

Engels e a complexidade - I



Por **OSAME KINOCHI***

Engels como precursor das ciências da complexidade

As ciências da complexidade apresentam alguns temas recorrentes: a emergência de comportamentos qualitativamente novos em sistemas dissipativos fora do equilíbrio, a aparente tendência de sistemas complexos de situarem-se na borda de transições de fase e pontos de bifurcação, dinâmicas históricas que apresentam equilíbrio pontuado, uma tentativa de complementar ideias de evolução Darwiniana com certas ideias de progresso (aumento de capacidade computacional) etc.

Tais temas, na verdade, pertencem a uma longa tradição científica e filosófica e, curiosamente, aparecem já na obra de Friedrich Engels na década de 70 do século XIX. Assim, a aparente novidade das ciências da complexidade parece se situar não tanto em suas ideias fundamentais, mas no uso de modelos matemáticos e computacionais para ilustrar, testar e desenvolver tais ideias.

Introdução

“As expected, many of our current themes on complexity have not arisen de novo, but may have been around for a long time, often in unexpected places” (Harold Morowitz, *Complexity*, 2, 7-8, 1997).

Uma das ideias sugeridas pelas ciências da complexidade, em particular pelos estudos que exploram os paralelos entre evolução cultural e evolução biológica, é a de que conceitos ou ideias nunca são totalmente novos, sendo sempre fruto de um longo processo histórico [Haas, 1998]. Essa ideia, na verdade, também não é nova e, na medida em que for válida, não poderia sê-lo. Assim, apesar das assertivas dos artigos e livros de divulgação científica, a própria abordagem das ciências da complexidade não é nova, mas possui uma longa história que, às vezes, seus próprios entusiastas ignoram.

Vou ater-me aqui à versão das ciências da complexidade mais próxima da perspectiva do *Santa Fe Institute* (SFI) e que pode ser conhecida, por exemplo, através da revista *Complexity*. O SFI é uma entidade acadêmica privada cujo objetivo é catalisar colaborações transdisciplinares no estudo dos assim chamados sistemas complexos adaptativos (SCA). Dificilmente poder-se-ia considerar o SFI como ideologicamente próximo, por exemplo, da esquerda acadêmica americana. Por uma grande ironia histórica, porém, o SFI poderia ser considerado hoje como um dos mais ativos centros de divulgação de uma visão de mundo bastante próxima do materialismo histórico-dialético desenvolvido por Marx e Engels. Particularmente, poderíamos reconhecer em Friedrich Engels um precursor, já no século XIX, da abordagem de ciências da complexidade à la *Santa Fe Institute*, abordagem que pretende ser uma das grandes novidades do século XXI.

Friedrich Engels (1820-1895) é personagem histórica interessante. Filho de um comerciante alemão bem-sucedido, recebeu forte educação religiosa ligada ao pietismo, fundamentalismo cristão florescente em Barmen, sua cidade natal. Ao ser enviado para Bremen para continuar sua formação de homem de negócios, é influenciado pelo ambiente cosmopolita desta cidade. Toma contato com idéias de teólogos radicais tais como Strauss e Schleimacher. Com cerca de 21 anos, liga-se ao movimento dos Jovens Hegelianos, intelectuais desejosos de utilizar as ideias de Hegel na crítica à religião e política contemporâneas. Em 1844, encontra Karl Marx em Paris, dando início a uma amizade e colaboração duradouras, cujo marco é o Manifesto Comunista (1848). Foi ele, na verdade, quem chamou a atenção de Marx para a importância da Economia no entendimento dos processos históricos e sociais. Sem o apoio e ajuda financeira de Engels, muito provavelmente a obra magna de Karl Marx, *O Capital*, nunca teria visto a luz do dia.

