

O Legado Intelectual de Paul Samuelson na Era da IA



Produzido por:

Vítor Lima

Partner na Crivosoft, Lda

Coordenador do MBA em Marketing Digital e eCommerce, no
ISLA Santarém - Instituto Politécnico



Introdução

A teoria económica, tal como a conhecemos hoje, foi profundamente moldada pelos trabalhos de Paul Samuelson, cuja síntese neoclássica estabeleceu um paradigma dominante ao integrar as ideias keynesianas de curto prazo com a tradição marginalista da escola neoclássica.

Paralelamente, a matematização da economia promovida por Samuelson consolidou uma abordagem formalista que transformou a disciplina num campo de modelagem quantitativa e previsível.

No entanto, com o advento da inteligência artificial (IA) e o surgimento de novas formas de análise empírica, algoritmos avançados e economia computacional, as bases sobre as quais a economia moderna se assentou estão a ser questionadas.

As noções de racionalidade económica, equilíbrio geral e previsibilidade dos mercados, pilares centrais da síntese neoclássica, enfrentam desafios conceituais e metodológicos na era da automatização e da aprendizagem de máquina.

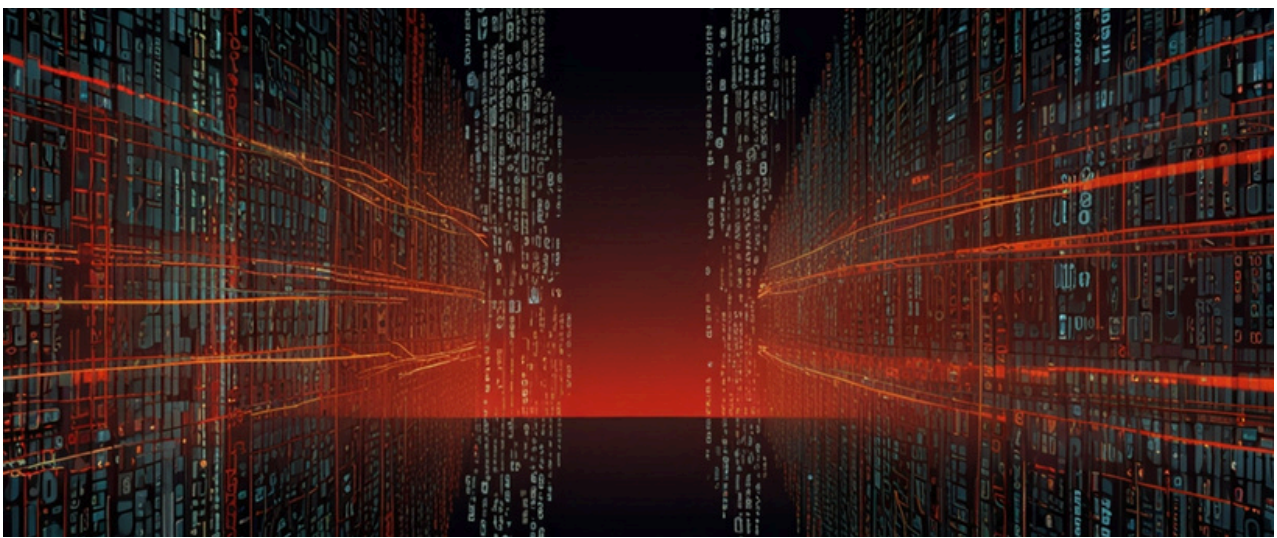
Este ensaio propõe uma reflexão crítica sobre a validade das teorias de Paul Samuelson no século XXI, com especial atenção para a influência da inteligência artificial sobre a formulação e interpretação dos modelos económicos.

A interseção entre IA e economia desafia pressupostos fundamentais do pensamento económico tradicional, em especial a racionalidade dos agentes, a previsibilidade dos ciclos económicos e a aplicabilidade de equações diferenciais e modelos estatísticos clássicos na previsão de fenómenos económicos complexos.

A utilização de machine learning e big data, por exemplo, sugere uma abordagem alternativa ao modelo racional de tomada de decisões, aproximando-se mais de heurísticas comportamentais e da teoria da complexidade (Arthur, 2021; Brynjolfsson & McAfee, 2017).

A relevância deste debate pode ser compreendida à luz de teorias sociológicas contemporâneas que exploram o impacto das tecnologias disruptivas sobre as estruturas sociais e económicas.

Anthony Giddens (1990) argumenta que a modernidade tardia se caracteriza por um alto grau de reflexividade institucional, no qual avanços científicos não só transformam as dinâmicas sociais, mas também reconfiguram os próprios fundamentos sobre os quais a sociedade se organiza.



Assim, a emergência da IA na formulação de políticas económicas e no comportamento dos mercados pode ser interpretada como um fenómeno de “desancoragem epistemológica”, onde os modelos tradicionais perdem parte da sua aplicabilidade ao enfrentarem novas formas de processamento de informação e previsão económica.

Outro ponto essencial é a influência da IA sobre a modelagem económica.

Enquanto Samuelson consolidou a visão da economia como uma ciência exata, comparável à física newtoniana, a IA sugere um deslocamento em direção a uma economia baseada em sistemas complexos e adaptativos (Tsfatsion & Judd, 2006).

A abordagem clássica baseada em equações diferenciais e no equilíbrio geral enfrenta dificuldades diante de sistemas dinâmicos e não lineares que caracterizam os mercados modernos, onde os algoritmos e agentes artificiais interagem de formas que desafiam a previsibilidade tradicional.

Pierre Bourdieu (1997) destaca que as práticas económicas estão enraizadas em hábitos sociais e estruturais, sugerindo que a IA não só altera a modelagem matemática da economia, mas também as próprias interações sociais e económicas sobre as quais estes modelos se baseiam.

Diante deste cenário, este ensaio está estruturado em três partes.

A primeira revisita os fundamentos da síntese neoclássica e da matematização da economia promovida por Paul Samuelson, destacando os seus impactos e limitações.

A segunda analisa os desafios impostos pela inteligência artificial, abordando temas como economia computacional, racionalidade algorítmica e a viabilidade dos modelos de equilíbrio geral.

Por fim, a terceira parte reflete sobre o futuro da economia na era da IA, investigando se a estrutura teórica samuelsoniana pode ser reformulada ou se será gradualmente substituída por novos paradigmas baseados em machine learning e modelagem adaptativa.

Em última instância, este ensaio procura responder a uma questão central: as contribuições de Paul Samuelson ainda são válidas para a economia do século XXI, ou a ascensão da inteligência artificial representa um ponto de rutura epistemológica?

Para tanto, será utilizada uma abordagem interdisciplinar que combina economia, sociologia e ciência da computação, proporcionando uma análise profunda e crítica sobre um dos debates mais relevantes da atualidade.

1.A Síntese Neoclássica: Fundamentos e Impacto

A síntese neoclássica, formulada por Paul Samuelson no século XX, representa um dos marcos mais significativos da teoria económica moderna.

O seu principal objetivo foi integrar as ideias keynesianas de curto prazo à estrutura analítica neoclássica, proporcionando uma estrutura teórica que harmonizasse a intervenção estatal na economia com a eficiência dos mercados no longo prazo (Samuelson, 1948).

Esta abordagem tornou-se dominante no ensino e na formulação de políticas económicas, influenciando decisivamente as decisões de governos e instituições financeiras internacionais.

