

Complexidade, auto-organização e Economia Política

Duncan K. Foley

Introdução

Meu tema aqui é a capacidade dos métodos dos economistas políticos clássicos, Adam Smith, Thomas Malthus, David Ricardo, e seu crítico, Karl Marx, de mostrar o caráter auto-organizativo da economia capitalista, considerada esta como um sistema complexo, adaptativo e de não-equilíbrio.

De certo modo, isso é um exercício algo anacrônico, uma vez que a linguagem da teoria de sistemas complexos, assim como a sua aplicação aos problemas econômicos, tem apenas cerca de quarenta anos de idade. Não é, pois, plausível a alegação de que Smith ou Ricardo ou Marx pensavam sobre os problemas da economia usando as ferramentas conceituais da ciência da complexidade. Por outro lado, vou argumentar que a linguagem e a visão dos economistas políticos clássicos já incorporavam muitas das idéias da teoria contemporânea de sistemas complexos. Há também vias indiretas, mas importantes intelectualmente, que ligam os economistas políticos clássicos dos séculos VIII e XIX à emergência da ciência da complexidade no século XX. Vou também argumentar que a teoria da complexidade lança alguma luz sobre a extraordinária eficácia dos procedimentos da Economia Política Clássica e da profundidade dos seus resultados analíticos. Acredito que os economistas contemporâneos ainda têm muito a aprender com a aplicação desses métodos – e com os seus resultados – à economia capitalista e à sua evolução.

O que é um sistema complexo?

A teoria da complexidade representa um esforço ambicioso para analisar o funcionamento de sistemas altamente organizados, mas descentralizados, compostos por um número muito grande de componentes individuais. Os processos básicos da vida, envolvendo a interação química de milhares de proteínas, a célula viva, que situa e organiza estes processos, o cérebro humano, no qual milhares de células interagem para manter a consciência; também os sistemas ecológicos resultantes da interação de milhares de espécies, o processo de evolução biológica no qual são geradas novas espécies e a economia capitalista, que resulta da interação de milhões de seres humanos, cada um deles, por sua vez, também já uma entidade complexa, são exemplos notórios. Introduções aos conceitos da teoria de sistemas complexos são encontradas em Cowan et al. (1994), Kauffman (1995) Albin e Foley (1998), de Wolfram (2002). Uma boa introdução à matemática da teoria da complexidade encontra-se em Casti (1992, cap. 9).

A teoria da complexidade parte de uma conjectura ousada e polêmica segundo a qual estes sistemas têm diversas características importantes em comum, as quais transcendem as suas diferenças aparentes quanto à escala, aos componentes materiais e as suas leis reguladoras do movimento. Esses sistemas têm varias coisas em comum: potencialmente, os seus componentes podem se configurar por meio de um número astronomicamente grande de formas (eles são complexos); experimentam mudança constante em resposta aos estímulos ambientais e aos seus próprios processos de desenvolvimento (eles são adaptáveis); têm uma forte tendência para atingir configurações padronizadas estáveis e reconhecíveis (eles são auto-organizados); e, finalmente, operam longe dos estados estáveis, mantendo endogenamente processos de

auto-reprodução (são sistemas de não-equilíbrio). A tarefa que a ciência da complexidade põe para si mesma é a exploração das propriedades gerais dos sistemas adaptativos, em processo de auto-organização, de não-equilíbrio, ou seja, complexos.

Os métodos empregados pela teoria dos sistemas complexos são altamente empíricos e indutivos. Os cientistas que trabalham com sistemas complexos tendem a estudar as propriedades de certos modelos simplificada e abstratamente. Esses modelos, freqüentemente, envolvem o estudo da interação de um grande número de componentes altamente estilizados e simplificados por meio de simulações de computador. O objetivo vem a ser identificar propriedades generalizáveis de adaptabilidade e auto-organização comuns a uma ampla gama de sistemas complexos. Uma característica desses sistemas complexos estilizados é que seus componentes e suas regras de interação, embora sejam muitas vezes muito mais simples do que os neurônios reais ou as proteínas, ou mesmo as empresas capitalistas, não são lineares. Dito de outro modo, apresentam diferenças qualitativas de comportamento em resposta a estímulos de diferentes intensidades e escalas. O computador desempenha um papel fundamental nesta pesquisa, pois é quase impossível apreender a dinâmica de sistemas não-lineares que possuem um grande número de graus de liberdade, utilizando a matemática clássica e os seus métodos analíticos.

Há muitas armadilhas potenciais no atual esforço de pesquisa nesse campo. A maioria deles nasce da dificuldade de verificar as características gerais dos resultados específicos observados em modelos particulares. Um padrão de auto-organização, por exemplo, pode vir a refletir uma simetria particular de interação contida num certo modelo de determinado sistema e, portanto, não aparece em sistemas similares em que falta essa simetria. Céticos questionam a premissa de que sistemas complexos possam compartilhar quaisquer propriedades gerais determináveis. A pesquisa nas ciências da complexidade não deixou essas dúvidas descansarem. Seus triunfos permanecem em grande parte no reino de idéias brilhantes associadas a modelos particulares; uma síntese unificada continua a ser uma meta distante. No entanto, os métodos da ciência de sistemas complexos têm tido impacto crescente na pesquisa em uma ampla gama de campos da ciência – e eles não são menos importantes em Economia. Explicar a ordem complexa e adaptável como emergência a partir da interação de um grande número de componentes relativamente simples, os quais obedecem a leis relativamente simples, apresenta um desafio atraente para muitos pesquisadores.

A visão da Economia Política Clássica

A grande descoberta da Economia Política Clássica era que as ações econômicas individuais têm consequências sociais não intencionais. Em consequência, em sua dimensão global, a vida econômica mostra-se organizada e coerente, apresentando uma configuração que nenhum ator econômico pode prever ou controlar.

Smith

A expressão mais candente deste resultado é a concepção clássica de competição, a qual foi enunciada, se não originada, em Adam Smith, em sua *Riqueza das Nações* (1937). Smith observa que cada proprietário de capital buscará maximizar sua taxa potencial de crescimento, ou seja, a sua taxa de lucro, investindo na esfera de produção que julga ser a mais promissora. Capitais, de acordo com a visão de Smith, serão retirados de esferas de produção com as taxas de lucro relativamente baixas para serem transferidos para linhas de produção com taxas de lucro relativamente mais altas.

A intenção dos proprietários de riqueza ao realocar o capital dessa forma consiste em maximizar a sua taxa de lucro, mas o efeito conjunto de suas ações vem a ser equalizar de modo tendencial as taxas de lucro entre as diferentes esferas de produção. Essa equalização das taxas de lucro, que não é de particular interesse para os capitalistas individuais, vem a ser, também, a condição para a maximização da taxa de lucro do capital nacional como um todo, ou seja, a riqueza da nação.

