

Fernando Nogueira da Costa

Artigo-Resenha

Economia da
Complexidade

ECONO FÍSICA



COSTA, Fernando Nogueira da

Economia da Complexidade ou Econofísica.

Campinas, SP: Blog Cidadania & Cultura, 2024. 89p.

1. Métodos. 2. Economia da Complexidade.

3. Sistema Financeiro

I. Título.

330

C837a

Sumário

<i>Introdução: Econofísica ou Física Social</i>	4
Sobre Econofísica ou Economia Evolucionária.....	8
Econofísica I: Sistema de Preços Relativos e a Física de Isaac Newton	12
Econofísica II: Economia como Sistema Complexo e Dinâmico e a Física de Albert Einstein	16
<i>Capítulo 1. Dando Sentido ao Caos</i>	21
Alinhamento de Expectativas versus Heterogeneidade dos Agentes	24
Modelo Baseado em Agentes Pensantes	28
Economia da Complexidade ou Econofísica.....	31
Previsão Econômica em Sistema Complexo.....	35
Sentido do Caos Econômico-Financeiro	38
Economia é um Sistema Complexo	42
<i>Capítulo 2. Papel-Chave do Sistema Financeiro</i>	47
Hipótese do Mercado Ineficiente	50
Teoria da Ecologia de Mercado.....	54
Crédito e Instabilidade Financeira.....	57
Ciclos de Alavancagem Financeira	61
Gestão Prudente dos Riscos: Causa da GCF-2008	64
Semelhança entre Turbulência Fluida e Financeira.....	68
<i>Capítulo 3. Economia Climática e Modelagem para Melhor Futuro</i>	71
<i>Considerações Finais sobre Econofísica</i>	75
<i>Apêndice. Análise Fundamentalista versus Análise Técnica</i>	77
Análise Fundamentalista.....	77
Análise Técnica	78
<i>Obras do Autor com links para download</i>	81
<i>Sobre o Autor</i>	89

Introdução: Econofísica ou Física Social

O sonho de economistas idolatras do livre-mercado sempre foi a Ciência Econômica ter o status da Física para obterem o prestígio científico dos físicos. Hoje, pragmaticamente, muitos físicos almejam trocar sua sapiência pela remuneração dos economistas no mercado financeiro.

A vanguarda teórica dos economistas, por sua vez, deseja desenvolver uma Física Social de modo ela ampliar o pensamento socioeconômico e político, incluindo não apenas forças competitivas, mas também trocas de ideias, informações, pressão em busca de status social etc. a fim de explicar melhor o comportamento humano. Ela busca explicar como as interações sociais afetam as metas e decisões individuais e como esses efeitos sociais geram a auto-organização dinâmica da economia como um sistema complexo.

Busca entender como das interações sociais dos componentes sistêmicos, desde os agentes até a comunidade, o mercado e o Estado, emerge uma sociedade conectada em rede. A dependência de trajetória caótica se afasta das condições iniciais sem destino pressuposto para um futuro equilíbrio entre todos os planos dos agentes econômicos e a disponibilidade de recursos. Substitui a ideia propiciada por “a mão invisível do mercado” de haver uma reversão ao equilíbrio – e não uma competição sem fim.

Evidentemente, essa metáfora de “a mão invisível do mercado”, publicada por Adam Smith em 1776 (data da Revolução Americana), em *Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações*, foi inspirada na Lei da Gravitação Universal. Quando dois agentes possuem bens ou serviços para troca, ambos sofrem uma força de atração mútua proporcional às suas forças de mercado e inversamente proporcional à distância entre si.

Essa lei, formulada pelo físico inglês Isaac Newton, foi anunciada em 1687 (véspera da Revolução Gloriosa inglesa), em conjunto com as três leis dos corpos em movimento. Todas se tornaram os fundamentos da mecânica clássica.

Newton ainda construiu todo o arcabouço matemático necessário – o cálculo diferencial e integral – para economistas imaginarem *a la* físicos projetar e construir sistemas mais eficientes.

Conhecida como o Princípio da Inércia, a primeira lei de Newton aplicada à Economia sugere: se a força resultante de todas as forças de mercado agindo é nula, logo o ritmo de crescimento do preço ou cotação é inercial ou constante. Pela segunda lei, a taxa de variação de uma cotação é igual à resultante de todas as forças exógenas a ela aplicadas.

A terceira lei, ou Princípio da Ação e Reação, sugere a força de mercado representar a interação mercantil entre dois agentes ou partes distintas de uma economia. Se um exerce uma força em outro, este simultaneamente reage exercendo uma força de mesma magnitude no primeiro.

Em um mercado competitivo, ambas as forças seguiriam na mesma direção, contudo em sentidos contrários. Embora as forças sejam iguais, as acelerações de ambos não o são necessariamente: quanto menor a massa de capital, maior será sua aceleração relativa. É matemático.

Dessa forma simples, as forças no mercado aparecem sempre aos pares. Não há força solitária, ou seja, não há nenhuma força real sem a sua contraparte. Toda a ação deve se desenvolver pelo contato mercantil e a reação da contraparte.

Os indivíduos “atomizados” não são afetados pela ação. Esta se resume às premissas neoclássicas a eles atribuídas: racionais, atomistas, dotados de informações perfeitas (e não privilegiadas), para a maximização de todos. Jamais alteram o seu comportamento na interação com os outros dotados da mesma “racionalidade” comportamental.

O nome “Física Social” tem uma longa história desde o século XVIII. Ao usar a analogia com a Física newtoniana, a sociedade foi conceituada pela Ciência Econômica como uma vasta máquina. Mas a sociedade simplesmente não é tão maquinal ou mecânica como imaginada pelos primeiros “econofísicos”.

Física Social é uma Ciência Social quantitativa. Ela se propõe a descrever conexões matemáticas entre fluxo de informações e ideias, por um lado, e o comportamento das pessoas, por outro.

Ela nos ajuda a entender como as ideias fluem de pessoa a pessoa através do mecanismo de aprendizagem social. Esse fluxo de ideias, hipoteticamente, acabaria moldando as normas, a produtividade e a produção criativa das sociedades.

Como um exemplo de Física Social em ação, considere o comportamento dos operadores do mercado de capitais. Eles compartilham dicas em uma rede social.

Há momentos quando muito poucos *traders (insiders)* lucram muito. São resultados ruins para os demais *traders (outsiders)* e seus corretores.

Estes perdem seus negócios quando esses amadores desistem. Logo, os corretores e agentes autônomos tentam melhorar o conhecimento e a experiência dos amadores para os “profissionalizarem”.

Market timing é um tipo de estratégia comum para se investir em ações. É o ato de tentar comprar ativos na baixa e vender na alta. Consiste em uma análise dos investidores com o objetivo de prever os passos de O Mercado divino ou sobrenatural (onipotente, onisciente e onipresente) – e obter lucro com esta análise.

Tipicamente, o *Market timing* se utiliza do cenário de todo o mercado para prever as tendências. Esta estratégia não costuma focar em um ativo específico, mas sim no movimento do mercado como um todo, ou seja, avaliar a Psicologia de Massa.

A Análise Técnica ou Grafista (ler Apêndice) estuda os padrões de mercado e a oferta e a procura de ações, prognosticando as probabilidades do curso das cotações. Tem pouco fundamento teórico além das afirmações banais do Princípio da Ação e Reação – os preços das ações serem determinados pela oferta e procura – e do Princípio da Inércia – a experiência do passado recente ser importante no prognóstico do futuro próximo.

Para ser útil às Finanças Comportamentais, a Análise Técnica teria de ser vista como reflexo de Psicologia Social Aplicada. Seu objetivo teria de ser a identificação de tendências e mudanças no comportamento das multidões, ou seja, a emergência de cotações pelas interações da massa de indivíduos.

O que interessa às Finanças Comportamentais são como os fatores de oferta e demanda de mercado são capazes de entender e traduzir a “psicologia” predominante no mercado de ações. O Mercado (assim com letras maiúsculas como *God*) corresponde à soma dos desejos, medos e expectativas de seus participantes, isto é, Pessoas Físicas e Pessoas Jurídicas heterogêneas.

Já os adeptos da Análise Fundamentalista agem, basicamente, como os economistas. Utilizam-se de informações econômicas e históricas. Incluem todos os determinantes primários de preços: os fundamentos do desempenho das empresas de acordo com seu balanço, setor e o contexto macroeconômico.

Contrastam com os analistas grafistas, porque estes se comportam tal como os físicos. Buscam tirar vantagem da Segunda Lei do Movimento: os

preços se movem segundo tendências. Daí, descartam todos os fatos sobre o ativo, exceto a sua história de preços.

Hoje, os *algoritmos* são responsáveis pela maioria das transações com ações e derivativos. Depois de alimentar os *softwares* com certos parâmetros estatísticos, os computadores dispensam a ação humana para disparar ordens de compra e venda de ativos.

Seguem sequência de comandos, isto é, *o algoritmo*, para identificar ínfimas distorções de preços dos ativos. Fazem as operações de arbitragem automaticamente.

Conectados a sistemas de transmissão de dados rápidos, esses *sistemas de alta frequência* negociam os papéis com velocidade incapaz de algum investidor atingir. Como os ganhos por transação são pequenos, para faturar alto fazem grande volume de operações em frações de segundo, turbinando a movimentação total nas bolsas.

As estratégias de algoritmos incluem desde operações triviais como adquirir certa ação com cotação abaixo da fundamentada, até transações reativas, quando disparam compras quando alguma ação atinge certo volume de negociação. Para resguardar a segurança dessas ordens, os operadores da corretora não podem ter acesso às transações efetuadas pelos sistemas de algoritmos. Há “*chinese wall*” para evitar informações privilegiadas e garantir a privacidade do investidor.

Em fundos *hedge*, há o rastreamento das tendências. Ter como meta um nível específico de “volatilidade administrada” – dimensionar a exposição com compra na baixa “calma” e venda na alta “turbulenta” – está entre as estratégias conhecidas como “paridade de risco”. A teoria desta é, com o tempo, uma carteira grande e diversificada de ativos, equilibrada pelo risco matemático (na prática, a volatilidade dos rendimentos esperados) de cada um, vai ter retornos melhores em lugar de um portfólio tradicional.

Muitos investidores e analistas culpam as estratégias de algoritmos, ao se ajustarem automaticamente sua exposição ao mercado de acordo com a volatilidade, por agravar os “*flashes crashes*”: rápida liquidação com queda repentina dos valores. As operações automatizadas dos “físicos” ocultam a crescente ansiedade com a piora dos fundamentos, anunciada por “economistas”.

O medo diante das máquinas está entranhado na psique humana. A “aversão a algoritmos” mostra as pessoas confiarem instintivamente mais em projeções de humanos em vez na dos algoritmos, mesmo depois de verem os

“algos” (diminutivo de algoritmos) cometerem menos erros de previsão e menos graves se comparados aos dos economistas.

Sobre Econofísica ou Economia Evolucionária

Os Efeitos de Rede por terem sido popularizados por Robert Metcalfe, ficaram conhecidos como Lei de Metcalfe. Ele foi um dos inventores da Ethernet. Ao vender o produto, argumentou os clientes precisarem de placas Ethernet para crescer acima de uma certa massa crítica e colher os benefícios da sua rede.

De acordo com essa Lei de Metcalfe, a lógica subjacente à venda de placas de rede era o *custo da rede* ser diretamente proporcional ao número de placas instaladas, mas o *valor da rede* ser proporcional ao quadrado do número de utilizadores. Embora o número resultante dessa definição não seja calculável com exatidão, a importância do conceito de múltiplos clientes compartilharem o acesso a recursos caros, tais como enviar correio eletrônico e acessar a Internet, está na resultante *interoperabilidade*.

O Efeito de Rede também é designado como *externalidade de rede*. Refere-se à importância da multiplicação de utilizadores de um bem ou serviço sobre o valor do produto para outros utilizadores.

Quando esse efeito se apresenta, o valor de um produto ou serviço depende do número de utilizações de outras pessoas. O telefone celular onipresente talvez seja o exemplo mais visível de multiplicação da comunicação interpessoal *online* em tempo real.

Alcançada uma certa percentagem de assinaturas, a chamada “massa crítica”, os Efeitos de Rede tornam-se significativos. O valor obtido a partir do uso do bem ou serviço iguala até superar o preço pago por esse bem ou serviço.

Como esse valor é determinado pela base de utilizadores, isso implica em um processo inicial mais lento face ao ritmo avassalador depois de um certo número de pessoas subscreverem o serviço ou comprarem o bem. Com o Efeito Demonstração, mais pessoas adquirirão o bem e/ou subscreverão o serviço, propiciando um valor superior ao elevado custo de produção.

Como atrair utilizadores antes de atingir a *massa crítica*? É possível propiciar uma motivação extrínseca, como um brinde, uma dispensa de taxa, ou um prêmio por conseguir inscrições de conhecidos.

Se o sistema complexo com múltiplos componentes interativos já oferecerá valor suficiente, desde os primeiros subscritores, os Efeitos de Rede serão decorrentes sem maior esforço. O número de utilizadores aumenta, o sistema torna-se ainda mais valioso e capaz de atrair muito mais utilizadores.

Porém, o aumento do número de assinantes além da massa crítica não pode continuar infinitamente. Depois de um certo ponto, a maioria das redes tornam-se congestionadas ou saturadas, suspendendo uma futura captação.

O *congestionamento* ocorre devido ao uso excessivo. Exemplo recente é o uso de robôs para espalhar *fake-News* em favor de candidatos de extrema-direita via “*uotzap* ou *feicebuque*” (sic).

Outro exemplo é a baixa no uso de mensagens pessoais para *e-mail*. O uso e abuso de *spams* ou comunicações institucionais ou jornalísticas o estragaram.

Para evitar um congestionamento, o modelo tecnológico “ponto-a-ponto” ou “sistema P2P” (*peer-to-peer* ou pessoa-a-pessoa) está relacionado a redes de computadores nas quais cada computador atua como servidor para os outros. Permite assim acesso compartilhado a arquivos e periféricos sem a necessidade de um servidor central.

Como essas redes são projetadas para distribuir a carga entre os utilizadores, as redes P2P, hipoteticamente, aumentam indefinidamente. É o caso da utilização de *torrents* para baixar filmes ou músicas na *web* (rede de internet).

Os Efeitos de Rede são comumente confundidos com Economias de Escala. Estas resultam da *dimensão do negócio* em lugar da *interoperabilidade*.

Economias de Escala aparecem no lado da oferta, quando os custos relativos abaixam face ao volume de produção. Efeitos de Rede surgem do lado da demanda dos utilizadores.

Efeitos de Rede costumam ser confundidos com Economias de Escopo. Estas surgem quando o valor dos produtos e serviços vendidos aumenta como uma função do número de negócios operados por uma empresa.

O termo “escopo” se refere à variedade de negócios operados por uma empresa diversificada. Por essa razão, somente uma empresa diversificada sob uma única marca podem, por definição, explorar Economias de Escopo.

Economia na integração vertical de uma corporação surge quando ser torna mais barato uma produção conjunta em lugar de produzir bens

separadamente na produção. Há matérias-primas comuns na fabricação de dois, três ou mais produtos, assim como as complementaridades na sua produção. Basta observar linhas de produção de automóveis com diversos modelos da mesma marca compartilhando autopeças.

Compreendemos melhor *a economia como um complexo sistema adaptativo*, composto de seres humanos e instituições interdependentes em um mundo dinâmico e vivo. A metáfora “organismo de mercado”, baseada em ideias evolucionistas de Charles Darwin, em lugar da metáfora “mecanismo de mercado”, inspirado em Isaac Newton, é mais utilizada atualmente na chamada EconoFísica.

Economia Evolucionária ultrapassa a apresentação “física” da Economia como fosse um sistema mecânico em equilíbrio pendular via preços relativos.

Economia vista como um componente de um Sistema Complexo é *transdisciplinar*. Interage com os demais componentes, cujas áreas de conhecimento vão além dela, para emergirem distintos padrões de comportamento coletivo ou configurações conjunturais. É um processo dinâmico e caótico, isto é, varia ao longo do tempo ao se afastar das condições iniciais.

Os níveis de um *estoque* mudam com o tempo, devido ao saldo entre suas entradas e saídas, ou seja, devido aos *fluxos*.

Ciclos de feedback são interconexões. As de *reforço* fazem o sistema se mover. As de *balanceamento* o impedem de explodir ou implodir.

Com *reforços de feedback*, quanto mais se tem, mais se ganha. Sem controle, amplificam o movimento dinâmico em círculos virtuosos ou viciosos. Atrasos nos *fluxos* para acumulação de *estoque* geram *obstinação no sistema*, isto é, tempo demasiado para regeneração, por exemplo, da confiança na alavancagem financeira, depois de um longo processo de desalavancagem ou queda do endividamento.

O Efeito de Rede tem muitas semelhanças com a descrição desse fenômeno de *reforço de laços de feedback positivo*, descrito na dinâmica de um sistema complexo. Esta pode ser um método de modelagem para descrever fenômenos macros sistêmicos, possíveis de serem observados apenas através de *visão holista*.

Compreende os fenômenos na sua totalidade ou globalidade. Por exemplo, o Paradoxo da Parcimônia é holístico. A evolução criativa configura um *todo* – queda da renda e, portanto, da poupança agregada – distinto da soma das suas *partes* – aumento geral de poupanças individuais.

Capitalismo é um complexo sistema financeiro, onde houve não só a evolução do escambo direto para as trocas de mercadorias por moedas, mas os agentes econômicos buscaram também conceder (emprestar ou aplicar) dinheiro no presente para obter mais dinheiro no futuro.

Por exemplo, as bolsas de valores e de derivativos apresentam Efeitos de Rede. A liquidez de cada mercado determina o custo de transação na compra ou venda de um título financeiro ou ações.

Incentiva a aposta no prosseguimento da tendência firme de alta desde o preço da compra até o preço da venda do mesmo ativo: qualquer forma de acumulação de riqueza. Quando há progressivo aumento do número de compradores e vendedores na bolsa de valores, há aumento de liquidez e diminuição dos custos de transação. Isso atrai maior número de compradores e vendedores para a especulação.

No fim do ano do golpe (2016), havia 564 mil investidores PF na Bovespa, exatamente o mesmo número de dois anos antes, quando findou a Era Social-Desenvolvimentista (2003-2014). Um ano depois, em 2017, se elevou para 620 mil, e no fim do governo temeroso golpista já eram 813 mil. No ano anterior à pandemia (2019), eram 1.678.754 investidores em ações, ou seja, uma variação anual superior a 100%: além do dobro. Explodiu a bolha com o distanciamento social.

O Banco Central do Brasil tirou o grande atraso em baixar a taxa de juro básica. Só se mexeu quando a economia já apresentava sólida *estagdesigualdade*.

Em meados de 2019, tinha inflado de vez a bolha de ações ao aumentar a fuga de capitais da renda fixa para a renda variável, em mercados de riscos, seja o de ações, seja o de dólar ou ouro. Retomou-se a inflação de ativos imobiliários.

O *multiplicador de renda*, popularizado por Keynes, talvez seja a variável mais conhecida por economistas para visualizar as várias rodadas de variações de gastos em consumo e investimento ao longo do tempo. Análogo é o *multiplicador monetário*, onde os empréstimos criam depósitos e estes são lastros passivos de novos empréstimos ativos.

Todos esses multiplicadores mostram efeitos de segunda ordem sobre o sistema econômico, criado pelo investimento motivado por alavancagem financeira. Quando um investimento é financiado, ele permite não só um aumento proporcional ao seu tamanho na produção, mas também um impacto ainda maior na rentabilidade patrimonial, depois de descontadas as despesas com juros, devido à economia de escala ou aos Efeitos Rede.

As receitas são gastas em consumo ou em investimentos financeiros. Estes não ficam fora do circuito monetário, seja como “poupança”, seja como “preferência pela liquidez”. Se há demanda efetiva por crédito são logo reinjetados.

O estímulo da demanda por investimento *não* depende da “propensão a poupar” dos agentes. O dinamismo sistêmico depende sim de projetos de investimentos em expansão da capacidade produtiva receberem crédito. Jogue no lixo o convencional conceito de poupança como determinante de investimento!

Econofísica I: Sistema de Preços Relativos e a Física de Isaac Newton

O sistema de preços relativos é considerado a pedra-de-toque do pensamento econômico ultraliberal: um meio de avaliar, padrão ou referência para a Economia. No sistema econômico de livre-mercado, os preços têm a função de equilibrar as decisões de milhões de indivíduos de interesses muitas vezes competitivos, assegurando coesão à economia como um todo.

Considerando as variações dos preços, os empresários decidem por quais bens ou serviços (e em qual quantidade) suas empresas devem produzir. Estimam a demanda por esses bens através dos indicadores de seus preços em relação a outros.

Essa concepção microeconômica teria se inspirado na Teoria da Relatividade de Albert Einstein?

Resumidamente, a Teoria da Relatividade afirma: o tempo não é igual para todos, variando de acordo com a velocidade, a gravidade e o espaço. Embora seja uma ideia inspiradora a ser aplicada em Economia, parece-me os preços relativos se remeterem mais às Leis de Isaac Newton.

Física é um termo com origem no grego “*physis*” com significado de “natureza”. Essa ciência estuda supostas leis regentes de fenômenos naturais suscetíveis de serem examinados pela observação experimental, procurando enquadrá-los em esquemas lógicos.

Baseada em teorias racionais e experimentos laboratoriais, suas teorias se dividem entre a mecânica clássica (descrição do movimento de objetos), a mecânica quântica (determinação de medidas de grandezas), a relatividade (relações do espaço-tempo e a gravidade) e o eletromagnetismo (estudo da eletricidade e magnetismo).