No entanto, com o avanço da inteligência artificial (IA), os seus fundamentos são progressivamente questionados, exigindo uma reavaliação crítica da sua validade no século XXI.



1.1. O Papel da Racionalidade e do Equilíbrio Geral

A síntese neoclássica parte de dois pilares fundamentais: a hipótese da racionalidade dos agentes e a tendência dos mercados para o equilíbrio.

Inspirada na tradição neoclássica, assume que os indivíduos maximizam a sua utilidade e as firmas maximizam o seu lucro, interagindo em mercados que, quando não sujeitos a falhas, convergem para um equilíbrio eficiente.

O conceito de equilíbrio geral, originalmente desenvolvido por Walras e melhorado por Arrow e Debreu (1954), forneceu a base matemática para esta visão, sustentando a ideia de que os mercados, se deixados a si mesmos, alcançam resultados eficientes sob condições ideais.

Entretanto, esta conceção de racionalidade enfrenta críticas crescentes diante do desenvolvimento de algoritmos avançados e aprendizagem de máquina.

A IA desafia a noção de que os agentes económicos tomam decisões baseadas em cálculos racionais previsíveis, pois os modelos contemporâneos indicam que as decisões são frequentemente baseadas em padrões emergentes de aprendizagem e adaptação, muitas vezes alheios à lógica puramente racional (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Além disso, a teoria da complexidade sugere que os mercados funcionam mais como sistemas dinâmicos não lineares do que como estruturas de equilíbrio previsíveis (Arthur, 2021).

Do ponto de vista sociológico, Pierre Bourdieu (1997) argumenta que as decisões económicas são condicionadas por estruturas sociais e pelo habitus, sugerindo que o comportamento dos agentes não pode ser reduzido a meros cálculos racionais.

A IA, ao processar grandes volumes de dados e identificar padrões ocultos, está a desafiar esta visão tradicional ao demonstrar que o comportamento económico pode ser amplamente influenciado por fatores heurísticos e interações complexas que escapam aos modelos formais da síntese neoclássica.

1.2. A Compatibilização entre Keynesianismo e Neoclassicismo

A grande inovação da síntese neoclássica foi a sua tentativa de conciliar a macroeconomia keynesiana com a microeconomia neoclássica.

Enquanto Keynes enfatizava as falhas dos mercados e a necessidade de intervenção estatal para garantir o pleno emprego, os economistas neoclássicos defendiam que os mercados, no longo prazo, corrigiam desequilíbrios sem necessidade de intervenção.

Samuelson propôs um modelo híbrido no qual políticas fiscais e monetárias poderiam corrigir desvios no curto prazo, mas, no longo prazo, as forças de mercado predominariam (Samuelson, 1948).

Esta síntese dominou a formulação de políticas económicas por décadas, mas o seu alcance é cada vez mais contestado num mundo onde a IA transforma radicalmente os mecanismos de alocação de recursos.

Algoritmos de trading automatizado, por exemplo, desafiam a dicotomia entre curto e longo prazo ao operar em escalas temporais inéditas, tornando irrelevante a distinção tradicional entre ciclos económicos de diferentes durações (Shiller, 2019).

Além disso, a automatização e o uso de big data para prever tendências económicas sugerem que a intervenção governamental baseada em modelos estáticos pode ser menos eficaz do que estratégias adaptativas conduzidas por IA (Agrawal, Gans & Goldfarb, 2018).

Do ponto de vista sociológico, Anthony Giddens (1990) sugere que a modernidade tardia é caracterizada por uma crescente reflexividade institucional, onde novas tecnologias transformam radicalmente as estruturas sociais e económicas.

A economia baseada em IA pode estar a levar a um deslocamento estrutural na forma como as intervenções macroeconómicas são concebidas, questionando a própria lógica da síntese neoclássica.

Se as políticas económicas tradicionais se baseiam na análise histórica de padrões passados, a IA permite a adaptação contínua, tornando a formulação de políticas um processo dinâmico e altamente responsivo.

1.3. Limitações da Síntese Neoclássica

Embora a síntese neoclássica tenha sido fundamental para a consolidação da economia como ciência social quantitativa, as suas limitações tornam-se cada vez mais evidentes diante das transformações tecnológicas.



Entre as suas principais críticas contemporâneas, destacam-se:

1. A Falácia da Racionalidade Perfeita – A IA e as ciências cognitivas demonstraram que a tomada de decisão humana é frequentemente irracional e sujeita a vieses (Kahneman, 2011). Modelos de aprendizagem de máquina, ao analisarem grandes conjuntos de dados, revelam padrões de comportamento económico que não podem ser explicados por premissas de maximização racional;

2. A Fragilidade do Equilíbrio Geral – A emergência de mercados digitais e descentralizados torna o conceito de equilíbrio geral cada vez menos aplicável. Sistemas económicos modernos são caracterizados por fluxos de informação assimétricos e dinâmicas emergentes que não convergem necessariamente para estados de equilíbrio (Arthur, 2021);

3. O Papel Decrescente da Intervenção Estatal Tradicional – Se a síntese neoclássica defende a intervenção estatal como mecanismo corretivo no curto prazo, a IA sugere a possibilidade de mecanismos de autorregulação baseados em inteligência distribuída. Plataformas digitais e moedas descentralizadas, por exemplo, desafiam a centralidade do Estado na gestão económica;

4. A Nova Economia dos Algoritmos – A introdução da IA nos mercados financeiros, na gestão de risco e na formulação de políticas económicas cria um novo paradigma no qual as decisões são tomadas não só por humanos, mas por sistemas autónomos, minando as bases tradicionais da teoria económica (Agrawal et al., 2018).

Diante destas transformações, a validade da síntese neoclássica precisa de ser reconsiderada.

O advento da IA desafia os seus pressupostos fundamentais, mas também sugere novas formas de organização económica baseadas em aprendizagem contínua, descentralização e adaptação em tempo real.

Como afirmam Brynjolfsson e McAfee (2017), a economia digital emergente exige uma revisão profunda dos modelos tradicionais, pois os algoritmos e a automatização estão a reformular a lógica da produção, do consumo e da distribuição de riqueza.

A próxima seção deste ensaio explorará a matematização da economia promovida por Samuelson e os desafios que a IA impõe a este modelo analítico, aprofundando a discussão sobre o futuro da economia na era dos algoritmos e do big data.

2. A Matemática na Economia Moderna: A Revolução Samuelsoniana

A matematização da economia foi uma das transformações mais profundas na história da disciplina, consolidando-a como uma ciência formal com rigor lógico e previsibilidade quantitativa.

Paul Samuelson desempenhou um papel central neste processo, ao introduzir a metodologia da física matemática na teoria económica e estabelecer modelos baseados em equações diferenciais, otimização e teoria dos jogos.

A sua obra *Foundations of Economic Analysis* (1947) é considerada um divisor de águas, pois argumentava que a economia deveria basear-se nos mesmos princípios de rigor matemático que caracterizavam as ciências naturais.

No entanto, com o avanço da inteligência artificial (IA) e a crescente utilização de modelos computacionais baseados em machine learning e big data, a validade desta abordagem formalista tem sido questionada.

Se a matematização samuelsoniana transformou a economia num campo previsível e analítico, a era da IA sugere um deslocamento para um paradigma mais adaptativo, não linear e baseado em redes neurais e aprendizagem profunda.

Este capítulo investiga as contribuições e limitações da revolução matemática promovida por Samuelson à luz destas novas transformações tecnológicas e epistemológicas.