De 1850 a 1870, Engels reside em Manchester, levando uma vida dúplice como empresário e ativista comunista. Participa regularmente da caçada à raposa de Cheshire; é membro proeminente de dois clubes prósperos, o Albert Club e o Schiller Institute, do qual chegou a ser diretor [McLellan, 1979]. No seu círculo de amigos contam-se o jurista Samuel Moore e Karl Schorlemmer, titular da primeira cátedra inglesa de Química Orgânica. Ao mesmo tempo, vive um relacionamento particularmente feliz com uma jovem irlandesa de origem operária, Mary Burns, e prossegue suas intensas atividades de jornalista revolucionário e conselheiro de partidos socialistas. Na década de 70, já em Londres, gasta a maior parte de seu tempo estudando ciências naturais e Matemática, interesse que transparece no livro *Anti-Dühring* (1878), polêmica contra certo intelectual socialista, e em sua obra inacabada *Dialética da Natureza*, publicada postumamente apenas em 1927. Além dos trabalhos em colaboração com Marx, escreveu ainda *A Situação da Classe Operária na Inglaterra* (1844), *A Origem da Família, da Propriedade Privada e do Estado* (1884), *Ludwig Feuerbach e o Fim da Filosofia Clássica Alemã* (1888), *Do Socialismo Utópico ao Socialismo Científico* (1890).

Hoje, cento e vinte e cinco anos após sua morte (ocorrida em 1895), Engels é um autor marginalizado e esquecido. No decorrer do século XX, suas ideias foram criticadas e finalmente rejeitadas pelo Liberalismo, pelo Eurocomunismo e pela esquerda romântica. Basicamente, isso se deve ao fato de que o pensamento de Engels, simplificado e vulgarizado, foi adotado como doutrina oficial por Stalin. O fim da guerra fria e do socialismo burocrático, porém, talvez permita uma reavaliação mais serena do pensamento Engeliano. Parece agora ser possível reconhecer certas virtudes em suas ideias científicas e filosóficas sem que isto seja encarado como sintoma de um alinhamento político-ideológico estreito. Afinal, talvez seja mais fácil separar e recuperar Engels do Stalinismo do que fazer o mesmo com Nietzsche em relação ao Nazismo, tarefa na qual inúmeros filósofos contemporâneos têm-se dedicado.

Talvez a ideia mais original de Engels — e a que desperta maior rejeição — seja o que ele chamou de ‘Dialética da Natureza’. Esta não é uma teoria ou concepção fechada, mas antes uma espécie de arcabouço conceitual que fornece certas ideias chaves e sugestões heurísticas a serem exploradas em pesquisas transdisciplinares. Mas não é apenas neste aspecto de paradigma científico alternativo, heurístico e um tanto frouxo, que as concepções de Engels se assemelham às das modernas ciências da complexidade. Os paralelos são bem mais fortes: por exemplo, Engels é fascinado pelas propriedades emergentes e transições de fase reveladas pela Termodinâmica e Física Estatística, e tenta aplicar estes conceitos (não apenas metaforicamente) à Biologia, Economia, Sociologia e História. Enfatiza que a evolução da matéria se dá historicamente por transições entre níveis de organização qualitativamente diferentes. Sua perspectiva dos processos naturais e sociais é dinâmica, sistêmica e ecológica: Engels define a Dialética como a ciência geral das mudanças e interconexões.

A ênfase em processos históricos é tão forte em Engels que ele chega a sugerir que as leis da Física não são fixas, mas evoluem ao longo da história do Universo, uma conjectura que a atual Cosmologia tem explorado só recentemente. Sua concepção da dinâmica histórica, inspirada em Hegel, talvez constitua uma das primeiras formulações mais concretas do assim chamado equilíbrio pontuado. Para Engels, a estabilidade das configurações econômico-sociais dá lugar, de forma intermitente, a rápidas e dramáticas mudanças geradas a partir de uma dinâmica interna ao sistema. E essa dinâmica se deve não a um único fator causal^[i], mas à coevolução de diversos fatores. Por exemplo, Engels vê o processo de hominização como uma co-evolução, acelerada e retro-alimentada, entre características biológicas, sociais e culturais.