A *Econofísica* é campo de estudo em busca de relacionar ou explicar fenômenos econômicos com auxílio de técnicas da Física. Geralmente as técnicas utilizadas para este propósito envolvem dinâmica não linear, processos estocásticos e incertezas.

Dentro da Teoria das Probabilidades, um *processo estocástico* é uma família de variáveis aleatórias representando a evolução de um sistema de valores com o tempo. É a contraparte probabilística de um processo determinístico.

Ao invés de um processo com um único modo de evoluir, em um *processo estocástico* há uma indeterminação. Mesmo conhecendo a condição inicial, com pequenas variações existem várias, por vezes infinitas, direções nas quais o processo pode evoluir se afastando daquela condição.

A Teoria do Caos trata de sistemas complexos e dinâmicos rigorosamente deterministas, mas eles apresentam um fenômeno fundamental de instabilidade, chamado de *sensibilidade às condições iniciais*. Modulando uma propriedade suplementar de recorrência, na prática, ela os torna *não previsíveis* em longo prazo.

Quando o sistema natural é a própria natureza, e a codificação e a decodificação são feitas pelo uso da Matemática, é comum dizer: *o que está sendo feito é Física*.

Um ponto relevante para entender o que um físico faz é compará-lo com um economista. Na economia ortodoxa, a “regra” é *o reducionismo atomístico*, no qual a realidade deve ser explicada em termos de um agente representativo racional. Os economistas ortodoxos partem do princípio de o comportamento agregado de um sistema ser idêntico à soma dos efeitos de cada uma das causas individuais.

Por sua vez, o físico utiliza, como “princípio”, *o reducionismo interativo*, ou seja, não tenta descrever um agente do sistema de forma atomizada e sim busca descrever a interação de um agente com os outros. Para um físico, a interação entre agentes resulta em uma descrição estatística do comportamento agregado do sistema.

Já economistas taxados como heterodoxos fazem *Econofísica* quando incorporam a ideia de o desempenho resultante da economia ser emergente das interações entre seus diversos componentes: as psicologias dos agentes econômicos, as instituições, as adequações, as inovações ou rupturas etc. Buscam uma *visão transdisciplinar*.

Nesta abordagem da Economia como um Sistema Complexo, a psicologia individual dos investidores e *traders* (componentes do mercado) não é desconsiderada ao obedecer apenas às propriedades estatísticas. Pelo contrário, incorpora os estudos da Economia Comportamental a respeito dos *vieses heurísticos* dos agentes econômicos.

Para certas aplicações da Física, no mercado financeiro, as Finanças Comportamentais são deixadas de lado. Por exemplo, algoritmos quantitativos buscam conseguir retornos financeiros positivos na bolsa de valores por meio de máquinas operando rapidamente segundo um código determinado.

Só não preveem o “cisne negro”, isto é, o evento aleatório resultante em risco sistêmico. Então, o caos se instala de modo interdependente.

Exemplo visível para todos, inclusive aos leigos em Economia: os efeitos de uma greve dos caminhoneiros. Detona um risco sistêmico, tornando todos os demais agentes reféns dos seus interesses corporativos e das grandes transportadoras. É uma reação esperada (para os heterodoxos) ou inesperada (pelos ortodoxos)?

No Brasil, o “*dream team*” oportunista apoiou o governo golpista (2016-2018), para fazer a “lição de casa” neoliberal, isto é, implantar a austeridade fiscal e “a verdade dos preços livres”, depois de suas críticas jornalísticas à “nova matriz macroeconômica heterodoxa”, supostamente imposta pelo PT.

Os “fundamentos” reais seriam respeitados, reformas neoliberais implementadas e, liberado das amarras e distorções, O Livre Mercado responderia com a atividade econômica sendo retomada. A economia voltaria a crescer. Essa foi a promessa feita quando o grupo neoliberal assumiu o comando da economia brasileira após o golpe parlamentarista no presidencialismo em 2016.

Tudo aparente: Pedro Parente, incensado pela mídia golpista por fazer prevalecer os interesses dos acionistas minoritários na Petrobras, adotou uma insana política de volatilidade diária dos preços de combustíveis tais como a precificação dos ativos financeiros. Preços marcados-a-mercado acompanhavam as peripécias da taxa de câmbio e das cotações da *commodity* petróleo, inviabilizando lucros nas encomendas de transportes com tarifas prefixadas!

Então, uma greve dos caminhoneiros parou o Brasil: faltou comida, gasolina, remédios. Centenas de voos foram cancelados. Os prejuízos estimados pela Confederação Nacional da Agricultura (CNA) ultrapassaram o da mortandade de frangos.

Em maio de 2018, o desempenho da indústria foi gravemente afetado pela paralisação do transporte rodoviário de carga ocorrida nas últimas semanas do mês. A produção industrial recuou nada menos de 10,9% diante a abril, já descontados os efeitos sazonais, atingindo 24 dos 26 ramos pesquisados pelo IBGE.

Mas não foi só: os estoques acima do desejado chegaram a patamares recordes, a utilização da capacidade instalada declinou, a confiança dos empresários retrocedeu e as exportações de manufaturados caíram.

Tudo isso fez com o caos se instaurar por todas as classes sociais. Desde as famílias mais pobres, sem encontrar itens de primeira necessidade, aos acionistas da Petrobras e à casta dos executivos, cujos dividendos e bônus ficaram sob ameaça. Os grupos de WhatsApp e “feicebuque” disseminaram o pânico generalizado.

A situação expôs a fragilidade política e econômica do governo golpista. Também colocou em xeque a política aparente da Petrobras. Mesmo sendo um monopólio, para servir ao país, flutuava o preço dos combustíveis de acordo com o mercado internacional, para distribuir dividendos aos acionistas.

Economistas ortodoxos diriam: pura Física newtoniana! Eles seguem Leon Walras e sua pressuposta existência de um centro gravitacional *à la* Isaac Newton de equilíbrio geral.

Walras comparou essa situação com um *leilão*. Os produtores levam suas mercadorias para vender e os consumidores chegam dispostos a comprar. Todos os mercados são inter-relacionados.

Quando o preço para um conjunto de mercadorias é alcançado, é necessário fazer ajustes nos preços anteriores estabelecidos pelo leilão. Por meio desse sistema de ajustamento, há um *tâtonnement* (tateio) rumo ao estado de equilíbrio geral.

Se nenhum preço é prefixado, o sistema de preços relativos se reestabelece. A taxa de inflação – média ponderada de preços – fica inerte. Basta um choque, isto é, a variação do preço de um insumo de uso universal, como o combustível ou a energia elétrica, acima dessa média, para puxar ela para cima até os outros preços reagirem!

As leis anunciadas por Isaac Newton, em 1687, explicavam vários comportamentos relativos ao movimento de objetos. As “leis econômicas” ortodoxas são análogas a elas.

Princípio da inércia: todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, exceto se for forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele. Exemplo: efeito do preço de combustível sobre demais preços.

Princípio da dinâmica: a mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e vai na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida. A inflação sobe.

Princípio da ação e reação: a toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas. Ao golpe se reage com contragolpe. Ao choque de preço se reage com variações dos preços relativos até nova inércia se estabelecer à custa de perda de renda e empregos.

Econofísica II: Economia como Sistema Complexo e Dinâmico e a Física de Albert Einstein

Estamos na terceira década do século XXI e a Econofísica ortodoxa sequer chegou à Teoria da Relatividade, isto é, ao século XX. Os estudos feitos pelo físico alemão Albert Einstein definem uma relação entre o espaço e o tempo, sendo ambos de caráter relativo e não estático.

O tempo não é igual para todos, podendo variar de acordo com a velocidade, a gravidade e o espaço. Logo, o espaço e o tempo não são grandezas absolutas, mas sim subjetivas.

Para os economistas mecanicistas, “para toda ação há sempre uma reação oposta de igual intensidade”. Todas as forças econômicas existem em pares: se um agente econômico exerce seu poder de mercado sobre outro agente, então, o segundo simultaneamente exerce uma força no primeiro.

Em um idílico mundo idealizado, sob a competição perfeita, ambas forças aparentam ser iguais e opostas. Nesse caso, rigorosamente, não cabe nem o termo *ação*, porque não implica em movimento.

De acordo com essa Terceira Lei de Isaac Newton, a atração gravitacional entre os agentes econômicos levaria a economia de livre-mercado quase automaticamente ao *equilíbrio geral*, caso não houvesse nenhuma força motora extramercado atuante contra esse movimento. E assim permaneceria em estado de repouso ou em movimento uniforme.

Tem de manter isso, viu? Os temerosos adotam a austeridade, a parcimônia e o sacrifício social em nome da manutenção do *status quo* idealizado, ou melhor, favorável a eles.

O *individualismo metodológico* vê tudo sob o ponto de vista atomístico: um par de agentes negociam entre si. Daí se adota, para a contabilidade, o Método das Partidas Dobradas.

Este é o sistema-padrão usado em empresas e outras organizações para registrar transações. Cada uma delas é registrada na forma de entrada-saída em pelo menos duas contas, nas quais o total de débitos deve ser igual ao total de créditos.

As diversas variáveis são representadas por contas. Cada qual reflete um aspecto em particular do negócio como um valor monetário. Um balanço desequilibrado é horripilante.

Daí a um mundo em equilíbrio é um passo desejado, mas irrealista face ao desequilíbrio do mundo real. Pior quando economistas se tornam contabilistas fiscais!

Eles se esquecem da diferença entre os economistas e os contadores ser uma única palavra: *hipótese*. Os primeiros admitem uma proposição, independentemente do fato de ser verdadeira ou falsa, mas unicamente a título de um princípio a partir do qual se deduz um determinado conjunto de consequências.

Através da *suposição* ou *conjectura* a imaginação antecipa o conhecimento. Tem o objetivo de explicar ou prever a possível realização de um fato e deduzir-lhe as consequências.

Em vez de registrar os fatos ocorridos, em determinado período em foco, como fazem os contabilistas, os economistas levantam a possibilidade de algum fenômeno sistêmico brevemente acontecer, quase independentemente de intenção individual. Seu conjunto de proposições é apresentado de forma antecipada, provisoriamente, como explicação de possíveis fatos com chances de ocorrer.

A dedução racional deve ser posteriormente verificada (ou não) pela experiência real. Portanto, parte de uma explicação metódica e organizada, mas ainda não provada cientificamente. A hipótese é levantada para se sujeitar a teste na realidade: aprovada ou reprovada de acordo com o método científico.

Nem sempre um movimento (inercial ou acelerado) tem uma causa primária observável permanentemente. Observadores em movimento relativo uns aos outros vivenciam o espaço e o tempo de forma diferente.

A relatividade especial se refere a não observância de simultaneidade absoluta. Esta é uma ideia de Einstein inspiradora para a análise da economia como um Sistema Complexo emergente de interações de seus componentes.

Dinâmica em Física é a parte da Mecânica com foco no estudo do comportamento dos corpos em movimento e a ação das forças resultantes ou modificadoras de seus movimentos. Em Economia, é constituída por variações ao longo do tempo e em diversos espaços ou mercados.

Embora o estímulo (ou a causa primária) possa ter deixado de existir, um movimento endógeno, propiciado por outras forças interativas de mercado, se torna responsável pela evolução econômica.

Um modelo de causalidade social, sujeito à dependência de trajetória (*path dependent*), rejeita o postulado tradicional de as mesmas forças operativas gerarem sempre os mesmos resultados em todos os lugares. O efeito de tais forças será mediado por características contextuais e/ou institucionais de uma dada situação herdada do passado.

A história importa. Esse conceito de *dependência da trajetória* é uma ferramenta analítica para se entender a importância de sequências temporais e do desenvolvimento, no tempo, de eventos e processos sociais.

Por exemplo, Keynes sugere a forma adequada para ajudar uma economia a retomar o crescimento da renda e do emprego. Seria os gastos públicos substituírem os gastos privados, inibidos por expectativas negativas em uma Grande Depressão. O conceito-chave para essa proposição keynesiana é o de *multiplicador de investimento*.

Ele é um tipo de *multiplicador de gastos*: uma variação nos gastos autônomos, isto é, independentemente da demanda corrente, induz uma variação na renda superior à variação inicial nesses gastos. Ela provoca um incremento primário sobre a renda daqueles agentes econômicos recebedores desses gastos. Estes ampliarão seu consumo de acordo com a propensão marginal a consumir, levando a nova ampliação da renda.

Os agentes beneficiados por esse incremento secundário também aumentarão seu consumo, provocando novo acréscimo de renda, e assim por diante, em uma sequência gasto público-renda-gastos privados-renda... Através dessa multiplicação, as elevações de consumo induzidas pelo gasto

inicial fazem no final a renda crescer mais além da própria variação da despesa inicial.

A sequência de despesas induzidas se afasta daquela condição inicial, ou seja, o total das variações na renda será igual ao multiplicador vezes a variação primária, no caso, do gasto público. Pode-se deduzir o multiplicador de gastos autônomos ser inversamente proporcional à fração de retirada ou aplicações em outros ativos por ciclo de gastos.

A cada rodada seu efeito vai diminuindo. Mas a elevação da renda propicia maior arrecadação fiscal, além de preencher a capacidade produtiva ociosa e estimular os gastos privados.

Em uma metáfora análoga ao experimento de Einstein, para um observador estacionário em determinado mercado, nesse processo de multiplicação vários gastos lampejam simultaneamente em diversos mercados. Um observador em movimento, preparando-se para a retomada, não fica passivo, observando o passado temeroso, mas sim ativo, atuando pelo futuro benéfico.

Dois referenciais diferentes permitem visões perfeitamente plausíveis, ainda sendo diferentes, de um mesmo efeito. O empresário crente da pregação neoliberal em favor de teto fiscal e reforma da Previdência Social, antes de qualquer coisa, fica paralisado olhando o trem-da-história passar em alta velocidade. O empreendedor dotado de uma visão holística compreende os fenômenos na sua totalidade.

Percebe a evolução criativa para formar um sistema distinto da mera agregação de seus componentes, sendo emergente de suas interações. Separa a velocidade da luz da do som. Age em função da iluminação com uma nova ideia antes de escutar – e desprezar – o discurso obscurantista.

Traduzindo do economês para o português: durante uma depressão não se faz ajuste fiscal nem se corta direitos sociais. Prioridade deve ser dada à retomada do crescimento da renda e do emprego, propiciada pelo gasto público substituto inicial do gasto privado, paralisado pelo discurso da austeridade fiscal. Quando a economia recuperar, os ajustes necessários serão mais fáceis e aceitáveis.

No “popular”: *economia é igual à bicicleta, se não pedalar, cai*. Brincando, poderia se dizer: *no Brasil, se pedalar, cai também*.

Evidentemente, não se pode confundir a política keynesiana com “pedalada fiscal”. Este foi o nome dado à prática do Tesouro Nacional de atrasar de forma proposital o repasse de dinheiro para bancos públicos, para

melhorar artificialmente as contas públicas federais, ou seja, “prá neoliberal contabilista ver”. Foi o pretexto para golpear – e cair a Presidenta eleita. Com o golpe caímos ainda mais em uma grande depressão. Já é tempo de deixar de nos afundarmos com mais do mesmo (falso) discurso da austeridade.

Capítulo 1. Dando Sentido ao Caos

J. Doyme Farmer é um cientista e empresário americano de sistemas complexos. Foi pioneiro em muitos dos campos da agenda científica contemporânea: sistemas dinâmicos, caos, complexidade, vida artificial, computação vestível, análise de série temporal, biologia teórica e teoria da previsão.

Lançou, no ano corrente, *Making Sense of Chaos: A Better Economics*. Nele, apesar de levar dez anos para o escrever, o físico expõe parcialmente sua pesquisa atual em Economia, incluindo Modelagem Baseada em Agente (MBA), instabilidade financeira e progresso tecnológico.

Para entender o impacto econômico, precisava prever os choques antecipadamente e compreender como eles são amplificados à medida que se propagam pela economia.

No início da pandemia e conseqüente distanciamento social, os governos precisariam decidir quais restrições impor e quais as atividades deveriam ser fechadas. Do lado da demanda, com ou sem bloqueios impostos pelo governo, os consumidores restringiriam muitas das suas atividades anteriores. Do lado da oferta, indústrias não essenciais onde os trabalhadores corriam risco de infecção provavelmente seriam forçados a reduzir ou fechar completamente.

Para entender o impacto econômico, os economistas da complexidade precisavam prever os choques, antecipadamente, e compreender como eles seriam amplificados ao se propagarem pela economia. Havia um estudo com previsão de o que aconteceria com a demanda por produtos de diferentes indústrias durante uma epidemia de gripe. Forneceu uma estimativa razoável de como os consumidores responderiam.

Pelo lado da oferta, conseguiram informação sobre a proximidade típica dos trabalhadores entre si, usadas para estimar quais tipos de trabalhadores estariam expostos à infecção, além de informações sobre o número de funcionários em cada setor. Permitiu a construção de um índice de trabalho remoto sobre quais ocupações poderiam trabalhar em casa.

Ao assumir a produção cair proporcionalmente ao número de trabalhadores removidos da força de trabalho, sua equipe conseguiu prever o impacto econômico direto da paralisação pandêmica em cada indústria.

Faltava, no entanto, um efeito chave com potencial de tornar o impacto ainda maior, apenas os choques diretos, mas como seriam amplificados quando reverberassem pela economia.

Compreender como isso se desenrolaria é complicado porque os choques de oferta e procura fluem em direções opostas. Bens e serviços fluem *a jusante*, da oferta à demanda, enquanto os choques de demanda fluem *a montante*, ao contrário. *Jusante* é o fluxo normal da água, de um ponto mais alto para um ponto mais baixo. *Montante* é a direção de um ponto mais baixo para o mais alto.

Os choques de oferta e demanda interagem por se moverem a jusante e a montante, colidindo uns com os outros e amplificando os choques iniciais. Isto reduziria ainda mais a produção econômica.

O impacto econômico da pandemia de COVID combinou três características excepcionais de modo os modelos-padrão serem inadequados: Primeiro, os choques foram específicos para cada setor, tornando essencial modelar a economia com muita resolução; segundo, os choques afetaram simultaneamente a oferta e a procura; e, terceiro, os choques foram muito fortes e muito rápidos.

Modelos econômicos convencionais só esperam passivamente a reversão ao equilíbrio, ou seja, a oferta e a procura se tornarem iguais. Os choques da COVID tiraram a economia do equilíbrio, tornando-os inadequados para os enfrentar. Precisava-se de construir muito rapidamente um modelo heterodoxo para acompanhar a dinâmica dos choques sem assumir a existência do equilíbrio.

Uma função de produção informa quanto pode ser produzido com uma determinada quantidade de cada insumo e trabalho. Infelizmente, não existia um modelo ortodoxo da função de produção suficientemente bem fundamentado em dados para ser útil. Quais insumos poderiam ser substituídos, e até qual ponto? Era necessário conhecer setor por setor.

Prolongar o confinamento severo reduziria o número de infecções, mas aumentaria o impacto econômico, enquanto relaxá-lo completamente causaria muitas mortes, mas com menos estresse econômico. Não houve boas escolhas, mas os economistas da complexidade encontraram uma escolha “menos ruim” deixando todas as indústrias *upstream* abertas e proibindo a participação pessoal em indústrias voltadas para o consumidor.

O bloqueio, no Reino Unido, foi relaxado nos moldes do recomendado pelo estudo. Foi também usado para prever as consequências da Guerra da Ucrânia sobre a economia austríaca.

O modelo tinha o chamado de *verossimilhança*: tornou os mecanismos mais importantes capazes de afetar a economia com realismo suficiente para fornecer previsões precisas. Forneceu uma prova de princípio da utilidade da Economia da Complexidade. O tema do livro de Farmer é *a história de uma descoberta científica*.

A Economia da Complexidade é um movimento transdisciplinar de economistas rebeldes contra a ortodoxia e outros cientistas. Visa compreender melhor a economia, usando princípios completamente diferentes daqueles da Economia padrão. É um movimento existente há muito tempo, mas essa re-evolução está agora decolando e competindo com os métodos da Economia dominante autodenominada *mainstream*.

O modelo COVID foi o primeiro a usar métodos de análise de uma economia complexa, para fazer uma previsão precisa de um evento econômico importante, superando os modelos padrão. Isso foi feito *em tempo real*, ou seja, enquanto acontecia.

Vivemos em uma era de complexidade crescente com a aceleração da tecnologia e a interconexão global. A automação e a inteligência artificial estão criando prosperidade para alguns e desemprego para outros. As crises financeiras e a crescente desigualdade contribuíram para a polarização global e o retrocesso da democracia. Muitos destes problemas estão enraizados na economia.

Para o físico, as crises financeiras e a desigualdade são o resultado da má gestão da economia. “A formulação de políticas públicas para orientar a economia depende de teorias e modelos de modo a enquadrar os debates governamentais, refinar opções, e fornecer argumentos a favor e contra as mudanças propostas. Modelos e teorias econômicas moldam nossa intuição e afetam a forma como pensamos sobre o mundo e as decisões tomadas. Infelizmente, a orientação fornecida pelos modelos econômicos existentes falhou frequentemente.”

Criticarei essa tradição de Filosofia idealista em outro tópico. Aqui mais relevante é destacar a ciência e a tecnologia contemporâneas ajudarem a compreender e a resolver os problemas do mundo de formas muito diferentes daquelas oferecidas pelas “ferramentas convencionais” da economia.

Os economistas da complexidade conseguem recolher dados sobre a atividade econômica em uma escala sem precedentes. Os computadores são capazes de modelar a economia global com um nível notável de fidelidade e detalhe.