2.1. A Formalização da Economia como Ciência Exata

Antes de Samuelson, a economia era amplamente dominada por métodos verbais e intuitivos, embora algumas escolas, como o marginalismo, já utilizassem ferramentas matemáticas.

Samuelson elevou esta tendência a um novo patamar ao propor que a economia deveria ser estruturada como um sistema de equações diferenciais, onde a análise de equilíbrio e os conceitos de otimização tornavam os processos económicos mais previsíveis e testáveis (Samuelson, 1947).



A formalização da economia gerou impactos duradouros:

1. Modelos de Equilíbrio e Otimização – O uso de matemática avançada permitiu a formulação de modelos como o de equilíbrio geral de Arrow-Debreu (1954), que estabeleceu a base para a teoria da alocação eficiente de recursos em mercados concorrenciais;

2. Previsibilidade e Análise Comparativa – A matemática possibilitou a realização de análises comparativas de estática e dinâmica, permitindo a modelagem de cenários alternativos e impactos de políticas económicas;

3. A Revolução na Teoria do Consumidor e da Firma – O uso de funções de utilidade e produção matematicamente definidas melhorou o entendimento do comportamento dos agentes económicos.

Esta abordagem transformou a economia numa disciplina com ferramentas rigorosas e aplicáveis, mas também a afastou da realidade empírica em certos aspetos.

A IA, ao processar grandes volumes de dados em tempo real, introduz um novo paradigma que questiona a validade de modelos puramente matemáticos e determinísticos.

2.2. A Modelagem Económica e as Suas Limitações na Era da IA

A matematização promovida por Samuelson teve enorme sucesso na construção de modelos explicativos e preditivos, mas enfrenta dificuldades crescentes diante da complexidade dos sistemas económicos modernos.

O uso de IA desafia algumas das premissas fundamentais dos modelos samuelsonianos, especialmente nas seguintes áreas:

2.2.1. Modelos Determinísticos vs. Aprendizagem Adaptativa

A abordagem tradicional da economia assume que os agentes seguem regras racionais e que os modelos podem ser resolvidos por sistemas de equações matemáticas fechadas.

No entanto, a IA introduz uma lógica probabilística baseada em aprendizagem contínua.

Algoritmos de machine learning podem identificar padrões económicos que escapam às equações diferenciais tradicionais, ajustando previsões conforme os novos dados emergem (Agrawal, Gans & Goldfarb, 2018).

Exemplo disso é o mercado financeiro, onde algoritmos de trading de alta frequência já substituíram modelos estatísticos clássicos, utilizando aprendizagem de máquina para prever oscilações de mercado de forma dinâmica (Shiller, 2019).

Este novo paradigma sugere que o rigor matemático samuelsoniano pode ser insuficiente para lidar com a economia moderna, onde as variáveis são interdependentes e sujeitas a mudanças constantes.

2.2.2. A Complexidade dos Sistemas Económicos

A economia tradicional baseia-se na hipótese de equilíbrio geral, onde os mercados tendem a estados previsíveis de eficiência.

Entretanto, a IA demonstrou que os sistemas económicos funcionam de forma muito mais complexa, com interações caóticas e efeitos de rede difíceis de modelar por equações diferenciais convencionais.

Brian Arthur (2021), um dos principais expoentes da teoria da complexidade, argumenta que os mercados funcionam como ecossistemas adaptativos, onde padrões emergem de interações descentralizadas entre agentes e algoritmos.

Do ponto de vista sociológico, Anthony Giddens (1990) sugere que a modernidade tardia se caracteriza por um alto grau de reflexividade institucional, no qual a própria modelagem económica influencia o comportamento dos agentes.

Na era da IA, esta reflexividade intensifica-se, pois as previsões económicas feitas por algoritmos impactam diretamente as ações dos investidores, criando ciclos de retroalimentação impossíveis de prever com modelos tradicionais.

2.2.3. A Economia Além das Equações: O Papel da Big Data

Outra limitação dos modelos samuelsonianos está na dependência de equações analíticas para prever fenómenos económicos.

Com a IA, as previsões económicas estão cada vez mais baseadas na análise de grandes volumes de dados, sem necessidade de modelos teóricos explícitos.

Algoritmos podem detetar relações estatísticas complexas entre variáveis sem a necessidade de hipóteses estruturais prévias, tornando obsoleta a procura por funções matemáticas fixas para descrever o comportamento económico (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Tal conecta-se à crítica sociológica de Pierre Bourdieu (1997), que argumenta que os modelos económicos tradicionais muitas vezes ignoram o papel das estruturas sociais e culturais nas decisões económicas.

A IA, ao incorporar dados comportamentais e psicossociais em larga escala, desafia a abordagem reducionista da matemática samuelsoniana ao revelar camadas de decisão que não podem ser descritas apenas por maximização racional e equilíbrio de mercado.

2.3. O Futuro da Modelagem Económica

Diante deste novo cenário, o futuro da matemática na economia pode seguir três caminhos principais:

1. Hibridização de Modelos – Em vez de substituir completamente os modelos matemáticos tradicionais, a IA pode atuar como uma ferramenta complementar, fornecendo previsões mais precisas e permitindo ajustes dinâmicos nos modelos clássicos;

2. Ascensão da Economia Computacional – A abordagem puramente matemática pode ser gradualmente substituída por métodos baseados em simulação computacional e agentes artificiais, permitindo a modelagem de economias inteiras de forma mais realista (Tesfatsion & Judd, 2006);

3. O Fim da Modelagem Analítica? – Alguns teóricos argumentam que a economia pode tornar-se uma ciência inteiramente baseada em dados, onde a inferência estatística substitui os modelos formais e a IA assume o papel principal na formulação de previsões e políticas económicas (Arthur, 2021).

Desta forma, a revolução matemática promovida por Samuelson permanece como um marco fundamental na história da economia, mas enfrenta desafios profundos na era da inteligência artificial.

A matematização da economia trouxe rigor e previsibilidade, mas a ascensão da IA sugere que a disciplina precisa evoluir para incorporar novas formas de modelagem baseadas em aprendizagem adaptativa, redes neurais e análise de big data.

A próxima seção do ensaio explorará como a IA está a transformar os próprios fundamentos da teoria económica, questionando a validade de conceitos centrais da síntese neoclássica e apontando para um novo paradigma económico.

3. A Inteligência Artificial e a Revisão da Racionalidade Económica

A racionalidade económica tem sido um dos pilares fundamentais da economia moderna, desde a teoria neoclássica até a síntese proposta por Paul Samuelson.

A ideia de que os agentes económicos tomam decisões maximizando a sua utilidade, de forma previsível e lógica, sustentou a formulação de modelos matemáticos rigorosos e a implementação de políticas económicas baseadas na otimização de recursos.



Entretanto, o avanço da inteligência artificial (IA) está a desafiar esta conceção, ao revelar que a tomada de decisão pode ser conduzida por processos não racionais, heurísticos e altamente adaptativos.

Este capítulo analisa como a IA está a reformular a noção de racionalidade económica, questionando os pressupostos da síntese neoclássica e abrindo caminho para novas abordagens baseadas em aprendizagem de máquina, complexidade e redes neurais.

Além da perspetiva económica, examinaremos como as teorias sociológicas auxiliam na compreensão dessa transformação.

3.1. A Racionalidade na Tradição Samuelsoniana

A economia tradicional baseia-se na hipótese da racionalidade, segundo a qual os agentes possuem informações perfeitas (ou pelo menos suficientes) e tomam decisões de forma lógica e previsível.

