



VIII ENEI
Encontro Nacional de
Economia Industrial e
Inovação

20 a 23 de Maio de 2024

POLÍTICA INDUSTRIAL E
ECONOMIA DO CONHECIMENTO:
NOVAS ESTRATÉGIAS DE
DESENVOLVIMENTO PARA O BRASIL



Processos econômicos sob incerteza mapeados com possibilidades subjetivas

Júlio Eduardo Rohenkohl¹;
Orlando Martinelli²

Resumo: O texto identifica um conjunto de teorias econômicas processuais em meio a uma trajetória da ciência econômica que incorporou a linguagem formal, lógica e matemática, para validar o conhecimento científico. Após este pano de fundo, discutem-se os desafios para teorias econômicas processuais utilizarem de formalizações relevantes e conformes a ontologia subjacentes às mesmas. Neste sentido, a partir de alguns autores referenciais da literatura econômica, caracteres ontológicos e epistemológicos de ambientes econômicos caracterizados pela incerteza nas decisões são demarcados. A lógica nebulosa (fuzzy logic) e a teoria dos conjuntos nebulosos (fuzzy sets theory) são apresentadas como alternativas para a formalização de inferências que respeitem os fundamentos das teorias de extração keynesiana e schumpeteriana e permitam estabelecer relações de possibilidade entre premissas e conclusões.

Palavras-chave: processos, incerteza, ontologia, epistemologia, lógica nebulosa

Códigos JEL: B41; B15; C00

Área Temática: 9.1 Discussão teórico-metodológica

Mapping economic processes under uncertainty with subjective possibilities

Abstract: The text identifies a set of procedural economic theories within a trajectory of economic science that incorporated formal language, logic and mathematics, to validate scientific knowledge. After this background, the challenges for procedural economic theories to use relevant formalizations that conform to the ontology underlying them are discussed. In this sense, based on some leading authors in economic literature, ontological and epistemological constitution of economic environments characterized by uncertainty in decisions are demarcated. Fuzzy logic and fuzzy set theory are presented as alternatives for formalizing inferences that respect the foundations of Keynesian and Schumpeterian extraction theories and allow establishing relationships of possibility between premises and conclusions.

Keywords: processes, uncertainty, ontology, epistemology, fuzzy logic

¹ Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento da Universidade Fed. de Santa Maria julio.rohenkohl@ufsm.br

² Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento da Universidade Fed. de Santa Maria orlando.martinelli@gmail.br

1 INTRODUÇÃO

A leitura processual de interações entre indivíduos e instituições em ambientes econômicos voltados para as trocas em mercados já está em Adam Smith (HAYEK, 1988, p. 14-15; VEBLEN, 1898). No modo de fazer ciência do século XVIII, o objetivo do investigador era entender processos e sua convergência a estados estacionários; inferir de maneira formal não era uma prioridade. A consistência da descrição de uma realidade vivenciada para vincular princípios comportamentais cuidadosamente ligados a argumentos teóricos, como em Smith (1996; 1999), era suficiente para uma validação científica.

A ótica processual retorna à cena teórica econômica na segunda metade do século XIX com Karl Marx, Thorstein Veblen e Alfred Marshall, em configurações ontológicas, epistêmicas e teóricas distintas.

Em Marx, os processos foram avaliados e teorizados em uma perspectiva holística da dialética e do materialismo histórico, com a identificação de tendências de transformação e sem uma organização formal próxima aos requisitos de exatidão matematizada vigente no fazer científico econômico posterior. O rigor conceitual almejava compreender as leis de processo para estabelecer necessidades históricas, considerando que o plano histórico e institucional deixaria o *quando* do ápice do processo como algo incerto (FURTADO, 1964).

A construção vebleniana é claramente processual evolutiva. Por evolutiva entende-se a teoria que propõe um de variação de características de elementos da situação em estudo, articulado com um processo seletivo das variedades. Na ótica vebleniana, há a possibilidade de encontrar regularidades nas interações entre elementos de um ambiente sujeito a uma seleção. A variação decorre de hábitos aplicados a situações materiais cotidianas. Os hábitos resultam de propensões a pensar e a agir derivadas de instintos, institutos profundamente enraizados nos grupos societários durante o milenar processo civilizatório, combinados com instituições que medeiam a vida social em um sistema econômico. A seleção ocorre pelo confronto dos hábitos com um ambiente configurado pelo acúmulo de muitas instituições e das condições da vida material. O processo evolutivo vebleniano é não-teleológico (VEBLEN, 2018).

Por outro lado, a leitura evolutiva em Marshall deriva de analogias com o mundo físico e biológico e implicaram uma teoria na qual o essencial do processo de evolução de uma firma segue trajetórias previsíveis segundo variações infinitesimais de preços e custos das firmas, relegando os fenômenos “biológicos” à condição de auxiliares para explicar o ajuste de equilíbrio. O processo foi concebido como teleológico, em direção ao equilíbrio. Marshall é um dos propositores da busca por mensurações precisas de preços e quantidade das mercadorias (MARSHALL, 1988; LUZ E FRACALANZA, 2012; FISHBURN, 2004). Desde então, a precisão quantitativa dos modelos enraizou-se no fazer científico da ciência econômica porque foi considerada como requisito de cientificidade.

Em um plano externo à ciência econômica e interno à ciência como campo de conhecimento, a valorização do rigor formal estabeleceu-se ao longo do século XX. Após a II Grande Guerra, o modelo hipotético-dedutivo ganhou relevo como padrão válido de ciência. Neste enfoque, todas as explicações científicas teriam uma estrutura lógica comum, que combinaria uma lei universal com condições relevantes iniciais para gerar por dedução uma explicação para um evento. A mesma estrutura permitiria prever ocorrências. Essa lógica dedutiva pode ser formalizada com operadores lógicos ou equações matemáticas. Os métodos de verificação foram questionados pela tese da falseabilidade, que entende a confirmação de verdade como empiricamente impossível. O falsear, por outro lado, respeitaria a dificuldade de diálogo com a realidade percebida e ajudaria a produção de conhecimento eliminando hipóteses. A avaliação crítica das teorias, pregada por economistas e nem sempre empregada, acomodou-se com o uso da linguagem formal (BLAUG, 1999; SALANTI, 1998).

Duas abordagens teóricas processuais destacaram-se na ciência econômica do século XX. Por um lado, a linha keynesiana e pós-keynesiana concebe as economias capitalistas de mercado constituídas por estruturas produtivas e financeiras complexas que, de tempos em tempos, estabelecem interações incoerentes com a estabilidade de fluxos importantes ao sistema econômico, tais como renda, produto e investimento. A magnitude de depressões ou de inflações, bem como sua duração e sua resolução, seriam

incertas, ou seja, impossíveis de uma delimitação exata. Por outro lado, a teoria do desenvolvimento de Schumpeter estabelece a concorrência entre capitais centrada em inovações que implicam a destruição de estruturas econômicas e sua substituição por novas estruturas, em um processo marcado por rupturas e desequilíbrios. A partir dos anos de 1980, a releitura evolucionária neo-schumpeteriana propõe que o comportamento dos agentes é pautado por rotinas e regularidades, sem garantir o equilíbrio, uma vez que a busca por lucros extraordinários faz com que estes mesmos agentes tentem alterar as estruturas econômicas estabelecendo novas configurações de interações com os demais elementos do sistema econômico. Como ponto de aproximação entre estas duas abordagens, tem-se que os sistemas econômicos não são naturais ou estáveis, e constituem-se processualmente por meio de legislação, de políticas econômicas e de inovações tecnológicas ou financeiras (MINSKY, 2013, p. 8- 11; LAPLANE, 2003, p. 60-62).

As teorias econômicas não são simples instrumentos para fazer previsões, mas tentativas de descobrir forças causais internas aos sistemas econômicos (BLAUG, 1999, p. 21). Uma teoria econômica é produto da imaginação criativa humana e o próprio sistema econômico em funcionamento, constituído a partir de construção humana, é o seu plano empírico, institucional e contingente (MINSKY, 2013, p. 4).

