido,

mostra-se com base em escritos de Ulanowicz que ela pode ser caracterizada por um conjunto de fundamentos, os quais se encontram relacionados entre si: fechamento causal, atomismo, reversibilidade, determinismo e leis universais. Em seqüência, discutem-se as fraquezas da ciência moderna com base na crítica de Hegel ao mecanicismo. Segundo esse autor, essa ciência é culminação do saber do entendimento que privilegia a identidade em face da contradição, o fenômeno em relação à essência, a forma em relação ao conteúdo, etc. Ela opera com categorias abstratas, particulares e formais, sem articulá-las num sistema coerente visando à totalidade. Na terceira parte, tendo por inspiração as idéias de Ulanowicz – mas recorrendo a outras fontes e procurando levá-las a outro patamar –, busca-se mostrar quais seriam as principais características de uma ciência relacional. Em contraposição àquelas da ciência reducionista, arrolam-se as seguintes: abertura causal, organicidade (mas não o chamado organicismo), irreversibilidade temporal, leis tendenciais que envolvem necessidade e casualidade, assim como, finalmente, historicidade de todos os processos naturais.

Da ciência reducionista

Segundo Isaac Newton, a matéria consiste de partículas móveis, impenetráveis, duras, maciças e sólidas. Se a concepção de matéria da física newtoniana se tornou insustentável com o desenvolvimento da Física, o método de apreender os fenômenos por meio do qual ela se sobressaiu na época moderna como conhecimento exemplar – e por meio do qual se desenvolveu – conservou-se e se difundiu extraordinariamente, para além dela própria. A própria ciência enquanto tal passou a ser identificada com os seus procedimentos abstratos.

Frente a qualquer comportamento de interesse, o método reducionista da ciência moderna ordena que se parta de unidades analiticamente definidas por certas características intrínsecas; essas unidades são pensadas, então, como pertencentes a um determinado sistema fechado. Postula-se, assim, a separação entre o sistema e o seu ambiente, de tal modo que o comportamento das unidades em consideração não possa sofrer influência de eventuais mudanças que possam ocorrer no ambiente. Em seqüência, o método determina que é preciso descobrir um conjunto apropriado de estados nos quais essas unidades possam estar, segundo as coordenadas do espaço e do tempo. Definem-se, então, leis dinâmicas que conectam externamente os fenômenos associados a esses estados. Com base nelas, produzem-se, então, explicações e previsões causais. Estas consistem de deduções que visam apresentar certas ocorrências por meio de declarações, partindo de premissas em que se incluem as leis causais e as especificações das condições iniciais. Essa cientificidade se julga capaz não apenas de explicar os fatos, mas também, em princípio, de prevê-los.

Quais são, portanto, as características distintivas da concepção de mundo implícitas ou explícitas no mecanicismo tal como este se configurou depois das descobertas científicas de Newton?

De acordo com Ulanowicz (2009), depois de Depew e Weber (1995), a concepção de mundo da ciência moderna pode ser apresentada por meio de uma restrita coleção de características, não independentes umas das outras, mas fundamentais. A primeira dela, que avulta em importância e que esses autores denominaram de “fechamento causal”, será indicada aqui como sendo aquela que veio promover o desencantamento do mundo. Pois, de acordo com o próprio Newton, a ciência dos modernos caracteriza-se por rejeitar “as formas substanciais e as qualidades ocultas” e por “submeter os fenômenos da natureza às

leis da matemática” (Newton, 1983, p. 3). Ao adotar esse princípio, estabelece uma forte restrição ao modo de explicar todos os fenômenos abarcáveis por ela: em sua perspectiva, somente são válidas as explicações que fazem uso de causas eficientes e materiais. Note-se que somente as causas eficientes podem ser expressas por meio das formulações da matemática empregada por Newton – basicamente, o cálculo diferencial e integral – e que as causas materiais são sempre necessárias para posicionar os fundamentos das causas eficientes na própria natureza.

É evidente que essa restrição impede que causas supranaturais possam ser invocadas na explicação direta dos fenômenos da natureza; mas também, em específico, faz com que sejam banidas da ciência as causas formal e final, as quais constam do esquema aristotélico de explicação de todas as coisas. Na concepção de mundo desse filósofo, esses dois princípios de causalidade pressupõem que o mundo como um todo seja tomado como um cosmos, uma totalidade fechada caracterizada pela boa arrumação e pela harmonia de todos os seus componentes. É, pois, a natureza da coisa e o seu lugar nessa ordem que determina a sua causa final – aquilo em função de que vem a ser. Por outro lado, como o cosmos aristotélico é pleno de significado, consiste do sensível e do supra-sensível, vem daí que todas as coisas tenham uma causa formal ou essência – aquilo que faz cada coisa ser o que é.

A ciência dos novos tempos, porém, não elimina apenas a causa formal e a causa final na explicação dos fenômenos, mas requer também uma mudança bem profunda no modo de compreender a causalidade eficiente e a causalidade formal. A causalidade aristotélica se dá na forma da potência e do ato e, portanto, não se configura como férrea necessidade tal como ocorrerá na cientificidade consagrada por Newton. Ademais, a causalidade material em Aristóteles era passiva, pois a materialidade em geral era uma base possível para a realização de coisas, mas na ciência newtoniana ela vai se tornar ativa; passa a expressar a idéia de que reside na própria matéria a efetiva origem das forças que determinam o curso de todos os acontecimentos na natureza. Por isso, Ulanowicz enfatiza certa independência entre essas duas espécies de causalidade no esquema aristotélico e o estreito vínculo existente entre causa e matéria na ciência moderna, porque nesta última uma está amarrada à outra.

O segundo princípio constitutivo da ciência moderna é o atomismo. Na forma original, tal como figura na concepção de mundo de Demócrito, na Grécia Antiga, quanto na concepção de mundo de Newton, já na Época Moderna, esse fundamento afirma que toda a materialidade do mundo está constituída por elementos últimos, muito pequenos, indivisíveis e imutáveis. Quando, porém, essa idéia se tornou implausível frente ao próprio desenvolvimento do conhecimento da física do átomo, ela foi enfraquecida formalmente e passou a ser encarada como uma regra de análise, como um princípio metodológico. Ademais, essa crença não diz respeito apenas à natureza particulada da realidade, mas vem afirmar, também, que tais unidades constituintes mantêm a sua identidade quando são separadas do todo a que pertencem. Esse princípio que afirma o caráter decomponível da matéria, porém, não é independente do anterior. É bem evidente que a concepção atomista requer que os vínculos entre quaisquer partes da realidade – e que se manifestam como correlações entre variáveis descritivas de fenômenos – sejam apenas exteriores. Por isso mesmo, o atomismo e a causalidade mecânica requerem-se e se completam mutuamente como princípios da ciência moderna.

Ora, essa concepção de mundo dá origem, no plano metodológico, ao princípio do reducionismo. Este impõe como condição restritiva que toda explicação científica válida

deve obedecer ao método analítico estrito, ou seja, deve procurar explicar as propriedades de certo nível da realidade por meio das propriedades das partes que se encontram em um nível inferior, seja por meio de uma operação de simples agregação seja por meio de uma composição dinâmica bem complicada. Partindo dessas partes, nas condições iniciais a que estão submetidas, ou seja, de suas características constitutivas e de seus comportamentos efetivos, considerando as eventuais interações entre elas, deve-se procurar derivar logicamente o comportamento do todo. Às operações lógicas do tipo “se... então...”, as quais são encadeadas para derivar aos resultados possíveis, correspondem às relações de causalidade eficiente que são autorizadas pelo mecanicismo.

