

## Métodos em *Ciência Econômica*\*

Nicholas Georgescu-Roegen

Já há algum tempo que, em ciências sociais, mas especialmente em economia, as contribuições que merecem os maiores elogios são aquelas que usam um pesado instrumental matemático; quanto mais pesado e mais esotérico, maior o mérito. Protestos contra esta situação têm sido feitos com frequência suficiente para merecerem atenção. E mais, protestos deste tipo foram feitos não somente por economistas “verbais”, tais como Thorstein Veblen e Frank H. Knight, mas também por alguns que eram bem mais familiarizados com o instrumental matemático, por exemplo, Alfred Marsahll, Knut Wicksell, e Lord Keynes.<sup>1</sup> Knight lamentou que há muitos economistas que são “primeiramente matemáticos e depois economistas”. A situação, desde o tempo de Knight, tem-se tornado pior. Há trabalhos que passam por contribuições econômicas importantes quando, na verdade, eles são somente exercícios matemáticos, não só sem nenhuma substância econômica como também sem nenhum valor matemático. Seus autores são os mesmos, antes e depois do trabalho, isto é, nem matemáticos nem economistas. Quão perigoso é o apego ao puro simbolismo matemático pode ser demonstrado pelo fato de que vozes provenientes do círculo de cientistas naturais têm também denunciado isto freqüentemente. Talvez o mais forte exemplo seja Lord Kelvin, que o fez no prefácio do *Treatise on Natural Philosophy* (co-autoria com P.G. Tait em 1883).<sup>2</sup>

T. C. Koopmans, talvez o maior defensor do uso do instrumental matemático em economia, rebateu a crítica do exagero do simbolismo matemático dizendo que os críticos não têm apresentado argumentos específicos. Isto foi por ocasião de um simpósio, em 1954, sobre um protesto de David Novick.<sup>3</sup> Mas, por ironia do destino, uns vinte anos mais tarde, um dos trabalhos mais incriminadores deste matematismo vazio foi publicado com a ajuda do próprio Koopmans. R. J. Aumann já havia publicado na *Econometrica* um artigo sobre o problema de um mercado no qual há tantos participantes quanto os números reais, isto é, tantos quantos pontos existentes

---

\* Este artigo foi apresentado no Annual Meeting of the Association for Evolutionary Economics, Chicago, Illinois, 29-30 de Agosto, 1978. N.E. Tradução de Elizabeth Santos Brandão, revisão de Denise Williamson, do original publicado no *Journal of Economic Issues* XIII (June 1979, pp.317-28), publicado em português *Edições Multiplic Vol. 1, Nº.2* (Dezembro 1980): 115-27, editado por Antonio Maria da Silveira.

<sup>1</sup> Ver as citações em Nicholas Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1971), p.341.

<sup>2</sup> Lord Kelvin e P.G. Tait, *Treatise on natural Philosophy*, reeditado como *Principles of Mechanics and Dynamics* (New York: Dover, 1962), Parte I, p. viii. Ver também a advertência, bastante recente, de um grande estudioso entre os engenheiros ingleses, Reginald O. Kaap, citado em Nicholas Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Myths: Institutional and Analytical Economic Essays* (New York: Pergamon Press, 1976), p.61.

<sup>3</sup> Paul A. Samuelson et al., “Mathematics in Economics: Discussion of Mr. Novick’s Article”, *Review of Economics and Statistics* 36 (Novembro 1954): 359-86. Para a afirmativa de Koopmans, ver p. 379.

em uma linha contínua.<sup>4</sup> Em 1972, Koopmans apresentou à Academia Nacional de Ciências um artigo de Donald Brown e Abraham Robinson para publicação em seu periódico oficial.<sup>5</sup> Os autores supunham que há um número maior ainda de participantes do que o número de elementos do “contínuo”. Mas, já que os autores destes dois artigos e Koopmans são bem familiarizados com a matemática, eles devem conhecer um resultado provado há muito tempo por George Cantor, qual seja, que mesmo um espaço infinito pode acomodar, no máximo, um conjunto infinito enumerável de objetos de três dimensões (como o são, necessariamente, os indivíduos).<sup>6</sup>