A valorização das habilidades técnicas de resolução de problemas às custas do conhecimento substancial do sistema econômico leva a um formalismo vazio que caracteriza a economia moderna (BLAUG, 1999, p. 33).

Muitos usuários e aprimoradores de teorias processuais pós-keynesianas ou neo-schumpeterianas, voltadas para um conhecimento substantivo das economias de mercados inerentemente incertas quanto aos seus fluxos de renda, produto, qualidade de mercadorias, qualificação e nível de emprego de recursos humanos, entre outros fatores - buscam um diálogo com o empírico por meio da formalização das inferências. Para tanto, é usual o recurso a alguma técnica probabilística para incorporar a incerteza em seus estudos. No entanto, há um ruído recorrente entre teorias que concebem uma realidade incerta e os instrumentos de formalização que pressupõem um ambiente recorrente e compatível com riscos de erro normalizados. Este artigo explora um outro caminho para inferir processos, compatível com ambientes econômicos que operam sob incerteza.

Após a introdução, o texto prossegue com uma seção que distingue caracteres ontológicos e epistemológicos da incerteza a partir de alguns autores referenciais da literatura econômica. A terceira parte discute a construção de argumentos de conhecimento provável a partir Keynes (1957), bem como a sua inadequação às decisões em ambiente econômico de tempos recentes, e apresenta a lógica nebulosa (*fuzzy logic*) e a teoria dos conjuntos nebulosos (*fuzzy sets theory*) como uma ferramenta alternativa e apropriada para inferir valendo-se de conhecimento subjetivo e aproximado das premissas. Ao final, há uma síntese dos principais argumentos desenvolvidos ao longo do artigo.

2 INCERTEZA EPISTEMOLÓGICA E INCERTEZA ONTOLÓGICA

De acordo com o ponto de vista “clássico” ou “racionalista”, a regularidade no comportamento econômico só pode ser detectada quando os processos estocásticos analisados são estacionários ou passíveis de estacionariedade, e os agentes econômicos são perfeitamente competentes no sentido de que eles conhecem plenamente a sistemática dos processos envolvidos na situação decisória. Para Lucas, por exemplo, este é o único caso em que se aplica o que ele chama de “método econômico”. Isso implica que o tipo de incerteza envolvida nos processos estocásticos enfrentados pelo agente é meramente 'risco'. Para esse autor, sempre que houver incerteza no forte senso de Knight (e Keynes) o método econômico é considerado inútil. (VERCELLI, 1991)

De forma diferente, a partir de uma epistemologia evolucionária, processos econômicos podem ser concebidos como processos sistêmicos e em ambientes complexos e endogenamente imprevisível e incertos, numa perspectiva histórica e temporal mais longa. A distinção entre a incerteza e risco são importantes para o entendimento da tomada de decisão humana, e, portanto, da discussão sobre os diferentes tipos de racionalidade da teoria econômica.

Na literatura econômica, pode-se encontrar diferentes concepções de incerteza, envolvendo não apenas diferentes graus de incerteza, mas também diferentes tipos³. A vertente heterodoxa adota o conceito de incerteza, enquanto na vertente neoclássica é frequente adotar o mesmo termo, mas associado a noção de risco. Há inclusive, entre alguns neoclássicos, a defesa da ideia de que distinção entre risco e incerteza é inútil, uma vez que o conceito de incerteza inclui o de risco como um caso especial.

O conceito de incerteza está intimamente relacionado com o de probabilidade, e diferentes concepções de probabilidade sustentam as diferentes maneiras pelas quais a incerteza é expressa ou concebida na literatura⁴. Por exemplo, pode-se fazer uma distinção importante entre as teorias da probabilidade que entendem que a probabilidade é uma propriedade da maneira como se pensa sobre o mundo, um grau de crença, das teorias em que a probabilidade é uma propriedade do mundo real. A teoria lógica de Keynes em *Treatise on Probability* (TP) e a teoria da probabilidade subjetiva de Ramsey e de Finetti são exemplos do primeiro tipo de teoria, enquanto a teoria da frequência é exemplo do segundo tipo. (DEQUECH, 2004)

Por seu turno, a fonte da incerteza, segundo algumas vertentes teóricas, pode ter uma natureza epistêmica/epistemológica, isto é advindo das limitações nas habilidades mentais e cognitivas dos indivíduos/agentes, ou pode ter uma natureza ontológica, ou seja, causada por, ou descrita como, algumas propriedades da realidade. Ou mesmo, concebe-se a incerteza como a combinação necessária dessas duas naturezas: epistemológica-ontológica. (LAWSON, 1988; DEQUECH, 2004)

Dada a complexidade da temática e a limitação de espaço, busca-se nesta seção tão somente apresentar os conceitos de risco (denominado às vezes de “incerteza fraca”) e o de incerteza (denominado às vezes de “incerteza forte” ou “incerteza radical”)⁵. O foco é no conceito presente especialmente nas contribuições de Frank Knight, John Maynard Keynes, George Shackle e Paul Davidson, que são referências importantes na literatura econômica.

Segundo Andrade (2011), Knight é um dos pioneiros em distinguir o “risco” da “incerteza”, sendo o risco associado a situação (ou evento) em que poderia ter uma probabilidade mensurável, e a incerteza a uma situação ou evento em que a probabilidade não poderia ser quantificável. Para Knight (ANDRADE, 2011) a noção de probabilidade está associada às situações de desconhecimento, sendo que se poderia conceber três categorias de probabilidade: a probabilidade *a priori*, a probabilidade estatística e a probabilidade estimativa. A probabilidade *a priori* é uma forma de probabilidade que classifica os casos homogeneamente, seguindo a lógica matemática em suas induções. Assim a distribuição das estimativas, bem como o padrão subjacente à ocorrência dos eventos pode ser identificado *ex-ante* (e.g. jogos de roleta, dados, cara-ou-coroa, etc). A probabilidade *a priori* pode ser atribuída objetivamente por raciocínio, sem a necessidade de realizar experimentos ou tentativas.

A probabilidade estatística, por sua vez, é aquela em que os valores dos eventos somente podem ser determinados *ex post*, mediante a observação de um grande volume de casos “em limite tendendo ao infinito”. A probabilidade da ocorrência de um evento A (PA) é a frequência relativa da sua ocorrência considerando o limite dos experimentos (e.g., evento A: quantas vezes o número 5 ocorre no lançamento de um dado quando o número de lançamentos tende ao infinito: $PA = \lim (n_A/n); n \rightarrow \infty$) Nesta categoria de probabilidade: a) é possível a identificação de um padrão de resultados através da análise da frequência de associações entre predicados; b) é possível extrapolar os resultados para o conjunto global dos fenômenos da classe. Esse tipo de probabilidade consiste em uma generalização feita com base em observações empíricas passadas, logo é uma avaliação empírica da frequência de associação. Esses dois tipos de probabilidades apresentados são passíveis de quantificação.

Esses dois tipos de probabilidade (determinadas objetivamente) associada a risco, configuram a incerteza fraca. Na mesma linha, poder-se-ia classificar a versão de probabilidade subjetiva associado à

³ Há uma enorme literatura sobre incerteza. Contudo, o objetivo desta seção não é fazer uma revisão crítica dessa literatura, mas, sim, recuperar os elementos mais importantes de Knight, Keynes, Shackle e Davidson sobre incerteza, especialmente destacando as contribuições mais específicas de cada autor.

⁴ Não é o objetivo deste trabalho aprofundar aspectos históricos e/ou epistemológicos sobre o conceito de probabilidade. Para uma breve introdução sobre essa temática ver: ARISTIMUÑO E CRESPO (2021).

⁵ Para detalhes, ver Dequech (2011) e Dosi e Egidi (1991).

versão padrão da teoria da utilidade esperada. Enquanto na teoria objetiva concebe-se a probabilidade como uma propriedade do mundo real, na teoria subjetiva a probabilidade é concebida como uma propriedade da maneira como se pensa sobre o mundo, um grau de crença.