Metodologicamente, Engels é um teórico, crítico daquele empirismo estreito que não percebe que são as teorias que nos permitem definir e enxergar os ‘fatos’. Engels simpatiza com ideias e modelos matemáticos simples (um de seus exemplos favoritos é a máquina de Carnot) que revelam o cerne de um processo por detrás da multidão de detalhes irrelevantes. Enfatiza a importância das formulações teóricas mais amplas e unificadoras, em contraste com o acúmulo empírico de montanhas de dados colhidos sem critério teórico. Daí talvez seu entusiasmo pelas ideias de Darwin^[ii], paixão que lhe valeu severas críticas de outros marxistas por tentar aplicar à sociedade conceitos tomados à Biologia. É que Engels acreditava que as grandes mudanças paradigmáticas se dariam pela transferência de conceitos entre diferentes disciplinas e mesmo entre filosofia, ciências humanas e naturais. Finalmente, sua crença de que o avanço da Cosmologia produziria a superação das visões pessimistas derivadas da segunda lei da Termodinâmica (a chamada ‘morte térmica do Universo’), o que curiosamente é verdade no contexto da Teoria da Inflação Cósmica e Multiverso, e sua insistência em postular uma tendência, inerente à matéria, à auto-organização e ao aumento de complexidade, pareceu a muitos um tipo de espiritualização encoberta.

Todas estas posições estão tão próximas daquelas das ciências da complexidade (ver, por exemplo, [Waldrop, 1992]) que certamente alguns leitores devem estar se perguntando se não estarei fazendo uma leitura demasiado forçada de Engels, projetando no pensador do século XIX conceitos e ideias próprias do final do século XX que lhe seriam estranhas. Assim, a seguinte estratégia será usada neste trabalho: colocarei lado a lado, com um mínimo de comentários, um grande número de citações de Engels e de autores que têm feito a divulgação das idéias de complexidade para o grande público. O uso de textos de divulgação científica em vez de artigos técnicos é proposital, pois nestes textos aparece mais claramente a discussão sobre a visão de mundo e as implicações filosóficas das ciências da complexidade, ou seja, seus aspectos ideológicos se apresentam de forma mais transparentes. Além disso, lembremos que Engels não é um filósofo ou cientista profissional, tendo atuado mais como jornalista e divulgador de ideias, de modo que a comparação entre os textos fica mais equilibrada. Em particular, darei atenção a autores ligados à perspectiva do *Santa Fe Institute* e da revista *Complexity*. Acredito que as citações sejam bastante extensas e numerosas para escapar da acusação de que seriam afirmações atípicas retiradas de seu contexto.

Se existem convergências, existem também divergências entre a visão de mundo Engeliana e as ênfases próprias das ciências da complexidade contemporâneas. No final do artigo, discuto brevemente as diferenças mais significativas, aquelas que porventura tiveram consequências perversas ao serem adotadas 'oficialmente' pelo socialismo tecnoburocrático. Finalmente, sugiro que a inesperada convergência entre a perspectiva de complexidade do SFI e a Dialética da Natureza Engeliana, desenvolvidas em contextos históricos e sociais tão diferentes, talvez seja um sinal de que tais ideias estejam ultrapassando o estágio de modismos transitórios, recorrentes, epidêmicos, para tornarem-se mais bem fundamentadas, enraizadas, culturalmente endêmicas. Afinal, o desenvolvimento de tais ideias ganha novo impulso e motivação em um mundo cada vez mais complexo, dinâmico, globalizado e interconectado. Que o mundo econômico-social constitui o meio ambiente seletivo na ecologia das ideias, influenciando fortemente sua disseminação, aceitação e estabelecimento, é também uma ideia Engeliana...

Convergências

Para Engels, a Dialética da Natureza consiste em uma visão de mundo ou perspectiva geral cuja utilidade terá que ser mostrada a posteriori, na medida em que frutificar em avanços científicos concretos. Essa visão de mundo, devida a Hegel (por sua vez influenciado por Aristoteles, por Heráclito e pela filosofia chinesa) é essencialmente dinâmica e sistêmica, enxergando o mundo mais como uma rede de processos do que como uma coleção de objetos, preferindo usar conceitos fluidos em vez de categorias fixas e bem delimitadas. Em particular, Engels sugere três temas heurísticos recorrentes ('leis da Dialética'):

- 1 - Transformação da quantidade em qualidade: pequenas mudanças quantitativas podem induzir dramáticas mudanças qualitativas; a agregação de pequenas quantidades pode gerar propriedades qualitativamente novas.
- 2 - Interpenetração dos opostos polares, identidade e luta dos contrários: é no conflito dinâmico entre opostos polares que se geram formas mais complexas.
- 3 - Desenvolvimento através da contradição interna, ou negação da negação: a dinâmica interna dos sistemas complexos produz as próprias condições de sua superação, ou seja, a principal fonte de mudança é endógena. Para Engels, essa superação possui, no longo prazo e apesar de todos os retrocessos, uma tendência ascendente, progressiva, no sentido de emergência de novos níveis de organização da matéria.