Mas há muitos outros exemplos que não parecem ser produtos apenas da imaginação e, no entanto, é exatamente isto que eles são, exercícios vazios com símbolos. A única dificuldade em ver que eles são somente isto é que dão-se aos símbolos nomes tirados do vocabulário econômico: poupança, investimento, capacidade produtiva, e assim por diante. Um exemplo disto é o modelo dinâmico em sua forma mais específica, o modelo que arrebatou a profissão, o modelo dinâmico de Leontief. Este modelo não é uma representação analítica adequada nem mesmo do crescimento quantitativo, quanto mais do desenvolvimento qualitativo.<sup>7</sup>

Outro resultado que nos preocupa na opção pelo simbolismo, com prejuízo de uma adequada representação dos fatos, é a forma falha pela qual a economia tradicional representa um processo produtivo.<sup>8</sup> Primeiro, a função de produção tradicional não distingue entre os agentes de produção – força de trabalho, capital e terra – e os elementos de fluxo que são a essência da atividade dos agentes, especificamente, a transformação de alguns fluxos em outros. Em consequência, os economistas matemáticos, recentemente, descobriram um truque fantástico. Não nos devemos preocupar com a exaustão dos recursos naturais, uma vez que com a ajuda da onipresente função de produção Cobb-Douglas pode ser provado que o capital físico pode substituir, sem limites, aqueles recursos.<sup>9</sup> A demonstração disto não considera o fato fundamental de que o aumento do capital implica em aumento do uso de recursos para produzi-lo e mantê-lo.

Segundo, a mesma função de produção tradicional ignora completamente a duração do processo produtivo, digamos, o dia de trabalho de uma fábrica. A forma tradicional não admite a verdade elementar de que dobrando o tempo de trabalho dobra-se a produção. A omissão leva freqüentemente à confusão

---

<sup>4</sup> R. J. Aumann, “Markets with a Continuum of Traders”, *Econometrica* 32 (Janeiro 1964): 39-50.

<sup>5</sup> Donald J. Brown e Abraham Robinson, “A Limit Theorem on the Cores of Large Standard Exchange Economies”, *Proceedings of the national Academy of Science* 69 (Maio 1972): 1258-60.

<sup>6</sup> Curiosamente, Aumann admite que “a idéia de um contínuo de participantes no mercado pode parecer muito estranha ao leitor” mas argumenta que ela não é mais do que “um contínuo de ‘partículas’ em mecânica dos fluidos”. A mecânica parece então ser a justificativa para quaisquer vãos da imaginação em economia.

<sup>7</sup> Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Myths*, capítulo 9.

<sup>8</sup> *Ibid.*, capítulos 2, 4 e 5.

<sup>9</sup> Ver, por exemplo, J. E. Stiglitz, “A Neoclassical Analysis of the Economics of Natural Resources”, a ser publicado em *Scarcity and Growth Reconsidered*, editado por V. Kerry Smith (Baltimore: Johns Hopkins Press, 1979).

entre o número de trabalhadores empregados e o número de homens-hora trabalhado, uma confusão particularmente perigosa na análise do desemprego.<sup>10</sup>

O formalismo matemático na teoria tradicional da produção reduziu nossa análise desta atividade a uma aplicação atrás da outra dos multiplicadores de Lagrange e quase nada além disso. O estudante pós-graduado que em um exame se referiu a Lagrange como “aquele grande economista” foi apenas uma vítima insignificante da maneira como teorizamos sobre produção.

As recentes dificuldades econômicas em muitas áreas – desemprego, inflação, estagnação de nações subdesenvolvidas, e a crise energética – têm revelado a importância de um conhecimento profissional que consiste principalmente de operações de papel-e-lápis para receber alguns remédios, mesmo imperfeitos. Tudo isto levou Paul Samuelson, indubitavelmente a mais clara mente analítica de todos os economistas matemáticos deste meio-século, a admitir que “o mal de que os economistas sofrem no momento não é imaginário...: o respeito que economistas inspiram nos círculos de negócios não é o mesmo de antigamente”.<sup>11</sup> É de se esperar que a maior parte dos erros introduzidos na nossa maneira usual de agir como **economistas**, impregnados com o simbolismo pelo simbolismo, será logo eliminada como resultado de tais acontecimentos e de afirmativas tão procedentes. Entretanto, alguns destes maus hábitos do pensamento provavelmente irão sobreviver. Sem dúvida, o mais crucial deles é a epistemologia mecânica, pois, como eu defenderei a seguir, a maior parte das atuais faltas e desvios tem sua origem naquele Weltbild.