O terceiro princípio constitutivo da ciência moderna é a reversibilidade de todo movimento. Para compreender essa característica do mecanicismo, é preciso apresentar as noções de espaço e tempo que lhe são inerentes. Como se sabe, atribuindo realidade ao espaço da geometria, Newton concebeu a existência do espaço absoluto e, por extensão, também do tempo absoluto. Isto é, ele não os definiu por meio de relações posicionais com quaisquer outras existências. Por isso mesmo escreveu que o primeiro “permanece sempre semelhante e imóvel” e que o segundo “flui sempre igual por si mesmo” (Newton, 1983, p. 8). As ordenações das partes do tempo e do espaço – diz ele – são imutáveis: “os tempos e os espaços são como que os lugares de si mesmos e de todas as coisas. Estas [as coisas] se localizam no tempo quanto à ordem de sucessão, e no espaço quanto à ordem da situação”; eis que a “essência deles [ou seja, do espaço e do tempo] é serem lugares” (Newton, 1983, p. 9). Nesse caminho, vai poder pensar também o movimento como absoluto: “o movimento absoluto é a translação de um corpo de um lugar absoluto para outro absoluto” (Newton, 1983, p. 9). Nessas concepções, deve-se notar em primeiro lugar que toda diferença qualitativa encontra-se abstraída, ou melhor, abolida. Em segundo lugar, deve-se perceber que o movimento é apresentado como mera ocupação sucessiva de lugares no tempo e no espaço. Em terceiro lugar, finalmente, deve-se ver que se encontra postulada como verdadeira a conservação do corpo (ou seja, de sua massa) no movimento. Logo, há movimento, mas nesse movimento não ocorre verdadeira mudança; não se verifica qualquer transformação qualitativa. Ora, isto é o mesmo que postular a reversibilidade possível de todo movimento.

O quarto princípio constitutivo da ciência moderna é o determinismo. Em sua formulação clássica, proposta por Laplace, ele afirma que, em princípio, seria possível conhecer, com arbitrário grau de precisão, os estados passados e futuros de qualquer conjunto de partículas do universo, bastando que fossem conhecidos os seus estados iniciais, ou seja, as suas posições e os seus momentos. Dito de outro modo, esse princípio autoriza a idéia de previsão perfeita quanto aos estados do mundo, não para os homens que seriam imperfeitos em sua capacidade de observação, mas para um “demônio” que conhecesse também as leis dinâmicas formuladas por Newton. É evidente que esse princípio está estreitamente correlacionado com a concepção de causalidade mecânica. Porém, vai além porque ademais de postular existir total rigidez nos relacionamentos entre causas e efeitos, afirma também que não pode haver quaisquer bifurcações nesses encadeamentos.

Ulanowicz, para fechar a sua pequena coleção de características do mecanicismo, menciona que há ainda um quinto e último princípio. Este afirma que as leis da natureza, as quais foram estabelecidas nessa concepção de mundo, são universalmente válidas, isto é, são aplicáveis em todos os lugares, em todos os tempos e em todas as escalas do microcosmo e do macrocosmo. Ele o faz, porém, não para apontar um desacordo entre essa

crença e o próprio desenvolvimento da Física teórica; como se sabe, ao longo do século XX, esta ciência acabou sustentando teorias diversas para as diferentes escalas do universo conhecido. Mas, para assim indicar uma enorme contradição residente no pensamento de Isaac Newton, já que este autor creditava a origem dessa formulação, assim como as suas leis tão perfeitas, ao espírito divino, enquanto que ela, em si mesma, não parecia deixar qualquer lugar para a existência de uma vontade criadora.

Note-se que essa cientificidade encontra-se regrada logicamente por princípios formais, expressando-se privilegiadamente na linguagem do cálculo, ou seja, da matemática em que tudo o que pode ser dito rigorosamente tem ser expresso por meio de funções e, em última análise, por meio de algoritmos. Ora, algoritmos não são mais do que sucessões de estados gerados recursivamente com base em regras formais, puramente sintáticas, as quais estão também traduzidas na linguagem descritiva de estados. Daí que Rosen tenha mencionado existir “um paralelismo exato entre a representação mecânica do mundo fenomenal” e a crença arraigada de que “o universo do discurso [científico] deve ser formado apenas por símbolos sem significado, os quais são operados por regras definidas de manipulação” (Rosen, 1991, p. 7).

Mesmo se essa tese de Rosen é preciosa porque revela as relações de homologia que existem entre o mecanicismo, o dedutivismo e a lógica recursiva dos algoritmos em geral, ela merece receber um esclarecimento complementar. Pois, é preciso ver que as restrições postas pela lógica recursiva às formas de descrição da natureza são menos restritivas do que aquelas postas pelo mecanicismo (entendido em sentido estrito). Por um lado, a lógica que preside os algoritmos computacionais é capaz de acolher certa complicação² e, nesse sentido, permite transcender a demanda de simplicidade que sempre acompanhou o mecanicismo clássico; por outro, ela acolhe sem maior dificuldade a interferência do acaso probabilístico no curso de seus processos recursivos. É bem evidente que o método newtoniano em sua forma original não é capaz de representar adequadamente todos os fenômenos da natureza, pois não permite apreender as manifestações de processos que contenham qualquer grau de indeterminação, ou seja, que sejam afetados pelo acaso.

O pensamento dedutivista, o qual se orgulhou por longo tempo de sua capacidade de apresentar os fenômenos de modo simples, foi capaz de ir mais longe, acendendo a uma forma de representação da complexidade do mundo (ver Prado, 2009, p. 13-21). Na segunda metade do século XX, com o desenvolvimento da ciência da computação e da capacidade de manipular sistemas dinâmicos não triviais, desenvolveu-se todo um procedimento capaz de abranger certos plexos fenomênicos complicados. Antes desse desenvolvimento, quando o comportamento do todo não podia ser decomposto de modo simples no comportamento das partes, certos fenômenos eram ignorados – ou drasticamente simplificados – pelos procedimentos científicos, porque se mostravam resistentes ao método reducionista tradicional. Depois dessa inovação, o modo de evoluir de certos acontecimentos compostos e intrincados, que permaneciam fora do alcance dos procedimentos usuais da ciência moderna, passou a ser abarcado por ela. Certos comportamentos que resultavam da interação variada, local e encadeada de muitos elementos, que conformavam processos que envolviam causação não linear, realimentação negativa e positiva, assim como bifurcações, passaram a ser abarcados por meio de sistemas dinâmicos sofisticados.

² Complicação esta que costuma ser chamada de complexidade algorítmica pelas correntes de pensamento que identificam o mundo existente à computação.

Os fenômenos compostos e complicados, que no limite envolvem interações heterogêneas entre elementos heterogêneos, puderam, então, ser explanados por meio de modelos implementados por meio de algoritmos e estudados por meio de simulação. Nesses modelos, o comportamento do todo aparece como resultado dedutivamente emergente de sistemas dinâmicos não-triviais. Mesmo se forem resultados eventualmente possíveis, a evolução desses sistemas não converge, em geral, seja para certos equilíbrios seja para determinados ciclos. Diferentemente, mesmo se forem sistemas deterministas, eles podem apresentar um comportamento aparentemente caótico ou um comportamento padronizado que se situa entre a ordem e o caos. Nesse segundo caso, mesmo partindo de condições iniciais que se podem variar amplamente dentro de limites estreitos, vê-se a produção de padrões que nunca se repetem identicamente, mas revelam possuir certa ordem característica. Por isso mesmo, nessa perspectiva, a complexidade veio a ser definida, formalmente, ainda nos limites da representação algorítmica, como característica dos sistemas dinâmicos cujo evoluir se situa entre a ordem e o caos (determinístico).

Os algoritmos, ademais, podem acolher formalmente, enquanto representação de um evoluir de estados, certo indeterminismo. Pois, vem a ser evidente que é possível construir modelos recursivos que contêm variáveis aleatórias (ou pseudo-aleatórias) e que, por isso, simulam processos considerados irreversíveis. Diferentemente da situação posta pelo mecanicismo clássico, quando certos estados em consideração ocorrem ou não ocorrem, dependendo de uma logicidade determinista, agora eles podem ou não ocorrer, dependendo de uma função de distribuição probabilística. Em consequência, por meio da matemática computacional, veio a ser possível representar diversos tipos de processos, inclusive àqueles que são propriamente chamados evolutivos. Tornou-se possível fazer modelos que dependem da interação sucessiva de regras simples e que geram, por exemplo, as chamadas estruturas fractais; tornou-se viável construir modelos que envolvem complicadas interações de conjuntos heterogêneos de regras, as quais formam, em conjunto, uma ecologia de regras em processo de coevolução (por exemplo: Arthur, 1994); veio a ser possível representar os processos evolucionários que envolvem de algum modo geração, herança e seleção de características, rotinas, regras, etc. (por exemplo: Nelson e Winter, 2005)³.