Os problemas são inerentes à estrutura conceitual dominante na profissão de economista. Não é adequada para lidar com grandes, bagunçado, complicado, problemas do mundo real. Os pressupostos centrais da economia dominante não correspondem à realidade, e os métodos baseados neles não escalam bem desde pequenos problemas até grandes problemas, e são incapazes de aproveitar ao máximo os enormes avanços em dados e tecnologia.

As respostas erradas da teoria econômica padrão fornecem uma justificativa para a *inação*, ou seja, o ultrapassado *laissez-faire* com mercado livre. Suas teorias baseadas em argumentos idealizados sem qualquer suporte empírico, alimentaram políticas neoliberais permissivas da desigualdade extrema e provocadoras da polarização sociopolítica.

Este livro não é sobre como criticar a Economia ortodoxa – já existem muitos livros para isso. É sobre como fazer Ciência Econômica, de forma diferente, aproveitar adequadamente o *big data* e o poder do computador, para criar modelos econômicos de modo a fazer melhores previsões e fornecerem melhores conselhos políticos sobre os difíceis problemas enfrentados pelo mundo.

Este livro é principalmente sobre Macroeconomia (fenômenos de grande escala) e Finanças (dinheiro e investimentos). Concentra-se exclusivamente na teoria econômica, em vez de análise de dados econômicos usando métodos estatísticos.

Alinhamento de Expectativas versus Heterogeneidade dos Agentes

O diagnóstico do físico simulacro de economista, J. Dooyne Farmer, no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), é os problemas reais (ou materiais) serem inerentes à estrutura conceitual dominante na profissão. “Não é adequada para lidar com grandes, bagunçado, complicado, problemas do mundo real”.

Essa é uma ideia quase intuitiva por entender a realidade como a conhecemos ser fruto de mente(s) humana(s). Em termos epistemológicos, defende os limites do conhecimento serem os limites da mente, por isso, a percepção da realidade sempre será limitada.

A Filosofia Idealista e a Filosofia Materialista são duas tradições filosóficas do mundo ocidental. Diferem radicalmente em suas abordagens sobre a natureza da realidade, a origem do conhecimento, e a relação entre mente e matéria.

A Filosofia Idealista enfatiza a primazia das ideias, da mente ou da consciência como a base da realidade. Para os idealistas, a realidade é, em última análise, mental ou espiritual.

Para ela, a existência material depende da percepção mental. Os objetos existem apenas quando são percebidos por uma mente.

A realidade última é de natureza espiritual ou mental – e não física. As entidades materiais são manifestações ou representações de uma realidade espiritual subjacente. Platão argumentava as ideias ou formas serem a verdadeira realidade, enquanto o mundo físico seria uma cópia imperfeita dessas ideias.

O conhecimento seria obtido independentemente da experiência sensorial, através da razão ou da introspecção. Certas categorias de entendimento (como espaço e tempo) seriam inatas e estruturariam nossa experiência no mundo.

Então, a realidade é influenciada ou determinada pelas percepções e pensamentos individuais ou coletivos. Quando economistas falam em “ancoragem (ou alinhamento) de expectativas”, pressupõem a realidade ser diretamente dependente das percepções do sujeito – e esquece de sua heterogeneidade.

Em contraponto, a Filosofia Materialista enfatiza a primazia da matéria como a base de toda a realidade. Para os materialistas, a consciência e as ideias são produtos de processos materiais.

A matéria é a substância fundamental do universo, e todos os fenômenos, incluindo a consciência, resultam de interações materiais. O pensamento e a consciência são produtos da atividade material do cérebro.

A realidade última é física e possível de ser compreendida através do estudo das propriedades e interações materiais. Por exemplo, a visão de Karl Marx era a infraestrutura econômica (relações de produção e forças produtivas) determinar a superestrutura social (instituições políticas, culturais etc.).

Nessa linha de pensamento, o conhecimento é obtido principalmente através da experiência sensorial e da observação empírica. Cientistas materialistas como os físicos modernos, tipo J. Doyne Farmer, baseiam seu entendimento do universo em experimentação e observação empírica. Por isso, seu voluntarismo levou ao lapso.

A realidade existe independentemente das percepções humanas. Por isso, ela é estudada e compreendida objetivamente por economistas da

complexidade. São materialistas objetivos e defendem as leis da Física serem aplicáveis independentemente das crenças ou percepções humanas.

Para economistas idealistas, o conhecimento foi obtido a priori, detectando a lógica do livre-mercado sem experiência sensorial. Para os materialistas, o conhecimento é obtido a posteriori, através da experiência e observação empírica.

Para estes, a mente ou a consciência é um produto secundário de processos materiais. Para aqueles, fundamenta a própria existência da realidade material. Em sua análise, a realidade (na forma como a percebemos ou concebemos) depende da mente para existir. Já para os materialistas, a realidade existe independentemente da mente humana e deve ser estudada objetivamente.

Por essa divisão epistemológica, os economistas idealistas colocam ênfase na importância das ideias, valores espirituais e morais, da introspecção – e da ideologia neoliberal! Em oposição, os materialistas colocam ênfase na análise econômica, na ciência empírica e na mudança material das condições sociais.

Essa contraposição reflete-se no pensamento filosófico, científico e social, influenciando debates sobre a natureza do ser, do conhecimento e da sociedade. No caso de J. Doyne Farmer, por teoria, quer dizer construir modelos do mundo com base em *suposições* sobre como ele funciona.

“Leis da gravidade e do movimento de Newton, por exemplo, tornam possível prever o movimento de cometas e planetas e explicar por qual razão os planetas se movem dessa maneira. Métodos estatísticos, em contraste, ilumina regularidades nos dados e as explora para previsão *sem fazer suposições subjacentes*. A econometria começou a analisar grandes conjuntos de dados com o aprendizado de máquina.”

Apesar disso, embora a análise estatística seja extremamente útil, ela só nos ajuda a construir *uma imagem do mundo tal como ele é*. Faz inferências sobre o futuro somente *se o comportamento subjacente permanecer o mesmo*.

Em uma situação genuinamente nova, regularidades estatísticas mudam. Uma forma mais confiável de antecipar o possível de acontecer, quando o mundo mudar, é com uma *teoria* – caso seja baseada em mecanismos não alteráveis.

O citado físico acha a Economia ser fundamentalmente mais difícil diante a Física porque, ao contrário dos planetas, as pessoas pensam, e seu comportamento heterogêneo mudam o resultado antes esperado. A teoria

econômica tem de explicar o comportamento dos agentes, como famílias, empresas, governos, bancos, estrangeiros, quem toma decisões, o que consumir, onde trabalhar, quanto trabalhar, onde investir, o que produzir, quanto produzir, qual preço cobrar, como inovar, como se endividar, como financiar, como entrar ou sair da economia etc.

Existe um modelo padrão para a construção de teorias econômicas no qual se incorpora a capacidade de raciocínio dos agentes. Este modelo, ligada à teoria econômica padrão, atribui a cada agente uma função de utilidade descrevendo suas preferências – e como maximizar sua própria utilidade/felicidade. Equações expressam isso em termos matemáticos.

A Economia da Complexidade oferece uma alternativa completamente diferente ao usar ideias e métodos da ciência dos sistemas complexos, um movimento transdisciplinar. Estuda fenômenos sistêmicos emergentes. Estes ocorrem quando o comportamento de um sistema como um todo é qualitativamente diferente daquele de suas partes individuais ou componentes interativos.

Um bom exemplo é o cérebro. Um neurônio individual é um dispositivo relativamente simples, recebe estímulos de outros neurônios e produz novos estímulos. Um neurônio individual não está consciente, quando só dialoga com um outro, tipo Tico e Teco, mas quando 85 bilhões de neurônios no cérebro humano trabalham juntos eles produzem consciência e pensamento.

A atividade econômico-financeira é um exemplo típico de um sistema complexo, com muitos fenômenos emergentes diferentes. Permite-nos apoiar-nos uns aos outros através da especialização – concentrando os nossos esforços naquilo possível de fazermos melhor, enquanto deixa os outros fazerem o melhor deles. Ao coordenar nossos esforços, permite-nos construir coisas como foguetes ou laptops – nenhum indivíduo jamais os construiria sozinho.

Embora a teoria econômica padrão possa por vezes fornecer informações valiosas sobre a emergência, este não é o seu ponto forte. Em contraste, economistas da complexidade como J. Doyne Farmer são “rebeldes com causa”, capazes de adaptarem o kit de ferramentas de conceitos e métodos, usados para compreender fenômenos emergentes em sistemas complexos, para estudar economia.

Economia da Complexidade assume os agentes serem limitadamente racionais, ou seja, eles tomam decisões imperfeitas e têm capacidade limitada de raciocinar. Os agentes até aprendem a atingir metas, mas normalmente eles as alcançam apenas parcialmente. Como suas decisões são descentralizadas,

descoordenadas e desinformadas umas das outras, é *besteira falar em “ancoragem das expectativas”!*

Daí o regime de meta de inflação, interativo com regime de câmbio flexível (inflacionário com a depreciação da moeda nacional) e regime fiscal recessivo, é apenas uma *política de tentativas e erros...* Pior, é concentradora da riqueza financeira com a taxa de juro disparatada em relação à do resto do mundo!

Modelo Baseado em Agentes Pensantes

Segundo J. Doyne Farmer, no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), embora use equações também, a *simulação computacional* é o carro-chefe da Economia da Complexidade. A tecnologia digital lhe permite criar análogos do mundo real com apoio de computador, as vezes chamados de *gêmeos digitais*. Eventos essenciais no mundo real têm suas contrapartes em um mundo simulado.

Os cientistas estão usando simulações de computador para estudar quase tudo sistêmico. Os economistas tradicionais usam computadores para resolver equações, mas isto não é simulação, no sentido atual, porque não há tentativa de criar análogos de como as coisas realmente acontecem no mundo real.

As simulações, usadas na Economia da Complexidade, são chamadas de Modelos Baseados em Agentes. Como o nome enfatiza, os blocos de construção individuais desses modelos – como as famílias, empresas, governos, bancos e estrangeiros – tomam decisões, logo, eles têm *agência*: capacidade de agir, de se desincumbir de uma tarefa com diligência, atividade, indústria. São pensantes...

Um Modelo Baseado em Agentes (MBA) é uma abordagem de simulação computacional usada para estudar sistemas complexos compostos por múltiplos agentes interagentes. Esse modelo é útil em várias disciplinas, incluindo Economia, Sociologia, Ecologia e Ciência da Computação, para entender como as interações locais entre agentes individuais podem levar a padrões emergentes em nível macro.

Um MBA é uma classe de modelos computacionais onde o comportamento de um sistema é simulado por meio das interações entre agentes autônomos e individuais. Esses agentes representam pessoas, empresas ou qualquer entidade capaz de tomar decisões com base em regras simples.

Agentes são entidades individuais com comportamentos específicos e capacidades de tomar decisões. Cada agente opera de acordo com um conjunto de regras ou algoritmos definidoras de suas ações. Têm atributos como memória, capacidade de aprendizado, objetivos, e estratégias de tomada de decisão.

O *ambiente* é o espaço onde os agentes interagem. Pode ser físico, como um território nacional, ou abstrato, como uma rede de interações sociais. Tem suas próprias regras e dinâmicas. Como restrições espaciais ou recursos disponíveis, elas afetam os agentes.

As *interações* entre agentes são fundamentais para o MBA. Agentes interagem diretamente uns com os outros ou indiretamente através do ambiente. Trocas econômicas, cooperação, competição, comunicação e migração são exemplos de interações possíveis.

As *regras de comportamento* determinam como os agentes tomam decisões com base em seu estado interno e no estado do ambiente. Entre outras, incluem algoritmos de otimização, heurísticas simples, aprendizado de máquina ou modelos baseados em lógica.

A *simulação computacional* envolve a execução do modelo ao longo do tempo, permitindo as interações e comportamentos dos agentes evoluírem. O tempo é representado de maneira discreta ou contínua. A evolução do sistema é observada através das mudanças no estado dos agentes e do ambiente.

No contexto dos MBAs, a *agência* refere-se à capacidade dos agentes de tomar decisões de forma autônoma e de agir com base nessas decisões. A agência é crucial porque permite cada agente contribuir para o comportamento emergente do sistema como um todo.

Agentes têm a capacidade de agir de acordo com suas próprias regras e objetivos, sem a necessidade de uma coordenação centralizada. Costumam ser diferentes uns dos outros em termos de atributos, comportamentos e objetivos, refletindo a diversidade encontrada em sistemas reais, onde predomina a heterogeneidade.

Embora as decisões sejam tomadas localmente por cada agente, as interações coletivas levam até a padrões globais emergentes. Eles não são facilmente previsíveis a partir do comportamento individual de “aprendiz de feitiçeiro”.

Alguns agentes têm a capacidade de aprender com suas experiências e adaptar seus comportamentos, ao longo do tempo, aumentando a

complexidade e a realismo das simulações. Não são idiotizados em bolhas ou câmeras de eco...

Exemplos de aplicação de MBAs estão se somando em Economia. Economistas da complexidade fazem simulação de mercados financeiros onde investidores (agentes) tomam decisões de compra e venda de ativos com base em informações e expectativas. Estudam padrões de consumo e produção em uma economia, considerando as interações entre consumidores, produtores e governos.

Estão sendo acompanhados por sociólogos pesquisadores das dinâmicas de rede social. Fazem análise de como as interações sociais influenciam a disseminação de informações, comportamentos e opiniões. Outros estudam como as preferências individuais por vizinhos semelhantes levam à segregação residencial.

Em ecologia, é relevante estudar as dinâmicas de populações. MBA faz simulação de interações entre espécies em um ecossistema, incluindo predação, competição e cooperação. Somam a modelagem de como diferentes políticas de manejo de recursos naturais afetam a sustentabilidade de um ecossistema.

Portanto, MBA são ferramentas úteis para entender sistemas complexos, onde o comportamento emergente resulta das interações de muitos agentes autônomos. A *agência*, ou a capacidade dos agentes de tomar decisões de forma independente, é central para esses modelos, permitindo simulações realistas e a exploração de como mudanças nas regras individuais levam a diferentes resultados sistêmicos.

Algoritmos são programados no computador para descrevem como cada agente toma decisões. Os agentes coletam informações e tomam suas decisões, suas ações mudam o estado da economia, isto por sua vez gera novas informações, fazendo com os agentes tomarem novas decisões – e assim por diante.

As simulações são repetidas até quando o pesquisador deseje estudar as interações de agentes individuais ao longo do tempo. Em MBA, fenômenos econômicos emergem “de baixo para cima” em simulacro do mundo real.

Os algoritmos, programados no computador para modelar a tomada de decisões, consistem em regras comportamentais simples, descobertas por cientistas sociais, como “imitar seus pares” ou regras práticas óbvias de “comprar ativos subvalorizados” ou “seguir tendência altista”. Máquinas aprendem algoritmos para simular como os agentes adaptam suas decisões ao longo do tempo.

Os computadores são programados para lidar com tarefas complicadas, fatos confusos, permitindo os economistas da complexidade modelarem a tomada de decisões com tanto realismo quanto desejado. Na presença de incerteza, regras práticas simples são às vezes mais eficazes diante raciocínios complicados.

Há muitas vantagens em usar simulações em vez de calcular equações matemáticas. Dá a capacidade de modelar a diversidade dos intervenientes no mundo – chamada por esses economistas de *heterogeneidade*.

A economia padrão baseia-se em métodos matemáticos da teoria da otimização. Os economistas convencionais vivem de provar teoremas sobre seus modelos. Os economistas da complexidade também usamos matemática, mas geralmente fazem isso para entender algo observado em simulações.

As ferramentas matemáticas são retiradas de uma paleta muito mais ampla. Usam métodos e conceitos de campos tão diversos quanto sistemas dinâmicos e referências da Física Estatística, da Ecologia e da Biologia Evolutiva.

A teoria econômica padrão assume as transações só ocorrerem quando a oferta é igual à procura, um estado chamado equilíbrio. Modelos de economia complexa, em contraste, consideram algum equilíbrio quando isso acontece, eventualmente, como uma propriedade emergente de todos os planos dos agentes forem satisfeitos, ou seja, estarem de acordo entre si e com os recursos disponíveis.

Tomados em conjunto, todos esses elementos levam a uma maneira muito diferente de lidar com a mudança. Ela não só vem “de fora”, mas também vem “de dentro”, quando as forças de mercado agem sobre si mesma. A economia padrão tem dificuldade em lidar com mudanças surgidas dentro do livre-mercado. Os modelos convencionais da crise financeira postulavam apenas ter “choques exógenos” como causas.

Economia da Complexidade ou Econofísica

J. Doyné Farmer, no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), os modelos padrão só explicam “como se” tivesse acontecido de determinada forma uma crise, isto é, via “um choque externo às livres forças de mercado”. Em contraste, Modelos Baseados em Agentes (MBA) são inerentemente dinâmicos, tornando natural explicar como a economia muda a partir de dentro de si própria.

A teoria econômica padrão produz modelos tratáveis em ambientes simples, mas isso falha quando as coisas ficam complicadas – fica muito difícil resolver as equações –, e fica cada vez mais difícil adicionar novos recursos a um modelo pré-existente. Como resultado, quando um problema fica complicado, os economistas tradicionais são forçados a simplificar demais, deixando o “espúrio” de fora.

Na GCF de 2008 todos os modelos da ortodoxia ignoravam a possibilidade de os proprietários e as empresas deixar de pagar os seus empréstimos. Os economistas ortodoxos viam o incumprimento ser importante, mas incluí-lo em seus modelinhos era difícil, então, eles o deixaram de fora. Evidentemente, a inadimplência do crédito imobiliário concedido a *subprime* desempenhou um papel central na crise.

Fazer modelos realistas requer bons dados. Os MBA são naturalmente adequados para fazer uso das vastas quantidades de dados atualmente disponíveis sobre trilhões de transações registradas anualmente. Para o físico dublê de economista, J. Doyne Farmer, seria muito útil construir um mapa detalhado da economia global, mostrando detalhadamente a estrutura da economia e permitindo acompanhar as suas mudanças ao longo do tempo.

Mas, notavelmente, esse mapa não existe. Se os economistas da complexidade construíssem um, desenvolvendo MBA ao nível de famílias individuais, empresas, governos, bancos e estrangeiros, todos analistas poderiam utilizar esses dados.

Esse modelo estuda *a economia de baixo para cima*: a macroeconomia emerge da microeconomia. A principal diferença entre *top-down* e *bottom-up* é a orientação dos seus fluxos: enquanto o primeiro tem um *efeito descendente* (do topo para sua base), o segundo tem *ascendente* (da base para seu topo). Na análise macrossistêmica, depois de pronto o MBA, obtém-se uma *visão holista* para ponderar os componentes interativos

Milton Friedman argumentou em favor de os modelos serem avaliados unicamente quanto às suas *previsões*, em vez de criticar a plausibilidade de suas *suposições*. Caso essas sejam irrealistas, os economistas deveriam as usar “como se” fossem verdadeiras. Ele usou o exemplo de jogadores experientes de bilhar, sem entender as leis da Física, jogam bilhar *como se* as conhecessem.

J. Doyne Farmer adverte: deveríamos suspeitar muito de modelos exigentes de argumentos implausíveis do tipo “como se”. Deveríamos seguir o chamado de *princípio da verossimilhança*: os modelos devem se ajustar aos fatos e suas suposições devem ser plausíveis.

Suposições irrealistas, desde o início, têm maior probabilidade de levar a conclusões falsas em vez de suposições plausíveis. Precisamos substituir o raciocínio “como se” pelo raciocínio “como é”.

O princípio da verossimilhança reconhece: os modelos precisam conter as principais características dos fenômenos a explicar, mas não precisam ser representações literais do mundo. Os modelos por definição são *abstrações*, e não precisamos capturar todos os detalhes “de tudo sob o sol”.

É importante destacar isso, porque à primeira vista J. Doyne Farmer parece seguir uma Teoria de Tudo (ou Teoria do Todo), ou seja, uma teoria científica hipotética capaz de unificar, explicar e conectar em uma só estrutura teórica todos os fenômenos. Os socioeconômicos e financeiros são muito complexos...

Verossimilhança significa apenas capturar os componentes essenciais da forma mais realista possível. Bons modelos devem ser tão simples quanto possível, mas não simplórios.

Os MBA podem ser complicados ou simples, afinal os computadores controlam facilmente detalhes complicados de equacionar matematicamente, possibilitando incluir quantos recursos precisarmos. Porém, é possível adicionar novos recursos sem alterar os recursos existentes, aumentando gradativamente a verossimilhança do modelo mundial.

A Economia da Complexidade vai além de simulações. Como transdisciplinar, baseia-se em estruturas conceituais desenvolvidas em outros campos.

Começa por modelar os agentes econômicos “como se” tomassem decisões aleatoriamente. Depois adiciona inteligência suficiente para criar um modelo com mais verossimilhança capaz de se ajustar aos fatos. Para este propósito, métodos da Física estatística, construídos para lidar com o comportamento aleatório dos átomos, são muito úteis. Por isso, ficou conhecida como *Econofísica*.

No citado livro, Farmer desenvolve a analogia entre ecossistemas e economias e mostra como ela pode ser usada para explicar aspectos importantes do crescimento econômico. Também pode ser usada para explicar o mau funcionamento do mercado, fornecendo ferramentas para os reguladores anteciparem e prevenirem (ou pelo menos minorar) as crises financeiras.

Os agentes limitadamente racionais da Economia da Complexidade são especialistas em usar suas habilidades limitadas para fazer o melhor. Essa

definição foi dada por Herbert Simon, em 1950, um dos pioneiros no estudo dessa área transdisciplinar, cujas ideias têm influenciado significativamente.