Para a vertente da teoria subjetiva é possível atribuir probabilidades numéricas precisas a praticamente qualquer proposição ou evento. A forma através da qual as probabilidades subjetivas podem ser inferidas é pelas taxas de apostas (*betting rates*) Exemplo: qual o valor máximo que um agente estaria disposto a pagar por uma aposta (digamos, um bilhete de loteria) que pagasse 100 unidades monetárias se o evento A ocorresse e nada se o evento A não ocorresse? E qual o valor mínimo que esse agente venderia essa aposta? Se para ambas as perguntas a resposta for o mesmo valor P (ou seja, se P deixar o agente exatamente indiferente entre apostar a favor e contra o evento A), então $P/100$ é a probabilidade subjetiva dessa pessoa de ocorrer o evento A. (DEQUECH, 2011)

Cabe destacar que nessa perspectiva, é assumido axiomáticamente que os agentes são capazes de representar todos os eventos possíveis e suas consequências, sendo o problema de decisão a maximização de algum tipo de objetivo (ou utilidade) do tomador de decisões, dadas suas crenças sobre as distribuições de probabilidade dos eventos.

Por seu turno, a concepção de *incerteza fundamental* é baseada numa caracterização da realidade social como plenamente não determinada, ou sujeita a mudanças não predeterminadas ou não previsíveis em termos probabilísticos. A incerteza fundamental surge assim da falta de conhecimento para a caracterização, num sentido ontológico, da realidade presente e futura. Há diversas correntes que se alinham a essa concepção.

Uma dessas linhas advém de Knight quando trabalha a categoria de probabilidade associado à “estimativa” (*estimate*). Nessa categoria estão as situações ou eventos onde não há base sólida para o estabelecimento de atribuições numéricas às possibilidades em jogo, dando à formação do juízo dos agentes algo de profundamente subjetivo, e assim a associação ao conceito da verdadeira incerteza. Uma estimativa equipara-se a um julgamento intuitivo que pode orientar a decisão dos agentes, mas com base em estimativas, julgamentos, e não em inferências, ou em raciocínio lógico estrito. Nesse caso,

“...there is no valid basis of any kind for classifying instances (Knight, 1921, p. 225); [...] there is no possibility of forming in any way groups of instances of sufficient homogeneity to make possible a quantitative determination of true probability.” (Knight, 1921, p. 231, apud Andrade, 2011, p.174).

Nessas situações, caracteriza-se a “incerteza imensurável”, associada às circunstâncias e/ou ambientes em que só é possível fazer “uma estimativa de uma estimativa”, em que o fenômeno em questão é único:

“It will appear that a measurable uncertainty, or ‘risk’ proper, as we shall use the term, is so far different from an unmeasurable one that it is not in effect an uncertainty at all. We shall accordingly restrict the term ‘uncertainty’ to cases of the non-quantitative type. It is this ‘true’ uncertainty, and not risk “(KNIGHT, 1921, p. 20, apud Andrade, 2011, p.173).

A interpretação da teoria da probabilidade de Keynes tem um caráter organicista e conecta-se mais à lógica das crenças racionais – e vinculadas ao conhecimento humano falível e imperfeito – do que uma lógica da verdade puramente relacional. Keynes refuta uma homogeneização do comportamento dos indivíduos. No TP, Keynes entende que a probabilidade se relaciona a dois elementos conjuntamente: ao de graus de crenças e do conhecimento dos indivíduos. A probabilidade é uma relação que existe entre dois conjuntos de proposições: as premissas e as conclusões a partir de suporte de uma certa crença que é racional possuir em determinadas condições.

Nesse sentido, dados dois conjuntos de proposições, o conjunto h de premissas e o conjunto x de conclusões, um argumento x/h é, de acordo com Keynes, uma relação lógica, cujo conhecimento permite inferir x de h com um certo grau da crença racional “ p ”, definindo a probabilidade de x dado h . Para

Keynes, num sentido epistêmico e pragmático, a importância (ou relevância) de um argumento dependeria, não apenas de sua probabilidade, mas também do “peso do argumento” (*weight of argument*, também chamado por Keynes de “peso da evidência”)(VERCELLI, 2011).

Seguindo Vercelli (2011), pode-se “medir” o peso do argumento relacionando assim o conhecimento relevante (K) e a ignorância relevante (I):

$$V\left(\frac{x}{h}\right) = K/(K + I) \quad (1)$$

Na perspectiva de Keynes, há uma distinção entre probabilidade e peso do argumento, uma vez que novas evidências que podem aumentar ou diminuir a probabilidade de um evento, alterando ao mesmo tempo o peso do argumento. Um argumento tem mais peso do que outro quando estiver baseado em uma quantidade maior de evidência (favorável ou desfavorável) relevante, seja em termos quantitativos ou qualitativos. Quanto maior a evidência relevante de um argumento à disposição do indivíduo, sua probabilidade pode diminuir ou aumentar. É a base de conhecimento que sustenta a conclusão. Conforme novas evidências surgem, impactam o peso do argumento. Mas o aumento na evidência relevante não implica necessariamente um aumento no peso do argumento, uma vez que um aumento no conhecimento relevante pode aumentar a consciência de que a ignorância relevante é maior do que se acreditava anteriormente. O peso do argumento aumenta apenas se a ignorância relevante diminuir. No caso extremo de conhecimento relevante completo ($V(x/h) = 1$).

O conceito de peso do argumento, conforme definido em (1) permite uma definição da incerteza “radical” identificada quando o peso de argumento é nulo. Em outras palavras, o indivíduo no processo decisório está ciente de que não sabe qualquer coisa relevante sobre a ocorrência de um determinado evento. Esta forma radical não é uma mera probabilidade ou de cenários com algum leve componente “estocástico”. Citando o famoso trecho de Keynes: (1936, p. 213-214)

“By ‘uncertain’ knowledge, let me explain, I do not mean merely to distinguish what is known for certain from what is only probable. The game of roulette is not subject, in this sense, to uncertainty; nor is the prospect of a Victory bond being drawn. Or, again, the expectation of life is only slightly uncertain. Even the weather is only moderately uncertain. The sense in which I am using the term is that in which the prospect of a European war is uncertain, or the price of copper and the rate of interest twenty years hence, or the obsolescence of a new invention, or the position of private wealth-owners in the social system in 1970. About these matters there is no scientific basis on which to form any calculable probability whatever. We simply do not know”.

A incerteza diz respeito ao grau de ignorância do conhecimento sobre os eventos futuros que, pela própria natureza, não pode ser expresso por uma distribuição de probabilidade quantificável. O conhecimento sobre eventos e situações futuras é “vago” e “incerto”, em razão da existência de um fluxo de tempo que é histórico, concreto e irreversível. A Incerteza é atributo do conhecimento, não da realidade.

O conhecimento do hoje não é capaz de projetar claramente o que será o amanhã, como resultado tanto de decisões individuais, como pelo conjunto de decisões de outros indivíduos/agentes. Em situações futuras algo imprevisto pode ocorrer, algo que afetará tanto os processos subsequentes dos eventos, bem como as expectativas dos próprios indivíduos/agentes. Mas não se tem nenhuma possibilidade ou meio de descobrir isso, com clareza, previamente.