Esta visão remonta a Adam Smith e foi formalizada pela teoria da utilidade marginal no século XIX, culminando na abordagem matemática de Samuelson, que introduziu a maximização da utilidade e a otimização dinâmica como fundamentos do comportamento económico (Samuelson, 1947).

A racionalidade económica, dentro deste arcabouço, depende de três pressupostos principais:

1. Consistência nas preferências – Os agentes possuem preferências bem definidas e transitivas (se A é preferido a B, e B é preferido a C, então A é preferido a C);

2. Maximização da utilidade ou do lucro – Consumidores e firmas procuram otimizar as suas escolhas dentro das restrições de rendimento e produção;

3. Acesso e processamento de informações – Os agentes podem obter informações relevantes e utilizá-las de forma lógica para tomar decisões ótimas.

Esta abordagem permitiu que a economia se tornasse uma ciência formal e quantitativa, mas também gerou críticas, especialmente diante das evidências empíricas de que os seres humanos não tomam decisões de forma estritamente racional.

A ascensão da IA intensificou este debate, ao demonstrar que modelos baseados em aprendizagem de máquina podem superar a racionalidade humana em previsibilidade e eficiência, muitas vezes operando de formas que escapam à lógica tradicional da maximização de utilidade.

3.2. A IA e o Colapso da Racionalidade Económica Tradicional

Com o desenvolvimento de algoritmos avançados e redes neurais, tornou-se evidente que a tomada de decisão económica não se encaixa nos modelos tradicionais de racionalidade.

Algumas das principais formas como a IA desafia esta visão incluem:

3.2.1. A Economia dos Algoritmos e a Tomada de Decisão Heurística

Os avanços em IA demonstram que a decisão económica pode ser mais bem compreendida por meio de heurísticas adaptativas, em vez de modelos rígidos de otimização matemática.

A pesquisa de Daniel Kahneman (2011), que lhe rendeu o Prémio Nobel, já havia indicado que a tomada de decisão humana é repleta de vieses cognitivos e que muitas escolhas são feitas com base em regras de bolso (heurísticas) em vez de cálculos racionais complexos.

A IA reforça esta visão ao processar quantidades massivas de dados e tomar decisões sem seguir necessariamente um modelo económico tradicional.

Algoritmos de aprendizagem de máquina, por exemplo, não utilizam funções explícitas de utilidade, mas detetam padrões ocultos em dados históricos e ajustam as suas decisões em tempo real (Agrawal, Gans & Goldfarb, 2018).

Isto contrasta fortemente com a visão samuelsoniana de agentes maximizadores e sugere que a racionalidade económica pode ser melhor compreendida como um processo emergente e contextual, e não como uma otimização estática.

Do ponto de vista sociológico, Pierre Bourdieu (1997) argumenta que as decisões económicas são profundamente influenciadas por estruturas sociais e culturais, algo que a IA, ao analisar grandes volumes de dados comportamentais, tem sido capaz de evidenciar.

Desta forma, a IA não só desafia a racionalidade tradicional, mas também permite um entendimento mais profundo das influências externas sobre as decisões económicas.

3.2.2. O Papel da Informação e a Ascensão da Racionalidade Artificial

Outro pressuposto central da síntese neoclássica é que os agentes possuem acesso a informações que lhes permitem tomar decisões racionais.

Contudo, no mundo real, a informação é frequentemente imperfeita e assimétrica.

George Akerlof (1970) demonstrou que mercados com assimetria informacional podem levar a falhas sistêmicas, como no caso dos mercados de “limões” (carros usados de baixa qualidade).

A IA está a transformar esta dinâmica ao criar mercados onde a assimetria informacional não se dá entre humanos, mas entre humanos e algoritmos.

Com o uso de big data e aprendizagem profunda, empresas de tecnologia e instituições financeiras conseguem prever comportamentos económicos com um grau de precisão sem precedentes, permitindo a manipulação de preços, preferências e padrões de consumo (Zuboff, 2019).

Isso sugere que a racionalidade económica tradicional não só está a ser substituída por processos algorítmicos, mas também que a IA pode criar novas formas de assimetria informacional, onde aqueles que controlam os algoritmos detêm um poder económico desproporcional.

Do ponto de vista da sociologia digital, Anthony Giddens (1990) propõe que vivemos num sistema de reflexividade crescente, onde as previsões feitas por modelos computacionais afetam as próprias decisões económicas, criando loops de feedback que alteram o funcionamento do mercado de forma imprevisível.

Este fenómeno é evidente em plataformas digitais, onde algoritmos de recomendação e precificação dinâmica redefinem continuamente as preferências dos consumidores.

3.2.3. IA e a Economia da Complexidade: O Fim da Racionalidade Individual?

A teoria da complexidade aplicada à economia sugere que os mercados operam mais como sistemas dinâmicos e adaptativos do que como estruturas previsíveis de equilíbrio.

Brian Arthur (2021) argumenta que a economia contemporânea funciona como um ecossistema interconectado, onde pequenas mudanças podem gerar efeitos em cascata.

Neste contexto, a IA desempenha um papel central ao permitir que sistemas económicos operem de forma descentralizada e autónoma, sem a necessidade de agentes racionais individuais.

Modelos de inteligência coletiva, como mercados baseados em blockchain e redes de negociação autónomas, exemplificam esta tendência.

A racionalidade tradicional, centrada no indivíduo como unidade básica da economia, está a ser substituída por uma racionalidade distribuída, onde algoritmos tomam decisões em redes interligadas e evolutivas.



3.3. O Futuro da Racionalidade Económica na Era da IA

Diante destas transformações, a racionalidade económica, tal como concebida por Samuelson e pela economia tradicional, precisa ser revista.

Três cenários emergem:

1. A Economia Pós-Humana – A tomada de decisão económica pode tornar-se predominantemente algorítmica, com a IA a assumir a maior parte das funções cognitivas antes desempenhadas por humanos;

2. Hibridização entre Humanos e IA – A racionalidade económica pode evoluir para um modelo híbrido, onde humanos e máquinas colaboram na tomada de decisões de forma integrada;

3. Racionalidade Contextual e Adaptativa – Em vez de procurar um modelo universal de racionalidade, a economia pode adotar abordagens contextuais, onde as decisões são analisadas dinamicamente em função do ambiente informacional e tecnológico disponível.

Estas novas formas de racionalidade desafiam diretamente a síntese neoclássica e os modelos de Samuelson, exigindo um novo paradigma económico que incorpore a inteligência artificial como um agente económico central.

4. O Futuro da Matemática na Economia

A revolução matemática iniciada por Paul Samuelson transformou a economia numa disciplina formalizada e quantitativa, permitindo avanços significativos na modelagem de mercados, políticas públicas e teorias do comportamento económico.

A introdução do rigor matemático na economia foi essencial para a consolidação da síntese neoclássica, possibilitando a construção de modelos de equilíbrio geral, otimização intertemporal e previsão de ciclos económicos (Samuelson, 1947).

No entanto, com o advento da inteligência artificial (IA), a matemática aplicada à economia passa por uma transformação radical.

Algoritmos de aprendizagem de máquina, modelagem baseada em agentes e métodos computacionais não tradicionais desafiam os fundamentos da abordagem matemática convencional.