Dentro dessa perspectiva, desenvolveu-se a tese de que o próprio universo pode ser concebido como uma imensa máquina computacional. Assim como, no alvorecer da época moderna, certos pensadores propuseram que se devia conceber o universo como um relógio, sugere-se agora que ele deve ser apreendido essencialmente como um computador (eventualmente quântico). Essa sugestão, porém, não é uma inovação radical, mas uma extensão pouco criativa da metáfora anterior. Pois, de acordo com o seu proponente, “pensar que o universo não é precisamente apenas uma máquina, mas também uma máquina que computa, vem a ser uma extensão potencialmente poderosa do paradigma mecanicista” (Lloyd, 2010, p. 96). Poderosa porque será, tal como aquela que substitui, provavelmente, “terrivelmente bem sucedida”. Ora, esse prognóstico otimista tem de ser encarado aqui com um bocado de reserva, pois ele ignora os limites do mecanicismo.

³ Essa variante não-determinista do mecanicismo – ampliando aqui o uso de um qualificativo empregado por Marx no âmbito da Economia Política – tem o caráter de ciência vulgar. Pois, ela ainda examina apenas os nexos aparentes, “oferecendo um entendimento plausível dos fenômenos... para o uso caseiro da burguesia” (Marx, 1983. p. 76n). Esse caráter fica muito evidente num autor como Johnson (2007). Essa compreensão da ciência da complexidade também domina o texto de Mitchell (2009).

Da velha crítica

Não está aqui em questão o sucesso prático utilitário dessa espécie de cientificidade instrumental. Mas se questiona se ela, por si mesma, é sempre adequada para compreender os processos do mundo natural mesmo em sua aparência fenomênica. Ora, não se trata aqui de considerar que a mente humana se permite pensar o mundo desse modo devido às suas características próprias, tal como ousa afirmar a reflexão epistemológica fundada no indivíduo moderno. Mas, sim, de entender que a concepção moderna de ciência veio predominar porque permitiu a expansão de um modo específico de relação do homem com o mundo, uma forma determinada de prática. É, pois, nesse encontro entre a vontade de manipulação e o que pode ser manipulado que adquire certa veracidade.

Se a ciência moderna, em seus primórdios, tornou-se possível mediante a abstração de certa complexidade constitutiva do mundo, essa abstração se revelou bem razoável para certas finalidades do homem diante dele. O seu sucesso, porém, encontrou limites quando se tratou de enfrentar certos sistemas muito complicados, caracterizados pela multiplicidade quantitativa e qualitativa das interações, pela orientação temporal e pelas incessantes transformações. Prigogine acentuou que a ciência recebida da tradição moderna não acolhe o advento de complexidades inesperadas, não respeita a flecha do tempo e não crê na criatividade da natureza (Prigogine, 2003, p. 7-20).

Ora, se essa cientificidade se mostra limitada na apreensão mesmo do mundo natural, então, o seu próprio sucesso precisa ser explicado. Sustenta-se aqui a tese que esse sucesso vem de duas fontes: a prática utilitária que o julga e a manifesta simplicidade de certos processos do mundo natural, em particular do mundo inorgânico. Foi essa conjunção que tornou possível o surgimento da firme crença nessa cientificidade geral e abrangente; não só as suas realizações, como se diz usualmente, costumam muitas vezes passar pelos testes empíricos, mas elas têm permitido uma fantástica (e desmedida) apropriação da natureza.

O sucesso mais notável da ciência moderna se encontra em seu modo de apreender o movimento. Porém, esse modo apresenta certas dificuldades conceituais: eis que aquilo que, segundo ele, se move nunca está verdadeiramente em processo de mudança. Ao acolhê-lo, descarta-se imediatamente aquilo que se entende usualmente por estado de fluxo ou por ato de passagem. A situação do que se encontra em movimento torna-se qualitativamente idêntica à situação do que se encontra imóvel. Tudo se passa como se o movimento fosse algo que pudesse ser representado por meio de uma seqüência continua e infinita de lugares (estados): aqui, aqui, aqui, aqui, etc. Mas, esse modo de apreender “o lugar” – como diz Hegel – “é somente o aqui universal”. Tais “aqui”, portanto, não diferem entre si qualitativamente, de tal modo que ficar em um deles ou estar em um ou outro são equivalentes, isto é, dizendo de outro modo, a temporalidade do devir encontra-se ausente.

São conhecidos os paradoxos do movimento explicitados já por Zenão, na Grécia Antiga, os quais se tornam possíveis devido ao modo discreto e sucessivo pelo qual ele é representado. É sabido, também, que Hegel refletiu sobre eles criticamente chegando à conclusão que para apreender verdadeiramente o movimento vem a ser necessário acolher a contradição: “algo se move não porque em um momento está aqui e em outro está lá” – escreveu –, “mas porque num mesmo momento está aqui e não está... [eis que] o movimento em si mesmo é a existência imediata da contradição” (*apud* Priest, 1985, p. 341). Ao invés de ser apresentado como uma seqüência de estados, o movimento aparece

aqui como uma sucessão de momentos internamente interconectados por meio de uma lógica circular de realimentação. Há algo que permanece – a materialidade do corpo; há algo que muda – as suas determinações de espaço e tempo.

E não se veja aqui uma inconsistência. Hegel não afirma A e não-A ao mesmo tempo e na mesma condição. É preciso notar que o “está aqui” e o “não está aqui” não se encontram no mesmo registro lógico: o primeiro termo se encontra no registro da posição (o móvel está aqui) e o segundo termo está no registro da pressuposição (o móvel não está aqui). Se esse modo de pensar causa desconforto, pense-se como Aristóteles que o ser (aqui, o móvel) está em ato num certo lócus e não está aí em potência. Assim, na lógica hegeliana, o “está aqui” e o “não está aqui” não formam uma seqüência, mas um círculo de realimentação colapsado em si mesmo – contradição em processo. Essa logicidade pode parecer estranha ao senso científico comum, mas ela é necessária para pensar verdadeiramente o movimento.

Em adição, deve-se acrescentar que essa articulação dos nexos internos do movimento – ou seja, os nexos entre corpo, espaço e tempo – não está em insuperável discrepância com a apresentação fenomênica usualmente feita pela ciência positiva, em que se descreve o movimento relacionando externamente a variável espaço (s) com a variável tempo (t), por meio de uma função $s = f(t)$. Há contradição entre esses dois momentos, mas esta vem a ser uma contradição entre a essência e a aparência do próprio ser em simples movimento. Essa aparência, entretanto, não é arbitrária, mas se configura na prática manipulatória do homem moderno que quer dominar o mundo de modo utilitário. Finalmente, deve-se concluir dizendo que a dialética do simples movimento não exige que se lhe acrescente qualquer teleologia. Pois, como diz Hegel, “a natureza não mostra em seu ser-aí nenhuma liberdade, mas apenas necessidade e contingência” (Hegel, 1997, p. 30). Porém, mesmo a causalidade mecânica já pressupõe implicitamente certa finalidade (passiva, certamente).

Na crítica à física de seu tempo, Hegel menciona que ela se atém demasiadamente à apreensão do idêntico, argumentando que essa insistência no tratamento formalista da experiência vem a ser a sua característica principal. Esse saber do mundo físico se origina do entendimento, o qual consiste, em primeiro lugar, nessa incansável capacidade de analisar. Por isso mesmo, acentua que “a identidade vem a ser a categoria fundamental do entendimento” (Hegel, 1997, p. 22). Ademais, rememorando o papel crucial das categorias para todo pensamento seja ele ordinário, científico ou filosófico, aponta então, referindo-se à física em particular, as insuficiências do conhecimento analítico em geral: as categorias com que opera são abstratas, particulares e formais; em consequência, os conteúdos nelas expressados se encontram individualizados, dissociados e, assim, estilhaçados, permanecendo disjuntos, sem estarem coerentemente integrados numa concepção de mundo que quer ser universal.

Para ilustrar essa reflexão, Hegel discute uma flor. O entendimento – lembra – é capaz de notar as suas qualidades como cor, peso, formato do pistilo, desenho das pétalas, etc.; é ademais capaz de analisá-la em sua composição química: oxigênio, hidrogênio, carbono, clorofila, etc. Depois de tudo feito e bem analisado, pensando que esse belo produto da natureza é um mero agregado dessas propriedades, anuncia desassombadamente para o mundo que “a flor consta de todas essas partes” (Hegel, 1997, p. 23). A flor nasce, vive e morre; ela é um momento singular do metabolismo da natureza que chama os insetos para que eles contribuam para o processo de reprodução da planta, da qual ela, flor, faz parte. A consciência comum toma a flor como singularidade prática; a

cientificidade analítica a toma como universalidade abstrata. Para Hegel, entretanto, não se deve pensá-la como um mero agregado de determinações postas como se ela fosse algo eternamente morto, sem qualquer inquietude própria. Diferentemente, é preciso pensá-la em devir, como algo contraditório e integrado em si mesmo, que possui agência própria, ou seja, como “uma unidade que se move a si mesma” (Hegel, 1997, p. 24).