O Marquês Pierre Simon de Laplace, o homem que já havia feito contribuições analíticas duradouras para a ciência mecânica e que já tinha também escrito o famoso tratado sobre **Mecânica Celeste**, proclamou em 1814, com toda a sua autoridade, que absolutamente todas as coisas no universo são governadas pelas leis da mecânica e somente por ela.<sup>12</sup> Ele ponderou, entretanto, que o sistema completo de equações diferenciais que descreve aquele sistema mecânico é tão vasto, e os dados iniciais tão numerosos, que somente a um intelecto demiúrgico – ao qual nos referimos agora como o demônio Laplaciano – seria possível coletar todos os dados e encontrar todas as soluções. É apenas a imperfeição de nossas mentes que nos impede de usar as leis da mecânica para conhecer todo o futuro (como também todo o passado).

Trinta anos após Laplace haver escrito essa apoteose da mecânica, ocorreu algo que tendia a provar que a mecânica tem o poder sobre a existência conforme ele descrevera. Em 1864 um astrônomo francês, Urbain Leverrier, ao fim de alguns cálculos nos quais confrontou as observações astronômicas dos planetas conhecidos com os resultados de um sistema mecânico apropriado,

---

<sup>10</sup> Ver, por exemplo, Edmond malinvaud, *The Theory of Unemployment Reconsidered* (Oxford: Blackwell, 1977). Ver Jean-Paul Fitoussi e Nicholas Georgescu-Roegen, “Structure and Involuntary Unemployment”, trabalho apresentado em uma conferência da International Association of Economics, Obernal, França (*Proceedings* a serem publicados).

<sup>11</sup> Paul A. Samuelson, “Les économistes ne sont plus ce qu’ils étaient”. *Le Nouvel Economiste*, 31 outubro de 1977 (minha tradução).

<sup>12</sup> Pierre Simon de Laplace, *A Philosophical essay on Probability* (New York: Wiley, 1902).

foi levado a dizer que existia um planeta, ainda desconhecido, o qual, além do mais, deveria ser visível em uma certa região do céu. Observações diretas dessa região logo confirmaram a existência daquele planeta, hoje chamado Netuno.

Assim, Netuno foi descoberto não por um exame detalhado do firmamento com um telescópio, mas “à ponta de um lápis”. Podemos muito bem imaginar o sonho que este fato deve ter inspirado em todos os cientistas sociais, especialmente nos economistas. É o sonho de poder prever a localização de qualquer ação no firmamento do Mercado de Ações, amanhã ou daqui a um ano, através da solução de um sistema de equações que governam o movimento deste mercado. Sem dúvida alguma, a essência deste sonho deve estar ainda sendo alimentada no subconsciente de muitos economistas modernos. O papel de tal esperança na criação da Comissão Cowles é evidenciado por vários artigos nos primeiros volumes de *Econometrica*.

Mas o sucesso de Leverrier impressionou a todos, cientistas e filósofos. A mecânica reinou suprema como ciência e como epistemologia. Wilhelm Wundt, proclamando na década de 1880 que “a mecânica é o começo e o fundamento de toda ciência natural explanatória”,<sup>13</sup> estava apenas descrevendo o que era quase geralmente tido como dogma científico. E, mais próximo do nosso próprio tempo, um matemático francês muito respeitado argumentou, completamente na mesma linha de Laplace: “A mecânica é o fundamento necessário de todas as outras ciências, na medida em que o objetivo seja a precisão.”<sup>14</sup>