Para Simon, os agentes econômicos não possuem capacidade ilimitada de processamento de informações e, portanto, tomam decisões com base em uma racionalidade limitada. Eles usam heurísticas e regras práticas em vez de otimizar completamente, devido às limitações cognitivas e à complexidade do ambiente.

Em vez de buscar a solução ótima, Simon introduziu o conceito de “satisfatório”, onde os agentes buscam soluções “boas o suficiente”. Isso é particularmente relevante em contextos complexos onde a otimização é impraticável ou impossível.

Simon estudou os processos de decisão em ambientes complexos. Mostrou como as heurísticas e as regras de decisão são mais eficazes, em muitos contextos, diante os modelos de otimização tradicionais.

Ele via as organizações como sistemas complexos e adaptativos. Explorou como as estruturas organizacionais e os processos de tomada de decisão influenciam o comportamento econômico e a adaptação às mudanças no ambiente.

Para ele, os sistemas complexos são melhor compreendidos através da *decomposição hierárquica*. A modularidade permite partes de o sistema funcionarem de maneira quase independente, facilitando a adaptação e a evolução do sistema como um todo.

Simon também estudou o processo de inovação e descoberta. Destacou como a criatividade emerge em contextos complexos e como as organizações o fomentam.

Apesar de Simon ter sido um dos primeiros a utilizar a simulação computacional para modelar processos econômicos complexos, na sua época, não tinha o poder atual do computador de processar dados para executar sua visão. Mas suas ideias são fundamentais reconhecer a importância das limitações cognitivas, das interações locais entre agentes e da adaptação em sistemas complexos.

Assim como os cientistas da computação usaram esse novo poder para dar grandes avanços na *inteligência artificial* e no *aprendizado de máquina*, os economistas da complexidade também estão começando a tirar vantagem disso. Permitiu, recentemente, a Economia da Complexidade transitar *de uma ciência qualitativa para uma ciência quantitativa*. Está no processo de passar da *fase conceitual* para a *fase prática* de implantação do modelo.

Enquanto os economistas da complexidade ficam à margem da economia acadêmica, seus modelos estão começando a receber apoio de instituições insatisfeitas com as ferramentas convencionais. Inclui alguns Bancos Centrais de vanguarda para monitorar os mercados financeiros a fim de evitar novo colapso.

A nova ciência da Economia da Complexidade envolve uma mudança radical na forma como a Economia é ensinada. O fato de a estrutura intelectual ser tão diferente significa uma reformulação completa das ferramentas, base de habilidades e conhecimento, ou seja, uma mudança cultural radical. Uma mudança tão importante é fortemente contestada pela corrente dominante, aliás, como as revoluções sempre são.

Previsão Econômica em Sistema Complexo

J. Doyne Farmer, no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), admite ter muito pouca educação formal em Economia. Quando teve aula, onde aparecia no quadro as duas curvas de oferta e de demanda para fixarem o preço de equilíbrio em seu encontro, ele perguntou: como o preço chegou ali? Se a curva de demanda mudasse repentinamente, como o preço se ajustaria? Com qual rapidez ele poderia se mover? Não precisávamos nos preocupar com a possibilidade de sub ou superprodução? Se as coisas mudassem muito rapidamente, talvez o preço não pudesse ser rastreado?

Um bom professor distinguiria, para ele, os períodos de mercado (vendas e estoques), de produção (encomendas ou desemprego) e de investimento (capacidade ociosa ou plena ocupação). Não foi o caso e ele presumiu, durante o resto de sua vida, “os economistas geralmente simplesmente presumem os preços estarem em equilíbrio, definido como o ponto onde a oferta é igual à demanda”.

Ele reconhece a ideia de equilíbrio com origem na segunda metade do século XIX com o trabalho do economista francês Leon Walras. O preço chegaria à intersecção da oferta e da procura através de um procedimento denominado *tateio* (francês *tatonnement* para ‘tentativa e erro’) usado na bolsa de valores de Paris na época.

Na verdade, na maioria dos mercados, as transações são feitas a preços onde a oferta não é igual à procura. Uma das contribuições da Economia da Complexidade é compreender como os preços se movem quando os mercados operam fora de equilíbrio. Vê *a economia como um sistema complexo em evolução*.

Para os físicos, o equilíbrio econômico era uma aproximação potencialmente perigosa e as expectativas racionais pareciam completamente irrealistas. Os físicos tendem a se ver como os reis das Ciências Naturais, e os economistas se consideram os reis das Ciências Sociais – e ambos costumam ser arrogantes.

Evidentemente, todos os críticos de “os economistas” fazem uma generalização equivocada, dada a disputa antagônica entre ortodoxos e heterodoxos. Ideologicamente, são neoliberais ou desenvolvimentistas – e não se toleram. J. Doyne Farmer, originalmente um físico, resolveu se imiscuir nesse meio profissional, não só pelas maiores possibilidades de enriquecimento, mas também “por ser um campo cheio de contradições e suposições erradas, sugerindo ser um lugar gratificante para realizar pesquisas inovadoras”.

A Economia da Complexidade é a aplicação de ideias de sistemas complexos à economia. Farmer desejava se afastar da abordagem reducionista de seus cursos, cujo objetivo era compreender as regras fundamentais determinantes as interações de coisas simples – como massas partículas elementares – e estudá-las em contextos simples. Queria algo oposto ao reducionismo.

Quando estava na pós-graduação, descobriu a Cibernética, a precursora da teoria dos sistemas complexos. Daí partiu para investigar o mistério da *auto-organização*: como podem configurações desorganizadas da matéria tornarem-se espontaneamente organizadas?

Uma questão-chave o norteou: o que é um sistema complexo? Por definição, um sistema é complexo se tiver propriedades emergentes.

Em cérebros humanos e outros sistemas complexos, a *emergência* acontece quando os blocos de construção são conectados entre si e dão origem a um comportamento qualitativamente diferente daquele adotado por qualquer um dos blocos de construção. O feito sozinho é distinto do feito coletivamente.

O comportamento emergente costuma ser contraintuitivo. A ideia de o pensamento e a consciência serem processos puramente mecânicos, explicados de baixo para cima (*bottom-up*) em vez de cima para baixo (*top-down*), para mim, é um raciocínio do físico – e não do filósofo aristotélico, o qual parte de uma *visão holista* (do todo).

Sistemas como o cérebro ou uma sociedade de humanos são chamados *sistemas complexos adaptativos*. Eles se distinguem dos *sistemas complexos comuns* com comportamentos emergentes mais simples pelo fato de suas

propriedades terem evoluído ao longo do tempo através de um *processo de seleção*.

Pensar em termos evolutivos é essencial para a compreensão de sistemas complexos adaptativos. A evolução não se trata apenas de Biologia, pois se aplica a uma ampla gama desses sistemas, incluindo Economia e outras Ciências Sociais.

Através da ciência, coisas aparentemente aleatórias se tornam previsíveis. A previsão é extremamente útil porque nos permite tomar decisões sensatas. A Física transformou algo antes acreditado ser dependente dos caprichos dos deuses em um *evento previsível*, cujos mecanismos causais são compreendidos.

Embora a maioria dos economistas tenha alguns consensos, eles adotam uma série de modelos diferentes e fazem previsões divergentes. Seus leitores ou ouvintes ficam livres para escolher o modelo mais benéfico, para si, baseado em ideologia, política ou interesse próprio.

O objetivo no citado livro é apresentar uma visão de como podemos construir modelos capazes de fazer as melhores previsões econômicas. Surpreendentemente, muitos economistas não concordam com a importância deste objetivo, pois *a precisão preditiva* raramente é enfatizada na pesquisa econômica. Nesse sentido, difere da pesquisa na Física.

Farmer argumenta: modelos com previsões fracas (ou sem nenhuma previsão) são limitados na sua capacidade de promover a compreensão econômica do mundo. Pergunta: se não pudermos fazer *previsões confiáveis*, então como sabemos se a estrutura conceitual, para pensar sobre o mundo e avaliar as escolhas políticas, está correta?

A previsão está interligada em tudo o que fazemos, desde os simples gestos. De forma similar, cada decisão de política econômica representa uma previsão de a economia provavelmente ter um desempenho melhor se essa escolha for feita. No entanto, um economista acha: “a previsão é muito difícil, especialmente se for sobre o futuro”...

Os modelos fornecem uma área restrita onde podem testar opções políticas para compreender até qual ponto funcionam bem e como podem ser revistas para funcionarem melhor. Modelos ruins levam a decisões erradas.

As previsões são importantes porque testam modelos e nos dizem se podemos confiar neles. O modelo usado captura bem as relações de causa e efeito?

Se o modelo não conseguir fazer previsões precisas sobre o mundo como ele é agora, não podemos confiar ele ser capaz de responder corretamente às perguntas “e se”. Precisamos colocá-lo ao contemplar uma mudança na política.

Economia é sobre pessoas, seres pensantes, com comportamentos nem sempre homogêneos (“de manada”), logo, difíceis de prever a resultante macrossistêmica. A economia pode ter propriedades intrínsecas, como as do caos, capazes de desafiar a previsão precisa de qualquer modelo, não importa sua qualidade.

Nunca seremos capazes de prever a economia com perfeição – longe disso – mas podemos fazer muito melhor diante do que é feito agora. Sim, predição é difícil, mas há muitos exemplos de boas previsões, até mesmo do futuro...

Se construíssemos modelos melhores, usando novas ideias e fazendo melhor uso de computadores e *big data*, poderíamos obter uma nova compreensão da economia capaz de nos permitir fazer melhores previsões?

As principais mudanças na economia são chamadas de *ciclos de negócios*. Eu prefiro dizer *ciclos de endividamento ou alavancagem financeira*. Um objetivo central da Macroeconomia é compreender a causa dos ciclos econômicos e como evitar ou pelo menos reduzir a intensidade das recessões.

Mudanças na economia se enquadram em duas categorias básicas: vindas de fora do sistema econômico ou geradas dentro. A explicação oferecida pelos modelos econômicos *padrão laissez-faire* é as mudanças na economia sempre serem iniciadas por influências externas, chamadas de *choques exógenos*: eventos aleatórios provenientes de fora da economia e, por definição, *imprevisíveis*.

A explicação alternativa ou heterodoxa é a mudança vir de dentro, ou, em jargão técnico, *o movimento é endógeno*: a economia muda por conta própria devido a fatores internos. Na realidade, é *uma mistura dos dois* – às vezes a economia responde a choques externos, às vezes as mudanças surgem de dentro, e às vezes ambos os tipos de causas atuam ao mesmo tempo.

Sentido do Caos Econômico-Financeiro

Segundo J. Dooyne Farmer, autor do livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), a ideia de o caos causar mudanças econômicas endógenas foi descartada pelos motivos errados. Já é hora de trazê-la de volta.

Os modelos capazes de descreverem como as coisas mudam ao longo do tempo são conhecidos como *sistemas dinâmicos*. A ideia básica remonta a Isaac Newton, ao mostrar ser possível prever o movimento de qualquer sistema físico se conhecermos o estado do sistema e as forças atuantes sobre ele.

Na Física, o estado do sistema são as posições e velocidades de seus componentes. O sistema dinâmico é determinístico se nenhuma aleatoriedade estiver envolvida, isto é, se o estado em um determinado instante de tempo determina com precisão o estado no instante seguinte. Quando o estado evolui, traça uma curva, chamada de *trajetória*.

A maioria dos sistemas dinâmicos tem o chamado de *atrator*. Determina seu comportamento em longo prazo. Por exemplo, devido à resistência do ar, um pêndulo acabará por chegar a um estado de repouso. Este tipo de *atrator* é chamado de *ponto fixo*, análogo à ideia de reversão ao equilíbrio fundamentado em economia, por exemplo, após um *overshooting cambial* [“acima da linha de tiro”].

Um relógio de pêndulo tem uma mola para o manter em movimento. Enquanto a mola estiver enrolada, o pêndulo oscila para frente e para trás em uma frequência consistente. O atrator nesse caso é o padrão de oscilação, chamado de *ciclo limite*.

A natureza de um atrator muito diferente dos pontos fixos e dos ciclos limites aos quais os físicos estavam acostumados foi apropriadamente chamado de *atrator caótico*. O movimento produzido por ele passou a ser chamado *caos*.

O caos é caracterizado por duas propriedades essenciais: primeira, a dependência sensível das condições iniciais; a segunda é o movimento endógeno, ou seja, mesmo caso não haja choques externos, o sistema nunca se acomoda para descansar. Dito isto, a palavra *caos* costuma ser enganosa, porque *caos no sentido matemático* não implica *caos no sentido usado no cotidiano*.

Há muitas circunstâncias onde *a ordem e o caos coexistem*. Se compreendemos *as propriedades caóticas da economia* faremos melhores previsões.

O conceito de *caos* foi antecipado pelo matemático francês Henri Poincaré no fim do século XIX. Ele usou *a dependência sensível das condições iniciais* como uma metáfora para explicar como os “fenômenos fortuitos” têm um efeito tão grande em nossas vidas. Antes dos computadores, o caos era quase impossível de ser estudado. Quando os computadores foram inventados, Lorenz o redescobriu.

As equações de Lorenz são determinísticas: as condições iniciais determinam exatamente todos os valores futuros. Então, há experimento não repetível, devido à combinação da incerteza nas condições iniciais e da geometria incomum das equações de Lorenz e outros sistemas com *atratores estranhos*. Nunca é possível especificar os estados iniciais com perfeita precisão.

Um exemplo brasileiro recente é o debate sobre *a linha de partida na reversão do ciclo* com a Grande Depressão de 2015-2016, malsucedida por um golpe de Estado, economia rastejante e nova depressão em 2020. O problema se iniciou com *o pleno emprego* e o consequente aumento do CUT (Custo Unitário do Trabalho) ou com *a inflação de alimentos*, provocada pela quebra de oferta, devido à seca de 2013, reagida equivocadamente com uma política de elevação brutal dos juros e consequente aumento das despesas financeiras e queda do lucro operacional, provocando *a desalavancagem financeira das empresas endividadas* devido ao PAC.

De acordo com cada uma dessas “condições iniciais”, o movimento caótico da economia brasileira é visto distintamente em termos de diagnóstico e terapia.

Quando a dinâmica é caótica, a geometria do sistema dinâmico estica e dobra as trajetórias, amplificando essas pequenas diferenças exponencialmente, até o resultado diferir muito do esperado no início. Diferem o movimento regular e o caos.

Pequenas mudanças são bastante amplificadas. *O caos é um mecanismo para criar desordem de maneira ordenada.*

Embora sistemas complexos possam ser complicados, eles não precisam ser. As palavras *complicado* e *complexo* não são sinônimos! *Complicado* significa algo com muitas partes móveis, enquanto *complexo* significa exibir comportamento emergente, isto é, acontecer coisas sem serem facilmente previstas inicialmente.

O *atrator caótico* é complicado, mas sua causa subjacente é simples. Embora as equações de Lorenz sejam simples, não há fórmula capaz de dar uma resposta – só é possível resolvê-las simulando-as em um computador.

O caos existe em muitos fenômenos diferentes, variando de arritmias cardíacas e sistemas de controle eletrônico imperfeitos. Daí Farmer lança a questão-chave: *a economia é caótica?* A Ciência Econômica tradicional não enfrenta o caos...

Um problema com os modelos macroeconômicos prevalecentes é eles terem apenas *atratores de ponto fixo*. Então, se o bendito mercado for deixado em paz, ele entrará em um estado de repouso e permanecerá lá para sempre. Isto implica, para os economistas ortodoxos, todas as crises de mudanças na economia só serem impulsionadas por eventos externos, jamais pelo livre-mercado...

Para explicar por qual razão a economia de mercado muda, os economistas têm de postular a existência de choques capazes de afastar o modelo de o equilíbrio. Eles não preveem os choques, só como a economia relaxará de volta ao equilíbrio.

Há teorias para ciclos de negócios baseadas em modelos determinísticos com *ciclos limite*. O problema é os seus ciclos econômicos serem demasiadamente regulares.

Esses modelos produzem *ciclos limites* perfeitamente periódicos, diante do fato de os ciclos econômicos reais serem altamente irregulares. Os intervalos entre os ciclos variam desde várias décadas até apenas alguns anos.

Quando a ideia de caos se tornou mais conhecida, economistas da complexidade se perguntaram: as oscilações irregulares da economia não poderiam ser devidas a *dinâmicas caóticas*? Ao contrário das explicações baseadas no *ciclo limite*, o caos gera automaticamente um comportamento irregular, tal como nos *sistemas dinâmicos caóticos simples*, cujos resultados se assemelham a *ciclos de negócios*.

A dinâmica caótica configurava realmente a economia? Um teste para identificar o caos em um longo registro histórico de mudanças diárias no Índice Dow Jones não evidenciaram sinais convincentes disso. Logo, concluiu o caos ser irrelevante para a economia. No entanto, a interpretação dos resultados estava errada.

O caos pode ser simples ou complicado. O caos simples e o caos complicado estão nos dois extremos do mesmo espectro, mas o comportamento deles é bem diferente. No *caos simples*, o movimento é descrito usando apenas algumas variáveis. Para um *caos complicado*, muitos fatores agem de forma independente, e muitas variáveis são necessárias para descrever o movimento.

Quando a lista de números necessários para descrever o estado atual do processo caótico é longa, dizemos ter muitos *graus de liberdade*. O comportamento caótico se torna mais turbulento à medida que o número de graus de liberdade aumenta.

Os choques são geralmente chamados de *ruídos*. Em um processo aleatório, as entradas ruidosas são modificadas por componentes determinísticos do processo.

O comportamento do índice Dow Jones ou é um *processo aleatório* ou é um *caos complicado*. Baseado apenas em dados históricos, o caos complicado é impossível de distinguir de um processo aleatório. O resultado do teste não devia ser interpretado como o caos não estivesse presente. É muito mais fácil demonstrar a presença do caos complicado em um modelo em vez de em dados reais.

A economia é inerentemente complicada, com muitos fatores de interação diferentes. Porque ela muda lentamente, em escalas de tempo medidas em anos, há efetivamente muito poucos dados para analisar. Houve apenas cerca de doze ciclos de negócios, desde a Segunda Guerra Mundial, enquanto os métodos para detectar mesmo o tipo mais simples de caos requerem milhares de ciclos.

Se a economia produz movimento endógeno sem ser um simples ciclo limite ou uma combinação de ciclos limites, a hipótese dos economistas da complexidade é ser devido ao *caos*. Em modelos de economia complexa, o caos é comum. Explica como a aleatoriedade emerge da ordem, mas é apenas um pequeno subcampo dentro de sistemas complexos.

Economia é um Sistema Complexo

No livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024) de autoria do físico-economista J. Doyne Farmer, ele concorda com o dito por Paul Krugman em 1996. “É hora de ver como as novas ideias podem ser aplicadas a esse imensamente complexo, mas um sistema indiscutivelmente auto-organizado, chamada de economia”.

A notável evolução da civilização é uma ilustração do ponto de vista de Krugman de a economia ser um sistema complexo auto-organizado. A Economia é apenas um nome para o nosso *processo de especialização, cooperação e competição*.

A população humana, sustentável pelo planeta, cresceu em várias ordens de grandeza devido ao progresso tecnológico e aos avanços na organização social. Sustentam a nossa economia em evolução – sem ela, a maioria de nós não existiria. Fazemos coisas incapazes de serem realizadas por cada um de nós sozinho.

Porque a economia é um sistema complexo adaptativo, conceitos biológicos, como o metabolismo, a ecologia e a evolução são muito úteis para pensar sobre isso. Vão além de meras metáforas, porque contêm princípios gerais capazes de nos ajudarem a compreender como a economia está organizada e como funciona.

No ano 1940, Joseph Schumpeter enfatizou o capitalismo só ser bem-entendido como um processo evolutivo de inovação contínua e destruição criativa. Em 1982, Richard Nelson e Sidney Winter publicaram *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica* com um argumento convincente de a perspectiva evolucionista ser essencial para compreender como a inovação impulsiona o crescimento econômico e altera a estrutura da economia ao longo do tempo.

Adam Smith, em seu livro *A Riqueza das Nações* (1776), já tinha descrito a economia como um sistema complexo. O comércio permitiu as pessoas se especializarem naquilo em cada uma fazia de melhor, e a promessa de um bom rendimento motivou-as não só a fazer bem as coisas, mas também a inovar.

Smith entendeu a economia como um todo se comportar de maneira diferente dos indivíduos componentes, tipo “vícios privados e benefícios públicos”. Em termos modernos, ele via *a economia como um fenômeno emergente*.

Em termos ecológicos, Smith viu a economia organizada como um ecossistema de especialistas. Em Biologia, a palavra *ecossistema* refere-se a um conjunto de espécies com capacidade de interagirem e afetarem umas às outras. Cada qual é uma especialista, com sua própria estratégia na divisão de trabalho, para extrair energia do meio ambiente no propósito de sobreviver e reproduzir.

As espécies comem umas às outras, competem entre si, cooperam umas com as outras e alteram coletivamente o ambiente. Compreender as interações entre as espécies é essencial para entender a vida planetária, inclusive a econômica.

Para entender a biosfera, não basta estudar espécies isoladamente. Devemos entender como elas afetam umas às outras e alteram seu ambiente compartilhado.

De forma similar, a economia é um ecossistema complexo de organizações especializadas povoadas por trabalhadores. Pertencem a famílias, cujos membros são consumidores. Recebem renda, usam-na para o consumo de mercadorias vendidas por empresas não-financeiras, aplicam a

sobra ou tomam empréstimos em bancos. Estes têm carteiras de empréstimos e de títulos de dívida pública fundamentais para as finanças públicas. Fazem aplicações para estrangeiros e repasses de recursos externos.