Comparando Keynes com Knight, observa-se que Keynes considera as probabilidades como crenças ligadas a proposições sobre eventos, Knight, a eventos em si. Vale dizer, para Knight a incerteza é um atributo do “mundo lá fora”, da realidade material externa, ao passo que para Keynes a incerteza é um atributo do conhecimento (da falta de) e expressa graus de crença relacionados a eventos. Isto é,

Knight concebe a incerteza em seu aspecto “ontológico”, Keynes ressalta sua forma “epistêmica” de incerteza. (ANDRADE, 2011)

Outra contribuição importante sobre *incerteza fundamental* é feita por Shackle. Para esse autor, a incerteza pressupõe a passagem irreversível do tempo e o caráter essencialmente dinâmico dos sistemas econômicos e, portanto, das decisões econômicas. Shackle associa a incerteza como o “desconhecimento” ou “ausência de conhecimento”; conhecimento e incerteza são os lados opostos de um todo:

[W]here there is knowledge there is not uncertainty. Uncertainty, unknowledge, is what confronts the chooser of action – when his act of choice is going to be once-forall, when it is going to be crucial, when it is going to be an experiment the making of which will destroy the possibility of ever making that experiment again. In such a case we cannot say what will happen, even if we only claim to say it half-heartedly, as a ‘probability’. We can only attain some notion of the kind of thing that can happen. (SHACKLE, 1988a, p. 109, apud Andrade, 2011, p. 181)

Pode-se destacar duas principais contribuições da abordagem de Shackle. A primeira é a introdução da noção de “experimentos cruciais”, a qual diz respeito à tomada de decisão em circunstâncias onde a ação a ser levada a cabo é “única” ou “singular”, e caracteriza-se por apresentar um caráter “não-seriável”, isto é, que não pode ser replicada indefinidamente em uma série sucessiva de experimentos, uma vez que seus efeitos impactam e modificam fundamentalmente o próprio ambiente em que o agente está imerso e produzem sempre algo de inesperado. A segunda, é considerar que existe um “mundo da inspiração” dos indivíduos e dos agentes econômicos, onde ocorre um “processo criativo”. O ato de criar algo de forma imprevisível e a partir do estado presente dos eventos, modifica endogenamente uma ordem previamente determinada do mundo econômico. Esse ato é capaz de gerar mudanças irrevogáveis e recriar o ambiente econômico (mas não apenas). A criatividade é capaz de conceber (e a realizar por meio da ação) resultados imaginados que não estão limitados por elementos objetivos previamente (ou axiomáticamente) determinados. Nesse caso, é implausível o prognóstico probabilístico e/ou exato das consequências das ações humanas⁶. (ANDRADE, 2011) Pode-se argumentar que essa caracterização ontológica da realidade como passível de mudanças endógenas (intencionais e não-intencionais) implicaria uma incerteza no plano epistemológico relacionado a falta de conhecimento. (DEQUECH, 2004).

Nesse sentido, para Shackle pode-se entender a incerteza com natureza epistêmica, isto é, está relacionada aos indivíduos e aos atributos do conhecimento, não da realidade (LAWSON, 1988)

Davidson, por sua vez, utiliza da distinção entre a “incerteza epistemológica” da “incerteza ontológica” para sua compreensão conceitual de incerteza. A distinção entre esses dois tipos de incerteza é baseada entre dois tipos de realidade econômica diferentes, que Davidson denomina de realidade “imutável” e “transmutável”. A realidade “imutável” é aquela em que “o caminho futuro da economia e as futuras consequências condicionais de todas as escolhas possíveis são predeterminados”. A “realidade transmutável”, em contraste, “o futuro pode ser permanentemente mudado em natureza e substância pelas ações de indivíduos, grupos e/ou governos, inclusive de formas não completamente previsíveis. Tomando emprestado a linguagem originalmente desenvolvido na teoria dos processos estocásticos, Davidson associa a realidade “imutável” aos sistemas ergódicos⁷, cuja realidade externa é

⁶ Neste ponto pode-se evidenciar a clara diferença com a teoria da utilidade esperada, onde os estados do mundo são definidos axiomáticamente como independentes de atos. Ou seja, qualquer que seja as consequências intencionais (e.g. processos criativos, inovações, etc) ou não intencionais do que as pessoas fazem, os atos das pessoas não podem criar novos “estados do mundo”. No ambiente de incerteza fundamental, no entanto, a noção de estado do mundo como é geralmente construída não pode ser usado, porque supõe a criatividade e imprevisibilidade endógena de mudanças causadas pelas ações das pessoas. (Ver, DEQUECH, 2011)

⁷ Um sistema ergódico é concebido como tal quando abriga em si uma série de características que garantem sua estabilidade e o equilíbrio como resultante do comportamento das partes, tais como as notas de simetria e estacionariedade do tempo (futuro como reprodução estatística do passado, os quais tendem a guardar identidade entre si), interação harmônica das variáveis, regularidade dos fenômenos do sistema e estabilidade dos padrões de comportamento subjacentes (os quais

imutável, e o futuro é simplesmente uma réplica estatística do passado. Diferentemente, a realidade “transmutável” é associada aos sistemas não-ergódicos, cuja realidade é criativa e permeada pelas decisões cruciais (*à la* Shackle), e conectada a uma noção de tempo histórico e, portanto, irreversível. Em um sistema não-ergódico, há “incerteza ontológica”, enquanto que, em uma realidade econômica imutável, há a “incerteza epistemológica” relacionada à complexidade do ambiente e assim na inerente limitação da capacidade humana para coletar, classificar, analisar e processar informações para obter conhecimento confiável de curto prazo sobre todas as variáveis econômicas. Os agentes não são capazes de reunir hoje “todas” as informações confiáveis sobre as perspectivas futuras. (DAVIDSON, 1995; ANDRADE, 2011)

Davidson define incerteza da seguinte forma:

[A]ny economic situation where decision-makers believe that sufficient information does not exist today to form the basis for predicting future events by means of frequency distributions (Davidson, 1995, p. 110 apud ANDRADE, p. 185)

A partir das contribuições de Knight, Keynes, Shackle e Davidson pode-se fazer uma distinção clara entre os conceitos de incerteza e risco. O risco está associado a situações em que um evento ocorre com uma probabilidade com certo grau de conhecimento ou é possível construir uma distribuição de probabilidade quantificável. Nessas situações é possível identificar/classificar tipos de eventos repetidos ou homogêneos e, portanto, construir um rol completo e finito de resultados futuros esperados. O conceito de incerteza diz respeito às situações em que os tipos de eventos repetidos ou homogêneos não existem ou, não podem ser identificados e, portanto, inviabiliza o cálculo probabilístico e possíveis comparações entre probabilidades. A previsão do futuro baseada na observação passada é imperfeita (ou nebulosa), perdendo bastante a sua utilidade quando o futuro é distante. A imperfeição (ou nebulosidade) relaciona-se tanto à limitação cognitiva do indivíduo/agente, bem como de uma certa imprevisibilidade do ambiente no plano sistêmico.

Existe, desse modo, a incerteza “epistêmica”: a incerteza do indivíduo/agente na compreensão/apreensão do ambiente, isto é, dos sinais produzidos pelo sistema (e da construção das crenças de que um evento ocorrerá); e existe a incerteza “ontológica” (ou “sistêmica”): a incerteza relacionada ao ambiente, o “mundo” com que se defronta o indivíduo/agente.

Nessa perspectiva da incertitude ontológica e epistêmica, como pode-se explicar processos econômicos, decisórios e de inferência? Neste ponto, a consideração das instituições é fundamental. As instituições podem ser definidas como padrões socialmente compartilhados e/ou prescritos de comportamento e pensamento. As instituições influenciam o comportamento e o pensamento individual de forma crucial, e cognitivamente na própria percepção que os indivíduos têm da realidade, isto é, na maneira como selecionar, organizar e interpretar as informações. As instituições contribuem para reduzir a incerteza epistêmica, ao estabilizar o modo de agir dos indivíduos⁸. Para Dequech (2004) isso pode ocorrer de forma direta, através de um processo de geração e transmissão de conhecimento tácito ou aprender fazendo (ou seja, participando de instituições), mas também de uma forma indireta, por meio da influência dos elementos institucionais na maneira de pensar dos indivíduos/agentes. Nessa perspectiva institucional, o entrelaçamento das dimensões ontológicas e epistemológicas (e entre ação e cognição) torna-se talvez ainda mais relevante quando se considera que as instituições – descritas como hábitos compartilhados (por exemplo: Veblen, apud Hodgson, 1988, p. 126) – incorporam também o conhecimento “tácito” ou “prático”, tal como pode ser exemplificado com o conceito de “rotinas” (uma forma de conhecimento heurístico-operacional) na literatura econômica evolucionista.

acabam por traduzir-se em determinações precisas ou “leis” do sistema) e reversibilidade perfeita ou quase-perfeita dos processos.