Não é de se admirar que em 1871 W. Stanley Jevons apresentou seu plano para desenvolver a economia política como “**a mecânica da utilidade e do interesse próprio**”.<sup>15</sup> E, mais tarde, em 1906, Vilfredo Pareto sustentou a idéia.<sup>16</sup>

Foi por causa dessa orientação que o instrumental matemático foi introduzido na economia política, nome tão embaraçosamente contraditório em termos daquilo que os economistas fazem hoje em dia, que tivemos de abandoná-lo e substituí-lo por um neutro, “economia”. A mutação metodológica por si mesma foi boa, um ponto que desejo enfatizar mais e mais, pois frequentemente tenho sido incorretamente interpretado nisto. Os modelos matemáticos **são** úteis, em duas situações.

A primeira, em engenharia econômica, que trabalha com condições definidas, preços e coeficientes de produção conhecidos, e tenta encontrar uma solução ótima. O melhor exemplo que posso citar é a aplicação da programação linear a problemas de mistura de gasolina ou a horários de transporte – um sulco muito fértil aberto por T. C. Koopmans.

---

<sup>13</sup> Wilhelm Wundt, *Logik*, 3ª. ed. (Stuttgart: F. Enke, 1906-1908), vol. 2, p. 274 (minha tradução).

<sup>14</sup> Paul Painlevé. *Les axiomes de la mécanique: Examen critique* (Paris: Gauthier-Villars, 1922) (minha tradução).

<sup>15</sup> W. Stanley Jevons. *The Theory of Political Economy*. 2a. ed. (London: Macmillan, 1879). p.21.

<sup>16</sup> Vilfredo Pareto, *Manuale di economia politica* (Milan: Società Editrice Libreria, 1906), capítulo 3, 4 (do qual existe agora uma tradução em inglês).

A segunda é quando um modelo matemático é usado para esclarecer um problema econômico que existe, como um problema, anteriormente a qualquer tentativa de modelação. Tais problemas são usualmente dialéticos por natureza (conforme explicarei em seguida), e os modelos são apenas **analogias** do nosso raciocínio dialético. Eles não devem ser interpretados como esquemas que nos mostram exatamente o que fazer, passo a passo. Em economia, ou em qualquer ciência social, não podemos ter tabelas como as usadas em engenharias, ou física, ou química. Os modelos podem nos ajudar a nos aprofundarmos num raciocínio dialético, mas não podem nos mostrar o caminho. O ponto importante é que devemos ter primeiro este raciocínio.<sup>17</sup> Precisamente quando ignoramos esta condição e introduzimos um modelo sem nenhuma referência a um problema relevante é que nos permitimos esta “brincadeira” matemática inútil, termo utilizado por Ragnar Frisch (em sua não publicada palestra de abertura do Primeiro Congresso Mundial da Sociedade Econométrica) para estigmatizar a tendência atual em econometria.

Mas o fato de que toda a economia respira mecânica é mais sério ainda que “brincadeira”. Quase todos os manuais introdutórios – inclusive os dos mais respeitados autores – descrevem o processo econômico por um diagrama circular entre a “produção” e o “consumo”. A explicação do funcionamento de um mercado é idêntica ao princípio dos deslocamentos virtuais que é usado em mecânica para determinar o equilíbrio estático. As curvas de procura e oferta podem mover para cima e para baixo, mas o sistema sempre retorna a qualquer dos pontos de equilíbrio anteriores.<sup>18</sup> **Tudo é reversível, exatamente como em mecânica**, onde locomoção consiste somente de uma mudança de lugar, não de qualidade.

A verdade óbvia, entretanto, é que o sistema econômico muda continuamente em termos qualitativos. Usando uma variação de um dos ensinamentos característicos de Joseph Schumpeter, basta lembrarmos-nos de que não continuamos produzindo uma carruagem-correio após outra, para sempre. Passamos de viagens em carruagens para viagens de trens, de automóveis, de aviões e, possivelmente, de foguetes.

O aspecto mais importante do processo econômico é precisamente o contínuo surgimento de inovações. A inovação, entretanto, é imprevisível, porém em um sentido diferente daquele em que o resultado de se jogar para cima uma moeda é imprevisível. Neste último caso, pelo menos, podemos prever uma aproximação da frequência de digamos, “coroa!”, em uma longa seqüência de jogadas repetidas. Cada inovação, entretanto, é única no sentido de que, no tempo cronológico, ela ocorre apenas uma vez.