Mas, ao se expandir sobre o mundo exterior, desvelando os seus múltiplos aspectos, esse modo restrito de pensar fornece freqüentemente um material precioso, ainda bruto, para ser lapidado pelo pensamento conceitual. Este vem a ser, pois, o trabalho da filosofia da natureza: tornar inteligível tal material fornecido pelo entendimento por meio de seu adequado acolhimento na valiosa rede “das determinações universais do pensamento” – que, renovando radicalmente a tradição milenar, Hegel chama ainda de metafísica. É preciso, portanto, não confundi-la com a metafísica antiga que queria descobrir a essência das coisas imediata e dogmaticamente. Para Hegel, todo pensamento tem a sua metafísica e ela está inscrita nas categorias empregadas. Para enfatizar esse ponto, acrescenta então que todas as revoluções do pensamento e da história passam antes por revoluções nos sistemas categoriais. A dialética, nesse sentido, pretende superar o formalismo da ciência do entendimento, assim como o estilizar dos conteúdos que ela produz.

Ora, o pensamento conceitual pode superar o entendimento encontrando a universalidade constitutiva do ser, chegando a compreender a composição das partes num todo, ou seja, formulando o conceito daquilo que fora previamente analisado. O conceito respeita as diferenças determinadas, mas compreende tudo em suas relações externas internas, fazendo de toda existência uma totalidade existencial. Segundo a ordem do conceito, o ser como totalidade vem a ser um processo de transformação que possui uma lógica própria. Eis que dialética apreende tudo em seu processo de devir aberto ao futuro e, por isso, infinito em princípio, pensando o “verdadeiro infinito” como “a unidade de si mesmo e do finito” (Hegel, 1997, p. 24).

Para Hegel, evidentemente, o conceito é divino, pois Deus vem a ser a solução final de todas as contradições. Nesse sentido, diz que a natureza não corresponde ao seu conceito, pois é antes “contradição não resolvida”. Ora, para o pensamento dialético, mas inflectido no sentido materialista, não há resolução última e final das contradições, pois ele não crê na existência de qualquer entidade transcendente. Para a dialética materialista, porém, o conceito hegeliano é ainda necessário, pois ele possibilita a compreensão de tudo em processo e, assim, também da natureza – visando abraçá-la – sem a intenção de travar uma luta sem tréguas para dominá-la.

Para o entendimento há, por um lado, o espaço e, por outro, o tempo; há, por um lado, o movimento e, por outro, a matéria. A representação corrente – diz Hegel –, por um lado, pensa “espaço e tempo como vazios, indiferentes quanto ao seu enchimento”; por outro, pensa também que eles estão cheios de matéria. Como vazios, são tomados como se tivessem sido enchidos de fora com porções de matéria. Assim, considera “as coisas materiais por um lado como indiferentes ante o espaço e o tempo, por outro, ao mesmo tempo, como essencialmente espaciais e temporais” (Hegel, 1997, p. 62). E, procedendo desse modo, enreda-se em inúmeras contradições.

O pensamento conceitual, diferentemente do entendimento, acolhe as contradições para não se contradizer. Para apreender o mundo em conceito procede reconstrutivamente indo do abstrato ao concreto. O ser-aí concreto é o pressuposto material e efetivo do pensamento, mas ele próprio aparece como resultado, como síntese aparentemente produzida só pelo próprio pensamento (Marx, 1978, p. 116-123). Nesse sentido, para

apreender com rigor o objeto da física newtoniana, é preciso começar pelo espaço, pois na ordem conceitual ele é o mais abstrato. E, nesse sentido, é instrutivo acompanhar com certo distanciamento o desenvolvimento categorial apresentado por esse autor idealista em sua filosofia da natureza (Winfield, 1998).

Para Hegel, o espaço vem a ser compreendido como condição existencial intrínseca da natureza. Imediatamente, porém, ele figura como algo puramente exterior, como um contínuo sem qualquer diferenciação. Nessa condição, apresenta-se como abstrata universalidade, sendo então apreendido pelo gênio de Newton como espaço absoluto. Pressupondo o vínculo interno entre espaço e natureza, Hegel diz então que “o espaço é a natureza em seu ser-fora-de-si”. Nessa linha de pensamento, põe então a questão de saber “se o espaço é real por si ou apenas uma propriedade das coisas” (Hegel, 1997, p. 49). Ora, o espaço não pode ser por si, não pode ter existência autônoma em relação às coisas, porque ele, sendo “absolutamente flexível e brando” não oferece qualquer resistência às coisas, não se impõe perante elas como outra coisa. “Não se pode mostrar nenhum espaço que seja espaço por si, pois ele será sempre espaço preenchido e nunca diverso de seu preenchimento” (Hegel, 1997, p. 49). Após apresentar esse tipo de consideração, conclui que não se pode opor o espaço às coisas porque o espaço é a ordem das coisas. Ao invés de absoluto, ele vem a ser relativo, ou seja, relação espacial.

Porém, na ordem de apresentação, não se começa desse modo. Ao contrário, parte-se do espaço como absoluto. Pensa-se, então, que espaço abstrato é pura continuidade e, como tal, pura quantidade. Para apreciar nele diferenciações, consideram-se certas determinações qualitativas. Concebe-se que a negação do espaço vem a ser o ponto, pois um simples ponto rompe com o contínuo e determina uma posição em que se distinguem pelo menos um lado esquerdo e um lado direito, um a frente e um atrás, uma acima e um abaixo. Do ponto pode-se ir, também por simples negação, à linha e à superfície. Ora, esse ultrapassar do ponto e da pontualidade – que deve aqui ser pensado como círculo realimentação e não como mera sucessão – vem a ser justamente o tempo. Esse mesmo passar, assim, é já negação interna do próprio espaço, um processo de suprassunção. Por isso, Hegel pode dizer que “o tempo é, pois, justamente o ser-aí deste constante suprassumir-se” (Hegel, 1997, p. 54). Ao pensar assim, o ponto figura como mediação que permite ir do espaço ao tempo. Reciprocamente, só com a consideração do tempo, o ponto ganha efetividade e pode se tornar realidade efetiva e não mera abstração.

Assim, para Hegel, espaço e tempo encontram-se vinculados formando uma duplicidade contraditória; eles se opõem e se implicam mutuamente. A filosofia – diz ele – é o momento conceitual do pensamento e, por isso, ela combate a idéia de que o espaço e o tempo estejam um fora do outro; isto é certo, eles são distintos entre si, mas não estão disjuntos.

A negatividade que opera no espaço é o tempo. Porém, o tempo em si mesmo, como mera abstração, é uma sucessão de estados; nesse sentido, é igualmente contínuo como o espaço, sem qualquer diferenciação real. Um seu momento singular, porém, introduz uma diferença qualitativa na temporalidade uniforme, já que ele permite distinguir um passado, um presente e um futuro. O passar do tempo, porém, não é uma simples sucessão: agora, agora, agora, etc., mas um círculo de realimentação.

Antes de mais nada, o tempo difere do espaço. Se o espaço aparece na intuição como um estar aqui ou acolá, o tempo figura imediatamente como vir-a-ser, aquilo que “enquanto é, não é, e, enquanto não é, é” (Hegel, 1997, p. 54). Normalmente se diz, pensando no tempo como um recipiente, que tudo surge e passa no tempo. Desse modo,

contudo, o tempo é pensado como um vazio abstrato. Ora, “não é que no tempo surja e pereça tudo, porém o próprio tempo é este vir-a-ser, surgir e perecer, o abstrair essente” (Hegel, 1997, p. 55). E por “abstrair essente” se entenda o ato de negar e de por constituinte do ser em processo, a passagem da pressuposição à posição. O tempo, segundo Hegel, é somente a abstração do passar, ou seja, do processo de consumo das coisas – coisas estas que, por isso mesmo, são finitas. Não é que as coisas estejam no tempo porque sejam finitas, mas “o próprio processo das coisas efetivas faz assim o tempo” (Hegel, 1997, p. 56). O tempo, dizendo de outro modo, é uma determinação objetiva das coisas que passam.