⁸ Dequech (2004) alerta, de modo interessante, que as instituições podem reduzir a incerteza, mas também podem criá-la ou aumentá-la. Sob o arranjo institucional do capitalismo, por exemplo, há uma pressão endógena para a introdução de inovações, o que geraria incerteza no plano dos mercados.

3 A INFERÊNCIA HABITUAL

Toda a teoria econômica pressupõe, consciente ou inconscientemente, um substrato metodológico (SYLL, 2023, p. 61). A metodologia abarca o método aplicado, compatível com uma delimitação de como seja o ambiente econômico, ou seja, uma ontologia. Há muitas décadas que os economistas discutem as características incertas do ambiente das economias de mercado. Respeitadas as diferenças conceituais entre os estudiosos que pressupõem a existência de incerteza, percebe-se um contraste significativo frente a ontologia que ancora-se em equilíbrios e que almeja a predição exposta em linguagem matemática.

A metodologia econômica baseada em equilíbrios e predições pressupõe um ambiente recorrente, “fechado”, de modo a que medições empíricas do passado ou do presente permitam inferir posições de interação entre os agentes para o futuro (SYLL, 2023, p. 62). Esta metodologia recorre ao formalismo lógico e matemático e enaltece a sua capacidade de especificar precisamente os argumentos teóricos, permitindo um rigor no desenvolvimento dos modelos e evitando desvios de atenção com elementos secundários.

Rutherford (1994, p. 7) define formalismo como o uso de linguagem abstrata tal como a matemática ou a lógica simbólica, na condição de um método de apresentação, em lugar da linguagem literária. Segundo ele, em algumas situações é possível a tradução de uma linguagem natural (ou literária) para uma formal, ou o contrário, com pouca dificuldade e pouca alteração de significado, mas isto está longe de caracterizar a maioria dos casos.

Por outro lado, segundo Zimmermann (1991, p. 1-2), um modelo formal pode ser desenvolvido num plano ideal, sem pretensão de retratar uma realidade percebida. Neste caso, o modelador tem liberdade para a construção de raciocínio nestes termos.

Modelos formais combinam com inferências dedutivas nas quais o relevante é a consistência interna do argumento e a predição precisa.

O custo dos modelos formais está na necessária abstração de particularidades históricas e institucionais, as quais configuram contextos para relações de lógicas entre variáveis. Na perspectiva dos defensores do formalismo, os benefícios da precisão superam em ampla margem os custos da maior abstração.

Inferência é um meio de pensamento pelo qual busca-se estabelecer o conhecimento de uma proposição a partir da sua ligação com outras já conhecidas. Em Keynes (1957), sempre que se alcança o conhecimento a respeito de uma proposição a partir da contemplação da relação dela com outra que se conhece, mesmo que este processo de entendimento não possa ser analisado, está-se diante de um argumento.

Keynes (1957) afirma que uma parte do conhecimento é obtido diretamente e outra parte é obtido pela argumentação. A Teoria da Probabilidade está, segundo ele, comprometida com aquela construída pelo argumento racional e cujos resultados possuem diferentes graus de certeza. As proposições são objetos de conhecimento e crença. O conhecimento das proposições pode ser alcançado diretamente - pela observação - e indiretamente - com o argumento - através da percepção da relação de probabilidade entre a proposição que se quer conhecer (a conclusão) com outras conhecidas (as premissas).

A probabilidade de certeza de uma proposição está atada ao conhecimento que é ponto de partida para o argumento, da premissa inicial, em Keynes (1957) presumida como de conhecimento direto. Um certo grau de crença racional em uma conclusão vincula-se ao conhecimento sobre a premissa.

A probabilidade é definida em Keynes (1957) como um grau de crença racional inferior à certeza. Certeza é o mais alto grau de crença racional em uma proposição.

A escolha das proposições usadas como premissas de um argumento depende de fatores subjetivos próprios ao argumentador; mas as relações de outras proposições com estas premissas, que moldam a crença provável na conclusão, são objetivas e lógicas (KEYNES, 1957).

Esta intrincada discussão resulta em duas noções de incerteza que estão presentes numa ligação de argumentação entre uma premissa e a respectiva conclusão.

O primeiro ponto de incerteza é da relação entre a premissa e a conclusão. Esta relação pode ser certa, ou pode ser provável. Considerando-se como exemplo um dado de madeira lançado sobre uma superfície, a relação é provável. Na medida em que as condições ambientais (temperatura, umidade, ventos, material do dado, tipo de superfície para o lançamento, etc.) mantenham-se e que repetições sucessivas de lançamentos indiquem a probabilidade de 1 em 6 do dado parar sobre uma das faces, há um conhecimento sólido da premissa (o dado e a condição de lançamento) para estabelecer o consequente, a probabilidade de 1/6 para a parada em cada face do dado. A probabilidade diz respeito à intensidade com que as premissas se ligam às conclusões. O segundo ponto de incerteza é a confiança na relação de probabilidade inferida entre a premissa e a conclusão: a sucessão de lançamentos aumenta a confiança (eleva o peso do argumento) na inferência.

Um complicador para a confiança é o grau de conhecimento da premissa. Caso se suspeite que o dado de madeira foi exposto à umidade e isto possa ter alterado a distribuição de sua massa, a confiança de que a relação probabilidade de 1 em 6 se confirme pode diminuir, ou seja, a relação esperada de probabilidade permanece (1 em 6, o dado continua com 6 faces, não há informação de quão desigual a absorção de umidade tenha sido no volume de madeira que constitui o dado). Porém, o peso de confiança na relação de probabilidade entre premissa e conclusão cai.

Daquilo que Keynes (1957) apresenta, podem ser ressaltadas consequências fundamentais do processo de construção de argumentos e de conclusões prováveis. É fundamental explicitar o ponto de partida, a premissa e a confiança em sua certeza. Se em duas situações, partir-se de pontos com graus de confiança distintos, se estabeleça a mesma relação de probabilidade entre premissa e consequente, chegar-se-á a conclusões incomparáveis porque possuem pesos de argumentos distintos.

Embora Keynes (1957) relativizasse a certeza em uma proposição, ele raciocinava em lógica clássica, onde só há proposições falsas ou verdadeiras.

The terms certain and probable describe the various degrees of rational belief about a propositions which different amounts of knowledge authorise us to entertain. All propositions are true or false, but the knowledge we have of them depends on our circumstances; and while it is often convenient to speak of propositions as certain or probable, this express strictly a relationship in which they stand to a corpus of knowledge, actual or hypothetical, and not a characteristic of the propositions in themselves. (Keynes, 1957, cap. 1).

Grosso modo, o que é notório em termos de métodos, estabelecidos no enquadramento de ciência econômica do século XX, ou seja, no qual a quantificação e formalização são muito valorizados, é que as aplicações de estudos baseados nos aportes keynesianos e schumpeterianos valeram-se de variantes de teorias da probabilidade⁹ ou de modelos de simulação. Em que pese as contribuições de estudos que utilizaram a probabilidade, há outros métodos disponíveis e que, por hipótese, estabelecem uma tessitura mais firme com a ontologia de uma realidade processual em ambiente de incerteza.

Teorias processuais e ancoradas em ontologias de realidade crítica, destoam de modelos formais organizados com lógica clássica, uma vez que a organização do modelo tem de dialogar com o empírico. A realidade que elas pressupõem é complexa, estruturalmente dinâmica. A distância entre as conclusões obtidas na forma ideal e o processo percebido tende a ser grande. Para estas teorizações, a organização lógica do pensamento para construção de conhecimento pode explorar outras alternativas.

Segundo Klir e Folger (1988), o conhecimento determinado inerente à lógica clássica, na qual a verdade e a falsidade são estabelecidas como dicotômicas, permitiu a construção de soluções capazes de satisfazer muitas necessidades humanas. Entretanto, esta forma de construção do conhecimento implicou que a humanidade deixou de estudar muitos aspectos da realidade.