Neste capítulo, analisamos as limitações da matematização tradicional da economia e exploramos as novas abordagens matemáticas emergentes na era da IA, considerando também as implicações sociológicas desta mudança de paradigma.

4.1. As Limitações da Matemática Convencional na Economia

A formalização matemática da economia trouxe avanços significativos, mas também apresentou limitações importantes, que se tornaram mais evidentes à medida que os sistemas económicos se tornaram mais complexos e interconectados.

Três destas limitações merecem destaque:

4.1.1. A Dependência de Suposições Simplificadoras

Os modelos matemáticos tradicionais da economia, baseados em equações diferenciais e estatísticas lineares, frequentemente dependem de pressupostos simplificadores para serem resolvíveis.

Por exemplo, a teoria do equilíbrio geral assume mercados perfeitamente competitivos, agentes racionais e informação perfeita (Arrow & Debreu, 1954).

No entanto, estes pressupostos raramente refletem a realidade económica, onde incerteza, assimetria informacional e comportamento adaptativo são predominantes.

A IA, ao permitir a análise de grandes volumes de dados sem a necessidade de pressuposições rígidas, está a tornar obsoletos muitos desses modelos simplificados.

Algoritmos de aprendizagem profunda conseguem detetar padrões complexos e dinâmicos sem precisar assumir linearidade ou equilíbrio (Agrawal, Gans & Goldfarb, 2018).

4.1.2. A Inflexibilidade dos Modelos Determinísticos

Os modelos matemáticos convencionais muitas vezes tratam a economia como um sistema determinístico, onde a interação entre variáveis pode ser prevista com precisão.

Entretanto, a economia real opera num ambiente de incerteza fundamental, no qual pequenas perturbações podem gerar grandes impactos imprevistos.

O trabalho de Nassim Taleb (2007) sobre “cisnes negros” ilustra como eventos raros e imprevisíveis desempenham um papel desproporcional na dinâmica económica, algo que modelos matemáticos tradicionais não conseguem captar adequadamente.

A IA oferece uma alternativa ao possibilitar abordagens probabilísticas e adaptativas.

Modelos de aprendizagem de máquina são capazes de se ajustar dinamicamente a novas informações, melhorando as suas previsões em tempo real, diferentemente dos modelos clássicos que requerem uma reparametrização completa sempre que uma variável inesperada entra em jogo (Bengio et al., 2017).

4.1.3. A Falta de Consideração para a Complexidade e Interdependência

Os modelos tradicionais frequentemente analisam a economia de forma modular, tratando mercados e setores como unidades relativamente independentes.

No entanto, a realidade económica é caracterizada por interdependências sistémicas e efeitos de rede.

Crises financeiras, como a de 2008, evidenciaram como choques locais podem propagar-se globalmente devido à interconectividade dos sistemas financeiros.

Modelos inspirados na teoria da complexidade, como redes neurais e simulações baseadas em agentes, estão a superar estas limitações ao capturar interações não lineares e dinâmicas emergentes.

Estes métodos permitem que a economia seja modelada como um sistema adaptativo, onde padrões emergem da interação descentralizada de agentes económicos (Arthur, 2021).



4.2. Novas Abordagens Matemáticas na Economia da IA

A matemática aplicada à economia está a evoluir rapidamente para incorporar novas metodologias computacionais e estatísticas.

Algumas das principais tendências incluem:

4.2.1. Inteligência Artificial e Modelagem Preditiva

A capacidade da IA de processar grandes volumes de dados e identificar padrões ocultos está a revolucionar a modelagem económica.

Métodos como redes neurais profundas e aprendizagem por reforço permitem prever flutuações de mercado, identificar riscos financeiros e até sugerir políticas económicas com base em dados históricos (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Por exemplo, os bancos centrais estão a começar a utilizar aprendizagem de máquina para prever ciclos inflacionários e ajustar as suas políticas monetárias em tempo real.

Esta abordagem contrasta com os modelos econométricos tradicionais, que frequentemente falham em capturar eventos de rutura ou mudanças estruturais inesperadas (Athey, 2019).

4.2.2. Modelagem Baseada em Agentes e Simulação Computacional

Os modelos baseados em agentes (Agent-Based Models, ABMs) estão a ganhar espaço como alternativa aos modelos tradicionais de equilíbrio geral.

Nestes modelos, agentes económicos individuais interagem uns com os outros de forma descentralizada, permitindo a observação de comportamentos emergentes sem a necessidade de suposições rígidas sobre racionalidade ou otimização (Tesfatsion & Judd, 2006).

A modelagem baseada em agentes também possibilita a incorporação de elementos sociológicos na economia.

Por exemplo, estudos baseados na teoria de Pierre Bourdieu (1997) sobre capital social e habitus podem ser integrados em simulações económicas para entender como fatores culturais e sociais afetam decisões económicas em larga escala.

4.2.3. Matemática da Complexidade e Sistemas Dinâmicos Não Lineares

A economia tradicional frequentemente trata fenómenos como choques de mercado e crises financeiras como anomalias estatísticas.

No entanto, a teoria dos sistemas dinâmicos não lineares sugere que estes fenómenos são inerentes à estrutura dos mercados modernos.

Modelos inspirados na matemática da complexidade, como teoria do caos e sistemas adaptativos, estão a ser utilizados para estudar como pequenas mudanças nas condições iniciais podem levar a grandes variações no comportamento do sistema económico (Arthur, 2021).

Esta abordagem permite compreender bolhas especulativas, falhas sistémicas e ciclos económicos sem precisar recorrer a equações de equilíbrio estático.

4.3. O Impacto Sociológico da Nova Matemática Económica

A transição da matemática clássica para métodos computacionais e adaptativos na economia não é apenas uma mudança técnica, mas também tem implicações sociológicas profundas.



Anthony Giddens (1990) argumenta que vivemos num sistema de reflexividade crescente, onde os modelos económicos não só descrevem a realidade, mas também a moldam.

À medida que algoritmos e IA se tornam centrais na economia, as decisões humanas passam a ser mediadas por sistemas automatizados, alterando a própria dinâmica social da atividade económica.

Além disso, a automatização da modelagem económica levanta questões sobre desigualdade e concentração de poder.

Shoshana Zuboff (2019) alerta para o facto de que a economia digital, dominada por algoritmos proprietários, pode criar novas formas de assimetria informacional e manipulação de comportamento, favorecendo corporações e governos que controlam as infraestruturas de IA.



Conclusão: A Economia Pós-Samuelsoniana

O futuro da matemática na economia está a ser moldado por avanços na inteligência artificial, na teoria da complexidade e na simulação computacional.

Se Samuelson trouxe a economia para o campo da modelagem matemática rigorosa, a IA está a expandir esse paradigma para um nível dinâmico e adaptativo.

A economia do século XXI não pode mais depender exclusivamente de modelos de equilíbrio e otimização estática, mas precisa integrar métodos computacionais que reflitam a realidade fluida e interconectada dos mercados modernos.

Desta forma, a IA não só desafia as bases matemáticas da economia tradicional, mas também inaugura uma nova era de modelagem económica, onde algoritmos, aprendizagem de máquina e complexidade desempenham papéis centrais na compreensão dos fenómenos económicos e sociais.



5. Perspetivas para a Síntese Neoclássica

A síntese neoclássica, proposta por Paul Samuelson, marcou um ponto de inflexão na história da economia ao integrar o pensamento keynesiano com os fundamentos da microeconomia neoclássica.