Smith e os economistas políticos clássicos que o seguiram não acreditavam que este processo competitivo pudesse levar a uma efetiva equalização das taxas de lucro reais ou potenciais, em qualquer momento no tempo. O movimento do capital de um ramo da produção para outro pode perturbar as condições de produção de outros ramos, o que, em conjunto com os distúrbios exógenos à economia nacional, sempre impede que equalização de taxas de lucro realmente aconteça. Eles esperavam a ocorrência de uma incessante flutuação dos preços e das taxas de lucro como resultado do processo competitivo e não a realização de um estado de “equilíbrio” em que os preços se estabelecessem naqueles níveis (ou seja, nos “preços naturais”) nos quais as taxas de lucro estariam equalizadas de fato. No entanto, esse conceito de estado de equilíbrio (que tem sido referido como equilíbrio de “longo período”) desempenha um papel importante na análise da economia real. A dinâmica competitiva, mesmo se não é estabilizadora no sentido matemático de que é capaz de empurrar o sistema para o ponto em que ocorre a igualação das taxas de lucro, evita que os preços e as taxas de lucro possam vaguear indefinidamente muito longe de seus valores de equilíbrio. Esta idéia é expressa pelo argumento de que os preços observados no mercado tendem a gravitar em torno dos preços naturais – níveis de preço em que as taxas de lucro seriam igualadas. O conceito abstrato de preços de longo período, que configura um equilíbrio dito natural, desempenha um papel crucial na compreensão analítica das flutuações dos preços de mercado concretamente observáveis.

Este método sofisticado de raciocínio contrasta fortemente – e, em minha opinião, de modo favorável – com a tendência dos economistas neoclássicos para identificar os valores observados de preços com os seus níveis de equilíbrio em modelos abstratos. A visão neoclássica requer um grau implausível de previsão e coordenação dos planos individuais, pois ela apresenta a realização do equilíbrio como um retrato plausível do funcionamento da economia real. Além disso, sistemas estáveis de equilíbrio não podem apresentar um comportamento dinâmico complexo e, assim, a visão neoclássica permanece cega para o caráter evolutivo, adaptativo e dependente de trajetória das instituições econômicas. A visão clássica, por outro lado, é coerente com a visão de mundo baseada em sistemas complexos. Não afirmam que cada componente da economia tem de alcançar o seu próprio equilíbrio como parte de um equilíbrio maior, o qual abrange o sistema como um todo. Na verdade, é precisamente a partir do comportamento fora do equilíbrio dos consumidores e das empresas que a visão clássica de concorrência vê emergir a ordem de gravitação dos preços de mercado em torno dos preços naturais. Na linguagem da teoria de sistemas complexos, a gravitação clássica é um resultado do processo auto-organização do sistema econômico competitivo. Do ponto de vista clássico, a concorrência não precisa ser “perfeita” para produzir uma tendência para a auto-organização. A auto-organização do sistema complexo é robusta no sentido de que ela não depende de nenhum detalhe específico da evolução do sistema; assim, ela se impõe mesmo quando alguns dos mecanismos em que se apóia encontram-se frustrados.

Smith caracteriza o capitalista, que busca incansavelmente a maior taxa de lucro para o seu capital, como um “benfeitor público” (Smith, 1937, cap. III); caracteriza, também, o resultado coordenado (ou, mais precisamente, auto-organizado) obtido na

economia como decorrente da operação de uma “mão invisível”. Mas a força do argumento de Smith tem sido muitas vezes mal compreendida. Não há razão, em geral, para que um indivíduo na sociedade capitalista venha a se beneficiar do aumento da riqueza de qualquer outro indivíduo. Os benefícios da acumulação individual decorrem do crescimento da riqueza nacional, visto por Smith como um fundamento do poder militar e diplomático da nação. Presumivelmente, este efeito vem acontecer, pelo menos em parte, porque a riqueza dos capitalistas individuais é o fundamento do poder de tributação do Estado.

Mas Smith tinha outra razão, mais importante, para considerar o capitalista acumulador como um benfeitor público. Smith argumentou que a força motriz do desenvolvimento econômico era a divisão do trabalho, a qual surgia como resultado do alargamento do mercado. É precisamente a acumulação de capital, na visão de Smith, que promove a extensão do mercado, tanto pelo aumento da riqueza e da renda da população, assim como pelo aumento da própria população. O capitalista individual acumulador enriquece a si próprio, segundo a sua própria intenção, mas, ao fazer aumentar o mercado de produtos de outros capitalistas, ele também, indiretamente e sem intenção, promove um aumento na divisão do trabalho. O consequente aumento da produtividade do trabalho beneficia os outros capitalistas e, potencialmente, os trabalhadores. A acumulação de capital é, portanto, um “ciclo” virtuoso na visão de Smith. Acumulação aumenta a população, a riqueza e a renda, aumentando assim o tamanho do mercado; isto, por sua vez, promove uma divisão mais ampla e mais profunda do trabalho, aumentando a sua produtividade, as taxas de lucro e as taxas de acumulação. Este ciclo de auto-reforço é o metabolismo de base do desenvolvimento econômico capitalista; ele é responsável tanto por sua criatividade e por seus triunfos quanto por seus paroxismos destrutivos. O endosso de Smith às políticas de laissez-faire está na raiz de sua afirmação de que este processo, ao fim e ao cabo, seria bom para a humanidade.

A tradição neoclássica interpreta os conceitos de Smith de uma maneira bem diferente. A análise neoclássica identifica a mão invisível e o laissez-faire com uma tendência para que se desenvolva uma competição sem freios, a qual tem por objetivo chegar a uma alocação eficiente de recursos – não como uma tendência desenfreada para acumular capital tendo em vista produzir uma divisão crescente do trabalho. A idéia de Smith, segundo a qual uma divisão crescente do trabalho leva a uma maior produtividade do trabalho, é traduzida na linguagem neoclássica por meio da idéia de que há retornos crescentes na aplicação de trabalho e capital na terra. Mas, os retornos crescentes em geral são incompatíveis com o estabelecimento de um equilíbrio neoclássico competitivo, exceto sob pressupostos analíticos muito especiais. Assim, aquilo que a visão de Smith põe como característica central da vida econômica é realmente inconsistente com a visão neoclássica, a qual apresenta a competição como uma via para uma alocação eficiente de recursos por meio da concorrência.

A visão de Smith sobre o alargamento e a difusão da divisão do trabalho, porém, é consistente com a concepção da teoria dos sistemas de complexos. Pois, segundo esta última os processos econômicos fora do equilíbrio apresentam auto-organização. Eis que processos de crescimento e desenvolvimento irreversíveis são característicos de sistemas complexos. Certos aspectos particulares da auto-organização dos sistemas complexos podem apresentar fortes propriedades homeostáticas, as quais o levam a se situarem próximos a estados organizados (por exemplo, tal como o faz a célula individual em um animal). Já os próprios sistemas como um todo são abertos, adaptáveis e indeterminados (tal como a história de vida de um animal) e, normalmente, não são apreensíveis por meio de uma simples análise de equilíbrio. Sabemos que o

lobo, por exemplo, deve manter o equilíbrio nutricional com o seu ambiente para poder viver, mas esta observação não permite prever o seu ciclo de vida, para onde ele vai migrar, se vai encontrar companheiro ou se, eventualmente, vai morrer dentro em breve. A visão de Smith de desenvolvimento econômico capitalista é análoga: ela pode explicar os seus processos metabólicos, a acumulação e a concorrência, os quais dão suporte à evolução da economia capitalista, mas não permite prever a sua história ou o desenvolvimento de sua sociabilidade, em particular, por exemplo, o desenvolvimento específico de sua tecnologia.