Ademais, a inovação representa sempre uma mudança qualitativa. Conseqüentemente é compreensível que nenhum modelo analítico pode explicar o surgimento da inovação, pois tudo que se pode derivar de tal modelo somente

---

<sup>17</sup> Nicholas Georgescu-Roegen, *Analytical Economics: Issues and Problems* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966). pp. 116-24 e *Entropy Law*, capítulo 5.

<sup>18</sup> Nicholas Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Myths*, pp. 3-4, 236.

se relaciona com variações quantitativas. Além do mais, nada pode ser derivado de um modelo analítico que não esteja logicamente contido em sua base axiomática. Como muitos matemáticos famosos têm afirmado, qualquer ramo da matemática é apenas uma vasta tautologia lógica. O que é estritamente novo no desenvolvimento histórico da matemática é o **ato da descoberta** de um teorema “novo”, não o teorema em si mesmo. A inovação, por outro lado, caracteriza-se pelo fato de que mesmo depois de ocorrida, ela é, via de regra, inexplicável a partir das leis de fenômenos já conhecidos. Em testemunho disto, há inumeráveis **qualidades** de componentes químicos que ainda não podem ser logicamente deduzidas das propriedades de seus elementos. Mesmo algumas propriedades qualitativas de uma substância comum, como a água, não podem ser logicamente derivadas das propriedades elementares do oxigênio e do hidrogênio. Mas, para dar um exemplo incontestável, consideremos uma criatura viva, digamos, um elefante. O comportamento de um elefante, o fato de que é um herbívoro, que tem uma tromba, e assim por diante, não podem ser explicados pelas propriedades dos elementos químicos que constituem seu corpo. Se conhecemos todas estas coisas é porque observamos um elefante após outro, nascendo, crescendo e, finalmente, morrendo. Especificamente, não são as propriedades da matéria elementar – carbono, oxigênio, hidrogênio, fósforo etc. – que determinam o comportamento do elefante, do mosquito, do ser humano etc. Ao contrário, todos estes comportamentos refletem propriedades dos elementos químicos que não se manifestam ao nível elementar. A natureza tem, portanto, um número infinito de propriedades.<sup>19</sup> Por causa disto, e do surgimento constante de inovações, é que a mente humana não pode compreender a realidade somente com a ajuda da análise; tem que usar também a dialética.

A análise e a dialética são os únicos métodos pelos quais entramos em contato mental com o fenômeno em volta e, mesmo, dentro de nós. Mas elas estão separadas de maneira definitiva.

A análise consiste de uma descrição sistemática da realidade somente com a ajuda de conceitos aritmomórficos. A propriedade característica destes conceitos pode ser melhor ilustrada por um número. Por exemplo, o número “um” está completamente isolado de todos os outros números. Não existe nenhum número que é ao mesmo tempo “um” e não um”. Na prática, um polígono regular com  $10^{10}$  lados pode ser considerado como um círculo, mas os dois conceitos são tão **discretamente distintos** quanto o número “um” e aquele inacessível número  $10^{10}$ . Além disso, um número não pode mudar com o tempo. O que “um” significou nos primórdios dos tempos em que se começou a contar é ainda válido hoje e será sempre. O mesmo não é verdade para a maior parte de nossas ações básicas, como explicarei em seguida.

O raciocínio dialético, por outro lado, emprega conceitos dialéticos. Trata-se de conceitos também **distintos**, mas não **discretamente distintos**. Sua característica principal é que eles podem se superpor com seus opostos; seus significados resvalam nos de seus opostos. Enquanto que um conceito

---

<sup>19</sup> Nicholas Georgescu-Roegen, *Analytical Economics*, pp. 61-64, e *Entropy Law*, capítulo 5.

aritmomórfico está separado de seu oposto por uma fronteira vazia (por um conjunto vazio, como se diz em matemática), um conceito dialético está separado de seu oposto por uma penumbra **substancial**. É dentro desta penumbra que ambos A e não-A são verdades.