Minha sugestão é que a abordagem de ciências da complexidade à *la SFI* possui temas heurísticos similares, a saber:

- 1 - Ênfase no estudo de propriedades coletivas emergentes e transições de fase em sistemas dinâmicos fora do equilíbrio.
- 2 - Presumida tendência dos sistemas complexos adaptativos de se situarem na fronteira (pontos críticos, bifurcações etc.) entre dois comportamentos antagônicos. Exemplos de categorias bipolares: inatividade/atividade, ordem/desordem, periodicidade/Caos (borda do Caos), memória/inovação (janela de mutação), competição/cooperação etc.
- 3 - Complexificação, ou aparente tendência 'espontânea' ao aumento de organização nos sistemas complexos devido à um processo de difusão no espaço (abstrato) de possíveis estruturas auto-organizadas.

É claro que as ciências da complexidade são muito mais ricas, teórica e experimentalmente, do que este conjunto de

ideias genéricas. Seria uma caricatura exagerada dizer, parafraseando Lenin, que as ciências da complexidade equivalem à Dialética da Natureza mais computadores^[iii]. Minha intenção, porém, não é ficar venerando a memória de Engels mas apenas apresentá-lo como um precursor, no século XIX, de uma certa visão de mundo ou matriz paradigmática também compartilhada, parcialmente, pela Biologia morfológica de Darcy Thompson, a Biologia-Física de Alfred Lotka, a psicologia da Gestalt, a Cibernética, a Teoria de Sistemas, a Teoria de Catástrofes de Thom, a Sinérgica de Haken, os sistemas auto-organizados de Prigogine, o Conexionismo (Redes Neurais Artificiais), a Criticalidade Auto-Organizada de Bak e os estudos de Sistemas Complexos Adaptativos. Embora muitas vezes constituindo modas científicas que floresceram e entraram em refluxo, sugiro que o que existe de comum a tais movimentos é um certo núcleo temático que também pode ser encontrado, agora de maneira mais bem fundamentada e permanente, na moderna Física Estatística e Teoria de Sistemas Dinâmicos.

Nas próximas seções, coloco trechos típicos de autores simpáticos à abordagem do SFI, seguidos por citações de Engels^[iv]. A ideia comum entre os trechos selecionado é colocada no título de cada subseção, existindo, porém, uma grande superposição de temas entre as mesmas de modo que cada seção ilumina e esclarece as outras, formando uma rede de referências cruzadas. É importante notar que os textos das próximas seções não são meus^[v], mas dos autores citados no final de cada parágrafo. Espero que a simples superposição desses textos, aliada ao esforço do leitor em enxergar as inter-relações entre os mesmos, produza uma compreensão na forma de padrão gestáltico emergente que talvez seja mais eficaz que a discussão direta, explícita, linear e ordenada de cada um deles.

Metodologia: dialética na natureza, na sociedade, no pensamento e a ênfase na transdisciplinariedade

[O princípio de Universalidade] diz que, nos estados críticos existe um tipo de organização universal na qual os detalhes dos sistemas particulares deixam de ser importantes. Moléculas, átomos, magnetos ou spins — simplesmente não importa o que esteja interagindo. (...) Universalidade nos dá um novo entendimento de como sistemas aparentemente muito diferentes podem se comportar do mesmo jeito. Se você quer modelar algo como um magneto ou um fluido perto do ponto crítico, você não precisa se preocupar em representar acuradamente como cada componente interage com seus vizinhos. Qualquer modelo, não importa quão abstrato ou ridículo, servirá, na medida em que ele pertencer à mesma classe de universalidade do sistema original [Buchanan, 1997].

O comportamento de uma economia, uma companhia ou um ecossistema surge a partir das interações entre os indivíduos que os compõe. Sistemas cooperativos estão em todo lugar, sejam bandos de pássaros ou colônias de bactérias. E, de acordo com o princípio de Universalidade^[vi], a natureza exata dos elementos que fazem esses sistemas e como eles interagem é frequentemente irrelevante. Universalidade nos dá confiança, diz [o físico H. Eugene] Stanley, de que realmente podemos modelar e entender sistemas complexos como estes [Buchanan, 1997].