Malthus e Ricardo

Os grandes sucessores imediatos de Smith foram Thomas Malthus e David Ricardo. Suas descobertas características estavam de fato em oposição ao otimismo aberto de Smith sobre as perspectivas de desenvolvimento econômico capitalista. Porém, os seus métodos se desenvolveram a partir dos argumentos de Smith e refletiam a mesma preocupação com as consequências não intencionais das ações humanas intencionais.

Malthus (1985) argumentou que as sociedades humanas tendiam a chegar a um equilíbrio demográfico em que a alta mortalidade por doenças e desnutrição, em especial pela mortalidade infantil, equilibrava-se com a alta fertilidade. A sua análise desse problema, na linguagem da teoria dos sistemas modernos, centrava-se em um mecanismo de realimentação estável. Se a mortalidade caísse abaixo do nível de equilíbrio, a alta taxa de fertilidade aumentava a população. Malthus acreditava que o aumento da população iria enfrentar os rendimentos decrescentes em face da limitação das terras e de outros recursos naturais, de modo que o padrão de vida cairia, aumentando a incidência de mortalidade por desnutrição e doenças. A teoria de Malthus tornou-se espetacularmente inadequada para compreender o processo de desenvolvimento capitalista ao longo dos 300 anos, desde a sua formulação. Mas é interessante notar que o seu método de raciocínio depende das mesmas noções de Smith, segundo as quais as consequências não intencionais geram auto-organização. Os indivíduos do mundo de Malthus não têm nenhuma maneira de saber as consequências indiretas de suas decisões de procriar e que elas levam a um equilíbrio demográfico. Eles mesmos, segundo a tese de Malthus, não estão em nenhum tipo de “equilíbrio”. As limitações da terra e dos recursos naturais se impõem como um fenômeno generalizado em todo o sistema, governando as decisões descoordenadas dos indivíduos para que atinjam o equilíbrio demográfico.

Ricardo (1951) ampliou e elaborou a noção de Malthus de equilíbrio demográfico, forjando a imagem de um estado estacionário em que a pressão de recursos de capital e trabalho na terra limitada levaria o retorno à capital, isto é, a taxa de lucro para perto de zero. Isto sufocaria o processo de acumulação tal como pensado por Smith. A visão de Ricardo se assentava, tal como a de Malthus, sobre o pressuposto implícito de retornos decrescentes para a população e para o capital em face de recursos terrestres limitados. Mas seu relato sobre a equalização das taxas de lucro, que subjaz os mecanismos que reforçam o estado estacionário, é o mesmo mecanismo gravitacional que encontramos em Smith. O capitalista individual não vê o aumento dos aluguéis e dos salários em dinheiro, os quais espremem a sua taxa de lucro, como algo ligado à sua própria acumulação. O processo de acumulação não segue necessariamente um caminho pré-determinado para o estado estacionário. Os argumentos de Ricardo são fortes porque ele mostrou que qualquer caminho de acumulação levará a um estado estacionário, dado apenas o fenômeno geral de diminuição dos retornos associados a

recursos terrestres limitados. No estado estacionário, alguns capitalistas podem ter lucros, dando continuidade ao processo de acumulação, enquanto que outros podem ter prejuízos, interrompendo por isso o seu processo de acumulação. O estado estacionário de Ricardo não é um reflexo de um equilíbrio microeconômico no qual cada um dos agentes se encontra; ao contrário, vem a ser um estado de auto-organização de um sistema complexo, que nunca pára de mudar e de se adaptar, ao mesmo tempo em que reproduz o estado estacionário como uma média macroeconômica.

Marx

Karl Marx tomou a Economia Política Clássica de Smith, Malthus, Ricardo como base de sua reconstrução crítica da teoria da economia capitalista. Marx, instintivamente e sem questionar, aprovou o modo de argumentação dos economistas políticos, o qual procurava descobrir as regularidades agregadas na economia capitalista, as quais não dependiam do comportamento detalhado dos indivíduos. O poder de seus métodos de análise, que tem sido alvo freqüente de comentários admirados, repousa sobre esta fundação. Marx pode chegar, em geral, a conclusões analíticas poderosas sobre o curso do desenvolvimento econômico capitalista – e sobre os seus padrões –, mas ele não se limitou a trabalhar com “modelos” determinados, implausíveis e limitados. Ele também não tinha a pretensão de prever o comportamento real de qualquer indivíduo em particular.

Marx incorporou na Economia Política a linguagem da “dialética”, a qual permeava o pensamento filosófico continental, nomeadamente através dos escritos de Hegel. Em minha opinião, a dialética pode ser utilmente entendida como uma tentativa de encontrar uma linguagem precisa para discutir os fenômenos da complexidade dos sistemas em processo de auto-organização.

De certo ponto de vista, os sistemas complexos são “determinados” pelas propensões e tendências de suas partes constituintes (por exemplo, as propriedades químicas das proteínas nas células ou as tendências de comportamento das famílias e das empresas em uma economia capitalista). Mas o comportamento agregado dos sistemas complexos está longe de ser um simples reflexo destas tendências ao nível global. De fato, os sistemas complexos, paradoxalmente, tendem a apresentar características que são em muitos aspectos opostas às tendências de seus componentes. A busca resoluta de lucro pelos capitalistas individuais, por exemplo, pode levar a uma queda da taxa média de lucro no sistema como um todo. A linguagem dialética dá a esta observação o estatuto (controvertido, mas rigoroso) de uma “lei” tendencial.

Apesar de suas características de auto-organização, um sistema complexo adaptativo está em constante processo de mudança e de desenvolvimento. Os aspectos auto-organizativos do sistema emergem porque eles são independentes, em grau considerável, da função executada por qualquer parte específica do sistema. Os sistemas complexos tendem a ser capazes de continuar a funcionar mesmo quando, reconhecidamente, alguns dos seus subsistemas constituintes são paralisados. Certos computadores com entrelaçamento aleatório, por exemplo, organizam-se de um modo que não pode ser destruído por meio do corte algumas ligações; ainda que saibamos, é certo, que mesmo a menor falha de um único componente desativa completamente as máquinas de computação convencionais. Assim, a auto-organização de um sistema complexo parece ser, em linguagem dialética, “sobre-determinada”, de tal modo que a destruição de um ou mesmo vários caminhos através dos quais se reproduz determinado recurso pode ser bem sucedida em alterar a auto-organização do sistema como um todo.