O *know-how* incorporado nas empresas e outras organizações é o resultado de ocupações especializadas, cada uma com seu próprio conhecimento e o conjunto com habilidades únicas. Outros tipos de organizações, como governos e instituições de ensino, também desempenham um papel-chave na economia.

Compreender este ecossistema significa *pensar na economia em termos de redes*: fornecem uma linguagem universal capaz de descrever e contabilizar as operações de sistemas complexos. As redes são uma das ideias centrais da Economia da Complexidade ao transmitirem comportamentos e contabilidade.

As redes identificam os blocos de construção essenciais de um sistema complexo e fornecem uma visão esquemática de suas interações. Em uma rede de transporte, os nós são as cidades e as rodovias são links. Em um sistema financeiro, os nós são os bancos e os links são os empréstimos e/ou as captações. As ligações entre as cidades também envolvem o comércio, assim como as ligações entre os bancos compreendem os sistemas de pagamentos.

O esqueleto da Economia moderna é uma vasta *rede de balanços*. Cada balanço é uma lista de ativos e passivos, tanto bens e serviços físicos quanto contratos como o dinheiro. Os nós da rede correspondem a organizações – famílias, corporações financeiras e não-financeiras, governos ou internacionais –, ou qualquer organização com um balanço, explícita ou implicitamente, de registros contábeis.

Os contratos são, por definição, acordos entre duas ou mais partes, logo, eles vinculam balanços. Estes também estão vinculados por transações, capazes de fazerem bens e contratos fluírem de um balanço para outro.

A rede de balanços subjacentes à Economia moderna é muito vasta. Globalmente, há cerca de 2 bilhões de famílias e 200 milhões de empresas, bem como governos e outros tipos de organizações compradoras ou fornecedoras de bens e serviços.

A rede global de balanços está em constante mudança. Toda transação faz um ativo sair de um balanço e aparecer no passivo de outro. Há rotatividade constante, fazendo alguns nós desaparecerem e novos nós sejam adicionados.

A inovação cria novos tipos de bens e novos contratos. A rede de balanços é mais complicada e interconectada.

Os economistas da complexidade pensam na economia esquematicamente como uma interação entre contabilidade e tomada de decisão humana. A contabilidade é representada pela rede de balanços e as pessoas tomam decisões econômicas.

Todas essas decisões – comprar, vender, contratar, emprestar etc. – constituem atividade econômica. Para a entender, precisamos pesquisar como o comportamento humano interage com a rede subjacente de balanços.

A contabilidade consiste em um conjunto mecânico de regras. Medem a atividade econômica. A contabilidade tem uma lei central de conservação: 'patrimônio líquido é igual a ativos menos passivos'. *Passivo a Descoberto* ocorre quando o valor da soma de bens e direitos não cobre o valor da soma das obrigações contraídas.

Rastrear e compreender os vastos e complicados balanços interconectados da economia globalizada são um desafio. Modelar a tomada de decisões humanas, tanto como indivíduo quanto em grupos, é um desafio ainda maior.

Apesar do surgimento da Economia Comportamental, baseada em *insights* de Psicologia Econômica, para levantar como as tomadas decisões afetam os balanços, ainda nos falta uma teoria abrangente delas. A rede de balanços globais não pode ser estudada em detalhe – é demasiado grande e complicada, e muitas das informações necessárias são opacas, devido à confidencialidade.

Daí a necessidade de simplificar o problema. Divide-se a rede de balanços em partes e agrega-se cada uma delas, por exemplo, em setores institucionais e respectivas finanças: pessoais, corporativas, públicas, bancárias e internacionais.

Tomamos médias das medidas da atividade econômica, para países ou regiões, e estudamos suas interações. A macroeconomia estuda as interações de quantidades agregadas, como o PIB, desemprego, inflação e taxas de juros, fluxo cambial, dentro e entre nações. A microeconomia estuda as interações dos balanços em uma escala mais precisa, mas sem tentar olhar para toda a economia.

A economia convencional entende a rede de balanços de cima para baixo (*top down*) por meio da hipótese de os agregados representarem comportamentos racionais e uniformes dos agentes econômicos. A Economia

da Complexidade a enxerga tecida de baixo para cima (*bottom up*) porque observa os comportamentos heterogêneos pelos menos no nível dos chamados *setores institucionais*.

Cada qual pode ser, por sua vez, subdividido. Por exemplo, as Finanças Pessoais entre os segmentos de clientes do Varejo Tradicional, do Varejo de Alta Renda e do *Private Banking*; as Finanças Corporativas entre as empresas não-financeiras classificadas por portes: micro e pequenas, médias e grandes; as Finanças Públicas entre os governos municipais, estaduais e federal; as Finanças Bancárias entre as banquetas e os “bancões”; as Finanças Internacionais entre os fluxos cambiais por meio do comércio exterior ou por meio de fluxos de capital.

Capítulo 2. Papel-Chave do Sistema Financeiro

No livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), seu autor, o físico J. Doyne Farmer, afirma a função essencial da Economia ser estruturar e coordenar o nosso trabalho e alocar recursos, entre os quais, o capital humano. Em uma economia próspera, os indivíduos são, coletivamente, muito mais eficazes se comparados à situação de sobreviver sozinhos.

O sistema financeiro desempenha um papel malcompreendido por muitos críticos da “financeirização”, mas essencial na orientação desta coordenação do coletivo.

“Se a economia é o metabolismo da sociedade, isto é, o seu ‘aparelho digestivo’, o sistema financeiro é análogo ao cérebro no nosso intestino. Ele nos ajuda a digerir os alimentos”, comenta Farmer. O *metabolismo* emerge de todas as reações químicas acontecidas no organismo.

O *sistema digestivo* é apenas outro nome para o nosso metabolismo, o qual é guiado e controlado pelo cérebro intestinal. Este é a comunicação de mão dupla ligando o sistema nervoso entérico (localizado no trato gastrointestinal) ao sistema nervoso central. Os dois trocam “mensagens” entre si: *top-down* e *bottom-up*.

Analogamente, a função fundamental do sistema financeiro é orientar e controlar a economia, determinando o necessário ou não a produzir. Ele desempenha um papel-chave no processamento de informações e no fornecimento de indicadores para a tomada de decisões de alocação de capital.

Embora funcione de forma mais ou menos autônoma, o sistema financeiro necessita de orientação regulamentar para funcionar bem. Quanta regulamentação deveria ter, e de qual tipo, depende da supervisão do Banco Central (mercado bancário), da CVM (mercado de capitais) e da SUSEP (mercado de seguros).

Para quem só consome os frutos do próprio trabalho, em economia de autossustentabilidade, o dinheiro é inútil. Mas, em uma economia com divisão do trabalho, os humanos se especializam, e fazem isso usando o dinheiro escriturado nos bancos correspondente à renda obtida pelo trabalho, para consumir os produtos do trabalho de outros e, em contrapartida, permitir esses consumirem a nossa contribuição.

O sistema financeiro transmite para onde vai o dinheiro. Fundamentalmente, o dinheiro direciona aquilo no qual trabalhamos e produzimos.

Em Economia de Mercado de Capitais, a lógica é se o empreendedor inovador lhe distribuir dividendos (uma parte dos lucros), os acionistas lhe darão dinheiro. Então, a sociedade aberta passa a trabalhar com um propósito comum.

No mundo real, os trabalhadores no sistema financeiro prestam um serviço valioso. Processam informações e tomam decisões para os recursos sejam alocados onde os esforços humanos possam ser mais eficazes na geração de lucros.

Os contratos são uma escrituração essencial do sistema financeiro. Eles garantem direitos e estruturam o fluxo de dinheiro e atividades ao longo do tempo.

A propriedade de uma ação ou título de dívida (direta ou pública) é um contrato. Relaciona um gasto, seja investimento privado, seja público, em um determinado momento, tendo como contrapartida pagamentos/recebimentos em outros momentos. Outros contratos incluem empréstimos, hipotecas, contratos de trabalho, apólices de seguros, patentes, pensões e testamentos.

Os contratos especificam os compromissos das partes entre si e sincronizam as suas atividades. Através de apólices de seguro, por exemplo, transferem riscos, inclusive as opções relacionadas à incerteza sobre os preços futuros. Os contratos coordenam as atuações de cada humano, determinando compromissos futuros.

Os contratos formam uma vasta *teia de escriturações*. São um componente importante da *rede de balanços contábeis*, conectando humanos e empresas no espaço e no tempo. Cada contrato fica no balanço de alguém, seja como um ativo, seja como um passivo. Resultam em conta de resultados, isto é, lucros ou perdas.

Conforme J. Doyne Farmer, é possível ver a economia como uma combinação de contabilidade e tomada de decisão humana. Os contratos são uma parte essencial da contabilidade. O físico enxerga essa economia como fosse um processo mecânico seguidor de um conjunto de leis simples.

A *teia de contratos* é como um conjunto de molas enroladas ligando todos os agentes econômicos. Quando as condições dos contratos são acionadas, as molas se desenrolam e ações prescritas acontecem, afetando as decisões.

Se os economistas da complexidade pudessem conhecer detalhadamente *a rede de todos os contratos*, poderiam fazer previsões prováveis sobre o sistema econômico global apenas a partir desta informação.

Portanto, o sistema financeiro é visto pelo *econofísico* como um mecanismo para processar informações e tomar decisões na economia. A Hipótese do Mercado Eficiente pressupõe o sistema funcionar perfeitamente.

Segundo a teoria de Farmer, ao contrário, as ineficiências do sistema financeiro são fundamentais para o seu funcionamento. Admitir os mercados serem inerentemente ineficientes e compreender a causa dessas ineficiências é essencial para compreender por qual razão os mercados nem sempre funcionam mal.

A dimensão relativa do sistema financeiro na economia cresceu enormemente na história recente. Mas o ludistas – reacionários contra o avanço tecnológico-financeiro – só observam o sistema financeiro direcionar uma quantidade crescente de dinheiro e de esforços para si próprio e não para o resto da economia: todos os agentes econômicos não compõem o sistema financeiro?

J. Doyne Farmer tem dúvida se os principais componentes do sistema financeiro não fazem nada mais além de atuar como um casino global para os próprios ricos, enquanto desestabiliza a economia com poucos benefícios positivos para a economia como um todo. Ele argumenta um ponto de vista de sistemas complexos ajudará a responder a estas questões críticas.

O sistema financeiro é um sistema vasto e complexo, emergente de *uma série de instituições interagindo*. Estas incluem entidades regulamentadas como bancos comerciais, bancos de investimento, companhias de seguros, fundos mútuos, fundos de pensões, fundos de *hedge*, fundos de *private equity*, fundos de capital de risco, mercados imobiliários, bolsas de valores, câmeras de compensação, corretores de títulos e ações, parcerias de investimento, bem como uma série de outras entidades constituintes do sistema bancário paralelo, criadoras de crédito sem supervisão regulamentar.

No entanto, o modelo FRB/USA (*Federal Reserve*: o Banco Central dos Estados Unidos) e os seus homólogos em todo o mundo utilizam *modelos simplificados do sistema financeiro*. Eles buscam agrupar, senão todas, a maioria dessas diversas instituições.

A abordagem da Economia da Complexidade, pelo contrário, leva em conta *os diferentes papéis de cada tipo de instituição*. Tem a finalidade de compreender melhor como funciona o sistema financeiro e explicar por qual razão ocorrem as crises financeiras e o possível de fazer para as resolver.

Segundo J. Doyne Farmer, o sistema financeiro desempenha um papel crucial na economia, atuando como um *sistema de orientação e controle*. Embora seja essencial para o funcionamento de uma economia capitalista, o sistema financeiro opera de forma relativamente autônoma e necessita de orientação regulatória para um desempenho direcionado não só para a estabilidade inflacionária como também para o desenvolvimento socioeconômico.

O sistema financeiro determina a alocação de recursos. Ele é essencial, mas sua importância muitas vezes passa despercebida. Ao controlar o fluxo de dinheiro (e acumular estoques ou saldos), seus componentes determinam em quais projetos e ideias vale a pena investir, impulsionando a especialização e a inovação.

A Hipótese dos Mercados Eficientes de Eugene Fama argumenta o sistema financeiro funcionar perfeitamente, enquanto a Teoria da Ecologia de Mercado de J. Doyne Farmer sugere as ineficiências serem inerentes ao sistema e essenciais para a compreensão de suas falhas. Questiona se seu crescimento reflete uma necessidade real de processamento de informações ou se representa um desvio disfuncional, semelhante a uma doença necessitada de diagnóstico e tratamento.

Hipótese do Mercado Ineficiente

No livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), seu autor, J. Doyne Farmer, cita a ironia de Warren Buffett: “O Mercado [sobrenatural] era hipoteticamente eficiente, segundo os adeptos das expectativas racionais, daí concluíram incorretamente Ele [com maiúscula] ser sempre eficiente...”

Para o *econofísico*, o caos é uma faca de dois gumes. Por um lado, o caos impõe limites fundamentais à previsão em longo prazo. Por outro lado, de outra forma dados aparentemente aleatórios se tornam previsíveis no curto prazo.

Modelos úteis são possíveis de ser construídos mesmo sem uma compreensão fundamental da causalidade. Se o comportamento de aparência aleatória é causado por um simples caos, os economistas da complexidade pensaram em tirar vantagem disso ao fazer previsões melhores diante aquelas feitas usando modelos padrão de séries temporais históricas.

A pesquisa tinha o objetivo de *previsão de séries temporais caóticas*. O método fazia boas previsões, caso os modeladores tivessem dados suficientes

e o mecanismo subjacente à sua aleatoriedade fosse uma simples dinâmica caótica.

O debate, nos anos 90s, era dominado por Eugene Fama, professor da Escola de Negócios da Universidade de Chicago e vencedor do Prêmio Nobel de Economia em 2013, considerado por economistas ortodoxos como “o pai das Finanças modernas”. Defendeu a Hipótese dos Mercados Eficientes (HME), afirmando ser impossível obter uma vantagem através da previsão dos preços das ações.

A HME decorre automaticamente da suposição de expectativas racionais. Se os investidores forem racionais, então os preços do mercado de ações deverão refletir de forma completa e precisa toda a informação disponível sobre os fundamentos de cada sociedade aberta – e os preços deverão mudar apenas quando nova informação entrar no mercado.

Novas informações são, por definição, *imprevisíveis* (ou não seriam novas), portanto, as mudanças futuras nos preços devem ser *aleatórias*. Fama e a maioria dos outros economistas financeiros da época diziam ser inútil a tentativa de prever os preços das ações com base em informações publicamente disponíveis. Farmer achou isso ser verdadeiro e gostou da ideia de refutá-lo.

Fama não foi o primeiro a sugerir “o caminho aleatório”, isto é, as alterações nos preços das ações serem aleatórias porque se desconhece o conteúdo da próxima informação. Na verdade, o mercado de ações foi a inspiração original do *modelo de passeio aleatório*, introduzido pelo matemático francês Louis Bachelier em 1900.

Na sua tese de doutoramento, ele defendeu o preço de uma ação hoje ser o preço de ontem mais um número aleatório, e o preço de amanhã ser o preço de hoje mais um número aleatório diferente – e assim por diante.

Vencer o mercado parecia um bom desafio, então, em 1991, Farmer e colegas fundaram a *Prediction Company*. Em retrospectiva, foi um dos primeiros *fundos de hedge* de negociação quantitativa automatizada de sucesso. Foi vendido ao UBS (*United Bank of Switzerland*) em 2006. Farmer deve ter “enricado”...

Naquela altura, os econofísicos sabiam muito pouco sobre Finanças ou Economia, por isso tratavam o mercado de ações como *um vasto fluxo de números*. A estratégia foi encontrar “padrões de previsibilidade” nos preços históricos, os quais se repetiam, aleatoriamente, com mais frequência. Faziam apostas com base nesses padrões.

Este livro de Farmer não tem como objetivo *ensinar vencer o mercado*. Por isso, não entra em detalhes sobre o feito para o enriquecimento.

Utilizando *a aprendizagem automática* e outros métodos estatísticos, incluindo alguns inventados por eles próprios, descobriram vários *padrões previsíveis*, mas também perceberam haver uma grande quantidade de informação útil na literatura publicada em Finanças, particularmente, em artigos com alegações de terem encontrado violações de regras na Hipótese do Mercado Eficiente.

Testaram, sistematicamente, os resultados de todos os artigos publicados com desvios da aleatoriedade nos mercados de ações. Os resultados foram preocupantes, sugerindo o trabalho publicado não ser confiável. Para cerca de metade dos artigos, não conseguiram reproduzir os resultados, mesmo quando testaram o desvio postulado da eficiência usando os mesmos dados.

Quando tomadas isoladamente, nenhuma das regras de negociação dos documentos validados produziu os lucros esperados. Mesmo caso os retornos globais fossem, em média, bons, eram desiguais – e o risco era grande demais.

Mas quando combinaram as regras de negociação de todos os documentos validados com aquelas encontradas por conta própria, o resultado foi um sistema de negociação eficaz, propiciando à *Prediction Company* retornos cerca de cinco vezes mais estáveis diante os de um fundo mútuo ou índice de ações típico. Em 27 anos, só perdeu no ano 2007, início da GCF nos Estados Unidos.

O desempenho mostrou, com a informação certa e o modelo certo, é possível tirar partido dos padrões ocultos nos preços das ações. Provaram, estritamente falando, a Hipótese dos Mercados Eficientes ser falsa.

Depois de oito anos na *Prediction Company*, Farmer estava ansioso para voltar à pesquisa básica. No processo de se tornar um especialista no mercado de ações, também começou a ler mais amplamente sobre Finanças e Economia e concluiu a Ciência Econômica precisar de novas ideias relacionadas com o caos e os sistemas complexos. Isso criou uma oportunidade para ele fazer algo novo.

Na *Prediction Company*, construíram modelos de sucesso quanto a boas previsões, mas os modelos eram “caixas pretas. Não explicavam os mecanismos causadores das ineficiências exploradas.

Farmer queria construir modelos para explicar por qual razão os mercados se comportavam daquela forma. Seriam modelos para qualquer pessoa utilizar e capazes de ajudarem a resolver os problemas do mundo! Isso lhe levou de volta às pesquisas básicas sobre mercados financeiros.

A expressão “eficiência de mercado” tem dois sentidos. A primeira, “eficiência alocativa”, significa os preços serem sempre definidos corretamente, de modo o esforço ser alocado de forma adequada à elevação dos preços das ações. A segunda, “eficiência informacional”, significa não ser possível aumentar os lucros fazendo melhores previsões sobre os preços das ações.

Nessa idealização, a afirmação de “o cassino do mercado não pode ser derrotado” equivale a dizer os recursos são sempre alocados corretamente. No entanto, isso depende de suposições fortes sem serem bem apoiadas na prática. Sob pressupostos mais realistas, por exemplo, supor os investidores racionalmente limitados, essas duas noções diferentes de eficiência já não são equivalentes.

A HME é uma boa aproximação para compreender alguns aspectos dos mercados quando estes funcionam adequadamente. Ao mesmo tempo, erra ao prever os mercados nunca falharem, indo contra a experiência e o bom senso.

A HME argumenta os preços das ações refletirem todas as informações disponíveis e que é impossível obter lucros consistentemente superando o mercado. É possível desenvolver estratégias de negociação bem-sucedidas ao explorar ineficiências do mercado, obtendo lucros consistentes acima do desempenho de índices como o S&P.

A *Prediction Company* obteve sucesso ao explorar padrões e anomalias nos preços das ações. Não poderiam existir se os mercados fossem perfeitamente eficientes.

Essas ineficiências, segundo Farmer, são negligenciadas ou incorporadas artificialmente nos modelos tradicionais. Ocorre, simplesmente por conservadorismo, isto é, para manter a ideia de *eficiência* do livre mercado.

Seu sucesso demonstra ser possível obter vantagens ao prever os preços das ações com base em informações disponíveis, contrariando a ideia de mercados eficientes. Os modelos econômicos tradicionais, baseados em expectativas racionais e agentes otimizadores, são limitados para explicar as ineficiências e a dinâmica complexa dos mercados financeiros.

Farmer propõe a Teoria da Ecologia de Mercado como uma alternativa mais realista. Considera a heterogeneidade dos agentes, suas estratégias especializadas e o impacto de suas ações nos preços. Oferece uma estrutura

alternativa para entender a realidade complexa dos mercados financeiros e suas implicações para a regulação e o funcionamento desses mercados.

Teoria da Ecologia de Mercado

Quando pesquisou em Wall Street, J. Doney Farmer ficou impressionado com eram diferentes as instituições financeiras umas das outras em suas estratégias de negociação, no seu vocabulário e até na forma como seus empregados se vestiam e falavam. Os *traders* [operadores] não pertenciam a uma única tribo, mas a diferentes tribos dentro de uma comunidade maior.

No *Bank of America*, por exemplo, em um andar todos lhe diziam os fundamentos serem tudo de importante, enquanto no andar abaixo todos diziam os fundamentos serem inúteis e as sinalizações técnicas de negociação serem a única coisa necessária de ter atenção. Analistas fundamentalistas e grafistas “não se bicavam”...

Daí a Teoria da Ecologia de Mercado, elaborada e apresentada no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), desafia a HME (Hipótese do Mercado Eficiente) contrapondo a hipótese de *os mercados financeiros se assemelharem a ecossistemas complexos*. Explica seu funcionamento com essa nova perspectiva.