“No presente trabalho, a Dialética é concebida como a ciência das leis mais gerais de todo movimento. Isto implica que suas leis precisam ser válidas tanto para o movimento na natureza e na história humana como o movimento do pensamento. Uma lei desse tipo pode ser reconhecidas em duas dessas três esferas, na verdade mesmo em todas as três, sem que o metafísico filisteu esteja consciente que a lei que ele veio a conhecer é uma e a mesma.

A Dialética tem sido até agora investigada mais de perto apenas por dois pensadores, Aristóteles e Hegel. Porém é precisamente a Dialética que constitui a mais importante forma de pensamento para a ciência natural contemporânea, pois apenas ela oferece a analogia e, portanto, o método de explanação, para os processos evolucionários que ocorrem na natureza, interconexões em geral, e transições de um campo de investigação para outro” (DN, Old preface to Anti-Düring).

Para a Dialética, que focaliza as coisas e as suas imagens conceituais substancialmente nas suas conexões, na sua concatenação, na sua dinâmica, no seu processo de nascimento e caducidade, fenômenos como os expostos não são mais que outras tantas confirmações de seu modo genuíno de proceder. A natureza é a pedra de toque da Dialética, e as modernas ciências naturais oferecem-nos para esta prova uma acervo de dados extraordinariamente copioso e enriquecido a cada dia que passa, demonstrando com isso que a natureza se move, em última instância, pelos caminhos dialéticos e não pelas veredas metafísicas, que não se move na eterna monotonia de um ciclo constantemente repetido, mas percorre uma

verdadeira história. Aqui é necessário citar, em primeiro lugar, Darwin, que, com a sua prova de que toda a natureza orgânica existente, plantas e animais, e entre eles, como é lógico, o homem, é o produto de um processo de desenvolvimento de milhões de anos, assestou na concepção metafísica da natureza o mais rude golpe (SUSC).

A Dialética, a chamada Dialética objetiva, impera em toda a Natureza; e a Dialética chamada subjetiva (o pensamento dialético) é unicamente o reflexo do movimento através de contradições que aparece em todas as partes da Natureza e que (num contínuo conflito entre os opostos e sua fusão final, formas superiores) condiciona a vida da Natureza (DN, Notas).

2.2 Metodologia: reducionismo, holismo, propriedades sistêmicas e universalidade

Assim, dos terremotos à evolução, a noção de universalidade reside atrás dessas teorias que estão adicionando uma dimensão extra no nosso entendimento do mundo. Mas as consequências dessa ideia podem se revelar ainda mais profundas. Por centenas de anos a Ciência tem seguido a noção de que as coisas podem sempre ser entendidas — e podem ser apenas entendidas — quebrando-as em partes menores, e conhecendo essas peças completamente. Sistemas no estado crítico — e eles parecem ser muito comuns — furam este princípio. Aspectos importantes de seus comportamentos têm pouco a ver com as propriedades detalhadas de seus componentes. A organização em um magneto, uma companhia ou um ecossistema não é devida às partículas, pessoas ou espécies que compõe estes sistemas [Buchanan, 1997].

1 - Langton — Um mecanicista rigoroso vê todas as setas indo para cima, mostrando que a interação local causa alguma propriedade global, como a vida ou um ecossistema estável. E um vitalista rigoroso vê as setas apontando para baixo, indicando algum tipo de propriedade global mística que determina o comportamento das entidades do sistema. O que a ciência da complexidade lhe dá é a compreensão de que ambos são importantes, ligados num laço apertado e interminável de retroalimentação. O sistema inteiro representa um padrão dinâmico, com energia sendo dissipada através dele. Os vitalistas vão ficar desapontados se olharem este tipo de padrão para apoiar sua posição, porque, tirando-se a energia, toda a coisa desaba. Não há nada externo impulsionando o sistema; a dinâmica vem de dentro dele mesmo [Lewin, 1994].

Vemos que a causa e o efeito são representações que somente regem, como tais, na sua aplicação ao caso concreto, mas que, examinando o caso concreto na sua concatenação com a imagem total do universo, se juntam e se diluem na ideia de uma trama universal de ações e reações, em que as causas e os efeitos mudam frequentemente de lugar e em que o que agora ou aqui é efeito adquire em seguida, aqui ou ali, o caráter de causa, e vice-versa.