Os sistemas adaptativos complexos são “determinados” no sentido de que, em princípio, é possível rastrear as interações entre seus inumeráveis componentes, os quais são responsáveis pelo seu comportamento agregado. Porém, eles são “indeterminados” no sentido de que não podemos ter esperança de descobrir o caminho exato da sua evolução futura. Os sistemas complexos compartilham com os sistemas caóticos uma ausência de prévia determinação e de previsibilidade. Eis que o seu funcionamento contém um número extremamente grande de graus de liberdade. Isto também os caracteriza enquanto tais. Os sistemas caóticos, todavia, são muito instáveis e, por isso, quebram as estruturas de auto-organização muito rapidamente. Os sistemas complexos, porém, podem sustentar a auto-organização das estruturas durante longos períodos. Curiosamente, as perturbações dos sistemas caóticos os tornam estatisticamente previsíveis, mas as perturbações dos sistemas complexos criam padrões irregulares que as estatísticas não são capazes de apreender. A dialética reconhece essa falta de pré-determinação em sistemas complexos, insistindo que o futuro está realmente aberto, embora esteja sendo constantemente moldado pelas ações das partes constituintes no presente. Este é um ponto chave da diferença entre o mundo conceitual do equilíbrio e o da auto-organização dos sistemas complexos. Sistemas em equilíbrio tendem a retornar aos estados predeterminados, enquanto sistemas complexos sofrem evolução em aberto.

Marx refere-se freqüentemente a Ricardo, usando os seus argumentos como base para as suas próprias reformulações das descobertas da Economia Política Clássica. Em parte isto se deve ao fato de que Marx apreciava o poder analítico e a agudeza de espírito de Ricardo (o que é partilhado por muitos de seus leitores). Mas, no essencial, Marx é muito mais smithiano do que ricardiano. O ponto crucial aqui é o papel dos retornos decrescentes da acumulação de capital. Marx partilhou a opinião de Smith de que a essência do capitalismo como uma forma de organização social é a sua capacidade de superar os retornos decrescentes através da divisão social crescente do trabalho e dos avanços técnicos que a divisão do trabalho torna possível. De fato, Marx produziu uma avaliação poderosa e sistemática (Marx, 1981, cap. 13) da forma como o capitalismo institucionaliza a mudança tecnológica. Isto ocorre por meio da luta das empresas para obter vantagens de custo por meio de novas tecnologias (isto foi feito, como sabe, com base no notável capítulo *“Sobre as máquinas”* dos *Princípios...* de Ricardo). Essa linha de pensamento foi fundamental para o trabalho de Joseph Schumpeter sobre a dinâmica das economias capitalistas. Mas, novamente, observe-se que esta teoria de Marx não é um conjunto de hipóteses nem sobre o curso da mudança técnica nem sobre as tecnologias específicas. É mais bem vista como uma avaliação de uma tendência do sistema capitalista de se organizar por meio dos motores da mudança técnica, quaisquer que sejam os desafios específicos que as técnicas enfrentam historicamente. Marx, como Smith, considerava a acumulação do capital em sua essência como um processo evolutivo, contínuo e aberto.

Marx também acreditava que o sistema capitalista se apoia sobre um sistema contraditório e moralmente insustentável de exploração do trabalho. Smith era bastante realista para reconhecer a base de classe da sociedade capitalista, mas era também suficientemente entusiasmado pelo processo capitalista para escamotear o problema das divisões de classe, na crença de que os trabalhadores iriam compartilhar substancialmente os ganhos de produtividade ao longo do tempo. Sobre este ponto, Smith, pelo menos no contexto das economias capitalistas desenvolvidas, provou estar certo até agora. Smith não previu qualquer destino concreto para o capitalismo, ao contrário de Ricardo e Malthus. Estes dois previram o estado estacionário como uma espécie de “calor da morte” para a acumulação de capital. Para Marx, por outro lado, o capitalismo como um sistema acabaria tendo de evoluir para resolver as suas

contradições de classe. A teoria dos sistemas complexos sugere que é muito difícil de resolver estas questões históricas especulativas, já que não há maneira de compactar o funcionamento de um sistema complexo em um modelo que seja menos complexo do que o próprio sistema.

O método clássico

Os sistemas complexos representam grandes desafios para o "senso comum" que admite as noções de determinismo, previsibilidade e estabilidade. Pode parecer à primeira vista que os sistemas complexos são inherentemente invulneráveis a uma análise sistemática. Em alguns aspectos, isso é verdade. Não podemos esperar modelar em detalhe o caminho futuro de um sistema complexo, por causa da multiplicidade intratável dos seus graus de liberdade e dos paradoxos inerentes à sua capacidade de auto-referência e auto-reflexão. O fenômeno da auto-organização, porém, abre uma esfera de análise possível. É possível entender as forças que contribuem para a auto-organização de um sistema complexo em algumas dimensões; é possível modelar esses aspectos limitados do sistema. As teorias clássicas da Economia Política sobre a competição, o equilíbrio demográfico e as mudanças técnicas são bons exemplos dessa possibilidade.

Compreender os aspectos de auto-organização dos sistemas complexos é imensamente valioso como conhecimento, mas ele deve permanecer inevitavelmente incompleto, ainda que isto possa ser muito frustrante. Por exemplo, poderíamos estar muito confiante em prever que, à medida que a economia continuou a funcionar na base da troca de mercadorias, ela iria se organizar com base em mercados com preços monetários; e que as forças competitivas iriam criar mecanismos, mais fracos ou mais fortes, de indução de mudança técnica. Saber este tipo de coisa sobre a economia capitalista é extremamente importante. Por outro lado, não nos diz nada sobre os detalhes de quais os produtos se tornarão mercadorias, em que centros específicos as mudanças técnicas ou os gargalos irão surgir ou, até mesmo, como os mercados serão organizados ou em que regiões do espaço e em que momentos do tempo isto vai acontecer. Entretanto, estes são conhecimentos valiosos; eles podem ajudar a tomar boas decisões sobre educação, investimentos de retornos incertos e políticas públicas.

A auto-organização dos sistemas complexos, portanto, apresenta um paradoxo aparente: possibilita um conhecimento analítico sobre processos evolutivos abertos que são inherentemente imprevisíveis. O triunfo da Economia Política Clássica, a meu ver, deveu-se ao seu fantástico poder para desvelar esse tipo de resultado. Assim, aponta o caminho para uma solução de um difícil dilema filosófico. Aqueles que permanecem comprometidos com a idéia de uma ciência social desenvolvida analiticamente, mas não adotam uma visão de sistemas complexos, são forçados a negar o caráter aberto, indeterminado, da vida social humana. Esses pensadores irão traduzir a complexidade da vida social em formas mais simples para torná-la passível de análise. Aqueles que permanecem comprometidos com a visão de um processo evolutivo aberto da vida social humana, mas não reconhecem o fenômeno da auto-organização, ficam condenados a uma espécie de nihilismo epistemológico. Para eles, o mundo social é complexo e determinado, mas é impossível dizer alguma coisa sistemática sobre o assunto. O reconhecimento da auto-organização como uma tendência generalizada inerente aos sistemas complexos e adaptativos oferece a possibilidade de descobrir e analisar regularidades substantivas de sistemas como a economia, sem precisar fazer a hipóstase dos estados de equilíbrio encontrados na teoria.