⁹Tendo em conta que muitos estudos ancorados em teorias de equilíbrio adotam a probabilidade, ora de frequência ora subjetiva, como um instrumental de aferição do empírico, tem-se uma *geleia geral*, uma vez que adeptos de epistemologias diferentes utilizam dos mesmos métodos. Esta sobreposição entre conjuntos distintos foge ao propósito do artigo.

Uma forma de conviver e enfrentar a complexidade, sugerida por Klir e Folger (1988), é permitir um maior grau de incerteza nas análises, com o sacrifício de uma parcela da precisão na informação em favor de uma representação da realidade mais vaga, porém mais robusta.

Zadeh, propositor da teoria dos conjuntos nebulosos (*fuzzy sets*), afirma que há uma incompatibilidade entre precisão e complexidade. À medida que a complexidade de uma situação eleva-se, nossa habilidade de emitir afirmações precisas e não triviais sobre a mesma diminui. Como exemplo, ele menciona ser muito difícil provar teoremas sobre o funcionamento do sistema econômico que sejam relevantes para o entendimento dos processos inerentes ao mesmo (COMMUNICATIONS ACM, 1984).

A lógica nebulosa (*fuzzy logic*) incorpora a lógica infinitamente valorada e propõe um *continuum* para a aproximação à verdade e à falsidade de uma proposição. Termos linguísticos estabelecem a base de aproximação para inferir a intensidade de verdade ou de falsidade de uma proposição. A teoria dos conjuntos nebulosos (*fuzzy set theory*), que admite o uso do conhecimento vago, pode ser um caminho para organizar os processos econômicos havidos, em curso, ou a projeção de tendências para o futuro.

Zadeh (1978) considera que a imprecisão inerente à linguagem natural é predominantemente possibilística em lugar de probabilística. O autor propôs uma definição de distribuição de possibilidade como uma restrição nebulosa que opera como uma delimitação elástica sobre os valores atribuídos a uma variável.

Para explicar a teoria de possibilidades relacionada com a lógica nebulosa, Zimmermann (1991, p. 110-111) vale-se da imagem de uma valise. Uma valise cuja forma seja rígida (*hardcover*) contém um volume de forma definida, como uma variável *crisp*. Uma valise de material moldável (*soft, stretch*) apresenta um volume de formato *fuzzy*. Os valores que a variável linguística pode expressar são uma restrição que delimita as possibilidades.

Uma função de densidade de probabilidades, construída com lógica clássica, é uma função característica bem delimitada, análoga a um *hardcover*¹⁰. Funções características que supõe um ambiente complexo e não-ergódico representam podem ser configuradas com a lógica nebulosa e com a teoria dos conjuntos nebulosos para representarem possibilidades subjetivas, numa representação *stretch* entre proposições.

Há complexidade na percepção humana da realidade e também na expressão desta percepção. Como discutido acima, no ambiente econômico, permeado por ações concorrenciais endógenas e pressões externas, as mutações no ambiente podem somar-se às limitações cognitivas dos agentes. A *Fuzzy Sets Theory* permite realizar inferências aproveitando premissas para as quais há conhecimento incerto.

O Quadro 1 compara a confiança em argumentos de inferência discutidos por Keynes (1957) e sobre os condicionantes da incerteza apontados explicitamente por Davidson, aprofundando *insights* de Knight e Schakle, com uma rota de inferência que vale-se da lógica nebulosa e da teoria dos conjuntos nebulosos.

¹⁰É possível postular a probabilidade de ocorrência de eventos difusos. O grau de associação de um evento (μ_A) é equiparado a probabilidade de frequência. Ver Zadeh (1968).

Quadro 1 - A confiança na inferência conforme a capacidade dos agentes e as características do ambiente

Premissa conhecida direta e certamente → Relação de certeza ou de probabilidade entre proposições antecedentes e consequentes → Conclusão certa	Certeza Epistemológica e Ontológica
Premissa parcialmente conhecida diretamente → Relação de probabilidade entre proposições antecedentes e consequentes → Conclusão incerta, com um grau (peso) de confiança	Incerteza Epistemológica
Premissa conhecida de forma incerta (vaga) → Relação de possibilidade de certeza entre proposições antecedentes e consequentes → Conclusão por aproximação	Incerteza Epistemológica e Incerteza Ontológica

Fonte: Elaboração própria

A última linha do Quadro 1 incorpora o uso da linguagem natural na inferência. Segundo Zadeh (2011), grande parte do conhecimento humano é expresso em linguagem natural. A linguagem natural é um sistema para descrever percepções do real. Estas percepções são imprecisas porque formuladas por meio das capacidades sensoriais limitadas dos humanos. Um conjunto amplo de informações imprecisas percebidas pelas pessoas em ambientes complexos limita o uso das teorias de probabilidade, concebidas para inferências alimentadas por informações precisas.

3.1 A imprecisão organizada como possibilidade

Segundo Zimmermann (1991, p.1), a maioria dos instrumentos para modelagem são *crisps* (binários), ou seja, supõe uma determinação precisa de proposições que permite a estruturação do raciocínio com lógica clássica. Na lógica clássica, uma proposição é verdadeira ou falsa e na teoria clássica dos conjuntos um elemento pertence ou não pertence a um conjunto. A precisão subjacente a esta organização do raciocínio assume que os parâmetros do modelo representam a percepção humana do fenômeno em estudo. A precisão supõe que o modelo seja inequívoco (sem ambiguidades), que haja certeza sobre os parâmetros e a estrutura do modelo.

A utilidade da linguagem matemática para modelar raciocínios está bem reconhecida. No entanto, o uso da linguagem matemática baseada em lógica clássica possui limitações para organizar sistemas e fenômenos nas ciências sociais. Para modelar com atenção à realidade, há dois complicadores:

- 1) as situações reais muito frequentemente não são determinadas e dicotômicas;
- 2) a descrição completa de um sistema ou fenômenos seguidamente requer um detalhamento de dados acima da capacidade humana de reconhecer em simultâneo, processar e entender (ZIMMERMANN, 1991, p. 2 e 3).

A capacidade das regras lógicas gerarem conhecimento da realidade é objeto de discussões. Caso o modelo formal seja desenvolvido num plano ideal sem pretensão de retratar uma realidade percebida, o modelador tem liberdade para a construção de raciocínio nestes termos. No entanto, caso o modelo ou teoria pretenda dialogar com a realidade, a linguagem de modelagem tem de amplitude para retratar o que é percebido pelas pessoas (ZIMMERMANN, 1991, p. 1 e 2).

Admitindo que existam processos de fato (realidade) que gerem estímulos aos humanos, a passagem dos estímulos para as sensações admite diferentes composições. Por um lado, um estímulo pode gerar sensações distintas em duas pessoas. Por outro, uma mesma sensação provém de mais de um estímulo. O caminho que liga o estímulo à sensação é parcialmente moldado pela educação e pela experiência. Disto decorre que pessoas com uma cultura assemelhada obtêm percepções convergentes a partir de um conjunto de estímulos; não são percepções completamente aleatórias, são condicionadas (KUHN, 2013, p. 302 a 306).

Para Zimmermann (1991, p. 2) o pensamento e o sentimento humano nos quais retratos, imagens e valores são formados, geram mais compreensões do que as palavras disponíveis na linguagem cotidiana. Isto leva a que variações de compreensão compartilhem sua expressão por meio de um punhado de palavras de sentido próximo, os sinônimos, numa tentativa das pessoas de verbalizarem as diversas nuances percebidas. Ao comparar a linguagem cotidiana (palavras) com a linguagem lógica clássica (utilizadas nos raciocínios habituais com proposições), encontra-se que a lógica é comparativamente mais pobre em sua capacidade de expressar o percebido. Disto decorre ser impossível um mapeamento exato da imaginação e percepção humana por intermédio da lógica e da linguagem matemática.

O futuro estado de um sistema pode ser incerto devido à falta de informações. Este tipo de incerteza é estocástica e trabalhada por meio da teoria da probabilidade e da estatística. A probabilidade, no entanto, pressupõe que os eventos (elementos de conjuntos populacionais ou amostrais) sejam bem definidos, fato que denota uma epistemologia compatível com a lógica clássica. Por exemplo, a afirmativa

Há 10% de probabilidade do software desenvolvido ser incompatível com o novo hardware.