Em contraste com a HME, cujo pressuposto é os agentes serem racionais e otimizadores, para Farmer, os *traders* operam com racionalidade limitada. Eles se especializam em estratégias específicas, como “*trend following*” (seguir tendências) ou “*value investing*” (investir em valor), formando nichos de mercado de ativos financeiros semelhantes aos encontrados na ecologia.

Para diferenciar as estratégias, usadas em Economia de Mercado de Capitais, J. Doyne Farmer utiliza a analogia da “ecologia de mercado”, comparando essas abordagens a espécies distintas dentro de um ecossistema financeiro complexo.

Seguidor de tendência, como o nome sugere, concentra-se na identificação e exploração de padrões de preços. Investidores nessa estratégia buscam tendências de alta nos preços dos ativos, comprando quando o mercado está em ascensão e vendendo quando a tendência se inverte. Usam *análise técnica ou grafista*.

Eles agem como predadores, lucrando com a ineficiência gerada pela persistência nos movimentos do mercado, muitas vezes amplificando essas tendências. Em caso de predomínio dessa estratégia, ela costuma ser

desestabilizadora, contribuindo para a formação de bolhas (*booms*) e, eventualmente, colapsos (*crashes*) do mercado quando a tendência se reverte.

Investidor em valor, por outro lado, assemelha-se a um fazendeiro paciente. Os investidores com essa estratégia concentram-se na avaliação dos valores dos fundamentos de um ativo, buscando aqueles considerados estar subvalorizados pelo mercado de acordo com a avaliação microeconômica (análise de balanço contábil da empresa), setorial (onde a sociedade aberta atua) e macroeconômica, isto é, do atual contexto conjuntural.

Eles compram esses ativos mal precificados e aguardam O Mercado (onipresente, onipotente, onisciente) reconhecer seu verdadeiro valor, ignorando as flutuações de curto prazo. Essa estratégia é geralmente considerada mais estabilizadora para o mercado, pois atua baseada na realidade do mercado de bens e serviços como uma força contrária à volatilidade excessiva gerada pelos “*trend followers*”.

Em seu modelo de ecologia de mercado, Farmer demonstra como essas duas estratégias interagem em um ciclo dinâmico. Quando os *trend followers* dominam a precificação, a volatilidade aumenta, criando oportunidades para os *value investors* entrarem em ação e lucrarem com a correção dos preços pressupostos do equilíbrio fundamentado. Quando os *value investors* dominam, o mercado se torna menos volátil, possibilitando, por sua vez, abrir caminho para que os *trend followers* identifiquem novas tendências firmes de alta e reiniciem o ciclo.

Farmer não classifica explicitamente uma estratégia como superior à outra. Em vez disso, argumenta a interação entre essas e outras estratégias, impulsionada pela racionalidade limitada dos agentes e pelo impacto no mercado, molda a dinâmica complexa e em constante evolução dos mercados financeiros.

Assim como os organismos em um ecossistema competem por recursos, as estratégias de negociação competem por lucros gerados por ineficiências no mercado. Essas ineficiências, como padrões de preços exploráveis, são o “alimento” capaz de sustentar as diferentes estratégias.

As ações dos *traders* [operadores], impulsionadas por suas estratégias, impactam os preços e, conseqüentemente, os lucros de outras estratégias. Esse impacto, chamado de *market impact*, molda a evolução do mercado, levando a uma dinâmica complexa e interdependente.

A analogia com a ecologia se estende à *dinâmica de predador-presa*, onde algumas estratégias prosperam explorando as fraquezas de outras. A

dominância excessiva de uma única estratégia ou a introdução de novas estratégias disruptivas desestabiliza o mercado, levando a crises financeiras.

A crise financeira após 2007, por exemplo, é interpretada como um evento de *extinção em massa* no mercado, desencadeado pelo colapso de estratégias de investimento baseadas em hipotecas *subprime*"

Por conta dessa má experiência da GCF (Grande Crise Financeira), a Teoria da Ecologia de Mercado de Farmer busca entender a instabilidade inerente aos mercados financeiros, indo além de Hyman Minsky. A regulamentação deve ir além da simples garantia da eficiência, focando também na gestão da complexidade e na prevenção da dominância de estratégias potencialmente desestabilizadoras.

Os reguladores se beneficiariam de Modelos Baseados em Agentes (MBAs) e dados detalhados sobre as posições dos investidores para monitorar a estabilidade do mercado. Bancos Centrais passaram a realizar testes de *estresse* e intervir de forma mais eficaz quando necessário.

Apesar de fornecer uma estrutura inovadora para entender os mercados financeiros, a Teoria da Ecologia de Mercado enfrenta dificuldades em sua aplicação prática. A obtenção de dados detalhados sobre as estratégias de negociação, como a identificação das contrapartes em cada transação, é crucial para validar e calibrar os modelos. Além disso, a complexidade inerente aos mercados torna difícil a previsão precisa de eventos futuros, mesmo com modelos sofisticados.

Para compreender por qual razão os ecossistemas são como são e como mudam ao longo do tempo, é necessária uma Teoria da Evolução. O ecossistema financeiro satisfaz os elementos essenciais chamados por Charles Darwin de “descendência com variação e seleção”.

No caso, *descendência* significa continuidade entre gerações, *variação* significa os descendentes diferirem em alguns aspectos dos seus pais, e *seleção* significa apenas indivíduos bem-sucedidos sobreviverem e se reproduzirem. Darwin explicou como a partir destes três elementos surgem novas espécies e, ao longo do tempo, mudando a biosfera.

Os mesmos três elementos essenciais caracterizam os agentes e as suas estratégias no sistema financeiro. Há *descendência* porque os investidores desenvolvem as suas estratégias herdando o conhecimento dos seus mentores, bem como aprendendo com a sua própria experiência anterior. Há *variação* porque os investidores mexem em suas estratégias para melhorá-las. Há *seleção* porque as estratégias competem pelos lucros, logo, estratégias bem-sucedidas acumulam riqueza e estratégias malsucedidas são extintas.

Existem diferenças na forma como os organismos e as estratégias financeiras evoluem. Os organismos biológicos interagem reproduzindo-se, comendo-se uns aos outros e remodelando o seu ambiente comum, enquanto as estratégias de negócios interagem através do mercado, remodelando padrões na forma como os preços são formados, eliminam o equilíbrio e criam ineficiências de mercado.

Ao contrário dos organismos biológicos, reproduzidos seguindo as regras fixas da bioquímica, as estratégias financeiras não têm *código genético* e, em vez disso, propagam-se através da *transmissão cultural*. Os *traders* desenham estratégias, para sua variação contínua não ser aleatória – e isso acelera o *ritmo da evolução*.

A seleção em Biologia afeta o tamanho da população de cada espécie, enquanto em Finanças afeta o capital investido em cada estratégia. É chamado de *riqueza*.

A *concorrência* é um pressuposto central na Economia Financeira, mas os economistas tradicionais chegam a conclusões diferentes sobre as suas consequências diante às dos biólogos. Dadas suas suposições sobre o poder de raciocínio dos agentes, aqueles acham a competição levar a *um estado de repouso*, enquanto os biólogos evolucionistas a veem como *o motor da mudança perpétua*.

Crédito e Instabilidade Financeira

Os livros norte-americanos sobre Finanças, em geral, tratam apenas de Economia de Mercado de Capitais, um sistema financeiro típico dos Estados Unidos – e não do resto do mundo. Neste, predomina a Economia de Endividamento (Bancário ou Público), senão uma mistura de ambos os tipos.

J. Doney Farmer, no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), trata também de crédito, alavancagem e crises financeiras. A concessão de crédito, incluindo empréstimos, hipotecas, obrigações (títulos de dívida público ou direta) e cartões de crédito, é uma das funções mais importantes do sistema financeiro.

Um credor fornece dinheiro temporariamente a um mutuário. O crédito é essencial para a economia de mercado – as pessoas precisam dele para comprar casas, as empresas para expandir as suas operações em escala maior, os governos para não aumentar carga tributária –, mas o endividamento também introduz riscos.

Os contratos de concessão de crédito formam uma vasta *rede*, com balanços como *nós* e ligações entre mutuante e mutuário como *interconexões*. Os mutuários costumam usar mais de uma fonte de crédito, os credores fornecem dinheiro a vários mutuários e o mesmo banco empresta e capta dinheiro em simultâneo.

A *rede de contratos de crédito* é um subconjunto relevante da *rede escritural*. Está estreitamente ligada ao resto da economia. Quando o crédito é utilizado para comprar ativos, chama-se *alavancagem financeira*. É definida como a relação múltipla entre o total de ativos e o patrimônio líquido.

Está aí uma diferença relevante entre a Economia de Mercado de Capitais e a Economia de Endividamento. O crédito naquela é especulativo porque aposta na alta do preço do ativo adquirido (estoque) em escala maior. O crédito nesta propicia a multiplicação do fluxo de renda (e emprego) geradora de maior lucro operacional diante as despesas financeiras pagas pelo empréstimo.

Parece-me a Teoria da Instabilidade Financeira de Hyman Minsky focalizar esta última, enquanto a Teoria da Alavancagem Financeira de J. Doyne Farmer colocar o foco naquela primeira. Tentarei expor esse ponto de vista neste espaço.

Assim como uma alavanca permite se aplicar uma força maior diante a força pessoal limitada, o empréstimo permite comprar mais diante o dinheiro possuído. Mas, ao contrário da *alavancagem mecânica* da força, a *alavancagem financeira* não só amplifica lucros, pois cria riscos de perdas – e pode desestabilizar os mercados.

Na *alavancagem financeira via crédito*, você tem R\$ 100.000, compra um terreno; um ano após, imagina vender o terreno por R\$ 125.000 e obter a rentabilidade de 25%. No entanto, resolve especular sobre o futuro, toma emprestado R\$ 300.000, soma seu capital próprio e compra uma casa por R\$ 400.000.

Imagina vender a casa por mais 25%, ou seja, por R\$ 500.000 e obter rentabilidade anual de 100% sobre seu capital próprio, caso o juro fosse zero. Se os juros forem menores, comparados àquela rentabilidade inicial (25% aa), sua aposta na tendência firme de alta do preço do imóvel seria muito compensadora.

Porém, a alavancagem é arriscada tanto para o mutuário quanto para o credor. Suponha após você comprar sua casa por R\$ 400 mil, seu valor caia 10%. Você ainda deverá R\$ 300.000 ao banco, mas sua casa valerá apenas R\$ 360.000. Seu patrimônio líquido na casa é agora de R\$ 60.000, ou seja,

sua alavancagem aumentou para $R\$ 300.000/R\$ 60.00 = 5$, acima de $R\$ 300.000/R\$ 100.000 = 3$.

Se o valor da casa cair 20% diante o preço original, para R\$ 300.000, seu patrimônio cairá para zero e sua alavancagem se tornará *infinita* ($R\$ 300.000 / 0$). Só restará a dívida *sem garantia*. Este é um bom exemplo de *não-linearidade*: essa queda aumenta a alavancagem infinitamente mais diante a assumida inicialmente.

A natureza fortemente não-linear da alavancagem é amplificadora de expansões e quebras. Para mitigar o risco, os credores exigem uma *garantia*. No caso de um empréstimo hipotecário, o colateral é a própria casa. Logo, caso o valor da casa caia, o empréstimo torna-se mais arriscado para o credor.

Quando ações ou títulos securitizados, lastreados por hipotecas, são adquiridos através de crédito, para mitigar o custo de um potencial incumprimento (inadimplência), o mutuante costuma exigir do mutuário o *reembolso parcial do empréstimo* se a alavancagem exceder um determinado limiar. No mercado financeiro, o jargão refere-se a isso como *chamada de margem*.

Uma forma de levantar dinheiro, para atender a uma *chamada de margem*, é vender parte do ativo se possível. Se muitos investidores o fizerem, venderem ao mesmo tempo, baixará mais os preços, desencadeando ainda mais *chamadas de margem* e mais vendas, criando um *ciclo de feedback*, amplificador de más notícias.

As *chamadas de margem* reduzem o risco para um credor individual, agindo sozinho, mas aumentam o *risco sistêmico*. Em princípio, se o credor exigir um valor de cobertura adicional em caso de apenas alguns investidores utilizarem a alavancagem, isso ajuda a proteger o credor contra o incumprimento.

O problema surge quando muitos investidores utilizam a alavancagem. Aí um efeito coletivo é capaz de levá-los à inadimplência, ao mesmo tempo, provocando a queda dos preços dos ativos, oferecidos como garantia, e aumentando assim o risco para o mutuante.

Encontrar o equilíbrio certo entre o *risco individual* e o *risco sistêmico* é fundamental para os reguladores. Alguns dos Bancos Centrais, a partir da CGF 2008, desenvolveram *modelos de economia complexa* para compreender melhor como conceber quadros regulamentares capazes de prevenir o risco sistêmico.

Em livros e artigos publicados na década de 1970, Hyman Minsky, postulou: quando os mercados estão calmos, a concorrência leva os investidores a utilizarem mais alavancagem para aumentar os seus lucros. Caso as condições mudem, causarão uma quebra.

Os argumentos de Minsky não foram expressos em termos matemáticos e contrariavam as opiniões prevalecentes sobre a eficiência do mercado. Foram ignorados pelo *mainstream*.

Eles provaram ser prescientes em relação à crise financeira de 2008, quando o trabalho de Minsky tornou-se muito relevante. A CGF ficou conhecida como “o momento Minsky”!

Segundo Minsky, as economias capitalistas são inerentemente instáveis, devido ao comportamento cíclico dos agentes financeiros. Períodos de estabilidade geram comportamentos com potencial de levar à instabilidade. Durante períodos de prosperidade, a confiança aumenta, diminui a margem de segurança, levando a um aumento do endividamento e da especulação. Resulta em crises financeiras.

Nas Finanças Protegidas [*Hedge Finance*], os agentes econômicos financiam suas operações de modo conservador, avaliando cumprir suas obrigações de dívida com os fluxos de caixa esperados. Se a confiança aumenta, entra-se nas Finanças Especulativas [*Speculative Finance*]: os agentes assumem mais dívidas, contando refinanciá-las no futuro, embora não consigam cobrir o principal, pagam os juros.

Em momentos de euforia extrema, os agentes recorrem a financiamentos baseados na premissa de o valor dos ativos continuar a subir, indefinidamente, permitindo-lhes refinanciar as dívidas ou vender os ativos a preços mais altos. Essas Finanças Ponzi [*Ponzi Finance*] são insustentáveis e levam às crises.

O Paradoxo da Tranquilidade refere-se aos períodos prolongados de estabilidade econômica e financeira criarem as condições para a instabilidade futura. Quando os agentes se tornam mais confiantes e tomam mais riscos, o sistema financeiro se torna mais vulnerável a choques.

Para mitigar a instabilidade inerente dos sistemas financeiros, a intervenção governamental é necessária. Inclui regulamentação financeira, políticas fiscais e monetárias ativas, e Banco Central como prestador de última instância.

Minsky descreveu o ciclo econômico como uma série de *booms* (expansões) e *busts* (contrações). Durante os booms, a confiança e o

endividamento aumentam, levando a *bolhas de ativos*. Logo, elas estouram, resultando em crises e recessões.

O *Momento Minsky* refere-se ao ponto de virada da euforia financeira para pânico, resultando em uma rápida desvalorização de ativos e uma crise financeira. O *grau de fragilidade financeira* se torna excessivo e insustentável. É necessário o reajuste.

Ciclos de Alavancagem Financeira

J. Doney Farmer, no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), diz ter aprendido muito sobre alavancagem com o seu amigo John Geanakoplos. Seu trabalho pioneiro sobre ciclos de alavancagem mostra como a experiência do mundo real pode impulsionar a descoberta científica.

Seu modelo de alavancagem foi inspirado pelo quase colapso do sistema financeiro global em 1998, devido ao uso de alavancagem excessiva por um fundo de *hedge* de alto nível chamado *Long-Term Capital Management* (LTCM). Em 1998, tinha 4,7 bilhões de dólares sob gestão, mas o tamanho do seu empréstimo era de espantosos 125 bilhões de dólares, ou seja, sua alavancagem era de cerca de 25:1. Para colocar isto em perspectiva, uma perda de apenas 4% (no caso deles, 4,7 bilhões de dólares) bastaria para ir à falência.

A sua estratégia principal era um tipo de *arbitragem estatística* chamada *negociação de convergência*. Envolveria fazer apostas nos *spreads* entre as taxas de juro das obrigações (títulos de dívida), por exemplo, através da *compra de obrigações britânicas* e da *venda de obrigações americanas*.

A sua estratégia baseava-se em dois pressupostos: primeiro, quando as diferenças nas taxas de juro aumentassem, estas acabarão por regressar ao *spread* anterior. O LTCM procurou pares de títulos cujos *spreads* fossem maiores diante a média histórica.

Então compraria o título com a taxa de juros mais baixa e *venderia a descoberto* o título com a taxa de juros mais alta, apostando na queda de seu preço, a fim de obter lucro quando as taxas de juros finalmente voltassem ao *spread* normal. *Venda a descoberto* consiste na venda de um ativo financeiro, talvez tomado emprestado, esperando seu preço cair para então comprá-lo de volta e lucrar com a diferença entre o preço de venda e o preço de compra, inclusive para o devolver.

A segunda suposição era de os *spreads* entre diferentes títulos se comportarem independentemente uns dos outros. Ambas as suposições foram

falseadas em 1998 com a Crise da Rússia em seguida à da Ásia. Os investidores institucionais perderam a confiança em investir nos países em desenvolvimento.

Causou uma “fuga para a qualidade”, porque os investidores transferiam rapidamente o seu capital de obrigações de risco para obrigações mais seguras. As obrigações seguras com preços mais elevados passaram a pagar taxas de juro mais baixas diante as obrigações de risco. A estratégia de convergência do LTCM era “estar comprada” (aposta na alta) em taxas de juro baixas e mais seguras e “estar vendida” (aposta na baixa) em taxas de juro elevadas e mais arriscadas.

A fuga para a qualidade fez as taxas de juro das obrigações seguras diminuírem ainda mais e as taxas de juro das obrigações de risco ainda aumentarem. Ambos os pressupostos subjacentes à estratégia da LTCM fossem violados.

Quando os spreads aumentaram, para satisfazer as *chamadas de margem*, todos os alavancados tiveram de desfazer as suas posições. Ao fazê-lo, o impacto no mercado aumentou ainda mais os *spreads*.

Praticamente todos os grandes bancos de investimento em Wall Street tinham dinheiro investido no LTCM, com enormes *apostas de convergência*. Uma liquidação rápida derrubaria todo o sistema financeiro global.

O Federal Reserve interveio e organizou um resgate, através do qual os principais credores do LTCM foram pressionados a comprá-lo e a liquidá-lo lentamente. Tal como na GCF 2008, ilustra a importância de compreender a *ecologia do mercado* de como a alavancagem leva ao risco sistêmico.

Em outro caso de menor alavancagem (apenas 5 vezes o patrimônio líquido), para negociar títulos garantidos por hipotecas, não obrigações, afetadas pela crise do LTCM, uma *chamada de margem* – um reembolso imediato do empréstimo proporcionador da alavancagem – permitia apenas um dia para o reembolso. Levou a posteriormente alterar os seus contratos para os seus credores precisassem de avisar com seis meses de antecedência antes de alterarem as margens ao exigirem mais garantias, ou seja, vender ativos.

Inspirado por esses eventos, em 2000, John Geanakoplos desenvolveu uma teoria sobre *como a alavancagem causa altos e baixos*. Enquanto Hyman Minsky simplesmente apresentou a ideia de ondas de pessimismo e otimismo dos investidores influenciarem os empréstimos e possivelmente causarem um colapso, a teoria matemática dele relacionou a incerteza, a alavancagem e os preços dos ativos, além de incorporar o importante papel da garantia.

Um teorema de Franco Modigliani e Merton Miller, formulado em 1958, sugeria a alavancagem não afetar os preços. O valor de mercado de uma empresa não deveria ser afetado pela forma como era financiada.

O *valor de uma empresa* seria uma medida do *valor fundamentado* (em microeconômico, setorial e macroeconômico), não do preço de mercado, isto é, da volatilidade de suas ações. Esse teorema envolvia uma longa lista de pressupostos fortes, inclusive a hipótese do mercado eficiente, mas foi interpretado como a alavancagem não deveria afetar os preços. Foi falseado perante a realidade.

Ellington projetou um modelo para mostrar como a *alavancagem distorce os preços*. Seu modelo é um modelo de equilíbrio com agentes racionais e maximizadores de lucro ao negociar um ativo como uma ação ou título.

O modelo é formulado em um processo de três etapas. Entre cada etapa, são reveladas informações “boas” ou “ruins”.

Existe um *continuum* de diferentes agentes, desde os “otimistas”, com uma crença prévia de a boa informação ser mais provável, até os “pessimistas”, com uma crença prévia de a má informação ser mais provável. São cruciais as decisões de empréstimos de agentes uns aos outros para a alavancagem financeira.

No primeiro período, o modelo assume os mercados estarem calmos com a volatilidade dos preços dos ativos é baixa. Os otimistas pedem emprestado aos pessimistas e compram o máximo possível do ativo, aumentando o seu preço.

Se forem recebidas boas notícias, esta situação persiste, mas se forem recebidas más notícias, o preço cai. Espera-se o preço despencar, devido a más notícias, mas a alavancagem amplifica a queda por duas razões.

Primeira, os otimistas alavancados perdem mais dinheiro com a queda inicial dos preços diante os pessimistas desalavancados. Isto diminui a influência dos otimistas no mercado, dando aos pessimistas um papel maior na fixação dos preços e forçando a descida do preço dos ativos.