Auto-organização e equilíbrio

Em alguns casos é possível estudar a tendência à auto-organização da economia em termos dos mecanismos de realimentação homeostáticos que podem ser representados por equações diferenciais. Por exemplo, não é difícil representar a teoria de Malthus de equilíbrio demográfico em um sistema bidimensional de equações diferenciais envolvendo a população e o padrão de vida. Basta ligar dinamicamente, por um lado, mortalidade e fertilidade e, por outro, o aumento da produtividade e da população. Os matemáticos também chamam o ponto de repouso inerente a um conjunto de equações diferenciais de “equilíbrio”, mas eu gostaria de fazer uma nítida distinção entre os conceitos de auto-organização e de equilíbrio. Isto sugere que o “equilíbrio” tem diferentes significados em diferentes contextos, o que é usual. Os matemáticos, os físicos, assim como os economistas, usam o termo “equilíbrio” de maneira significativamente diferente.

Uma noção muito proveitosa em ciência é o conceito de sistema dinâmico. Um conjunto de valores determinados, os quais apresentam os aspectos relevantes de um sistema dinâmico, em um dado momento qualquer, constitui o seu estado. A coleção de todos os estados possíveis do sistema constitui o seu espaço de estado. Por exemplo, podemos representar sistema de Malthus definindo o estado da economia a qualquer momento por meio de sua população, produtividade, fertilidade e mortalidade. A noção de sistema dinâmico implica na idéia de que o movimento do sistema através do tempo é determinado pelo seu estado atual.

Os matemáticos chamam os pontos de repouso de um sistema dinâmico (estados em que não há uma tendência para que o sistema venha a se mover) de equilíbrios. Os estados que estão perto de um equilíbrio constituem a sua vizinhança. Um equilíbrio é localmente estável se o sistema permanece na vizinhança do equilíbrio sempre que daí parta. Um equilíbrio é globalmente estável se o sistema tende a mover-se para uma vizinhança do equilíbrio, ficando aí tenha partido de onde puder partir.

Um sistema caótico é localmente instável, mas globalmente estável. As leis de movimento do sistema impedem-no de convergir para um estado de equilíbrio em particular, mas também o impedem de se mover para muito longe de seu equilíbrio globalmente estável. Esse sistema explora incansavelmente um subconjunto dos estados na vizinhança do equilíbrio globalmente estável (seu atrator). Neste caso é possível descrever o movimento do sistema por meio da estatística. Prevê-se, assim, com precisão que proporção de tempo o sistema gasta em qualquer subconjunto de estados situados na vizinhança do equilíbrio globalmente estável. O equilíbrio demográfico de Malthus é globalmente estável sob os supostos que a fertilidade aumenta e a mortalidade se reduz com a produtividade; e que a produtividade declina com a população. Porém, provavelmente, ele seria localmente instável se fosse afetado por pequenas flutuações incessantes na fecundidade, mortalidade, população e produtividade.

Os físicos usam o termo “equilíbrio termodinâmico” para designar um estado macroscópico de um sistema que tende a se reproduzir, mesmo que em escala microscópica o sistema esteja se movendo no espaço de estado. Por exemplo, os físicos consideram que as moléculas de ar em um pneu de bicicleta sob a pressão estão em estado de equilíbrio, apesar do fato de que as moléculas individuais estejam constantemente se movimentando e colidindoumas com as outras, assim como com as paredes do pneu. Ao se abrir a válvula do pneu, no entanto, cria-se um desequilíbrio termodinâmico entre o ar no pneu e a atmosfera. O equilíbrio termodinâmico, também chamado de equilíbrio estatístico, mostra a tendência de variáveis macroscópicas, como

temperatura e pressão, para retornar aos estados estáveis, embora o estado subjacente microscópico do sistema, representando as posições e os momentos de moléculas individuais, estejam mudando constantemente. Essa noção de equilíbrio termodinâmico é conceitualmente muito próxima da idéia de auto-organização de um sistema complexo. A ordem de um sistema termodinâmico a nível global reflete, contudo, a sua completa falta de ordem no nível micro. Na verdade, um método básico para calcular o equilíbrio termodinâmico de um sistema vem a ser encontrar o estado macro que é compatível com o maior grau de desordem no nível micro, medida pela entropia do sistema. Em muitos casos, o distúrbio em nível micro é o resultado do movimento instável caótico, o qual corresponde a um sistema matemático dinâmico.

É curioso, mas os economistas começaram a adotar o conceito de equilíbrio termodinâmico como ferramenta conceitual só recentemente (ver, por exemplo, Foley, 1994). A noção tradicional de equilíbrio econômico exige que toda família e empresa presente na economia estejam em equilíbrio no nível microscópico, para que a própria economia possa estar em equilíbrio [macroscópico]. A ordem de equilíbrio do sistema econômico, no nível macroeconômico, é um reflexo da sua ordenação completa no nível microeconômico. A concepção walrasiana tradicional de equilíbrio econômico implica em entropia zero: requer que o sistema esteja completamente ordenado no nível microeconômico.

Por outro lado, normalmente, os sistemas adaptativos, auto-organizados e complexos não podem ser tratados como se estivessem em equilíbrio seja em sentido físico seja no sentido econômico tradicional. A auto-organização não pode ocorrer em um sistema dinâmico estável, no qual todo o movimento vem a ser paralisado em um estado de equilíbrio estável. A auto-organização também não se sustenta em um sistema completamente instável localmente e, portanto, que possui dinâmica caótica. Qualquer embrião de organização em tal sistema é rapidamente dissipado. As estruturas de auto-organização surgem como características de sistemas que não são, em linguagem matemática, nem localmente estáveis nem localmente instáveis, pois podem sustentar e reproduzir essas estruturas por longos períodos de tempo. Como os sistemas de equilíbrio termodinâmico, os sistemas complexos e auto-organizados de modo estável apresentam continuamente certos padrões macroscópicos, embora as dinâmicas subjacentes em seu espaço de estado sejam localmente instáveis. Em contraste com os sistemas de equilíbrio termodinâmico, no entanto, os sistemas complexos e auto-organizados continuam sempre longe de seus estados de equilíbrio de máxima entropia. A sua auto-organização vem a ser propriamente um indicador de que se está na presença de um desequilíbrio termodinâmico: a reprodução de suas estruturas auto-organizadas é incompatível com a completa desordem, situação em que a entropia do sistema seria máxima.

Os sistemas complexos e auto-organizados são... (bem!) complexos. Alguns subsistemas de um sistema complexo e auto-organizado podem estar em equilíbrio termodinâmico, mesmo que o sistema como um todo esteja organizado longe desse equilíbrio. Nossa sangue, por exemplo, atinge o equilíbrio termodinâmico a uma dada temperatura mensurável, mesmo que circule no interior de um sistema de não-equilíbrio e auto-organizado, pois os nossos corpos têm normalmente de se manterem a uma temperatura diferente da temperatura ambiente. Assim, é possível que existam vários tipos diferentes de ordem nos sistemas complexos e auto-organizados. Algumas partes podem estar em equilíbrio estático ou em equilíbrio termodinâmico – e isto se revela quando se faz um exame do seu comportamento microscópico. As estruturas de auto-organização refletidas em certos agregados se reproduzem de forma ordenada. Porém, o sistema como um todo está em constante processo de desenvolvimento.