A passagem de momento a momento, esse fluir que se verifica já na vida cotidiana e na história em geral, é já a unidade do espaço e do tempo que Hegel, indo do abstrato ao concreto, chama também de lugar. Em acepção dialética, o lugar é um conceito mais complexo do que o de espaço e o de tempo porque os engloba. “O lugar” – menciona – [é] “assim a identidade posta do espaço e do tempo”; igualmente, é “a contradição posta que é o espaço e o tempo, cada um em si mesmo” (Hegel, 1997, p. 62). O lugar, dizendo de outro modo, é um “agora espacial”. Indo do abstrato ao concreto para se apropriar do concreto como concreto pensado, com a mediação do lugar (tal como está apresentado), esse autor chega ao movimento e à matéria.

O círculo de realimentação que vai de lugar a lugar põe já uma dupla determinação: em relação ao espaço põe a locação; em relação ao tempo, põe a duração. Ora, isto é o pôr do movimento – e do repouso – como forma, já que vem a ser o transcender das locações e das durações determinadas. Enquanto forma, o movimento é puramente ideal. A superação dessa idealidade é a matéria. Assim como não há forma sem conteúdo, não há movimento sem matéria. Porém, é preciso acompanhar o próprio Hegel para apreender como ele diz essa nova duplicidade. “Este desaparecer e regenerar-se do espaço no tempo e do tempo no espaço (...) é o movimento”. E isto pode ser apresentado de outro modo: há uma contradição dialética, pois “o tempo para si é posto espacialmente como lugar” e a “espacialidade indiferente... é posta temporalmente” – logo, a resolução e a reposição dessa contradição é o movimento. Se há movimento, como a representação já sabe de antemão, algo se move e esse algo é a matéria. Mas Hegel não se vale imediatamente desse saber. Ele diz que “este vir-a-ser é... ele mesmo, igualmente, o colapsar sobre si dessa contradição, a unidade imediatamente idêntica aí-essente de ambos, a matéria” (Hegel, 1997, p. 62). E por “aí-essente” se entenda o ser-aí concreto.

Ainda que o saber científico em que se baseou Hegel para desenvolver a sua filosofia da natureza possa estar ultrapassado, o seu método de abordá-la continua vivo. Ele pressupõe um exame dos saberes sobre o mundo que vá além do entendimento e que se constitua por meio do desenvolvimento de uma ciência relacional. Contudo, essa espécie de cientificidade não é uma miragem; ao contrário, ela ganhou uma expressão de primeira grandeza na obra econômica de Marx, principalmente em *O Capital*. E há cada vez mais importantes desenvolvimentos no campo das ciências naturais – e isto Engels ressaltou já em seu tempo (Engels, 1979) – que seguem esse desiderato, eventualmente sem uma clara consciência de que o fazem.

A apresentação dialética contraria o reducionismo de que se vale o entendimento para apreender a realidade. Se este separa, analisa e soma as partes do todo em consideração, aquela reconstrói esse todo considerando os nexos internos e externos que vinculam as partes, indo das determinações abstratas ao concreto (síntese de muitas determinações e unidade do diverso, no dizer de Marx). Se o reducionismo se combina como fenomenismo – em que tudo é apreendido como mera seqüência de estados – para

pensar o mundo mecanicamente, a dialética toma tudo em processo de vir-a-ser. Assume que tudo está regido por necessidade e contingência e, de modo mais geral, que tudo se encontra atravessado por contradições (as quais são sempre registradas por duplicidades que abarcam pressuposições/posições). Por isso, precisamente por isso, ela requer outra cientificidade, a qual, com o intuito de facilitar a sua compreensão, pode também ser apresentada por meio de teses (pressupostos ontológicos), fazendo assim um contraponto polêmico com as teses (princípios fundantes) que demarcam o reducionismo.

Da ciência relacional

Ulanowicz, trabalhando na interface da ciência natural com a ciência social – trata-se de um autor que pensa a partir da Ecologia – vem procurando apresentar em detalhes uma concepção de mundo que lança reptos bem focados ao reducionismo. Diante dos desafios postos pelos complexos problemas da existência humana, os quais assomaram e ganharam grande dimensão com o desenvolvimento da modernidade capitalista, em particular, pelos problemas ecológicos e ecopolíticos, ele julgou, já há bastante tempo, que era necessário abrir uma terceira janela na ciência contemporânea. Para ele, as duas principais que se encontravam – e ainda se encontram – escancaradas permitiam visar o mundo de determinados modos, mas estes não lhe pareciam satisfatórios. A primeira, que fora aberta no alvorecer da época moderna, vem a ser a janela do mecanicismo determinista. Passando por Descartes e Galileu, assim como por muitos outros, ela se desenvolveu nos séculos XVI e XVII, consolidando-se de modo pleno a partir de Isaac Newton (Koyré, 2006). A segunda, que fora descortinada já no século XIX, surgiu no pensamento dos economistas clássico e se firmou na biologia evolucionária de Charles Darwin. A teoria da evolução das espécies questionou o determinismo e revelou a historicidade dos processos naturais, mas, com o chamado neodarwinismo, recaiu numa forma de mecanicismo, agora não determinista (Gould, 2002).

Ulanowicz assevera de início que o darwinismo não é adequado para explicar nem o surgimento da vida nem o aparecimento de novas espécies. E isto ocorre, segundo ele, porque essa segunda janela, tanto quanto a primeira, não fornece uma compreensão de mundo capaz de dar conta de verdadeiras mudanças. E por verdadeiras se entendam aquelas mudanças em que ocorrem negações qualitativas, as quais não podem ser apreendidas por uma logicidade que se ocupa somente de estados. Pela janela newtoniana enxerga-se um universo que não se transforma substantivamente, pois está regido, em última análise, por leis determinísticas. Pela janela darwiniana vê um mundo em processo de câmbio, mas nesse mundo, assim visto, não ocorrem verdadeiras novidades. Como essas visões estão em contradição com o conhecimento intuitivo da natureza e da sociedade e são incapazes de esclarecer muitos dos enigmas com se defronta a ciência em diversas áreas do conhecimento, ele vê a necessidade de fazer abrir uma terceira janela. Por meio desta, deve ser possível enxergar um mundo real em que há lugar para a indeterminação radical e para a novidade genuína (Ulanowicz, 2009, p. 39)⁴.

Dessa consideração advém já uma primeira tese que contraria a doutrina do reducionismo como um todo, qual seja aquela que propõe a flecha como metáfora da

⁴ Essa tese também é defendida por Kauffman: esse autor argumenta “que a evolução na biosfera, na economia e na história é incessantemente criativa de um modo típico que não se pode predizer” (Kauffman, 2008, p. 120). Dizendo de outro modo, ele sustenta que o universo é não-ergódico.

verdadeira temporalidade. Conforme essa tese, na ordem do tempo, não se pode ir e vir, mas necessariamente tem-se de viajar do presente para o futuro, andando nela de maneira irrevogável.

É evidente, a primeira condição para que haja verdadeiras mudanças vem a ser que os processos naturais sejam de fato irreversíveis. Ou seja, apenas quando se admite existir um sentido único na direção do tempo, isto é, que este flui inexoravelmente do passado para o futuro, é que se pode pensar no aparecimento de novidades genuínas. Pois, quando se admite o contrário, tudo se torna repetição do idêntico. Quando se toma o tempo como reversível é porque já se admitiu a possibilidade de derivar lógica e formalmente o futuro do passado – e, do mesmo modo, o passado do futuro. É exatamente isso que pretendem as teorias reducionistas, sugerindo que se poderia fazê-lo em princípio desde que fossem conhecidas todas as determinações do fenômeno em consideração. Entretanto, ao pensar assim, ao julgar que os acontecimentos futuros estão logicamente contidos nos acontecimentos presentes, já foi assumido que eles não podem ser realmente novos. As novidades genuínas requerem que existam descontinuidades nos processos da natureza, as quais não podem ser apreendidas por raciocínios que seguem estritamente a lógica da identidade. Para acolhê-las – e para que elas não caiam simplesmente nos domínios do irracional –, é preciso admitir uma logicidade que dá guarida à negação determinada. Dito de outro modo, é preciso adentrar sem temor no domínio da dialética.

A segunda tese, que complementa essa primeira, questiona diretamente o determinismo.