Esta abordagem estabeleceu um quadro analítico dominante no século XX, conciliando intervenções estatais com mercados autorregulados por meio de mecanismos de preços (Samuelson, 1947).

No entanto, o avanço da inteligência artificial (IA) e das novas metodologias computacionais questiona a validade deste paradigma e impõe uma reavaliação teórica e metodológica.

Neste capítulo, exploramos as perspetivas futuras para a síntese neoclássica, considerando os seus desafios e possíveis adaptações diante das transformações tecnológicas e sociológicas impulsionadas pela IA.

Argumentamos que, em vez de ser descartada, a síntese neoclássica pode evoluir para um modelo mais dinâmico e computacionalmente orientado, incorporando novas ferramentas analíticas e expandindo o seu escopo para fenómenos emergentes da economia digital.

5.1. Os Limites da Síntese Neoclássica na Era da IA

A ascensão da IA expõe algumas das principais fragilidades da síntese neoclássica, particularmente no que diz respeito à modelagem do comportamento económico e à previsão de dinâmicas de mercado.

Três desafios centrais se destacam:

5.1.1. A Obsolescência do Homo Economicus

A teoria neoclássica pressupõe que os agentes económicos são racionais, maximizam a sua utilidade e tomam decisões com base em informações disponíveis.

Contudo, a economia comportamental demonstrou que os indivíduos frequentemente operam sob racionalidade limitada, influenciados por heurísticas e vieses cognitivos (Kahneman & Tversky, 1979).

A IA, ao permitir análises baseadas em big data, sugere que a racionalidade económica é ainda mais complexa do que inicialmente concebido.

Algoritmos podem detetar padrões subtis de comportamento que escapam às formulações tradicionais, revelando dinâmicas não lineares e interações emergentes entre agentes (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Isto implica que modelos económicos precisarão evoluir para incorporar agentes heterogêneos e adaptativos, substituindo a conceção simplificada do homo economicus por sistemas de decisão baseados em aprendizagem de máquina e redes neurais.

5.1.2. A Falha na Captura da Complexidade Sistémica

A síntese neoclássica fundamenta-se em modelos de equilíbrio geral, que pressupõem mercados eficientes e agentes interagindo de forma previsível.

No entanto, eventos recentes como a crise financeira de 2008 demonstraram que a economia global opera num regime altamente complexo, onde choques locais podem amplificar-se e gerar colapsos sistémicos (Taleb, 2007).

A IA permite modelagens alternativas, como sistemas adaptativos e redes de interdependência, que capturam melhor a complexidade dos mercados modernos (Arthur, 2021).

Estas abordagens mostram que a economia não se comporta necessariamente como um sistema em equilíbrio, mas sim como um ecossistema dinâmico sujeito a oscilações, bifurcações e padrões emergentes.

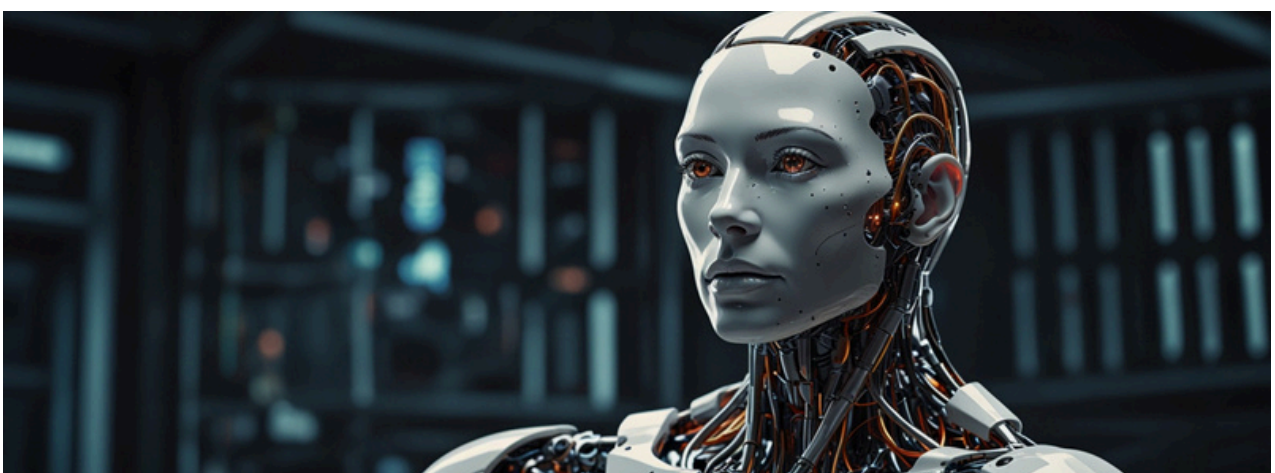
5.1.3. A Transformação do Mercado de Trabalho e do Crescimento Económico

O modelo keynesiano integrado na síntese neoclássica baseia-se na ideia de que políticas macroeconómicas podem estimular o emprego e o crescimento económico por meio de investimentos e procura agregada.

No entanto, a automatização crescente, impulsionada por IA e robótica, desafia esta lógica ao deslocar trabalhadores e reduzir a necessidade de mão de obra em diversos setores.

A “economia da substituição” (Korinek & Stiglitz, 2021) sugere que a IA pode levar a uma redistribuição significativa do rendimento e do poder económico, concentrando riqueza nas mãos de detentores de capital tecnológico e criando desigualdades estruturais inéditas.

Isto exige uma reformulação das premissas da síntese neoclássica para acomodar novas formas de organização económica, como a economia da informação, plataformas digitais e rendimento básico universal.



5.2. A Evolução da Síntese Neoclássica: Rumo a uma Economia Computacional

Diante destes desafios, a síntese neoclássica pode não estar obsoleta, mas sim em processo de transformação.

Três caminhos possíveis para a sua evolução incluem:

5.2.1. Integração com Modelos Computacionais

A transição da economia para uma ciência mais orientada por dados e simulações sugere que a matemática tradicional da síntese neoclássica pode ser complementada por métodos computacionais avançados.

Modelos baseados em aprendizagem de máquina e redes neurais podem ser incorporados para prever padrões económicos emergentes, enquanto a modelagem baseada em agentes pode substituir suposições rígidas sobre equilíbrio (Tesfatsion & Judd, 2006).

Esta abordagem permitiria que a economia capturasse melhor a heterogeneidade dos agentes e a natureza dinâmica dos mercados, tornando-se mais preditiva e menos dependente de suposições idealizadas.

5.2.2. Expansão para a Economia Digital e de Plataformas

A síntese neoclássica foi concebida num contexto industrial, onde os mercados eram dominados por trocas físicas de bens e serviços.

No entanto, a ascensão das plataformas digitais transformou a natureza da produção e do consumo, tornando dados, algoritmos e redes de utilizadores fatores centrais na economia (Varian, 2014).

Um novo paradigma económico precisa incorporar fenómenos como precificação dinâmica, efeitos de rede e externalidades digitais, que desafiam as formulações tradicionais da concorrência e da maximização do bem-estar social.

Modelos económicos que consideram a IA como um agente ativo na economia – influenciando preços, padrões de consumo e fluxos de capital – serão essenciais para entender o funcionamento da economia digital.



5.2.3. Reformulação das Políticas Macroeconómicas

O papel do Estado na economia, conforme definido pela síntese neoclássica, também precisará ser reavaliado.