O problema El Farol

Um exemplo construído por Arthur (1994) ajudar a entender o fenômeno da auto-organização. Arthur tomou por referência um bar local (no texto original esse bar era chamado de *El Farol*), o qual é considerado agradável quando não recebe mais do que 60 pessoas. Quando o comparecimento fica muito acima de 60, ele fica barulhento e chato. O bar tem várias centenas de clientes regulares que gostam de visitá-lo freqüentemente. Numa dada noite qualquer, cada freqüentador regular tem de decidir se quer ou não ir ao bar. Arthur supõe que cada freqüentador regular tem em sua mente um conjunto de regras de comportamento que visam prever quantas pessoas deverão comparecer ao bar nessa noite. Estas regras de previsão utilizam como fonte de dados a freqüência real observada no passado recente. Diferentes freqüentadores utilizam diferentes conjuntos de regras, ainda que algumas delas possam ser comuns a dois ou mais conjuntos. Em cada momento, cada cliente regular adota a regra de previsão de seu próprio conjunto de regras que melhor se ajustou aos dados do passado. Se essa regra prevê uma freqüência inferior a 60, o cliente vai ao bar naquela noite; se ela prevê freqüência superior a 60, o cliente fica em casa. As simulações com o modelo mostram que a freqüência no bar oscila em torno de 60 clientes de cada noite, o que mostrar que esse sistema tem uma tendência forte de auto-organização. Mas não existe equilíbrio nos microestados, os quais descrevem o modo de comportamento de cada cliente em particular. Os clientes incessantemente alteram as regras que usam e o seu padrão coletivo de freqüência não obedece à lei estatística da máxima entropia. O sistema como um todo está longe do equilíbrio mesmo se a freqüência seja extremamente regular. Pode-se imaginar que forças semelhantes podem estar por trás de muitos fenômenos sociais, tais como a distribuição de táxis em grandes cidades, as taxas de crescimento dos centros urbanos, a eclosão de guerras e assim por diante.

É possível entender porque o sistema de Arthur se auto-organiza na dimensão macroscópica. Se, por exemplo, o número de freqüências de clientes sobe durante várias noites seguidas muito acima de 60, aqueles que freqüentaram o bar nesses dias vão perceber que as suas regras de previsão estavam errando e, por isso, buscarão mudá-las. A escolha de novas regras tenderá, normalmente, mas não necessariamente, a fazer com que os modelos adotados tendam a predizer uma maior freqüência no bar, desencorajando a freqüência. Uma dinâmica simétrica ocorrerá numa série de noites em que a freqüência mostra-se inferior a 60, pois haverá decepção daqueles que ficaram em casa quando preferiram ter ido ao bar. Esse mecanismo de realimentação estabiliza o número de clientes freqüentes, mesmo se não há qualquer tendência para a estabilização dos conjuntos de regras adotadas e, assim, dos comportamentos dos clientes individuais (ou seja, para produzir uma convergência para alguma “previsão perfeita” ou “correta”).

A analogia com a teoria clássica da concorrência também é clara. Os capitalistas individuais que buscam incessantemente o lucro, os quais aparecem na história clássica, não escolhem sempre um determinado plano de ação ou certa estratégia de equilíbrio. Tal como os clientes no modelo de Arthur, eles buscam incessantemente novas maneiras de olhar para a economia, procurando descobrir oportunidades de lucro ou reconhecer as recessões nos mercados. Mas, apesar da incapacidade de alcançar qualquer equilíbrio de comportamento, eles tendem em conjunto a equalizar as taxas de lucro.

O problema do bar *El Farol* está estreitamente ligado ao “jogo das minorias”, em que maiores retornos são obtidos por meio da escolha da estratégia que difere daquela escolhida pela maioria dos jogadores. Versões do jogo de minoria aparecem em

diversos contextos políticos e econômicos. A teoria clássica da competição é baseada na percepção de que o capitalista quer investir em setores onde o capital é escasso. O problema do bar *El Farol* também está intimamente ligado à analogia apresentada por John Maynard Keynes relacionando um típico mercado de ativo a um “concurso de beleza” em que o prêmio é dado ao jogador que melhor antecipa a opinião média de todos os outros jogadores (Keynes, 1936).

A economia política e auto-organização

Do ponto de vista da economia política, o fenômeno da auto-organização abre perspectivas metodológicas importantes. A dificuldade com a análise de equilíbrio em geral, seja ele termodinâmico ou estático, encontra-se pontualmente na microestrutura do sistema associada às regularidades macroscópicas; ela tem de ser simples e homogênea no caso do equilíbrio estático; ela deve maximizar a desordem sob certas restrições no caso de equilíbrio estatístico (ou termodinâmico). As concepções de equilíbrio usuais são, nesse sentido, metodologicamente muito exigentes. Elas podem explicar certas regularidades agregadas, apenas quando, por um lado, todos os agentes no nível microeconômico se encontram em equilíbrio ou quando, por outro, todos eles se encontram em estado de caos. As implicações decorrentes da análise feita ao nível micro são muitas vezes incorretas e isto deixa o teórico de equilíbrio numa encruzilhada: ou ele se desfaz da teoria como um todo ou insiste em mantê-la mesmo contra as evidências, pois apresenta características que simplesmente não estão presentes na realidade. O reconhecimento do fenômeno da auto-organização pode evitar essas armadilhas, permitindo que o economista político possa investigar as dinâmicas de estruturas de auto-reprodução inerentes à vida econômica, sem concebê-las de forma inadequada frente ao complexo e ao que se encontra em evolução ao nível micro, ou seja, ao nível do comportamento das famílias e das empresas.

A perspectiva da auto-organização, porém, tem os seus próprios problemas metodológicos. O sucesso do método depende da tendência auto-organizativa ser capaz de operar em uma ampla gama de situações ao nível microscópico. A modelagem econômica convencional tende, pelo contrário, a demonstrar que um equilíbrio geral a nível micro produz uma regularidade agregada. Qualquer modelo específico deste tipo levanta inevitavelmente a questão de saber quão geral vem a ser o resultado apresentado. Quando fica demonstrada a equalização da taxa de lucro em um modelo específico (em que se supõe, por exemplo, um determinado conjunto de bens e uma determinada tecnologia)? Como se pode argumentar que é válida a generalização do resultado obtido para um amplo e mal-determinado conjunto de ambientes possíveis (pela alteração do conjunto de mercadorias ou das tecnologias)? Certamente que demonstrar o resultado em modelos particulares é um primeiro passo necessário. Porém, a meta a longo prazo é obter *insights* sobre o comportamento de uma grande classe de sistemas, de que o modelo representa apenas uma parte.

Esse problema metodológico cria um abismo entre aqueles que, em nome do ceticismo científico e do conservadorismo, aceitam os resultados apenas no domínio em que foram demonstrados e aqueles que, na busca de conhecimento e entendimento, querem generalizar os resultados demonstrados apenas em um domínio restrito para um domínio maior, na base da intuição ou do instinto. Esta separação, que caracteriza a dialética do conhecimento científico em geral, torna-se particularmente aguda no estudo dos sistemas complexos e auto-organizados. A auto-organização pode ser significativa apenas em sistemas complexos de não-equilíbrio que são difíceis ou impossíveis de representar em geral por meio de modelos matemáticos fechados e fáceis de operar. A

demonstração de que existe auto-organização apenas pode ser possível por meio de simulação altamente simplificada e abstrata, empregando modelos computacionais. Neste caso, tem-se – segundo o olhar cético – apenas uma coleção de exemplos específicos, semelhantes a uma coleção de “causos”. A auto-organização encontrada pode ser atribuída tanto à estrutura geral do sistema (isto se for possível concordar sobre os fundamentos daquilo com o que se está tratando), ou pode ser atribuída às especificidades ou às particularidades eventualmente obscuras dos casos simulados.