Ulanowicz, nesse sentido, convida os seus leitores para que aceitem a idéia de que os processos naturais são realmente afetados por ocorrência puramente ocasionais, as quais não são regidas por quaisquer tipos de leis. Quando o acaso é tomado em sentido ôntico, é evidente, ele contradita imediatamente a tese do determinismo; aqui, porém, está-se diante de uma oposição mais radical ao pensamento legiferante, segundo o qual tudo obedece a algum tipo de regra geral seja ela determinista ou estatística. Pois, o acaso aqui considerado não pode ser abrangido pela teoria da probabilidade, a qual visa quantificar a incerteza, transformando-a em risco. Ele argumenta que esse tipo de recurso matemático apenas pode ser aplicado em eventos, os quais são considerados como simples, genéricos e repetíveis. Simples porque não podem ser decompostos em outros eventos, mais elementares; ao contrário, são acidentes que ocorrem numa escala de tamanho e temporalidade a menor possível. Genéricos porque são exemplares que pertencem a uma classe homogênea de eventos possíveis. Repetíveis porque podem acontecer inúmeras vezes em princípio. Ulanowicz, confrontando essa concepção de mundo, sugere com boas razões que ocorrências puramente singulares afetam o desenvolvimento de todos os processos que ocorrem na natureza, seja na escala microscópica seja na escala macroscópica. Na verdade, esse autor, ao pensar desse modo, está retomando a tese encontrada em Hegel segundo a qual os processos naturais resultam de necessidade e contingência.

Hegel era, também, crítico do princípio atomista que concebe todas as coisas por meio da contraposição entre átomos e vazio. Newton, como se sabe, fiou-se nele para estabelecer “os fundamentos de toda filosofia”: “as menores partículas de todos os corpos” – escreveu – “são extensas, duras, impenetráveis, móveis e dotadas de inércia própria” (apud Falkenburg, 1998, p. 105). Para Hegel, o concreto aqui se tornou o mais abstrato: o atomismo vem a ser um princípio subjetivo que postula o uno e a completa exterioridade como fundamento de tudo. Pois, das coisas, postula que não são determináveis e mutáveis e, das conexões, que elas são sempre puramente externas (Hegel, 1968, p. 212). Tal noção

de átomo, ademais, não tem contrapartida na experiência e, na verdade, decorre de uma demanda subjetiva para encontrar um ponto final na operação reducionista.

A física consolidada no final do século XX mostrou que aquilo que se afigura como denso e sólido para o senso comum, na verdade, vem a ser espaço largamente vazio em que transitam fluxos de massa e energia. Esses fluxos – partículas em perene movimento – são classificados como férmions (os quais nunca ocupam o mesmo estado ao mesmo tempo) e como bósons (partículas que tendem a ocupar o mesmo estado ao mesmo tempo). Segundo Gell-Mann, essas partículas – descritíveis também como campos – não têm qualquer individualidade perceptível; os elétrons (que são férmions), por exemplo, assim como os fótons (que são bósons), são tidos como indistinguíveis entre si. Ao compreendê-los assim, porém, já se os isolou abstratamente. Na verdade, tais partículas nunca estão solitárias no universo; situam-se em diferentes coordenadas de espaço-tempo e aí formam sistemas que apresentam grande diversidade. Apenas porque estão conectadas umas às outras, constituem a matéria. Assim, no processo evolutivo do universo, vem dando origem a sistemas complexos que se distinguem uns dos outros nitidamente por sua individualidade e por seu grau de complexidade (Gell-Mann, 1994, p. 123-124). Para dar um exemplo ilustrativo de tal diversidade, esse autor aponta para os jaguares, mas ele poderia ter dito de um modo mais dramático, junto com Leibniz, que não há na natureza dois seres perfeitamente iguais.⁵

As partículas elementares da física contemporânea de modo algum podem ser consideradas “átomos” no sentido newtoniano. Elas se transformam umas nas outras sob certas condições e se combinam formando complexos que duram mais ou menos na escala do espaço-tempo. Nesse sentido, pode-se dizer que o real é formado por certos conjuntos de elementos estruturados, ou seja, que estão conectados entre si por relações constitutivas, as quais podem ser mais ou menos estáveis. Tais conjuntos formam sistemas mais ou menos complexos e que se mantêm abertos, trocando matéria, energia e informação uns com os outros. Nesse sentido, a análise complexa obriga-se a distinguir os sistemas e os seus ambientes. Ora, essa compreensão de mundo caminha passo a passo com o desenvolvimento de uma ciência relacional – não reducionista em sentido estrito. E essa ciência, como se sabe, já está caminhando com as próprias pernas. E isto vem ocorrendo na Economia Política – mais ainda na Crítica da Economia Política – há bastante tempo.⁶

Toda essa compreensão dos processos naturais requer uma nova revisão na noção de causalidade – e ela tem sido encaminhada por meio de uma recuperação adequada da teoria das quatro causas de Aristóteles. Essa revisão deve contribuir para o enriquecimento da noção de sistema complexo sem que venha entrar – e esta é uma exigência óbvia – em contradição com as descobertas da ciência hodierna. Se o determinismo, como se mencionou anteriormente, é abalado pela introdução da casualidade probabilista e não probabilista, ele vem a ser totalmente superado quando que pensa a relação de causalidade em geral com base nas categorias da potência e do ato. Pois, esse modo de tratá-la rompe definitivamente com o caráter rígido e necessário da causalidade mecânica, o qual só faz sentido quando se raciocina sobre os sistemas naturais como se eles fossem fechados

⁵ Como bem se sabe, para Hegel, a diferença pressupõe ontologicamente a identidade e esta pressupõe a diferença, pois elas são determinações reflexivas de todo ser (Hegel, 1995, p. 229-233).

⁶ A distinção entre ciência relacional e ciência reducionista já havia sido feita por Marx quando ele distingue a economia científica da economia vulgar. A primeira, “investiga o nexos interno das condições de produção burguesas como antítese da economia vulgar, que apenas se move dentro do nexos aparente... oferecendo um entendimento plausível dos fenômenos... para uso caseiro da burguesia” (Marx, 1983, p.76n).

(Bhaskar, 2008, p. 63-127). A relação entre potência e ato não derrui completamente a necessidade que rege a relação entre causa e efeito, mas permite compreendê-la como tendência – a qual opera nas situações concretas, às vezes sem se manifestar como tal, pois sempre pode ser implicitamente contrariada por outras tendências.

A recuperação da teoria aristotélica, ademais, permite superar tranquilamente o fenomenismo positivista da ciência moderna. Como se sabe, a noção causalidade eficiente, que se tornou uma peça de resistência crucial da cientificidade newtoniana, abraça somente os nexos externos entre os fenômenos. A matéria, tal como apreendida por essa cientificidade, vem a ser simplesmente o lócus da força, noção sintética e abrangente que passa a dar expressão ativa à causalidade material na explicação de todos os fenômenos. Para a cientificidade moderna, como notou Hegel, tudo na natureza é uma força; da materialidade das coisas deriva as causas por meio da noção de força; considera os efeitos, igualmente, como impactos das forças na materialidade das coisas. Porém, o conceito de sistema complexo, quando ele não é compreendido de um modo vulgar, quando não requer meramente a consideração das interações, ou seja, quando não se aferra aos nexos externos entre as partes do sistema, requer a consideração da causalidade formal e da causalidade final. Pois, essas duas formas de causalidade tomam em consideração precisamente as relações internas entre as partes que compõem o sistema, as quais dão substância ao todo com um todo que transcende as partes enquanto tais.

E isto é assim sem que se recaia em qualquer concepção idealista, sem que seja necessário admitir a existência de um ser transcendente que responderia pelo sentido último desse todo. Nesse caso, as relações internas que vinculam as partes de um sistema complexo e que, por isso, são constitutivas de sua organização, expressam-se como formas que são apreensíveis em sua imediatidade por meio da percepção sensível. Ou seja, dizendo de outro modo, a causa formal, entendida em sentido materialista (mas não vulgar), vem a ser aquela categoria de causa que dá expressão aos nexos existentes entre os elementos que constituem o sistema complexo. Ora, esses nexos são conhecíveis em princípio por meio dessas formas por todos aqueles que querem compreender os sistemas complexos de um modo que vai além manipulatório e do instrumental.