Com a automatização a reduzir a procura por trabalho humano e aumentar a concentração da riqueza, políticas como taxação de algoritmos, redistribuição de rendimento baseada em IA e novas formas de financiamento público podem tornar-se necessárias para manter a estabilidade económica e social (Brynjolfsson et al., 2018).

Além disso, a política monetária, tradicionalmente fundamentada na manipulação da taxa de juros, pode ser complementada por novos instrumentos digitais, como moedas digitais emitidas por bancos centrais (Central Bank Digital Currencies, CBDCs) e mecanismos de política económica mediados por IA (Carney, 2021).



5.3. O Futuro da Economia Pós-Samuelsoniana

A síntese neoclássica não está condenada à obsolescência, mas precisa passar por uma evolução profunda para se manter relevante na era da inteligência artificial.

Em vez de ser substituída, pode ser transformada num novo paradigma híbrido, que integre princípios da economia digital, modelos computacionais dinâmicos e uma visão mais realista da racionalidade económica.

Do ponto de vista sociológico, esta transformação reflete um movimento mais amplo na ciência social contemporânea.

Giddens (1990) sugere que vivemos num mundo de reflexividade crescente, onde os modelos económicos não só descrevem a realidade, mas também a moldam.

À medida que a IA assume um papel central na tomada de decisões económicas, as fronteiras entre teoria e prática tornam-se mais fluidas, exigindo uma síntese económica mais flexível e adaptativa.

Desta forma, o futuro da síntese neoclássica pode não estar no seu abandono, mas sim na sua reconstrução como um modelo mais dinâmico, orientado por dados e alinhado às novas realidades tecnológicas e sociais do século XXI.

6. O Papel da Matemática na Nova Economia

A matematização da economia, impulsionada por Paul Samuelson, transformou a disciplina numa ciência quantitativa, possibilitando a formalização de modelos de otimização, equilíbrio e crescimento económico (Samuelson, 1947).

No entanto, a ascensão da inteligência artificial (IA) e da economia digital desafia as abordagens matemáticas tradicionais, exigindo a incorporação de novas ferramentas analíticas.

Este capítulo investiga o papel da matemática na nova economia, explorando a transição de modelos estáticos para abordagens dinâmicas baseadas em aprendizagem de máquina, teoria da complexidade e redes adaptativas.

Argumentamos que a matemática continua a ser essencial, mas deve evoluir para capturar as características emergentes da economia contemporânea, como interdependências sistémicas, agentes heterogéneos e dinâmicas não lineares.



6.1. A Matemática da Economia: De Samuelson à IA

A formalização matemática da economia moderna deve muito ao trabalho de Samuelson, que introduziu métodos rigorosos baseados em cálculo diferencial, estatística e teoria dos jogos.

A economia tornou-se uma disciplina altamente quantitativa, permitindo previsões estruturadas e análises de equilíbrio geral (Arrow & Debreu, 1954).

Entretanto, esta abordagem foi baseada em pressupostos simplificadores, como a racionalidade perfeita dos agentes e mercados em equilíbrio.

A crescente complexidade da economia global, impulsionada pela digitalização e pelo impacto da IA, tornou evidente a necessidade de modelos mais flexíveis e dinâmicos.

6.2. A Transição para Modelos Computacionais e Dinâmicos

A nova economia, caracterizada por interconectividade digital e automação avançada, exige ferramentas matemáticas capazes de capturar padrões emergentes e comportamentos adaptativos.

Três tendências principais indicam a evolução da matemática económica:

6.2.1. Inteligência Artificial e Modelagem Preditiva

A IA está a transformar a economia ao permitir análises baseadas em big data e aprendizagem de máquina.

Diferente dos modelos clássicos, que dependem de equações fechadas, os métodos baseados em IA ajustam-se dinamicamente a novas informações, tornando a previsão económica mais adaptativa (Athey, 2019).

Por exemplo, algoritmos de aprendizagem profunda são utilizados para prever tendências de mercado e comportamento do consumidor com maior precisão do que modelos econométricos tradicionais (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Isto sugere que a matemática da economia deve evoluir para incorporar abordagens estatísticas não paramétricas e redes neurais artificiais, substituindo métodos lineares e estáticos.

6.2.2. Modelagem Baseada em Agentes e Teoria da Complexidade

A economia tradicional frequentemente modela os agentes como unidades homogéneas, ignorando a heterogeneidade comportamental.

No entanto, abordagens inspiradas na teoria da complexidade utilizam simulações baseadas em agentes (Agent-Based Models, ABMs) para capturar interações descentralizadas e dinâmicas emergentes (Arthur, 2021).

Os ABMs são particularmente úteis para estudar fenômenos como a volatilidade dos mercados financeiros, a propagação de crises económicas e a evolução de redes de consumo.

Diferente dos modelos de equilíbrio geral, que assumem um estado estacionário, a modelagem baseada em agentes permite que os sistemas económicos evoluam organicamente, tornando-se mais realistas e alinhados com a nova economia digital.

6.2.3. Matemática da Informação e Redes Complexas

A nova economia é dominada por plataformas digitais, onde o valor económico está cada vez mais ligado ao fluxo de dados e à estrutura de redes sociais e empresariais (Varian, 2014).

Isto exige o uso de ferramentas matemáticas que capturem externalidades de rede, teoria dos grafos e propagação de informação.

Modelos inspirados na matemática da informação são essenciais para entender a dinâmica de plataformas como a Google, a Amazon e o Facebook, onde algoritmos e mecanismos de precificação dinâmica substituem os mercados convencionais.

A economia comportamental também beneficia destas abordagens, pois redes neurais e análises topológicas podem mapear padrões de tomada de decisão coletiva em ecossistemas digitais.

6.3. Implicações Sociológicas da Nova Matemática Económica

A transição da matemática económica para métodos computacionais tem profundas implicações sociológicas.

Anthony Giddens (1990) argumenta que vivemos numa sociedade reflexiva, onde modelos teóricos influenciam a realidade que procuram descrever.

Tal significa que a economia baseada em IA não só analisa mercados, mas também redefine a sua estrutura.

Além disso, a matemática da nova economia pode reforçar desigualdades estruturais.

Shoshana Zuboff (2019) alerta que algoritmos de precificação e recomendação podem consolidar o poder de grandes corporações digitais, criando novas formas de controlo económico.

A dependência da IA na economia pode levar a um ambiente em que decisões políticas e financeiras sejam mediadas por modelos opacos, aumentando os desafios da transparência e governança.

Por outro lado, a democratização das ferramentas computacionais também pode gerar oportunidades para maior inclusão económica.

Plataformas descentralizadas, como blockchain, utilizam matemáticas avançadas para criar sistemas financeiros mais acessíveis, desafiando o monopólio das instituições tradicionais (Narayanan et al., 2016).

6.4. O Futuro da Matemática na Economia

A evolução da matemática económica aponta para um modelo híbrido, que combine os fundamentos da abordagem samuelsoniana com novas ferramentas computacionais.



Três tendências definirão etse futuro:

1. Integração da IA com Modelos Económicos Tradicionais – A economia não abandonará a matemática clássica, mas a combinará com aprendizagem de máquina e modelagem baseada em dados para capturar fenómenos emergentes;

2. Expansão da Economia Digital e Algorítmica – O estudo dos mercados digitais exigirá novas formulações matemáticas para entender externalidades de rede, interações não lineares e aprendizagem adaptativa;

3. Ética e Governança Algorítmica – A matemática da nova economia precisará considerar os impactos sociais da IA, desenvolvendo modelos que promovam equidade e a transparência na tomada de decisão económica.