Implícito está que o produto é perfeitamente identificado com a definição de compatível ou incompatível. Há uma probabilidade de frequência de 10% de que seja incompatível. O evento, então, é a ocorrência de produto incompatível. O problema é de incerteza (ou de risco) de frequência.

Eventos prováveis podem ser combinados, como na seguinte afirmativa.

Exemplo 1:

Há 10% de probabilidade do software desenvolvido ser incompatível com o novo hardware. Há 50% de haver obsolescência tecnológica do conjunto de software e hardware em menos de 12 meses.

As ocorrências, por princípio, são independentes. Por exemplo, a ocorrência de produto incompatível é independente da ocorrência de obsolescência precoce. Isto significa que são ocorrências aditivas para o resultado e seu efeito pode ser adicionado (ou multiplicado, na medida que a multiplicação é uma sucessão de adições).

$$0,1 \text{ incompatibilidade} \times 0,5 \text{ obsolescência} = 0,05 \text{ de probabilidade incompatibilidade e obsolescência} \quad (2)$$

Um outro tipo de incerteza deriva dos significados presentes na descrição de eventos e elementos (ou indivíduos) implicados em fenômenos. Os contornos classificatórios, conforme percebidos pelas pessoas que interagem com a realidade em estudo, seguidamente são difusos; esta incerteza, ou vaguidão, pode ser chamada de incerteza de classificação ou *fuzziness*. Os números representam a associação a uma variável linguística que define um conjunto nebuloso.

Para Zadeh (1978), a natureza difusa da linguagem natural é uma expressão originariamente possibilística. O autor (1978) propôs que a distribuição de possibilidades seja moldada como uma restrição elástica a um evento ou a um valor de uma variável. O exemplo a seguir, retrata a ideia.

Exemplo 2:

O software apresentou algumas deficiências de compatibilidade com o novo hardware, com significativa obsolescência tecnológica no período.

Nesta sentença, o problema não é de probabilidade de ocorrência. Sabe-se que o produto apresentou alguma incompatibilidade, numericamente traduzida como 0,1. A ocorrência está estabelecida. A questão é como se deu a incompatibilidade. À obsolescência é atribuído um valor numérico de 0,5. A avaliação do software pode ser influenciada pela velocidade de obsolescência tecnológica, ou seja, as classificações não são independentes uma da outra. O estabelecimento do resultado destas duas percepções é estabelecido pela intersecção ($\cap$, expressando o conectivo *e*, operado pelo mínimo dos valores numéricos em processamento) das proposições antecedentes.¹¹

¹¹ Conforme Zadeh (1978), a medida de possibilidades não é aditiva. A intersecção, operada pelo mínimo dos graus de associação das proposições, é uma operação análoga a adição e apropriada a conjuntos difusos.

$$(3) \quad 0,1 \text{ incompatibilidade} \cap 0,5 \text{ obsolescência} = 0,1 \text{ incompatibilidade e obsolescência}$$

O seguinte exemplo ilustra a ideia de possibilidade subjetiva em comparação com a de probabilidade de frequência.

Exemplo 3

X representa o número de desenvolvimento incrementais de software por uma empresa estabelecido dentro de um intervalo u e passíveis de testagem em prazo informado aos clientes. A empresa possui 03 tipos de incrementos desenvolvidos, disponíveis para pronta entrega. A oferta de outras inovações incrementais no software, dentro prazo contratado, requer de agilidade de desenvolvimento interno ou em cooperação com parceiros externos e está sujeita a dificuldades técnicas inerentes a uma inovação tecnológica incremental. A distribuição de possibilidades $\pi_x(u)$ representa o grau de capacidade da firma entregar X desenvolvimentos de incrementos no prazo, avaliado pelas pessoas que compõem a empresa. X também pode ser expresso com uma distribuição de probabilidades $P_x(u)$ a partir do volume de incrementos obtidos em prazo idêntico em projetos anteriores de desenvolvimento incremental de softwares pela empresa.

Tabela 1- A distribuição de possibilidades e de probabilidades associadas a X

u	1	2	3	4	5	6	7	8
$\pi_x(u)$	1	1	1	0,7	0,5	0,3	0,1	0
$P_x(u)$	0	0,2	0,6	0,2	0	0	0	0

Fonte: Adaptado de Zadeh (1978)

Dado o caráter ímpar de cada software em suas aplicações e interfaces, o histórico de distribuição de X em projetos anteriores é uma base inadequada para a empresa negociar o seu contrato de fornecimento de desenvolvimentos incrementais. Valendo-se da experiência das pessoas que atuam na empresa, bem como as especificações fornecidas pelo cliente, é possível organizar um mapeamento do que é técnica e economicamente possível no desenvolvimento deste software, como um complemento do impossível.

Zadeh (1978) percebeu que a redução de possibilidade de um evento tende a reduzir a probabilidade de ocorrência deste evento. Porém, o contrário nem sempre se aplica. Retrato isto com a consistência entre possibilidade e probabilidade (γ).

$$\gamma = \pi_1(u) P_1(u) + \dots + \pi_n(u) P_n(u) \quad (4)$$

Lidar com a realidade em termos de possibilidade, e especialmente com possibilidade baseada em conjuntos nebulosos, é um passo no enfrentamento de situações complexas. Problemas de engenharia, ciências da computação e das ciências sociais aplicadas têm sido abordados com atenção à *fuzziness* na medida em que a avaliação e a decisão humana participam da organização de modelos teóricos capazes de orientar tomadas de decisão em ambientes nos quais a incerteza esteja presente. Este enquadramento da prática científica, a partir de um outro entendimento da interação humana com a realidade, menos idealizado, implica uma epistemologia voltada para a elucidação de problemas em realidades complexas nas quais a precisão nas classificações acaba por tornar-se um obstáculo para a busca da verdade, ou seja, para a solução relevante de um problema. Este outro olhar dá ensejo à utilização da *fuzzy logic* (lógica nebulosa), e de uma extensão da teoria dos conjuntos que levou à *fuzzy sets theory* (teoria dos conjuntos nebulosa).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do século XX, a ciência econômica pautou-se pelo modelo hipotético-dedutivo positivista, como o padrão cientificamente válido e predominante nas propostas teóricas e empíricas. A estrutura é a construção de modelos representativos de comportamento abstratos, e conduzidos e formalizados matematicamente. O padrão metodológico é, por um lado, assumir axiomáticamente que os agentes econômicos têm conhecimento suficiente para suas decisões/escolhas. Desse modo, as decisões/escolhas são pautadas pela racionalidade substantiva e maximizadora – no sentido de que os agentes econômicos conhecem plenamente os processos e os cálculos envolvidos na situação decisória. Por outro lado, e complementarmente, assume-se que os processos econômicos em ambientes ontológicos estocásticos ergódicos (e assim previsíveis), e, portanto, podem ser amparados empiricamente especialmente por meio da teoria da probabilidade e da estatística. A probabilidade, no entanto, pressupõe que os eventos (elementos de conjuntos populacionais ou amostrais) sejam bem definidos e precisos, fato que denota uma epistemologia compatível com a lógica clássica. A precisão subjacente ao método deve, assim, submeter o modelo a uma representação plena da percepção e do comportamento humano relacionados ao fenômeno em estudo. Mais ainda, a precisão supõe que o modelo seja inequívoco (sem ambiguidades), que haja certeza sobre os parâmetros, a estrutura, e a predição do modelo.

De forma diferente, a ciência econômica pode ser pautada por outra ontologia, associada à realidade histórica, social, processual, complexa, e constituída por processos econômicos que ocorrem em ambientes incertos e vagos. Nesse mundo, a precisão não pode ser assumida, nem mesmo pode ser bem caracterizada, uma vez que há “imprecisões” endógenas e imanentes, de natureza epistemológica – isto é advindo das limitações nas habilidades mentais e cognitivas dos indivíduos –, bem como de natureza ontológica, ou seja, causada pelas propriedades da realidade. Ou mesmo, a “imprecisão” advinda da combinação dessas duas naturezas: epistemológica-ontológica. Portanto, o uso da linguagem matemática baseada em lógica clássica (que requer a precisão na classificação de classes e variáveis) possui limitações intrínsecas para a modelagem no âmbito desses processos econômicos.