Segundo razão é a incerteza criada pelas notícias deixar os credores nervosos. Não ficam mais dispostos a emprestar tanto. Eles reduzem a alavancagem antes permitida, forçando uma *chamada de margem* e impedindo novos compradores tomarem empréstimos quase tanto quanto os compradores originais para sustentar o preço.

Se más notícias forem recebidas duas vezes seguidas, o mercado entrará em colapso. Ellington mostrou o aumento e a queda do preço estarem relacionados com o aumento e a queda da alavancagem, por sua vez, relacionados com a queda e o aumento da incerteza, em um processo chamado de *ciclo de alavancagem*.

Esta demonstração dos perigos da alavancagem contradisse a sabedoria convencional, então prevalecente. Mas a lição não foi absorvida para prevenção da GCF 2008.

A Teoria do Ciclo de Alavancagem de John Geanakoplos forneceu um exemplo de como a estrutura institucional causa ineficiência do mercado, mesmo com pressuposto de agentes racionais. Se os agentes não pudessem emprestar, os preços corresponderiam aos valores expressos pelos fundamentos.

A combinação de expectativas heterogêneas e empréstimos para alavancagem financeira aumenta os lucros. Afasta os preços do seu valor fundamentado.

Mesmo caso o mercado seja *eficiente em termos de informação*, ou seja, não seja possível a ninguém obter lucros excessivos, está longe da *eficiência alocativa*. Este não é um efeito pequeno – em 2008 foi um efeito enorme.

A alavancagem cria um ciclo de *feedback* amplificador das flutuações de preços. Quando os preços dos ativos estão subindo, os investidores ficam mais otimistas e tomam mais empréstimos para investir, aumentando a demanda e impulsionando os preços ainda mais para cima. Quando os preços dos ativos caem, os investidores enfrentam *chamadas de margem*, forçando-os a vender ativos para cobrir suas perdas. Essa venda de ativos causa uma espiral descendente, diminuindo ainda mais os preços.

Quando os preços dos ativos estão altos, os investidores obtêm mais crédito usando esses ativos como garantia. Quando os preços caem, o valor da garantia também cai, levando a uma redução do crédito disponível e exacerbando a queda do mercado.

Gestão Prudente dos Riscos: Causa da GCF-2008

J. Doney Farmer, no livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), lembra um método denominado Valor em Risco ou VaR, para gestão do risco de toda a carteira de ativos (formas de manutenção de riqueza), com base na probabilidade de perda de determinada dimensão, foi implantado no

fim dos 90s. Em tese, resolveria todos os problemas ao utilizar limites fixos de alavancagem.

O primeiro problema era o risco de os ativos mudar, subitamente, devido à *volatilidade agrupada*. O segundo problema surgia quando os movimentos de preços dos ativos correlacionados positivamente. O terceiro problema ocorria nas estratégias de negociação com vista a se proteger dos riscos através da *venda a descoberto*, onde se lucra caso o preço do ativo cair.

Inicialmente, parecia uma grande melhoria em relação aos limites máximos de alavancagem no nível dos ativos fixos. A volatilidade é muito mais previsível se comparada à direção dos movimentos dos preços.

Embora as previsões de volatilidade não sejam perfeitas, são muito boas em condições normais sem as surpresas. Como o VaR sobe e desce com a volatilidade, isso torna o controle de risco dinâmico, ou seja, a alavancagem sugerida varia com base nas condições de mercado. No VaR, quando a volatilidade aumenta, a alavancagem é diminuída – e vice-versa.

O *Value at Risk* (VaR) é uma medida estatística usada para quantificar o risco financeiro, indicando a perda máxima esperada em um portfólio de investimentos com um nível de confiança específico durante um determinado período. O VaR é utilizado por instituições financeiras para avaliar e controlar o *risco de mercado*: perdas causadas pela oscilação de preços das *commodities*, juro e câmbio.

Para cálculo do variações, define-se parâmetros como o horizonte temporal em dias, meses etc. O nível de confiança diz respeito à probabilidade com a qual se quer garantir a perda não exceder a certo valor.

Há três métodos de cálculo. O *histórico* baseia-se em dados históricos de retornos para estimar a distribuição de retornos futuros. Calcula-se a perda máxima esperada a partir dos dados passados.

A *simulação de Monte Carlo* utiliza simulações aleatórias para modelar uma ampla gama de cenários possíveis, gerando uma distribuição de retornos futuros. O *analítico* assume os retornos dos ativos seguirem uma distribuição normal, utilizando-se a média e a variância dos retornos para calcular o VaR.

O VaR é calculado diariamente para monitorar continuamente o risco do portfólio. Qualquer aumento significativo no VaR sinaliza um aumento no risco.

Periodicamente, se faz *backtesting*: comparação do VaR calculado com as perdas reais observadas para verificar a precisão do modelo. Se as perdas reais excederem frequentemente o VaR, o modelo precisará de ajustes.

Instituições financeiras estabelecem limites de VaR para diferentes unidades de negócios, classes de ativos ou portfólios. Esses limites ajudam a controlar a quantidade de risco assumida por cada unidade. São escalonados conforme o tamanho e a complexidade do portfólio, ajustando-se para refletir diferentes níveis de tolerância ao risco.

Baseando-se no VaR, instituições financeiras alocam capital suficiente para a reserva cobrir potenciais perdas. Isso garante a instituição manter a solvência mesmo em cenários adversos. O VaR é usado para determinar a quantidade de capital necessário para sustentar operações e cumprir requisitos regulamentares.

Há duas estratégias defensivas. A de *hedge* é a utilização de instrumentos financeiros, como opções e futuros, para mitigar os riscos identificados pelo VaR. A *diversificação dos ativos*, no portfólio, busca reduzir o VaR, pressupondo diferentes ativos reagirem de maneira diferente às mesmas condições de mercado, diminuindo a probabilidade de perdas significativas com ganhos compensatórios.

Além disso, é necessário complementar o VaR com *testes de estresse* capazes de modelar cenários de mercado extremos, não totalmente capturados pelo VaR. A avaliação de resiliência é como o portfólio se comportaria em eventos extremos, ajudando a ajustar as estratégias de gestão de risco de acordo com essa previsão.

Há limitações do VaR, quando métodos de seu cálculo assumem a hipótese de os retornos seguirem uma distribuição normal, não realista em eventos extremos. Métodos históricos de VaR supõem “o futuro se comportará como o passado”, uma regularidade inexistente. O VaR é específico para um determinado horizonte temporal e nível de confiança, limitando a aplicabilidade em diferentes contextos.

O VaR costuma subestimar a probabilidade e a magnitude de eventos extremos (“caudas gordas”). Em Finanças, referem-se a movimentos de preços ou retornos de ativos financeiros muito maiores ou menores do que o esperado, ocorrendo com uma frequência maior do que a prevista por modelos baseados na distribuição normal. Esses eventos incluem *crashes* de mercado, bolhas financeiras, grandes quedas ou subidas de preços de ativos, e outras mudanças abruptas e inesperadas.

“Caudas gordas” (ou *fat tails* em inglês) indicam uma maior probabilidade de ocorrerem eventos extremos. Em uma distribuição normal, a maior parte dos dados se concentra em torno da média, e a probabilidade de desviar-se da média diminui exponencialmente. *Distribuições de potência* são

mais adequadas para modelar retornos financeiros, pois capturam melhor a frequência e a magnitude dos eventos extremos observados nos mercados.

Modelos baseados na distribuição normal tendem a subestimar o risco, pois não capturam adequadamente a frequência e a magnitude dos eventos extremos. Levam à falsa sensação de segurança e a decisões inadequadas de gestão de risco.

J. Doney Farmer e orientando decidiram modelar como os bancos de investimento usam a alavancagem e como isso afeta os preços. Inicialmente, os bancos de investimento poderiam usar a alavancagem de uma forma completamente não regulamentada, chamada de *alavancagem passiva*.

Para gerir o seu risco, impuseram os regulamentos de Basileia II. Isto aumentou e reduziu os seus limites de alavancagem com base na volatilidade do mercado de ações. O comportamento do mercado oscilou muito com a *alavancagem ativa*.

O modelo envolve dois tipos de investidores: um banco de investimento utilizador de alavancagem e um fundo sem o fazer. O fundo é *um investidor em valor fundamentado* do ativo, compra-o quando está subvalorizado e vende-o quando está sobrevalorizado. O banco de investimento, com uma meta de alavancagem, ajusta-a de acordo com as recomendações de Basileia II, baseado nas variações, ou seja, atualiza periodicamente a sua estimativa de volatilidade, calculando uma média do passado recente.

No decurso de um ciclo, o preço das ações, a alavancagem e a volatilidade comportam-se de forma semelhante à realidade. O preço das ações e a alavancagem aumentam lentamente, enquanto a volatilidade diminui lentamente. Então, quando o mercado quebra, repentinamente, a alavancagem despenca e a volatilidade aumenta acentuadamente.

Por qual razão o sistema faz isso? Porque o VaR é inerentemente desestabilizador. Sempre quando o preço cai, o banco de investimento vende para diminuir a sua alavancagem. Assim, vende sistematicamente em mercados em queda e, se o banco fosse o único interveniente, o mercado entraria imediatamente em colapso.

A quebra incipiente é evitada pelo *investidor de valor* desalavancado. O fundo estabiliza o mercado comprando quando o preço cai e vendendo quando este sobe. A estabilidade do sistema depende da competição entre a *análise fundamentalista* do fundo de valor fundamentado e a *análise grafista* do banco de investimento.

Se o banco de investimento for grande ou se o seu apetite pelo risco for elevado, o mercado começa a oscilar. Durante o *boom*, a volatilidade estimada cai lentamente, devido à ação de *suavização da média* da volatilidade passada. À medida que a volatilidade diminui, a *alavancagem aumenta de forma não linear*, crescendo lentamente no início e depois tornando-se subitamente muito grande.

A *alavancagem atua como um amplificador*: quando o volume é aumentado ao limite, a quebra ocorre, aumentando a volatilidade e diminuindo a alavancagem. O fato de a transição entre o *regime estável* e o *regime caótico* ser ao mesmo tempo súbita e abrupta representa um problema para os reguladores.

O modelo de J. Doyne Farmer segue o espírito dos avisos prescientes de Hyman Minsky e John Geanakoplos. Todos concordam quanto a uma alavancagem elevada ser problemática.

Mas o mecanismo subjacente causador dos problemas é diferente: Minsky advertiu a ganância e a concorrência aumentarem a alavancagem, quando os mercados ficavam demasiado calmos, e John G. anunciou o problema se dever a investidores heterogêneos com diferentes níveis de otimismo. No modelo de Farmer, os investidores variam a sua alavancagem com base na volatilidade, porque o seu gestor de risco lhes ordena para o fazer, acreditando isso os tornar mais seguros.

Sua dedução foi a utilização do VaR, conforme recomendado por Basileia II, juntamente com a utilização de elevada alavancagem, foram suficientes para terem causado a GFC-2008 por si só. A bolha imobiliária foi apenas uma faísca capaz de acender o fogo...

Semelhança entre Turbulência Fluida e Financeira

J. Doyne Farmer, autor do livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), é um *econofísico*. Percebe muitas coisas em comum entre o sistema financeiro e o fluxo de fluidos. A correspondência entre a turbulência de fluidos e a turbulência financeira tem-se revelado útil para aplicações concretas, como a *previsão da volatilidade dos mercados financeiros*.

Oferece *insights* sobre como fazer melhor monitorização e regulação dos mercados financeiros. Um *fluido* é qualquer coisa capaz de fluir livremente, como um gás ou um líquido. Quando um fluido é levemente estressado, seu movimento é *calmo*, mas quando é fortemente estressado, torna-se *turbulento*.

Como Edward Lorenz percebeu, a turbulência se deve a uma *dinâmica caótica*. Quando o movimento das ondulações se torna irregular, o movimento é caótico.

A turbulência corresponde a um *caos complicado*, com muitos graus de liberdade. A turbulência fluida apresenta volatilidade agrupada e caudas gordas tal como acontece em mercado financeiro. Neste, a *volatilidade agrupada* deve-se a movimentos irregulares de preços, tal como o movimento irregular do fluido.

Para econofísicos, as flutuações tanto para a turbulência de fluidos como para finanças variam em diferentes escalas precisamente da mesma maneira. Eles comparam uma experiência de turbulência de fluidos a uma experiência financeira. Os seus modelos, dizem, fornecem melhores previsões para a volatilidade dos preços diante as técnicas primitivas utilizadas em finanças.

Distinguem entre *o caos simples* e *o caos complicado*. A turbulência fluida é um exemplo de caos complicado. Para Farmer, a dinâmica dos mercados financeiros globais é também um exemplo de *caos complicado*, mais precisamente chamado de *caos de alta dimensão* ou *caos com muitos graus de liberdade*.

O *caos complicado*, como a turbulência fluida, acontece em sistemas instáveis com muitos componentes interagindo. No sistema financeiro, quando há muitos agentes utilizando elevada alavancagem ou quando o acompanhamento de tendências (“seguir o líder”) se torna predominante, os preços tornam-se instáveis.

O mercado financeiro global tornou-se enormemente complicado e intimamente ligado: todos os países desenvolvidos têm mercados de ações e mercados de títulos de dívida. Milhares de ativos são negociados globalmente todos os dias. Milhares de investidores buscam diversas estratégias de negociação.

High Frequency Trading, ou negociação de alta frequência, é uma estratégia de negociação automatizada na qual computadores utilizam algoritmos complexos para executar transações financeiras em alta velocidade. Essa técnica é usada para aproveitar pequenas flutuações de preço no mercado e lucrar com essas variações.

Os *traders* de alta frequência revertem as suas posições em frações de segundo, enquanto os investidores de valor de baixa frequência mantêm as suas posições durante anos.

Como visto na crise do LTCM e na GCF de 2008, os mercados não se comportam de forma independente – uma perturbação nos mercados asiáticos derrubou os do Ocidente. Da mesma forma, Lorenz observou *o bater das asas de uma borboleta influenciar a trajetória de um furacão...*

Em um sistema tão complicado, com o forte *feedback não linear* introduzido pela alavancagem e pelo acompanhamento de tendências, seria surpreendente se os movimentos dos preços fossem não caótico e de alta repercussão. Os mercados financeiros são complicados e competitivos com caos e volatilidade agrupada.

O modelo de ciclo de alavancagem de Basileia, conforme exposto por J. Doyne Farmer, deixa claro como *a alavancagem cria não-linearidades*. Podem tornar caótico até mesmo um sistema financeiro muito simples.

Em um modelo mais realista, substituindo os dois investidores representativos (bancos com análise técnica e fundos com análise fundamentalista) por uma constelação mais realista de investidores diversos e heterogêneos, seria de se esperar ver o caos. Mas seria com um comportamento mais complicado e turbulento.

Para o econofísico, a alavancagem nos mercados financeiros corresponde à tensão nos fluxos fluidos. Quando os participantes no mercado utilizam uma alavancagem mais elevada, logo o sistema financeiro torna-se mais turbulento.

Seu próximo desafio é aprender com as previsões meteorológicas como compreender melhor a economia e manter a sua turbulência sob controle... Só.

Capítulo 3. Economia Climática e Modelagem para Melhor Futuro

Nas duas últimas partes do livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024), J. Doney Farmer trata respectivamente de dois temas. Um sobre a Economia Climática – como aprendemos a prever o tempo e o clima e sua relação com o progresso tecnológico. Outro sobre a Modelagem para um Futuro Melhor – orientação para resolver alguns de nossos grandes problemas com remoção dos obstáculos para tornamo-nos uma Civilização Consciente.

As ideias principais da Economia Climática, conforme ilustradas por ele, giram em torno da aplicação de princípios econômicos para enfrentar os desafios apresentados pelas mudanças climáticas. O objetivo principal é entender os aspectos econômicos das mudanças climáticas e desenvolver estratégias para a transição para uma economia sustentável.

Economistas climáticos usam modelos para projetar os custos e benefícios de diferentes políticas climáticas. Esses modelos levam em consideração fatores como os custos de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, os danos causados pelas mudanças climáticas (por exemplo, aumento do nível do mar, eventos climáticos extremos) e o crescimento econômico.

Uma questão crucial é a comparação dos custos e benefícios de várias tecnologias de energia, incluindo combustíveis fósseis, energia renovável e tecnologias de captura e armazenamento de carbono. Os modelos econômicos climáticos ajudam a avaliar o impacto potencial dessas tecnologias na mitigação das mudanças climáticas, considerando fatores como custo, implantação e progresso tecnológico.

A economia climática busca determinar o nível ideal de investimento para combater as mudanças climáticas, equilibrando os custos de redução das emissões com os benefícios de evitar danos futuros. Isso envolve a realização de análises de custo-benefício para avaliar as compensações de diferentes políticas climáticas.

Farmer destaca a importância de considerar o progresso tecnológico e a necessidade de modelos mais precisos. Devem refletir a complexidade da economia e dos sistemas climáticos.

A economia climática é um campo amplo com várias perspectivas e áreas de pesquisa em andamento. Farmer se concentra em aspectos específicos da economia climática, particularmente relacionados à modelagem e progresso tecnológico.

A orientação de Farmer para resolver grandes problemas se concentra no uso de uma abordagem chamada Economia da Complexidade. Essa abordagem difere dos métodos econômicos tradicionais ao reconhecer a economia como um sistema complexo e adaptativo.

Farmer critica fortemente a dependência de modelos de equilíbrio na economia tradicional. Esses modelos, embora possam úteis em cenários limitados, não conseguem capturar as complexas interações e o comportamento dinâmico encontrados em sistemas do mundo real.

Em vez disso, ele defende o uso de Modelos Baseados em Agentes (MBAs) simulam as ações e interações de indivíduos ou entidades dentro de um sistema. Essa abordagem permite uma representação mais realista de como os sistemas econômicos evoluem e respondem a várias intervenções.

Os MBAs se destacam na incorporação de dados do mundo real e no estudo de como as economias mudam ao longo do tempo. Farmer enfatiza a importância de fundamentar esses modelos em evidências empíricas, permitindo uma análise mais precisa e confiável dos problemas econômicos.

Ao simular diferentes cenários e intervenções políticas, os modelos baseados em agentes fornecem *insights* sobre as potenciais consequências e compensações das decisões políticas.

Os modelos econômicos tradicionais geralmente assumem atores racionais possuem informações perfeitas e tomam decisões maximizadoras da utilidade. No entanto, essa suposição é irrealista, pois os indivíduos e as instituições operam com racionalidade limitada, influenciada por vieses comportamentais, informações incompletas e capacidades cognitivas limitadas.

A Economia da Complexidade leva em consideração essas limitações, proporcionando uma compreensão mais matizada da tomada de decisão econômica. A disponibilidade de grandes conjuntos de dados (*big data*) e poder computacional abre novos caminhos para a modelagem econômica.

Farmer prevê o desenvolvimento de laboratórios de políticas computacionais capazes de integrar dados de várias fontes, incluindo produção, consumo, inovação e sistemas financeiros. Ao aproveitar o poder da computação de alto desempenho, esses laboratórios executarão simulações complexas para explorar diferentes cenários de políticas e fornecer orientação

para resolver problemas como mudanças climáticas, desigualdade e instabilidade financeira.

Em essência, a orientação de Farmer pede uma mudança de modelos econômicos simplistas e abstratos para uma estrutura mais empírica, dinâmica e baseada em evidências. Ao abraçar a complexidade e o poder da modelagem baseada em agentes, ele acredita os pesquisadores e os formuladores de políticas obterem *insights* mais profundos sobre o funcionamento da economia e desenvolver soluções mais eficazes para os problemas urgentes enfrentados pela sociedade.

Para Farmer, tornar-se uma Civilização Consciente exige abordar os obstáculos impeditivos do progresso da Economia da Complexidade e liberar todo o seu potencial. Um obstáculo importante identificado por ele é a falta de dados granulares abrangentes sobre o comportamento econômico.

Ele reconhece a riqueza de dados disponíveis atualmente em comparação com o passado, mas argumenta os MBAs exigem informações muito mais detalhadas para alcançar seu potencial preditivo total. Idealmente, os modelos teriam acesso a dados como faturas, recibos e informações da cadeia de suprimentos de empresas em todo o mundo, juntamente com indicadores comportamentais de famílias, como decisões de compra de imóveis ou consumo.

Ele reconhece as preocupações com a privacidade associadas a tais dados, mas enfatiza a importância de encontrar maneiras de coletar e agregar esses dados de forma ética e segura para criar modelos representativos. Farmer sugere o uso de técnicas de *aprendizado de máquina* para combinar diferentes fontes de dados e preencher lacunas para modelos mais precisos.

Para a Economia da Complexidade florescer e atender às suas promessas, Farmer enfatiza a necessidade de apoio e investimento substanciais de instituições e formuladores de políticas. Isso inclui financiar pesquisas, desenvolver infraestrutura computacional e promover colaborações entre cientistas da complexidade e formuladores de políticas.

O custo, embora significativo, é insignificante em comparação com os benefícios potenciais e se compara favoravelmente aos gastos em outros empreendimentos científicos de grande escala. Farmer propõe um programa emergencial para construir modelos de Economia da Complexidade em grande escala capazes de orientar uma tomada de decisão mais eficaz e abordar problemas urgentes.

Um obstáculo fundamental para se tornar uma Civilização Consciente é a tendência humana de priorizar ganhos imediatos em detrimento de

considerações de longo prazo. Há necessidade de cultivar uma perspectiva de longo prazo ao priorizar a sustentabilidade, o bem-estar social e a saúde do planeta.

Isso requer desafiar as normas e estruturas de incentivo existentes para não perpetuar o comportamento de curto prazo. A Economia da Complexidade, com sua ênfase na dinâmica de longo prazo e nas consequências não intencionais, fornece *insights* valiosos para orientar essa mudança de mentalidade.