Conclusão: A Economia Pós-Samuelsoniana e a Nova Matemática

O legado de Samuelson como pioneiro da matemática económica permanece relevante, mas a economia do século XXI exige novas abordagens quantitativas.

A inteligência artificial, a teoria da complexidade e a modelagem baseada em agentes oferecem ferramentas poderosas para capturar as dinâmicas da nova economia, tornando a matemática económica mais adaptativa e preditiva.

No entanto, esta transição não é apenas técnica, mas também sociológica.

A crescente influência da IA na economia levanta questões sobre poder, desigualdade e controlo algorítmico, exigindo uma abordagem crítica para garantir que os avanços matemáticos contribuam para uma economia mais inclusiva e equitativa.

O futuro da matemática económica dependerá da sua capacidade de integrar inovação tecnológica com consciência social, refletindo as complexidades do mundo digital em constante transformação.

Conclusão: A Validade das Teorias de Paul Samuelson na Era da Inteligência Artificial

A influência de Paul Samuelson na economia moderna é inegável.

A sua síntese neoclássica e a sua abordagem matemática revolucionaram a disciplina, fornecendo uma base teórica sólida para a análise dos mercados, do crescimento económico e das políticas macroeconómicas.

No entanto, a ascensão da inteligência artificial (IA) e das novas metodologias computacionais desafia a aplicabilidade e a suficiência dos modelos tradicionais, exigindo uma reavaliação profunda da teoria económica na era digital.

Neste ensaio, argumentámos que, embora as contribuições de Samuelson permaneçam centrais para o pensamento económico, as suas formulações precisam de ser complementadas e, em alguns casos, reformuladas à luz das transformações tecnológicas e sociológicas atuais.

A economia do século XXI não pode mais ser compreendida apenas por meio de equações de equilíbrio e suposições de racionalidade individual; é necessário incorporar modelos dinâmicos, abordagens baseadas em dados e métodos que capturem a complexidade das interações económicas mediadas por algoritmos e plataformas digitais.

A Síntese Neoclássica e seus Limites na Era da IA

A síntese neoclássica de Samuelson, ao integrar a macroeconomia keynesiana com a microeconomia neoclássica, estabeleceu um quadro analítico poderoso que sustentou a formulação de políticas económicas ao longo do século XX.

Contudo, conforme discutido ao longo deste ensaio, esta abordagem apresenta limitações significativas quando confrontada com as novas realidades da economia digital e da automação.

O pressuposto de racionalidade individual – peça central da economia neoclássica – tem sido progressivamente questionado por pesquisas em economia comportamental (Kahneman & Tversky, 1979) e, mais recentemente, pela IA, que revela padrões de decisão muito mais complexos e interdependentes do que os modelos clássicos previam (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Além disso, a teoria do equilíbrio geral, pilar da síntese neoclássica, demonstra dificuldades em lidar com a volatilidade e a não linearidade dos mercados contemporâneos, onde algoritmos de aprendizagem de máquina e big data reconfiguram continuamente as regras do jogo económico.

A Matemática Económica: De Samuelson à Economia Computacional

A matematização da economia, promovida por Samuelson, tornou a disciplina mais rigorosa e previsível, mas ao custo de simplificações que hoje se mostram insuficientes.

O avanço da IA permite a substituição de modelos de otimização estática por abordagens baseadas em redes neurais e aprendizagem profunda, capazes de capturar padrões emergentes e dinâmicos que escapam à modelagem convencional (Athey, 2019).

A transição para modelos computacionais e baseados em agentes oferece uma alternativa mais flexível e realista para entender a economia moderna (Arthur, 2021).

Em vez de assumir mercados em equilíbrio, estes modelos reconhecem a natureza caótica e adaptativa dos sistemas económicos, permitindo simular interações complexas entre agentes heterogéneos.

Esta mudança metodológica sugere que o futuro da economia pode estar mais próximo da ciência dos sistemas complexos do que da física newtoniana, abordagem que influenciou a formalização samuelsoniana.

A IA e a Transformação das Estruturas Económicas

Além de desafiar os modelos teóricos, a IA também altera fundamentalmente a própria estrutura da economia.

A crescente automatização da força de trabalho, a ascensão das plataformas digitais e a centralização do poder económico em algoritmos questionam a adequação das políticas macroeconómicas tradicionais baseadas na síntese neoclássica (Korinek & Stiglitz, 2021).

A redistribuição de riqueza, historicamente analisada por meio da relação entre capital e trabalho, agora deve considerar a influência dos algoritmos e da posse de dados.

O crescimento económico, anteriormente impulsionado pelo investimento em infraestrutura e inovação tecnológica, passa a ser guiado pelo controlo e processamento de informação, exigindo novas ferramentas analíticas e novas formas de regulação.

Implicações Sociológicas: Uma Economia Reflexiva e Algorítmica

A transformação da economia impulsionada pela IA tem implicações sociológicas profundas.

Como argumenta Anthony Giddens (1990), vivemos num mundo cada vez mais reflexivo, onde os modelos económicos não só descrevem a realidade, mas também a moldam.

A IA amplifica esse fenómeno, pois algoritmos de precificação, crédito e publicidade influenciam diretamente as decisões dos agentes económicos, criando um ciclo contínuo de retroalimentação entre teoria e prática.

Além disso, a crescente dependência de modelos algorítmicos levanta questões sobre poder e desigualdade.

Shoshana Zuboff (2019) alerta para os riscos da “capitalização da vigilância”, onde grandes empresas de tecnologia utilizam a IA para consolidar o seu domínio sobre mercados e consumidores, desafiando os princípios da concorrência e transparência económica.

O avanço da economia algorítmica exige, portanto, uma nova abordagem regulatória, que equilibre inovação com equidade e proteção dos direitos individuais.

O Futuro da Economia Pós-Samuelsoniana

O legado de Samuelson permanece fundamental, mas a economia do futuro exigirá uma síntese expandida, que incorpore elementos da teoria da complexidade, aprendizagem de máquina e redes adaptativas.

Em vez de substituir completamente os princípios neoclássicos, a nova economia pode reinterpretá-los à luz das tecnologias emergentes, combinando rigor matemático com flexibilidade computacional.

Três direções-chave para o futuro da economia incluem:

1. Modelagem económica baseada em IA e Big Data – A economia precisará de adotar métodos estatísticos avançados e simulações computacionais para capturar padrões emergentes e prever crises sistémicas;

2. Regulação de mercados digitais e plataformas algorítmicas – Novas políticas económicas serão necessárias para lidar com a concentração de poder em empresas de tecnologia e garantir uma distribuição mais equitativa dos benefícios da automatização;

3. Incorporação da complexidade e da incerteza nos modelos económicos – A economia tradicional precisa abandonar a visão determinista dos mercados e adotar abordagens mais flexíveis e adaptativas, alinhadas com a realidade dos sistemas dinâmicos.



A economia pós-Samuelsoniana não rejeita a sua herança, mas expande-a para um novo paradigma onde a IA e as ciências computacionais desempenham um papel central.

Assim como Samuelson revolucionou a economia ao introduzir o rigor matemático, a próxima grande transformação virá da fusão entre economia, ciência de dados e inteligência artificial.

A disciplina que emergir deste processo será não só mais sofisticada, mas também mais capaz de lidar com as incertezas e desafios do século XXI.



O Legado Intelectual de Paul Samuelson na Era da IA