Mas deve-se notar que esta penumbra não é uma entidade aritmomórfica bem definida, no sentido de que sempre sabemos se uma ocorrência está dentro ou fora da penumbra. A penumbra dialética não divide todo o espectro do conceito em três domínios aritmomórficos: o domínio de A, de não-A, e o de ambos, A e não-A.

A essência da dialética, vista desta maneira, é que a penumbra que separa um conceito dialético de seu oposto é, ela mesma, cercada por penumbras dialéticas, as quais por sua vez são separadas por penumbras dialéticas, e assim por diante em uma infinita redução dialética.<sup>20</sup>

O que a aritmomania reinante ignora é que, mesmo a defesa mais cuidadosamente construída do positivismo, do que seus adeptos gostam de chamar “no non-sense”, não pode sequer começar sem o uso de conceitos dialéticos. Na verdade, a maioria de nossos conceitos fundamentais é dialética: justiça, democracia, bem, mal, abstração, competição, empresário, fazendeiro, ocupação, crença, etc.

Qualquer exemplo de um conceito aritmomórfico é suficiente como ilustração. Seja, um quadrado deixa de ser um quadrado não importa quão pequena seja a mudança que fazemos em um de seus ângulos. Em contraste, pode-se mudar qualquer elemento de um conceito dialético, algumas vezes consideravelmente, sem que se negue o conceito. Pense sobre isto: Não eram os estados Unidos uma democracia quando a idade mínima para votar era vinte e um anos? Ou os Estados Unidos deixariam de ser uma democracia se a idade atual para votar fosse reduzida em um dia? Em um mês? Em um ano? Certamente não seria uma democracia se o limite de idade fosse setenta anos, ou um ano.

Um conceito dialético, portanto, apesar de não ser discretamente distinto, pode, ainda assim, ser distinto. E se um raciocínio dialético não pode ser tão preciso quanto uma afirmação aritmomórfica, ele pode ser perfeitamente **correto**. Aqui, como na pintura, não devemos culpar as cores pelos trabalhos horríveis que alguns “pintores” podem produzir com elas. Basta abrir um bom livro de positivismo filosófico e ler, quase que qualquer parágrafo, para ver quão brilhantemente correto pode ser o pensamento dialético. Todos os nossos livros teriam que ser lançados ao mar se insistíssemos em que a “non-sense” dialética – como a dialética freqüentemente é denominada – nunca deveria ser

---

<sup>20</sup> Esta tese dialética foi inicialmente desenvolvida pelo autor em seu *Analytical Economics*, pp. 22-46, e expandida em *Entropy Law*, capítulos 2 e 3. Sobre esta tese, ver Phyllis Colvin, “Ontological and Epistemological Commitments and Social Relations in the Sciences: The Case of the Arithmomorphic System of Scientific Production”, em *The Social Production of Scientific Knowledge*, editado por Everett Mendelsohn, Peter Weingart, e Richard Whitley (Dordrecht: Reidel, 1977), pp. 103-28; e Richard Mattessich, *Instrumental reasoning and Systems Methodology* (Dordrecht: reidel, 1978), pp. 301-304.

usada. "Não somente estamos conscientes de amarelos específicos, mas se já vimos um número suficiente de amarelos e temos inteligência suficiente, estamos conscientes do amarelo universal; este universal é o objeto de julgamentos tais como 'o amarelo é diferente do azul' ou 'o amarelo lembra menos o azul do que o verde' ".<sup>21</sup>

A razão fundamental por que não podemos deixar de utilizar os conceitos dialéticos é que a realidade, pelo menos como é vista pela mente humana, muda **qualitativamente** de maneira contínua. Relembrando o primeiro exemplo: Democracia é um conceito dialético porque aquela condição está em constante fluxo, como sabemos pela história e pelas suas variações de um lugar para outro. A democracia de hoje nos Estados Unidos não é idêntica à do tempo de Thomas Jefferson, nem é idêntica à encontrada hoje na Suíça, por exemplo. Espécie biológica é um conceito dialético precisamente porque é o foco da evolução biológica. Tentativas têm sido feitas de definir "espécie" aritmomorficamente. A implicação inevitável destas definições é que todas as espécies foram criadas para sempre, tão completamente imutáveis como, digamos, o próton. O que é necessário ao homem é também um conceito dialético porque varia enormemente com o tempo e lugar. A espécie humana não teria sido capaz de ter uma existência biológica durável se suas necessidades fossem completamente rígidas, pois isto tornaria impossível sua adaptação.