À medida que a complexidade de uma situação se eleva, a capacidade de gerar informações precisas e não triviais sobre a mesma diminui. A teoria dos conjuntos nebulosos (*fuzzy sets*) e a lógica nebulosa (*fuzzy logic*) são ferramentas (ou recursos metodológicos) que permitem modelar os modos de representação e raciocínio imprecisos, e que podem ter um papel essencial na retratação e compreensão da realidade processual, auxiliando, inclusive, a tomada de decisões em ambientes de imprecisão e pautados pela incerteza/vagueza. Portanto, são recursos metodológicos especialmente utilizadas nos casos/situações onde os modelos ancorados na lógica clássica são inadequados para descrever o processo estudado. A teoria dos conjuntos e a lógica nebulosa pressupõem que há uma incompatibilidade entre precisão e complexidade. Isto é, metodologicamente, permitem o sacrifício de uma parcela da precisão na informação em favor de uma representação da realidade mais vaga (a partir de informações aproximadas pelo uso da linguagem humana), porém mais robusta. Esses recursos podem ser válidos, nesse sentido, para organizar e analisar os processos econômicos num mundo ontologicamente concebido como “não-ergódico”, à la Davidson e pelas correntes pós-keynesianas e evolucionárias. A teoria dos conjuntos nebulosos constitui uma base para uma teoria de possibilidades subjetivas que organize os desdobramentos esperados de decisões/escolhas em ambientes processuais sob condições de incerteza.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. P. A construção do conceito de incerteza: uma comparação das contribuições de Knight, Keynes, Shackle e Davidson. **Nova Economia**, Belo Horizonte_21 (2)_171-195, 2011
- ARISTIMUÑO, F.; CRESPO, R. The Early Enlightenment roots of Keynes’ probability concept. **Cambridge Journal of Economics**, vol.45, 2021
- BLAUG, M.. **Metodologia da Economia ou Como os Economistas Explicam**. Tradução Afonso Luiz Medeiros. 2ª edição, revisada. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

- BRANDOLINI, S. D.; SCAZZIERI, R. (Editors) **Fundamental Uncertainty Rationality and Plausible Reasoning**. Palgrave Macmillan, UK, 2011.
- CARVALHO, F. Keynes on probability, uncertainty, and decision making. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 11, n. 1, Fall 1988.
- CARVALHO, F. **Keynes e os Pós-Keynesianos: princípios de macroeconomia para uma economia monetária de produção**. Rio de Janeiro: Alta Cult, 2020.
- COMMUNICATIONS ACM. **Coping with the Imprecision of the Real World**: an Interview with Lotfi A. Zadeh. 27, p. 304-311, April 1984.
- DAVIDSON, P. Uncertainty in economics. In: DOW, S.; HILLARD, J. (Eds.) **Keynes, knowledge and uncertainty**. Aldershot: E. Elgar, 1995
- DEQUECH, D. "Uncertainty in a Strong Sense: Meaning and Sources." **Economic Issues** 2, 2, p. 21-43, 1997.
- DEQUECH, D. "Fundamental Uncertainty and Ambiguity." **Eastern Economic Journal** 26, 1, p. 41-60, 2000.
- DEQUECH, D.. "Uncertainty: Individuals, Institutions and Technology." **Cambridge Journal of Economics** 28, 3, p. 365-378, 2004.
- DEQUECH, D.. Uncertainty: A Typology and Refinements of Existing Concepts. **Journal of Economic Issues**. vol. XLV No. 3 September 2011
- DOSI, G.; EGIDI, M. Substantive and procedural uncertainty. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 1, n. 2, 1991
- FISHBURN, G.. *Natura non facit saltum* in Alfred Marshall (and Charles Darwin). **History of Economics Review**, 40, 2004.
- FURTADO, C.. **Dialética do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1964.
- HAYEK, F. A.. **The Fatal Conceit: the errors of socialism**. The Collected Works of F. A. Hayek. Volume I. London: Routledge, 1988.
- KEYNES, J. M. **A Treatise on Probability**. London: Macmillan and Co Ltd, 1957.
- KEYNES, J. M. **A Teoria Geral do Juro, do Emprego e da Moeda**. Tradução de Mário R. da Cruz. Editora Nova Cultural Ltda. (1996[1936])
- KNIGHT, F. **Risk, uncertainty and profit**. London: Houghton Mifflin, 1921. (Second Edition, 1933)
- KUHN, T. S.. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- LAPLANE, M.. Inovações e dinâmica capitalista. In: **Os Clássicos da Economia**. Ricardo Carneiro (org.). São Paulo: Ática, 2003.
- LAWSON, T. Probability and uncertainty in economic analysis. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 11, n. 1, Fall 1988.
- LUZ, M. R. S.; FRACALANZA, P. S.. Alfred Marshall e as "evoluções" vitorianas: situando Darwin e Spencer nos fundamentos teóricos do pensamento marshalliano. **Nova Economia**, 22 (3), 2012.
- MARSHALL, A. **Princípios de Economia: tratado introdutório**. Volumes I e II. Tradução Rômulo de Almeida e Ottolmy Strauch. 3 ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.
- MINSKY, H. P.. **Estabilizando uma economia instável**. Tradução José Maria Alves da Silva. 2ª ed. Osasco: Novo Século, 2013.
- NERIS Jr, C. Elementos institucionais da formação de consensos: o caso dos microfundamentos da macroeconomia. **Anais do XLIV Encontro Nacional de Economia**, 2016.
- O'DONNELL, R. Keynes and Knight: risk-uncertainty distinctions, priority, coherence and change. **Cambridge Journal of Economics**, vol.45, 2021
- SALANTI, Andrea. Falsificationism. In: **The Handbook of Economic Methodology**. John Davis, D. Wade Hands and Uskali Mäki (eds.). Cheltenham (UK): Edward Elgar Publishing Ltd.; 1998.

- SMITH, A.. **A Teoria dos Sentimentos Morais**. Tradução Lya Luft. São Paulo: Martins Fontes, [1759]1999.
- SMITH, A.. **A Riqueza das Nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. Tradução Luiz João Baraúna. São Paulo: Nova Cultural, [1776]1996.
- SYLL, L. P.. Mainstream economics: the poverty of fictional storytelling. **Real-world Economics Review**, 103, p. 61-83, 2023.
- VEBLEN, T. Why is Economics not an Evolutionary Science? **The Quarterly Journal of Economics**, v. 12, 1898.
- VEBLEN, T. B.. **The Instinct of Workmanship and The State of the Industrial Arts**. Londres: Forgotten Books,[1914] 2018.
- VERCELLI, A. **Methodological Foundations of Macroeconomics. Keynes and Lucas**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- VERCELLI, A. Weight of Argument and Economic Decisions. In. BRANDOLINI , S. D.; SCAZZIERI, R. (Editors) **Fundamental Uncertainty Rationality and Plausible Reasoning**: Palgrave Macmillan, UK, 2011.
- ZADEH, L. A. Probability Measures in Fuzzy Events. **Journal of Mathematical Analysis and Applications**, 23, p. 421-427, 1968.
- ZADEH, L. A.. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. **Fuzzy Sets and Systems**, 1, p. 3 – 28, 1978.
- ZADEH, L. A.. Generalized Theory of Uncertainty: principal concepts and ideas. In: BRANDOLINI , S. D.; SCAZZIERI, R. (Editors) **Fundamental Uncertainty Rationality and Plausible Reasoning**: Palgrave Macmillan, UK, 2011.
- ZIMMNERMANN, H.-J.. **Fuzzy Set Theory and Its Applications**. Second Edition. Kluwer Academics Publishers, 1991.