Modelos científicos, particularmente MBAs, servem como um espelho para a civilização refletir sobre seu próprio comportamento e trajetória, ou seja, a autoconsciência. Ao simular diferentes cenários e intervenções políticas, esses modelos revelam potenciais consequências, compensações e efeitos colaterais, de outra forma, não aparentes.

Essa capacidade de antecipar e compreender as consequências de longo prazo de nossas ações é essencial para o desenvolvimento da consciência como civilização. Assim como a autoconsciência é crucial para a cooperação e o funcionamento da sociedade em nível individual, uma compreensão mais profunda de nosso comportamento coletivo, possibilitada por modelos sofisticados, é essencial para nossa sobrevivência e criação de um futuro mais sustentável, equitativo e próspero.

Considerações Finais sobre Econofísica

Extrapolar fenômenos do mundo físico ou natural para o mundo econômico ou social apresenta uma série de problemas, devido às diferenças fundamentais entre esses domínios. Neste, os agentes (indivíduos, empresas, governos) são heterogêneos, com comportamentos, preferências e objetivos diferentes. Isso contrasta com sistemas físicos, onde as partículas ou elementos costumam ser homogêneos e seguem leis uniformes.

As interações em sistemas econômicos e sociais são dinâmicas e não-lineares, com *feedbacks* complexos. Pequenas mudanças em uma parte do sistema levam a grandes consequências em outra parte, dificultando a modelagem e a previsão nesse caos.

Diferentemente de partículas físicas, seguidoras de leis determinísticas, os agentes econômicos tomam decisões com racionalidade limitada, influenciadas por emoções, heurísticas e vieses cognitivos. As expectativas e percepções dos agentes deles mudam, rapidamente, influenciando o comportamento econômico de maneiras imprevisíveis. Por exemplo, rumores (boatos) ou mudanças na confiança do consumidor desencadeiam mudanças nos mercados de risco.

Os fenômenos econômicos e sociais são dependentes do contexto histórico, cultural e institucional. Modelos funcionam em um ambiente específico e não são aplicáveis em outro devido a diferenças contextuais. Não são uma teoria geral.

As economias e sociedades evoluem e se adaptam ao longo do tempo, com novas instituições, tecnologias e normas sociais emergindo. Torna difícil aplicar modelos estáticos baseados em fenômenos naturais.

Na Física, os dados experimentais são geralmente precisos e replicáveis. Em Economia e Ciências Sociais, os dados costumam ser incompletos, imprecisos e sujeitos a interpretações diversas.

Estabelecer causalidade em sistemas econômicos e sociais é mais complexo, devido à presença de múltiplas variáveis interdependentes ou correlacionadas. Na física, as relações causais são muito mais claras.

A Física baseia-se em leis universais consistentes em diferentes contextos e escalas. Em Economia, as regularidades observadas são empíricas e, conseqüentemente, variam entre diferentes contextos em tempo e lugar.

Modelos econômicos baseados em fenômenos físicos são inspiradores apenas em certos contextos. A generalização para outras situações é limitada.

Em sistemas sociais e econômicos, os agentes têm objetivos e intenções influentes sobre seu comportamento. Na Física, as partículas não são pensantes e têm intenções, logo, seu comportamento é determinado por leis naturais.

As análises econômicas envolvem considerações normativas (*o que deveria ser*) além das descritivas (*o que é*). Na física, a análise é predominantemente descritiva.

Embora a aplicação de conceitos físicos à Economia e às Ciências Sociais ofereça *insights* para uso de novas metodologias, é necessário reconhecer suas diferenças fundamentais e ajustar as abordagens de modelagem e análise de acordo com elas. Esse rigor visa evitar simplificações excessivas e a aplicação inadequada de conceitos incapazes de capturar a complexidade e a dinâmica dos sistemas socioeconômicos.

A teoria das redes complexas, no entanto, é aplicável para estudar as interações e dependências entre agentes econômicos e instituições financeiras. A análise de redes ajuda a entender como choques se propagam através do sistema financeiro, levando a crises sistêmicas.

Ferramentas da Física Estatística, como a análise de séries temporais, são aplicadas para estudar a dinâmica e a correlação entre diferentes ativos financeiros ao longo do tempo, identificando padrões e anomalias. A Econofísica utiliza Modelos Baseados em Agentes (MBA) para simular mercados financeiros. Esses modelos consideram a heterogeneidade dos agentes, suas interações e as regras de mercado, permitindo a observação de comportamentos emergentes e a dinâmica do mercado.

Analogias com *transições de fase* na Física são usadas para descrever mudanças abruptas nos mercados financeiros, como *crashes* de mercado. Fenômenos críticos e pontos críticos são estudados para entender como pequenos choques levam a grandes mudanças no sistema financeiro.

Nesse sentido, a leitura do livro *Making Sense of Chaos: A Better Economics* (2024) de autoria de J. Doney Farmer é recomendável. Recomendo-a.

Apêndice.

Análise Fundamentalista versus Análise Técnica

A *análise fundamentalista* e a análise técnica (ou grafista) são duas abordagens distintas para avaliar o desempenho de ações na bolsa de valores. Ambas têm seus méritos e limitações, e a eficácia de cada uma pode depender de fatores como o horizonte temporal do investimento, as condições de mercado e as preferências individuais dos investidores.

Análise Fundamentalista

Objetivo: Avaliar o valor intrínseco de uma ação com base em fatores econômicos, financeiros e outros qualitativos.

Elementos Principais:

1. Análise de Demonstrativos Financeiros:

- **Balanço Patrimonial:** Avalia a saúde financeira da empresa através de seus ativos, passivos e patrimônio líquido.

- **Demonstração de Resultados:** Examina a lucratividade da empresa, incluindo receitas, custos e lucros.

- **Fluxo de Caixa:** Analisa a capacidade da empresa de gerar caixa para sustentar operações, pagar dívidas e investir.

2. Indicadores Financeiros:

- **Preço/Lucro (P/L):** Relação entre o preço da ação e o lucro por ação.

- **Preço/Valor Patrimonial (P/VPA):** Compara o preço da ação ao valor contábil da empresa.

- **Dividend Yield:** Rendimento dos dividendos pagos em relação ao preço da ação.

3. Análise Qualitativa:

- **Gestão e Governança Corporativa:** Avalia a competência da administração e práticas de governança.

- Posição Competitiva: Examina a posição da empresa no setor, vantagens competitivas e barreiras de entrada.

- Perspectivas de Crescimento: Considera o potencial de crescimento futuro, inovação e estratégias de expansão.

4. Fatores Macroeconômicos:

- Condições Econômicas Gerais: Inclui taxas de juros, inflação e crescimento econômico.

- Setor de Atuação: Analisa tendências e condições específicas do setor em que a empresa opera.

Vantagens:

- Foca no valor intrínseco a longo prazo.
- Baseia-se em dados concretos e mensuráveis.
- Pode identificar ações subvalorizadas com potencial de crescimento.

Desvantagens:

- Pode ser complexa e demorada.
- Depende da precisão das informações financeiras divulgadas.

Análise Técnica

Objetivo: Prever os movimentos de preço de uma ação com base em dados históricos de preços e volume de negociação.

Elementos Principais:

1. Gráficos de Preço:

- *Candlestick*: Representa os movimentos de preço, mostrando abertura, fechamento, alta e baixa.

- Linha: Conecta os preços de fechamento ao longo do tempo.

2. Indicadores Técnicos:

- Médias Móveis: Suavizam os dados de preço para identificar tendências. Ex: Média Móvel Simples (SMA), Média Móvel Exponencial (EMA).

- Índice de Força Relativa (RSI): Mede a velocidade e a mudança dos movimentos de preço.

- MACD (*Moving Average Convergence Divergence*): Indica mudanças na força, direção e duração de uma tendência.

- Bandas de *Bollinger*: Usadas para medir a volatilidade do mercado e identificar condições de sobrecompra ou sobrevenda.

3. Padrões Gráficos:

- Tendências: Identificação de tendências de alta (*bullish*) ou baixa (*bearish*).

- Suporte e Resistência: Níveis de preço onde o movimento tende a parar e reverter.

- Padrões de Continuação e Reversão: Como cabeça e ombros, triângulos, bandeiras etc.

Vantagens:

- Pode ser aplicada a curto prazo.

- Não depende da análise fundamental da empresa.

- Utiliza dados históricos objetivos.

Desvantagens:

- Pode gerar sinais contraditórios.

- Baseia-se em suposições de os padrões passados se repetirem.

- Pode ser influenciada por "ruído" do mercado.

Qual Abordagem Obtém Melhor Resultado?

A eficácia de cada abordagem depende do contexto e das condições de mercado:

1. Análise Fundamentalista:

- Geralmente mais adequada para investimentos em longo prazo.

- Foca em identificar empresas com bons fundamentos, potencial de crescimento e valor intrínseco.

2. Análise Técnica:

- Mais adequada para operações de curto prazo, como *day trading* e *swing trading*.
- Utilizada para capturar movimentos de preço e explorar volatilidade.

Conclusão:

- Investidores a Longo Prazo: Tendem a preferir a análise fundamentalista devido ao foco no valor intrínseco e no potencial de crescimento sustentável.
- *Traders* a Curto Prazo: Preferem a análise técnica para aproveitar a volatilidade do mercado e os movimentos de preço.

Muitos investidores e *traders* combinam ambas as abordagens para tomar decisões mais informadas. Por exemplo, *usam a análise fundamentalista para selecionar ações de qualidade e a análise técnica para otimizar os pontos de entrada e saída*. A escolha da abordagem depende dos objetivos do investidor, horizonte temporal e preferências individuais.

Obras do Autor com links para download

Fernando Nogueira da Costa (org.) – *Dossier 30 Anos Após o Plano Real*. jun 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Economês e Financês: Jargão Profissional*. maio 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Riqueza Mundial – Alocação na Economia Global* - abr 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Brasil Rico com Brasileiros Pobres* - mar 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Inteligência Artificial em Finanças* – mar 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Crítica da Economia Sem Finanças* – fev 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Bancos e Banquetas* – Edição Reduzida – 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Capitalismo Financeiro Tardio* – Edição Atualizada – 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Economia Brasileira Contemporânea* – jan 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Conhecimento é Dívida* – jan 2024

Fernando Nogueira da Costa – *Armadilha do Identitarismo: Uma Resenha* – dez 2023

Fernando Nogueira da Costa – *Brasil Urbano: Estratégia de Sobrevivência em Serviços* – nov 2023

Fernando Nogueira da Costa – *Economia e Política Argentina* – nov 2023

Fernando Nogueira da Costa – *Análise de Complexidade via Consistência entre Fluxos e Estoques* – out 2023

Fernando Nogueira da Costa – Macroeconomistas Comparados: Keynes X Kalecki out 2023

Fernando Nogueira da Costa – Keynes, Filósofo Social set 2023

Fernando Nogueira da Costa – *Financistas Comparados: Hyman Minsky e Ray Dalio. setembro 2023.*

Fernando Nogueira da Costa – Aprendizagem Humana com Aprendizagem de Máquina para Abordagem Sistêmica Financeira. julho 2023

Fernando Nogueira da Costa – Finanças. maio 2023

Fernando Nogueira da Costa – Capitalismo Financeiro Tardio. maio 2023

Fernando Nogueira da Costa – Ciclos Históricos Longas Ondas e Tendências Demográficas. mar 2023

Fernando Nogueira da Costa – Cartilha de Finanças Pessoais. 2023

Fernando Nogueira da Costa – Tradução de Clara E. Mattei. A Ordem do Capital. nov 2022

Fernando Nogueira da Costa – Escrituração do Patrimônio Financeiro. nov 2022

Fernando Nogueira da Costa – Fatos e Dados contra Mentiras Eleitoreiras. out 2022

Fernando Nogueira da Costa – Livro Negro do Desumano. out 2022

Fernando Nogueira da Costa – Rede de Apoio e Enriquecimento set 2022

Fernando Nogueira da Costa – Von Mises e Ciclo de Crédito. agosto 2022

Fernando Nogueira da Costa – Efeito Rede em Sistema de Contabilidade de Riqueza. agosto 2022

Fernando Nogueira da Costa – Cartalismo e Finanças Funcionais. julho 2022

Fernando Nogueira da Costa – Tradução de Complexidade e a Arte da Política Pública. julho 2022

Fernando Nogueira da Costa – Tradução de Grande Reversão Demográfica. julho 2022

Fernando Nogueira da Costa – Tempo e Dinheiro em Compras e Vendas a Prazo. julho 2022

Fernando Nogueira da Costa – Bancos: Financiamento e Missão Social. junho 2022

Fernando Nogueira da Costa – Inflação e Transmissão da Política de Juros. junho 2022

Fernando Nogueira da Costa – La Banca Brasileira – Sistema Bancário Complexo. maio 2022.

Fernando Nogueira da Costa - Liberalismo X Esquerdismo. abril 2022

Fernando Costa. O Banqueiro Comunista. Versão Livro. março 2022

Fernando Nogueira da Costa – Diagnóstico do Estado Atual da Economia Brasileira. fev 2020.

Fernando Nogueira da Costa – Regras ou Arbítrio na Fixação da Taxa de Juros – Padrões e Ruídos. fev 2022

Fernando Nogueira da Costa – Fontes e Usos de Dados – Renda – Despesas – Dívida – Aplicações. fev 2022

Fernando Nogueira da Costa – Economia como Componente de Sistema Complexo Adaptativo. fev 2022

Fernando Nogueira da Costa – Dívida Pública e Dívida Social. jan 2022

Fernando Nogueira da Costa – The Economist – Seis Grandes Ideias. dez 2021

Fernando Nogueira da Costa – Economia da Complexidade Comportamental Institucional e da Felicidade – dez 2021

Fernando Nogueira da Costa – Segredo do Negócio Capitalista - nov 2021

Fernando Nogueira da Costa – Transdisciplinaridade - out 2021

Fernando Nogueira da Costa - Tradução de Extratos do Livro de Karen Petrou - Motor da Desigualdade. 2021

Fernando Nogueira da Costa – Post-Keynesianism and Horizontalism. Reedição bilíngue do original publicado em 2001.

Fernando Nogueira da Costa. Socialismo e Democracia segundo Schumpeter. setembro 2021

Fernando Nogueira da Costa. Evolução Sistêmica Financeira. setembro 2021

Fernando Nogueira da Costa. Tradução de Futuro do Emprego. setembro 2021

Fernando Nogueira da Costa. Ortodoxia X Heterodoxia na Economia. setembro 2021

Fernando Nogueira da Costa. Formação e Mercado de Trabalho de Economistas. setembro 2021

Fernando Nogueira da Costa. *Economia de Mercado de Capitais à Brasileira*. agosto 2021

Fernando Nogueira da Costa. Política e Planejamento Econômico. julho 2021

Fernando Nogueira da Costa. Política Econômica e Planejamento Volume I. julho 2021

Fernando Nogueira da Costa. Política Econômica e Planejamento Volume II. julho 2021

Fernando Nogueira da Costa. Socialismo. junho 2021

Fernando Nogueira da Costa. *Conduzir para não ser Conduzido – Crítica à Ideia de Financeirização*. maio 2021

Fernando Nogueira da Costa. *Estudo do Plano Biden*. Blog Cidadania & Cultura. abril 2021

Thomas Piketty e outros. Tradução de extratos de: Clivagens Políticas e Desigualdades Sociais. abril 2021

Fernando Nogueira da Costa. *Castas e Párias*. Blog Cidadania & Cultura. março de 2021

Fernando Nogueira da Costa. *Finanças Comportamentais para Trabalhadores*. Blog Cidadania & Cultura; março de 2021.

Fernando Nogueira da Costa. *Cartilha de Finanças Pessoais*. Blog Cidadania & Cultura; março de 2021.

Fernando Nogueira da Costa. *Por Uma Teoria Alternativa da Moeda*. Tese de Livre Docência, defendida 1994 e reeditada em março de 2021.

Fernando Nogueira da Costa. Tradução Comentada do livro de Richard Hildreth. *História dos Bancos*. março 2021.

Fernando Nogueira da Costa. Tradução de Resumo do livro de John Zysman. *Governos Mercados e Crescimento – Sistemas Financeiros e Política Industrial*. fevereiro 2021.

Fernando Nogueira da Costa. *Bancos e Banquetas: Evolução do Sistema Bancário com Inovações Tecnológicas e Financeiras*. janeiro 2021

Fernando Nogueira da Costa. *Aprendizagem e Ensino de Economia*. dezembro 2020.

Fernando Nogueira da Costa. Tradução e Resumo da História de Wall Street. novembro de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Breve História Comparativa de Bancos de Negócios*. Blog Cidadania e Cultura, novembro 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Metodologias em Economia: Apostila com Extratos de Traduções*. outubro de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *O Trabalho: Capital Acumulado*. julho de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Grande Depressão Deflacionária*. junho 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Vamos Salvar o Brasil*. junho de 2020

RAY DALIO e outros. Tradução: *Populismo – Falar em Nome do Povo*. Junho 2020.

RAY DALIO. Tradução: *Crise da Grande Dívida*. 2019.

Fernando Nogueira da Costa. *Mercados e Planejadores Imperfeitos*. Blog Cidadania e Cultura; maio de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Bancos Estatais sob Estado Mínimo*. Blog Cidadania e Cultura; abril de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Pensamento Sistêmico sobre Complexidade*. Campinas Blog Cultura e Cidadania; abril de 2020

Fernando Nogueira da Costa. *Capital e Dívida: Dinâmica do Sistema Capitalista*. março de 2020

Fernando Nogueira da Costa (org.). *Economia em Documentários: Coletânea de Textos para Discussão em Seminários*; março de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Economia em 10 Lições – 2a. Edição* fevereiro de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Economia Monetária e Financeira 2a. Edição* Revista janeiro de 2020.

Fernando Nogueira da Costa. *Ciclo: Intervalo entre Crises*. 2019

A Professora (Maria da Conceição Tavares) e seu Livro. 2019

Fernando Nogueira da Costa. *Estado da Arte da Economia*. 2019

Fernando Nogueira da Costa. *A Vida está Difícil. Lide com Isso*. 2019

Fernando Nogueira da Costa. *Cartilha de Finanças Pessoais*. 2019.

Fernando Nogueira da Costa. *Crônicas Econômicas: debater, bater rebater e combater*. 2018

Fernando Nogueira da Costa. *Pensar o Brasil no século XXI*. 2018

Fernando Nogueira da Costa. *Intérpretes do Brasil*. 2018

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Sociologia e Comportamentos*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Política*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – História Geral*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – História dos Povos*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – História do Brasil*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Finanças*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Economia Mundial*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Economia*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Ciência e Filosofia da Mente*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Biografia e Futebol*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Arte de Comunicar*

Fernando Nogueira da Costa – *Leituras de Cabeceira – Arte do Roteiro*

Fernando Nogueira da Costa – *Complexidade Brasileira: Abordagem Multidisciplinar*

Fernando Nogueira da Costa – *Métodos de Análise Econômica*

Fernando Nogueira da Costa – *Ensino de Economia na Escola de Campinas – Memórias*

Fernando Nogueira da Costa. *Bancos Públicos no Brasil. São Paulo: Editora FPA - Coleção FENAE; 2016.*

Fernando Nogueira da Costa – *Ensino e Pesquisa em Economia*

Costa, F.N. (coord.), Costa, C.A.N., Oliveira, G.C. – *Mercado de Cartões de Pagamento no Brasil* – 10.09.2010

Fernando Nogueira da Costa – Banco do Brasil 200 Anos 1964-2008

Sobre o Autor

Fernando Nogueira da Costa é Professor Titular do IE-UNICAMP, onde é professor desde 1985.

Participou da direção estratégica de empresa pública como Vice-presidente de Finanças e Mercado de Capitais da Caixa Econômica Federal, entre fevereiro de 2003 e junho de 2007. No mesmo período, representou a Caixa como Diretor-executivo da FEBRABAN - Federação Brasileira de Bancos.

Publicou os livros *Ensaio de Economia Monetária*, em 1992, *Economia Monetária e Financeira: Uma Abordagem Pluralista*, em 1999, finalista do Prêmio Jabuti, *Economia em 10 Lições*, em 2000 – esses dois com segunda edição digital –, *Brasil dos Bancos*, em 2012 pela EDUSP (Primeiro Lugar no XVIII Prêmio Brasil de Economia do COFECON - Conselho Federal de Economia em 2012 e finalista do Prêmio Jabuti 2013 na área de Economia, Administração e Negócios), *Bancos Públicos do Brasil* (FPA-FENAE, 2016), *200 Anos do Banco do Brasil: 1964-2008* (2008, edição eletrônica), *Métodos de Análise Econômica* (Editora Contexto: 2018); *Ensino de Economia na Escola de Campinas: Memórias* (IE-UNICAMP: 2018); *Complexidade Brasileira: Abordagem Multidisciplinar* (IE-UNICAMP; 2018). Disponibiliza em seu blog cerca de cem livros digitais de sua autoria ou de traduções. Escreveu muitos capítulos de livros e artigos em revistas especializadas. Coordenou e escreveu capítulos do livro sobre *Mercado de Cartões de Pagamento no Brasil* (ABECS).

Palestrante com inúmeras palestras em Universidades, Sindicatos, Associações Patronais, Bancos etc. Coordenador da área de Economia na FAPESP de 1996 a 2002.

Publicou artigos em jornais de circulação nacional. Atualmente, posta em conhecidos sites como GGN, Fórum 21 e A Terra é Redonda.

Seu blog (<http://fernandonogueiracosta.wordpress.com/>), desde 22/01/2010, recebeu mais de 10 milhões visitas.