A análise da Natureza nas suas diversas partes, a classificação dos diversos processos e objetos naturais em determinadas categorias, a pesquisa interna dos corpos orgânicos segundo as diversas estruturas anatômicas, foram outras tantas condições fundamentais a que obedeceram os gigantescos progressos realizados, durante os últimos quatrocentos anos, no conhecimento científico da Natureza. Esses métodos de investigação, porém, transmitiram-nos o hábito de focar as coisas e os processos da natureza isoladamente, subtraídos à concatenação do grande todo; portanto, não na sua dinâmica, mas estaticamente; não como substancialmente variáveis, mas como consistências fixas; não na sua vida, mas na sua morte.

O método metafísico de pensar, por muito justificado e até necessário que seja em muitas zonas do pensamento, (...), tropeça sempre, cedo ou tarde, com uma barreira, ultrapassada a qual ele se converte em método unilateral, limitado, abstrato, e se perde em insolúveis contradições. Absorvido pelos objetos concretos, não consegue perceber a sua concatenação; preocupado com a sua existência, não atenta na sua origem nem na sua caducidade; obsedado pelas árvores, não consegue ver o bosque (SUSC).

Entre os homens de ciência, o movimento é sempre considerado (...) como movimento mecânico, como mudança de lugar. Isso é herança do século XVIII, pré-químico, e torna muito mais difícil a clara compreensão dos processos. O movimento, aplicado à matéria, é transformação em geral. Do mesmo equívoco provém também esta fúria de reduzir tudo a movimento mecânico, o que destrói o caráter específico das demais formas de movimento. É preciso não se interpretar, em face disso, que cada uma das formas superiores de movimento não esteja sempre, necessariamente, conectada a um movimento mecânico real (exterior ou molecular); (...) mas a presença dessas formas subsidiárias não esgota, em cada caso, a essência da forma principal. Algum dia, reduziremos experimentalmente, com toda segurança, o pensamento a movimentos moleculares e químicos, no cérebro; mas, por acaso, isso esgotará a essência do pensamento? (DN, Notas).

2.3 Metodologia: empirismo versus teorias gerais, e o papel dos modelos simples.

Chris Langton —Estamos procurando as regras básicas que fundamentam todos estes sistemas [macro-evolução, morfogênese, ecossistemas, organização social, cognição], não apenas os detalhes de um deles (...). Chris, e outros como ele no Instituto [SFI] estão procurando princípios universais, regras fundamentais que dêem forma a todos os sistemas complexos adaptativos.

Perguntei a Stuart [Kauffman] se ele realmente está procurando verdades universais: — O que estou procurando é uma teoria profunda da ordem na Biologia. Se você considerar o mundo como John [Maynard Smith] o faz, então, nossa única opção como biólogos é a análise sistemática das máquinas basicamente acidentais e suas histórias evolutivas basicamente acidentais. Sei que não é só isso. Há algo mais. (...) Existem coisas que Darwin não tinha como saber. Uma delas era a auto-organização nos sistemas dinâmicos complexos. Se a nova ciência da complexidade tiver sucesso, ela intermediará o casamento entre a auto-organização e a seleção [natural]. Os biólogos acharão bastante difícil assimilar a ideia de auto-organização em sua atual visão de mundo [Lewin, 1994].

Para físicos e matemáticos, a teoria é o que conta. Experimentos meramente provêm um quadro [de testes] aproximado para a teoria. Em Biologia, esta tradição é revertida. Produção de dados é a prioridade, e qualquer teorização é fortemente adiada até que evidência experimental esteja disponível. O novo problema para ambos, contudo, é deixar estas tradições convergirem [Steimetz, 1997].

Um tipo importante de simulação nas Ciências Sociais é a modelagem baseada em agentes. Este tipo de simulação é caracterizado pela existência de muitos agentes que interagem entre si com pouca ou nenhuma direção central. As propriedades emergentes de um modelo baseado em agentes são, portanto, o resultado de processos *bottom-up* em vez de uma direção *top-down*. (...) O objetivo da modelagem baseada em agentes é enriquecer nosso entendimento dos processos fundamentais que podem aparecer em uma variedade de aplicações. É importante manter o modelo tão simples quanto possível (...). A complexidade dos modelos baseados em agentes deve residir nos resultados da simulação, e não nas suposições dos modelos [Axelrod, 1997].