O máximo que podemos esperar de um modelo aritmomórfico é descrever o crescimento puro, ou melhor, variações quantitativas puras de elementos qualitativamente diferentes mas idênticos a si mesmos. Um caso muito elucidativo são os recentes desenvolvimentos em biologia molecular. Antes da descoberta da espiral dupla, o problema principal da biologia era explicar o crescimento puro, isto é, como as células se multiplicam pela divisão, de maneira que o número de células **idênticas** pode crescer, em princípio, sem limites. A dificuldade era que para duplicação é preciso uma forma, um negativo. A forma, as recentes descobertas explicam, está dentro do próprio núcleo: a estrutura cromossômica consiste de duas partes simétricas, cada uma capaz por si mesma de produzir sua imagem simétrica e assim "recriar" os núcleos idênticos a si mesmos.

Entretanto, esta teoria aritmomórfica não pode, de maneira alguma, explicar se outras etapas do processo, isto é, o desenvolvimento de um organismo estrutural, menos ainda a relação entre a estrutura aritmomórfica dos genes e sua manifestação através do comportamento.<sup>22</sup> Mais ainda, se a estrutura cromossômica é idêntica em todas as células de um organismo, em função de sua reprodução através da divisão da espiral, e se a estrutura cromossômica é o único código pelo qual a célula opera, então o ovo fertilizado, depois de sua primeira divisão, pode produzir somente dois outros ovos fertilizados idênticos a si mesmo. E o mesmo se aplica à próxima divisão, e à próxima, e assim por diante. Como então é possível que haja desenvolvimento, isto é, diferenciação

---

<sup>21</sup> Bertrand Russel, *Mysticism and Logic* (London: Allen and Unwin, 1932), p. 212.

<sup>22</sup> Estou alando aqui de uma lei definida que nos permitisse prever o comportamento, de um modo geral. Estou consciente de que algumas associações particulares entre um gene e alguns comportamentos já foram estabelecidas, como resultado de observações empíricas diretas.

de células de acordo com as várias funções qualitativa – olhos, estômago, cérebro, pele etc.<sup>23</sup> Parece difícil encontrar uma ilustração mais impressionante do famoso ditado de Hegel: “Uma identidade abstrata não tem vida.”<sup>24</sup>

Já que o fenômeno evolucionário não pode ser representado por um modelo analítico, todos os fenômenos evolucionários confrontam o estudante com uma dificuldade da qual não estamos, aparentemente, conscientes. Repetindo, se hoje sabemos como vive um elefante, é porque e somente porque temos observado inúmeras vezes a vida do elefante. Se, inesperadamente, nos defrontássemos com uma estrutura de vida de outro mundo que não o nosso, não poderíamos, de forma alguma, dizer de que se alimenta, quanto tempo pode viver em média, ou se é nova ou velha. Para saber quanto tempo ela ainda pode viver, ou se perde ou não a pele, ou algum outro de seus órgãos, teríamos de observá-la até sua morte. Esta é a sina terrível de qualquer estudante do fenômeno evolucionário, seja em biologia, política, arte ou, para confirmar, economia. Não fomos e não seremos capazes de observar uma outra humanidade surgindo, desenvolvendo-se e, finalmente, morrendo.