Os economistas políticos clássicos e Marx trabalharam em um meio intelectual que era muito mais simpático à especulação e à extração do exemplo do que ocorre atualmente. Ainda assim, mesmo o estrito construtivismo do atual mandarinato que domina na esfera da ciência econômica tende a aceitar, de algum modo, a validade da teoria clássica da concorrência, mesmo se apenas como heurística que serve para orientar a formulação de políticas específicas, por meio de modelos simplificados. Há, porém, alguma esperança de que os resultados e os modos clássicos de pensar possam reforçar a investigação do sistema econômico como um sistema complexo de auto-organização que opera sempre longe do equilíbrio.

De Malthus para Darwin para Kauffman

Em que medida vem a ser anacrônico sugerir que a Economia Política Clássica concebia a economia capitalista por meio daquilo que hoje chamamos de sistema complexo, adaptativo e auto-organizado? Por um lado, a linguagem matemática da teoria dos sistemas complexos é produto dos últimos vinte ou trinta anos (embora alguns matemáticos estivessem pensando sobre esse tipo de sistema mesmo antes). Por outro lado, há um vínculo intelectual claramente detectável entre a Economia Política Clássica e a teoria contemporânea dos sistemas complexos. Curiosamente, esse caminho não foi desvendado diretamente por meio da análise econômica, mas por meio da biologia.

O desenvolvimento da matemática nos séculos XVII e XVIII estava intimamente ligado ao desenvolvimento da Astronomia e da Física. Nessa era, a Física visava encontrar expressões, fechadas na forma, capazes de descrever o comportamento de sistemas relativamente simples, como o sistema planetário, ou seja, com base em um pequeno número de leis fundamentais, tal como a lei da gravidade. A necessidade de trabalhar com soluções de forma fechada (na verdade, aproximadamente fechadas) era uma simples decorrência do nível primitivo dos métodos computacionais então disponíveis, ou seja, basicamente papel e lápis nas mãos de seres humanos hábeis no cálculo. (Newton, Gauss, assim como outras grandes mentes matemáticas desse período, gastavam, olhando retrospectivamente, uma incrível quantidade de energia e de tempo realizando a mão cálculos elaborados das órbitas planetárias, uma atividade que, estranhamente, parece ter sido o alicerce de sua prestígio científico.) O sistema paradigmático nesta época era o relógio, um aparelho mecânico cuja regularidade de movimento é mantida por meio de mecanismos simples de realimentação.

É impressionante quão pouco da visão de um universo mecânico encontra expressão na escrita dos economistas políticos clássicos. Como foi visto anteriormente, a visão de Smith da economia capitalista, que incluía a noção de que a economia possuía dimensões de auto-regulação (se não de auto-organização), estava longe de ser mecânica (ou, mais, precisamente, newtoniana); e tinha notórias afinidades com a visão que sempre se tem dos sistemas biológicos, coisas vivas que se desenvolvem, nascem, crescem e morrem. Malthus faz referência ao caráter “matemático” de seu argumento, mas a sua matemática não ver a ser aquela que expressa um sistema em equilíbrio. Ela

não é formalmente semelhante àquele que expressa órbitas planetárias no campo da mecânica celeste; vem a ser, diferentemente, uma demonstração da incompatibilidade assintótica entre uma variável que cresce em ritmo aritmético – a produção de alimentos – e uma variável que cresce em ritmo geométrico – a população. A explicação dessa discrepância pode ser encontrada na afirmação de que os economistas políticos clássicos não conheciam suficientemente a matemática avançada do seu tempo e, assim, não foram influenciados por ela. Os economistas políticos clássicos, que foram extensamente lidos e que mostravam curiosidade sobre tudo que resplandecia sob o sol, não parecem ter estado muito interessados na matemática à sua disposição. Uma exceção foi Marx, que refletiu profundamente sobre as bases filosóficas do cálculo diferencial (ver Marx, 1983). Os economistas clássicos políticos não parecem ter sido atraídos pela idéia de representar a economia como um sistema semelhante a um relógio, um sistema que está regido por um princípio simples de maximização ou minimização, como o princípio de ação mínima, que unifica a mecânica clássica.

O conceito de equilíbrio estatístico surgiu na Física, na década de 1850, após o trabalho intelectual de todos os economistas políticos clássicos, exceto Marx (se for possível incluí-lo entre os economistas políticos clássicos). As idéias estatísticas se originaram na investigação empírica dos fenômenos sociais na primeira metade do século XIX e, desse modo, abriram um importante caminho pelo qual os conceitos das ciências sociais influenciaram o desenvolvimento da teoria dos sistemas formais, assim como das “ciências duras” (ver Porter, 1986; Stigler, 1986). As raízes matemáticas da teoria dos sistemas complexos se encontram na investigação rigorosa dos fundamentos da mecânica estatística. Aí se descobriu que os sistemas com muitos graus de liberdade, mesmo quando são regidos por simples leis no nível microscópico, são capazes de apresentar uma vasta e desconcertante riqueza de comportamentos agregados.

Mas há outro caminho, mais direto e bem melhor conhecido, ligando a Economia Política Clássica aos problemas modernos encontrados na teoria de sistemas complexos. Que faz a ligação vem a ser a Biologia – e não a Física. As especulações de Charles Darwin sobre a seleção natural se iniciaram com Malthus, precisamente, com sua teoria da luta pela sobrevivência devida à pressão implacável que a população humana exerce sobre os recursos alimentares. Darwin formulou a teoria da evolução das espécies como decorrência dessa luta pela sobrevivência na presença de mutações aleatórias. O processo evolutivo é um paradigma de sistema complexo. Os princípios que o regem ao nível microscópico – isto é, as mutações e o ajustamento ao ambiente – são, em última análise, simples de estabelecer e de entender, mas suas consequências sobre o nível macroscópico são variadas, dependente de trajetória e abertos em relação ao futuro. A teoria da evolução é uma das vertentes centrais do pensamento moderno sobre os sistemas complexos.