Um exemplo notável do que há de injustificado na pretensão segundo a qual a indução é a forma única ou ainda predominante da investigação científica, pode ser encontrada no terreno da Termodinâmica: a máquina a vapor constituía a demonstração mais assombrosa de que, do calor, é possível extrair-se movimento mecânico. Mas a verdade é que 100.000 máquinas a vapor não o demonstram melhor do que uma; criam apenas, para os físicos, a necessidade cada vez maior de explicar o fenômeno. Sadi Carnot foi o primeiro que se propôs a fazê-lo com seriedade. Mas não por meio da indução. Estudou a máquina a vapor, analisou-a, e verificou que o processo de seu funcionamento, aquilo que nela interessava, não se encontrava sobre uma forma simples mas encoberto por uma série de processos secundários; pôs de lado todas as circunstâncias estranhas ao processo essencial e construiu uma máquina a vapor ideal (ou máquina a gás), de construção por certo tão difícil como, por exemplo, uma linha ou superfície geométrica, mas que, de certa maneira, presta o mesmo serviço que essas abstrações matemáticas: apresentava o processo sob uma forma simples, independente, não adulterada. E topou, de repente, com o equivalente mecânico do calor... (DN, Notas).

No estudo da eletricidade [em meados do século XIX] impera uma confusa miscelânea de velhas experiências, ideias nem definitivamente confirmadas nem definitivamente reprovadas, um inseguro tatear na obscuridade, um investigar e experimentar descoordenado, de muitos homens isolados, que atacam um território desconhecido, dispersos, como um bando de cavalos selvagens. (...) É principalmente essa situação de abandono do estudo da eletricidade o que torna impossível, nesse período, a delineação de uma teoria geral; situação que dá origem, nesse terreno, ao domínio do empirismo unilateral, esse empirismo que, tanto quanto possível, proíbe-se a si mesmo de pensar e que, justamente por isso, não só pensa falsamente, como também não se coloca em condições de acompanhar fielmente os fatos ou de informar fielmente sobre os mesmos; e que, portanto, se converte no contrário do verdadeiro empirismo (DN, Eletricidade (I)).

Marx e eu fomos, sem dúvida alguma, os únicos que salvaram da filosofia idealista alemã a dialética consciente, incluindo-a na nossa concepção materialista da Natureza e da História. Mas uma concepção da História, a um tempo dialética e materialista, exige o conhecimento das matemáticas e das ciências naturais. Marx foi um consumado matemático (...). Ao

fazer a recapitulação das matemáticas e ciências naturais, procurei convencer-me sobre uma série de pontos concretos — sobre o conjunto eu não tinha dúvidas — de que, na Natureza, se impõe, na confusão de das mutações sem número, as mesmas leis dialéticas do movimento que, também na história, presidem à trama aparentemente fortuita dos acontecimentos. (...) Leis essas primeiramente desenvolvidas por Hegel, mas sob uma forma que resultou mística, a qual o nosso esforço procurou tornar acessível ao espírito, em toda a sua simplicidade e valor universal (AD, prefácio).

***Osame Kinouchi** é professor do Departamento de Física da FFCLRP-USP.

Notas

[i] A ênfase de Engels no caráter central dos fatores econômicos foi bastante matizada em seus escritos mais maduros.

[ii] Após ler o *Origem das Espécies*, Marx escreveu à Engels que “este é o livro que provê a base de história natural para os nossos conceitos”.

[iii] O objetivo de toda caricatura é revelar, pelo exagero, algo que passaria despercebido em um retrato mais fidedigno.

[iv] As siglas AD, DN, LF e SUSC referem-se, respectivamente, aos livros *Anti-Düring*, *Dialética da Natureza*, *Ludwig Föerbach e o Fim da Filosofia Clássica Alemã* e *Do Socialismo Utópico ao Socialismo Científico*.

[v] Quando necessário, observações pessoais serão colocadas em colchetes.

[vi] Buchanan usa a ideia de Universalidade em um sentido mais frouxo e amplo do que o usado em Física Estatística, onde este princípio é melhor fundamentado.