A conclusão é que de maneira alguma podemos ter uma visão geral da evolução futura da espécie humana. Tudo que podemos ter é uma visão restrita, isto é, podemos ter, no máximo, alguma idéia do que provavelmente irá acontecer no futuro bem próximo. Certamente, esta idéia é baseada no conhecimento que adquirimos através da história e do estudo psicológico-analítico das tendências atuais. Este método é descrito por Karl Marx e Friedrich Engels em seu princípio dialético, segundo o qual, do confronto entre a tese e a antítese, surge uma nova situação, a síntese. Mas este princípio não deve ser entendido como um algoritmo sem fim do tipo que encontramos em analogia analítica. Um algoritmo verdadeiro pode ser repetido tantas vezes quanto assim o desejarmos; é por isto que podemos computar a raiz quadrada de dois com quantas casas decimais quisermos. Entretanto, ainda que em um instante do processo evolutivo possamos determinar uma síntese imediata, não poderemos prever, ao mesmo tempo, a tese e a antítese que surgirão da nova situação. Elas aparecerão ao passar do tempo como inovações, não como previsões do nosso sistema de raciocínio, quer seja ele dialético ou aritmomórfico.

A utilidade de modelos analíticos que representam analogias de processos reais (desconsiderando, entretanto, qualquer mudança qualitativa) não pode ser negada. Porém, o que é mais importante no caso das estruturas evolucionárias é o surgimento de inovações, de mudanças qualitativas. Para estes aspectos não temos outra solução senão a abordagem dialética, envolvendo, em particular, mudanças estruturais. Isto significa usar **palavras**, ao invés de números, porque mudanças verdadeiramente qualitativas não podem ser representadas por um modelo aritmomórfico. As qualidades não são pré-ordenadas, como o são os números, por sua própria natureza especial. A parte mais relevante da história é uma estória contada em palavras, mesmo quando é acompanhada por algumas séries temporais que marcam a passagem do tempo.

---

<sup>23</sup> Nicholas Georgescu-Roegen, *Entropy Law*, pp. 434-37.

<sup>24</sup> G. W. Hegel, *Hegel's Science of Logic* (London: Allen and Unwin, 1951), vol. 2, p. 68.

Infelizmente, os economistas atualmente concordam com o veredito de W. J. Baumol de que os trabalhos de Karl Marx e Joseph Schumpeter não devem ser imitados porque eles são “vagos e impressionistas”.<sup>25</sup> A consequência disto pode ser observada no fato de que em nossas análises de inflação ou de desemprego ignoramos completamente os efeitos estruturais. Que nossas recomendações de política são totalmente ineficazes não nos deveria surpreender. Nossa ciência deve se orientar na direção de um maior número de estudos “vãos e impressionistas” dos tipos deixados por Marx e Schumpeter, e vários outros economistas menos conhecidos (menos conhecidos não por sua própria culpa). A este respeito, gostaria de encerrar com a seguinte admoestação, bastante apropriada, de Schumpeter: “É portanto enganoso raciocinar sobre o equilíbrio agregado (dos modelos aritmomórficos) como se ele mostrasse os fatores que iniciam a mudança e como se os distúrbios no sistema econômico como um todo pudessem surgir somente desses agregados”.<sup>26</sup>

## Prólogo

Como um adendo à discussão provocada por este artigo na Conferência, gostaria de reproduzir um poema feito por um engenheiro famoso, um dos pioneiros da termodinâmica, colega de Lord Kelvin na Universidade de Glasgow, William J. Macquorn Rankine, suas *Songs and Fables* (Glasgow: James Mackelhouse, 1870), p.5.

### “The Mathematician in Love”

Let **X** denote beauty, **Y** manners well-bred,  
**Z** Fortune - this is essential -

Let **L** stand for love - our philosopher said.

Then **L** is a function of **x**, **y** and **z**.

Of the kind known as potential.

Now integrate **L** with respect to **dt**

(**t**, standing for time and persuasion);

Then between proper limits, 'tis easy to see

The definite integral **Marriage** must be:

(A very concise demonstration).

Said he: “If the wandering cours of the moon

By Algebra can be predicted,

The female affections must yield to it soon.”

But the lady ran off with a dashing draggon,

And left him and afflicted.

<sup>25</sup> W. J. Baumol, *Economic Dynamics*, 3a. ed. (New York: Macmillan, 1970) p. 351.

<sup>26</sup> Joseph A. Schumpeter, *Business Cycles* (New Yprk: McGraw-Hill, 1939), vol. 1, p. 43.