Os economistas, nesse entretanto, partiram para um modo de pensar sobre o sistema econômico que sofre de uma curiosa esquizofrenia. Com a invenção do marginalismo na década de 1880, a matemática empregada na formulação da mecânica da ação mínima, já em declínio nas ciências físicas, chegou ao pensamento econômico com uma vingança da história (ver Mirowski, 1992). Os economistas marginalistas começaram a formular cada vez mais modelos de economia passíveis de solução na forma analítica fechada, por imitação da Física do século XVIII. Porém, na mesma época, a metáfora biológica da evolução encantou também muitos economistas, os quais encontraram aí uma base conceitual natural para fundar a Economia. O movimento institucionalista em Economia, depois de Thorstein Veblen, tentou formular uma disciplina acadêmica por meio da metáfora evolutiva. A tentativa de Alfred Marshall de fazer uma síntese entre a Economia Política Clássica, o marginalismo e o

institucionalismo, infelizmente degenerou, depois dele, numa ortodoxia autocomplacente – a ortodoxia neoclássica –, cuja herança intelectual ainda pesa sobre a Economia contemporânea. Marshall, porém, foi fortemente atraído para o modelo evolutivo e pela idéia de que a Biologia – e não a Física – era o modelo adequado para a Economia (por algum motivo, a idéia de que a Economia poderia ser tomada como um melhor modelo conceitual para a Física ou a Biologia não tem sido nem muito ouvida nem muito apreciada). Allyn Young, um economista americano muito respeitado que tinha um pé em ambos os campos, neoclássico e institucionalista, apresentou idéias similares (ver Young, 1927). A sociologia da economia americana na primeira metade do século XX mostra a história real de um duelo acadêmico, mortal, entre as escolas neoclássica e institucionalista, um duelo no qual a primeira conquistou uma vitória de Pírra, empunhando a arma de sofisticação matemática.

Marshall e Young mostraram outra conexão entre a teoria dos sistemas complexos e de Economia. A ressurreição marginalista da mecânica celeste do século XVIII por meio de um modelo matemático do sistema econômico é incapaz de lidar com o fenômeno dos retornos crescentes, um tema técnico de grande importância para Marshall e Young. De certo modo, essa dificuldade aparece na teoria da competição: com retornos crescentes, uma empresa tende a dominar a indústria em que se encontra, frustrando assim a realização do equilíbrio estático entre custo marginal e benefício marginal – que é a peça central da formulação neoclássica. Mas, quando se olha para o aumento da rentabilidade de um ponto de vista dinâmico, vê-se que ele leva diretamente aos principais temas da teoria da complexidade. Os retornos crescentes destroem a estabilidade local do equilíbrio neoclássico; ora, é evidente que as empresas não podem crescer indefinidamente e que alguma compensação para as forças não-lineares deve aparecer para regular a evolução do sistema. Isto tem de ocorrer, mesmo se a concorrência não seja capaz de impor as igualdades marginais tipicamente neoclássicas. Os sistemas que apresentam retornos crescentes (tal como Brian Arthur, assim como outros autores, tem enfatizado) possuem trajetórias que são dependentes de caminho, intrinsecamente abertos ao futuro, tal como ocorre com a evolução das espécies (onde uma vantagem de adaptação opera de forma análoga à vantagem competitiva com o desenvolvimento econômico retornos crescentes). Esta linha de pensamento desenvolve as idéias de Herbert Simon (Simon, por exemplo, 1992) e conduzem a teoria econômica pelo caminho da teoria dos sistemas complexos. Neste caminho, o sistema econômico é visto como um sistema complexo adaptativo regido por retornos crescentes. Não é difícil ver que ele também traz de volta à teoria econômica a teoria política clássica da concorrência, que mostra o caráter auto-regulatório do sistema econômico, sem racionar com base no equilíbrio estático, o qual é alcançado por vias marginalistas.

A teoria dos sistemas complexos emergiu nos anos 1960 e 1970, por meio da convergência de desenvolvimentos intelectuais no interior da Física, da Biologia, da Matemática, da Ciência da Computação e da Economia. Os físicos e matemáticos, como Erwin Schrödinger, Alan Turing e John Von Neumann voltaram sua atenção para vários aspectos do problema da compreensão da estrutura e da reprodução dos organismos vivos. O desenvolvimento da genética populacional revelou suas estreitas relações com a teoria de sistemas dinâmicos e começou a forçar os biólogos teóricos a considerar a natureza abstrata da evolução como um sistema. Estes esforços intelectuais produziram uma explosão de modelos específicos tais como os sistemas auto-organizados, os autômatos celulares de Von Neumann, os quais mostraram certas propriedades distintivas emergentes fora do equilíbrio, tornando a modelagem dos sistemas vivos algo inescapável. Os biólogos, como Stuart Kauffman, descobriram profundas semelhanças estruturais entre a auto-organização encontrada em sistemas complexos tão

diversos quanto a célula viva, a ecologia das espécies e a economia capitalista (ver Mirowski, 2001).

Talvez isto seja um ponto de vista parcial, mas parece evidente que o sentido principal nesses desenvolvimentos tem revelado o poder da metáfora econômica nas “ciências duras”; e não a influência das metáforas físicas ou biológicas em Economia. Como seres humanos, temos uma experiência direta existencial do funcionamento da economia capitalista como um sistema complexo e adaptativo. Ele preenche a nossa imaginação com idéias que se manifestam depois quando passamos a lidar com outros sistemas complexos em Física e em Biologia. Nesse sentido, é necessário chamar a atenção para a relevância direta da Economia Política Clássica para o surgimento da visão contemporânea dos sistemas complexos. Ela permite reivindicar a significância – e talvez até mesmo certa ascendência intelectual – das idéias dos grandes economistas políticos clássicos.

Referências

- Albin, Peter S. e Foley, Duncan K. – *Barriers and bounds to rationality: essays in economic complexity and dynamics in interactive systems*. Princeton: Princeton University Press, 1998.
- Arthur, Brian W. – Inductive reasoning and bounded rationality. In: *American Economic Review*, 1994, 84 (2), p. 406-411.
- Casti, John L. – *Reality Rules: II*. New York: Wiley, 1992
- Cowan, George A., Pines, Davis e Meltzer, David (eds.) – *Complexity: metaphors, models, and reality*. Massachusetts, MA: Addison-Wesley, 1994.
- Foley, Duncan – A statistical equilibrium theory os markets. In: *Journal of Economic Theory*, 1994, vol. 62 (2), p. 321-45.
- Kauffman, Stuart – *At home in the Universe*. Londres: Penguin, 1995.
- Keynes, John M. – *The general theory of employment, interest, and money*. Londres: Macmillan, 1936.
- Malthus, Thomas R. – *An essay on principle of population*. Londres: 1985
- Marx, Karl – *Mathematical manuscripts of Karl Marx*. Londres: New Park Publications, 1983.
- _____. – *Capital*. Londres: Penguin, 1981, vol. 3.
- Mirowski, Philip – *Machine dreams: economics becomes a cyborg science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001
- _____. – *More heat than light*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- Porter, Theodore M. – *The rise of statistical thinking, 1820 – 1900*. Princeton: Princeton University Press, 1986.
- Ricardo, David – *On the principles of Political Economy and Taxation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1951
- Smith, Adam – *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. New York: Random House, 1937
- Simon, Herbert A. – *Economics, bounded rationality and the cognitive revolution*. Brookfield: E. Edgar, 1992
- Stigler, Stephen M. – *The history of statistics: the measurement of uncertainty before 1900*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1986.
- Wolfram, Stephen – *A new kind of science*. Champaign, Illinois: Wolfram Research, 2002

Young, Allyn A. – *Economic problems, new and old*. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1927.