Também a causalidade final se encontra arraigada na estrutura relacional dos sistemas complexos. Para compreender esse ponto é preciso notar que certos sistemas complexos podem estar constituídos por processos circulares de causação, os quais envolvem causalidade recíproca, assim como processos de realimentação auto-referentes, operantes entre as partes. É preciso notar aqui que esse processo de causação tem a sua origem dentro do próprio sistema e, por isso, ele vem a ser uma violação do fechamento causal newtoniano.⁷

⁷ Isto tem certa relação com o problema filosófico da liberdade (que está assentada, aliás, numa base natural, não exclusiva do homem); aponta-se aqui essa relação para que não fique implícita. Segundo Zizek, “a ‘liberdade’ não é simplesmente o oposto de necessidade causal determinística: como sabia Kant, ela significa um modo específico de causalidade, a autodeterminação do agente. De fato, há um tipo de antinomia kantiana da liberdade: se um ato é totalmente determinado pelas causas precedentes, é claro que ele não é livre; se, contudo, depende da pura contingência que corta momentaneamente a cadeia causal completa, ele tampouco é livre. A única maneira de resolver essa antinomia é introduzir um segundo nível de causalidade reflexiva: sou determinado por causas (sejam motivações, sejam causas naturais, brutas e diretas), e o espaço da liberdade não é uma lacuna mágica nessa cadeia causal de primeiro nível e sim minha capacidade de escolher/determinar de modo retroativo quais causas irão me determinar.” (Zizek, 2008, p. 274).

Colocando propositalmente a discussão num plano muito abstrato, podem-se fazer aqui certas perguntas que clamam por uma resposta positiva: Como explicar o aparecimento da ordem a partir do caos tal como propõem certas cosmologias científicas contemporâneas (está pensando aqui em teorias como a do *big-ban*)? Como explicar a origem da vida a partir de certas “sopas” de matérias inorgânicas formadas por cadeias de carbono capazes de produzir reações moleculares auto-sustentáveis? Ulanowicz, inspirando-se em Bateson (1972), sustenta que há na natureza “processos que, por mediação de outros processos, são capazes de influir em si mesmos” (Ulanowicz, 2009, p. 61). E que esses processos são capazes de se manterem gerando respostas não aleatórias a eventos sistemáticos e aleatórios que os afetem de algum modo.⁸ É evidente que essa tese é capaz de sustentar uma cientificidade não idealista – e não materialista vulgar – que acolhe sem estigmas a noção de causa final.

Nesses processos circulares, os elementos componentes do sistema atuam uns sobre os outros por meio de causação eficiente, mas o fazem de um modo que não pode ser considerado determinista. Ulanowicz sugere que essas determinações causais devem ser consideradas como propensões que se fazem presente muitas vezes ou quase sempre, mas não sempre ou invariavelmente; porém, em respeito à antecedência na ordem das descobertas científicas e filosóficas, vem a ser mais adequado chamá-las de tendências. Eis que, nessa concepção de ciência, a lei é pensada como expressão de necessidade afetada por contingência; manifesta, assim, uma possibilidade que pode se efetivar ou não dependendo das circunstâncias específicas. A própria lei, por isso, acolhe em si mesma a própria negação: a tendência expressada na lei pode ser obstada por eventos ocasionais e por tendências contrárias.

O paradigma do movimento interno de causação circular, na visão da ciência contemporânea, é a autocatálise. Seguindo aproximadamente as formulações do próprio Ulanowicz, esse movimento pode ser apresentado abstratamente por meio da consideração de apenas três elementos dinamicamente relacionados de um sistema complexo: há um processo A que alimenta positivamente um processo B, o qual, por sua vez, alimenta positivamente um processo C; este, finalmente, realimenta positivamente o processo A, formando um círculo de causação que tende a se manter a si mesmo e que, em certas condições de normalidade, proporciona o crescimento do sistema de que faz parte.

Como se trata de um circuito de causação que se realimenta, mesmo se está presente ainda no estrato inorgânico da natureza ou na fronteira esse estrato e o estrato orgânico, o processo de autocatálise dota de agência própria o sistema da qual faz parte. De qualquer modo, essa espécie rudimentar de atividade direcionada a um fim parece necessária para explicar a emergência dos seres vivos na face da terra. Já no âmbito dos processos evolutivos e biológicos, o mesmo tipo de agência parece também necessário para conferir um papel ativo aos próprios seres vivos nos processos de seleção natural. Ora – que fique claro –, isso contraria a tradição darwinista e neodarwinista que, para não confrontar a tradição newtoniana, atribui a seleção dos indivíduos dentro das espécies e, assim, a seleção das próprias espécies na natureza, ao ambiente em que se encontram inseridos, considerando os seres vivos como mecanismos passivos que possuem determinadas características genóticas e fenotípicas. Na perspectiva de Ulanowicz, assim como para Maturana e Varela (2001), os seres vivos são sistemas abertos que regulam ativamente as suas relações com o ambiente, fazendo isso por meio de certo fechamento controlado. “A

⁸ A inspiração para esse tipo de consideração vem, evidentemente, também de Atlan (1992).

ação da realimentação catalítica” – diz esse autor – “tende a importar o ambiente no interior do sistema ou, alternativamente, incrustar o sistema em seu ambiente” (Ulanowicz, 2009, p. 69).

Nesse momento, é preciso lembrar que os complexos naturais em geral não são formados apenas por matéria e energia, mas por matéria e energia sob determinadas formas de organização. Ora, a organização enquanto tal exige que se considere um terceiro elemento fundamental na constituição da natureza, a informação. Mas não apenas como forma, mas como forma e conteúdo, o que se remete às dialéticas hegeliana e marxiana e às teorias da complexidade não vulgares que hoje estão em desenvolvimento.

Tal como está definida formalmente na teoria originada nas pesquisas pioneiras de Shannon, a informação é apreendida só como forma. Pois, nessa teoria, a informação está relacionada à organização da matéria e da energia – ou da duplicidade matéria/energia –, por meio do conceito de entropia. Essa última noção mede quantitativa e sinteticamente o grau organização de um sistema por meio de uma operação matemática que tem por base a distribuição de probabilidade de seus estados; esse grau situa o sistema entre um estado de equilíbrio, em que a entropia se nula, e um estado caótico, em que a entropia afigura-se máxima. Essa medida, ademais, permite avaliar a mudança de estado dos sistemas em direção à desorganização ou ao incremento de organização, o que nunca acontece sem que haja também mudanças em suas configurações de matéria e energia. Em particular, não há qualquer ganho de estrutura organizacional sem dissipação de energia. Como acentuou Morin, enquanto terceira dimensão básica da natureza, “se a informação, diferentemente da massa e da energia, tem uma dimensão zero, é por ser de natureza relacional, e o caráter relacional é um caráter fundamental da organização” (Morin, 1997, p. 280-282).

Voltando ao tema da agência como característica da natureza, é preciso ver de início que a ação de realimentação catalítica é geradora de organização, ou melhor, de auto-organização. Mas este não é um processo tranqüilo. O ambiente em que a espécie biológica procura sobreviver influi no processo evolutivo constringe a agência dos indivíduos da espécie, exercendo assim pressão seletiva. A agência dos organismos que lutam pela vida, por sua vez, atua no ambiente contornando, negando e transformando esses constrangimentos.⁹

Ulanowicz, nesse ponto, menciona que as relações dinâmicas entre a agência interna dos organismos vivos e as restrições ambientais dependem de uma história que se encontra registrada em certas configurações dos sistemas vivos. Ela se encontra fixada tanto nas configurações materiais dos organismos (no ADN, para ser mais preciso) quanto em seus processos metabólicos (por exemplo, no funcionamento bioquímico do cérebro). De qualquer modo, essa história se manifesta no modo pelo qual o sistema vivo tende a regenerar os seus processos quanto esses processos são perturbados sejam por fatores internos ao organismo sejam por acontecimentos – sistemáticos ou ocasionais – produzidos no ambiente. A história, pois, não se configura apenas como um tipo de relato que os homens fazem para si mesmos, mas vem a ser uma dimensão constitutiva da própria

⁹ Segundo Levins e Lewontin, o darwinismo separa e distancia o organismo do ambiente ao pensar o processo de adaptação: “Para Darwin, os organismos se adaptam a um mundo exterior em mudança; este põe problemas que os organismos resolvem por meio da evolução. O organismo e o seu ambiente têm existências separadas, assim como propriedades separadas. O ambiente modifica-se devido a um processo autônomo, enquanto que o organismo muda em resposta ao ambiente, do qual está alienado.” (Levins e Lewontin, 1985, p. 4). As mudanças do organismo e do ambiente são apreendidas por meio da noção de causalidade mecânica.

natureza – ainda que a pura natureza nada saiba de si e que a sua historicidade só apareça no cérebro humano.

Quando se considera a atuação de causalção circular no interior dos sistemas está-se considerando a existência aí de agência efetiva; e isto implica já em transcender a noção de causalção eficiente nas suas versões forte (rígida necessidade) e fraca (tendência). Eis que a causalção circular assim considerada é fonte de negatividade e, por isso, já se está no âmbito da dialética.

Conclusão

Tudo isso mostra que há um modo de fazer ciência que é alternativo em relação àquele fundado no reducionismo. E que essa cientificidade contraria ponto por ponto os fundamentos primeiros do mecanicismo, o qual se sustenta na aparência das coisas e na concepção manipulatória de conhecimento científico.

Criticando o “fechamento causal” da ciência moderna, essa cientificidade recupera, sem apelar para qualquer idéia de ser transcendente, a teoria das quatro causas de Aristóteles. Para fazê-lo, trabalha na suposição de que a realidade natural é sempre formada por sistemas complexos (os sistemas simples, nessa perspectiva, são sempre abstrações). Ao determinismo, ela contraria afirmando que o evoluir dos complexos naturais é sempre afetado pela pura contingência. Ao atomismo, ela opõe a idéia de que os sistemas naturais são estruturados por nexos internos e que evoluem por meio de interações, afigurando-se às vezes aos investigadores como objetos extremamente complicados e difíceis de entender. À tese de que os processos da natureza são sempre conservativos e reversíveis, ela contesta afirmando que eles são sempre irrevogáveis e históricos. Em consequência, ela não aceita a idéia de que as leis são universais no sentido newtoniano; ao contrário, admite francamente que as leis operantes na natureza são sempre tendenciais e que sua validade está constringida pelo próprio desenvolvimento histórico.

O desenvolvimento do argumento mostra, também, que essa cientificidade pertence à tradição hegeliana e que ela, para não cair em uma nova mistificação, deve se inspirar também na obra científica de Karl Marx – ainda que não, necessariamente, para absorver sem crítica tudo o que ele disse. Em especial, é preciso apreender desses dois autores o modo de abordar os processos reais como totalidade (Kosik, 1969, p. 33-58). Assim, por exemplo, em sua obra econômica, este último autor considerou a produção, a distribuição, o intercâmbio e o consumo de mercadorias no modo de produção capitalista com momentos distintos e reciprocamente relacionados de uma totalidade em devir. Ora, o mesmo modo de proceder deveria ser adotado na teoria evolucionária em geral. Aí, dever-se-ia considerar a herança de características, a geração de variedade e a seleção dos melhores adaptados não apenas como “mecanismos” que se somam para engendram uma seqüência de eventos evolutivos e históricos (Hodgson e Knudsen, 2010)¹⁰, mas como processos que se encontram estruturalmente entretrecidos e que têm de ser compreendidos em suas relações mútuas – não mecanicamente (Levins e Lewontin, 1985). Notando, inclusive, que a dita

¹⁰ Hodgson e Knudsen sustentam que o chamado darwinismo universal, proposto por Richard Dawkins, vem a ser uma ontologia válida para os estratos orgânico e social do mundo, a qual não tem concorrente. Luz e Fracalanza defenderam essa posição no Brasil (2008).

seleção ou seleção natural é um processo co-evolutivo que pressupõe mutualismo¹¹, o qual envolve agência e estrutura, adaptação e construção, competição e cooperação.

Referências

- Arthur, Brian W. Inductive reasoning and bounded rationality. In: *American Economic Review* (Papers and Proceedings), maio de 1994, p. 406-411.
- Atlan, Henri – *Entre o cristal e a fumaça – ensaio sobre a organização do ser vivo*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1992.
- Bhaskar, Roy – *A realist theory of science*. Londres: Verso, 2008.
- Bateson, Gregory – *Steps to an ecology of mind*. New York: Ballantine Books, 1972.
- Depew, D. C. e Weber, B. H. – *Darwinism evolving: systems dynamics and the genealogy of natural selection*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
- DeWitt, Richard – *Worldviews – An introduction to the history and philosophy of science*. Blackwell, 2004.
- Engels, Friedrich – *Anti-dühring*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- Falkenburg, Brigitte – Meaning and reference in Hegel's philosophy of nature. In: *Hegel and the Philosophy of Nature*. New York: State University of New York Press, 1998, p. 97-136.
- Fausto, Ruy – *Marx: lógica e política*. Tomo I. São Paulo: Brasiliense, 1983.
- Gell-Mann, Murray – *The quark and the jaguar*. New York: Owl Book, 1994.
- Gould, Stephen J. – *The structure of evolutionary theory*. Cambridge, MA: The Belknap Press, 2002.
- Hegel, Georg W. F. – *Enciclopédia das ciências filosóficas em compêndio – A ciência da lógica*. São Paulo, Loyola, 1995.
- _____ – *Enciclopédia das ciências filosóficas em compêndio – A filosofia da natureza*. São Paulo: Loyola, 1997.
- _____ – *Ciencia de la lógica. Primeira Parte*. Buenos Aires: Ediciones Solar, 1968.
- Hodgson, Geoffrey M. e Knudsen, Thorbjørn – *Darwin's conjecture – the search for general principles of social and economic evolution*. Chicago: The University of Chicago Press, 2010.
- Johnson, Neil – *Simply complexity – a clear guide do complexity theory*. Oxford: Oneworld, 2007.
- Kauffman, Stuart A. – *Reinventing the sacred – A new view of science, reason, and religion*. New York: Basic Book, 2008.
- Kosik, Karel – *Dialética do concreto*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969.
- Koyré, Alexandre – *Do mundo fechado ao universo infinito*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.
- Levins, Richard e Lewontin, Richard – *The dialectical biologist*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1985.

¹¹ Termo que caracteriza o modo de associação dos elementos de um sistema, o qual implica na existência de relações de dependência e de reciprocidades diretas ou indiretas, simétricas ou assimétricas. Ulanowicz associa o mutualismo aos circuitos de autocatálise dos sistemas complexos (Ulanowicz, 2009, p. 75-76).

- Luz, Manuel R. S. e Fracalanza, Paulo S. – Darwinismo universal e economia evolucionária: elementos para um debate. In: *XIII Encontro Nacional de Economia Política* em João Pessoa, Paraíba, 2008.
- Lloyd, Seth – *The computational universe. In: Information and the nature of reality – from physics to metaphysics*. Ed. Paul Davies e N. E. Gregersen. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- Marx, Karl – O método da Economia Política. Seção de *Para a crítica da Economia Política*. In: *Marx*, Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- _____ – *O capital – Crítica da Economia Política*. Livro Primeiro: O processo de produção do capital. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- Maturana, Humberto R. e Varela, Francisco J. – *A árvore do conhecimento – as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Atenas, 2001.
- Mitchell, Melanie – *Complexity – A guided tour*. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- Morin, Edgar – *O método – A natureza da natureza*. Portugal: Europa-América, 1997.
- Nelson, Richard R. e Winter, Sidney G. – *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.
- Newton, Isaac – *Princípios matemáticos da filosofia natural*. In: *Newton e Leibniz – Coleção Os Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- Priest, Graham – Inconsistencies in motion. In: *American Philosophical Quarterly*, vol. 22 (4), outubro de 1985.
- Prigogine, Ilya – *O fim das certezas – tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: UNESP, 1996.
- _____ – *Is future given?* New Jersey: World Scientific, 2003.
- _____ e Stengers, Isabelle – *A nova aliança – A metamorfose da ciência*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.
- Rosen, Robert – *Life itself – a comprehensive inquiry into the nature, origin and fabrication of life*. New York: Columbia University Press, 1991.
- Ulanowicz, Robert E. – *A third window – natural life beyond Newton and Darwin*. West Conshohocken, PA: Templeton Foundation Press, 2009.
- Zizek, Slavoj – *A visão em paralaxe*. São Paulo: Boitempo, 2008.
- Winfield, Richard D. – Space, time and matter: conceiving nature without foundations. In: *Hegel and the Philosophy of Nature*. New York: State University of New York Press, 1998, p. 51-70.