


O processo econômico decisório no contexto da Inteligência Artificial

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.026-021>

Rogério Galvão de Carvalho

Gestor da Carreira de PPGG, do GDF Secretaria de Des.
Econômico (2023), Doutorando em Ciências

Empresariais UCES (Universidad de Ciencias
Epresariales y Sociales), Mestre em Economia UCB –
Universidade Católica de Brasília.

RESUMO

Trata-se do processo econômico decisório, no contexto da inteligência artificial, sob a perspectiva crítica de Amartya Sen, ao pensamento econômico convencional, sobre a maximização do auto-interesse, como única e exclusiva forma de Racionalidade Econômica, no contexto “datacentrista” da economia. A difusão da Inteligência Artificial (IA), no âmbito das escolhas econômicas de forma autônoma, pode ativar o homoeconomicus (situação atualmente factível). Para isso, propõe-se: (1) uma análise qualitativa do nível de Racionalidade Econômica (com fulcro em três das Teorias Econômicas da Decisão: a do Prospecto; a da Racionalidade Limitada e a da Escolha Racional), no caso da IA Alfa-Zero (como variável proxy da Inteligência homoeconomicus) e da referida crítica de Amartya Sen; e (2) apresentação de um modelo econométrico teórico, com aplicação direta da função Coob-Douglas e outra função linear intertemporal múltipla, para tratar das variáveis dinamizadoras.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Racionalidade Econômica, Escolha Racional, Racionalidade Limitada, Teoria do Prospecto.

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa propôs investigar e compreender, no âmbito do processo econômico decisório, o impacto intertemporal da Inteligência Artificial Alfa-Zero (como variável proxy do *homoeconomicus*) no nível de racionalidade econômica das escolhas instantâneas, à luz da crítica de Amartya Sen, ao pensamento econômico convencional. De acordo com SEN (1987), há um problema lógico da premissa da maximização do autointeresse, como única e exclusiva forma de Racionalidade Econômica.

Segundo o autor, a premissa de que a maximização do auto-interesse implica em racionalidade econômica, está correta e é inquestionável. O Problema, na visão dele, é a inexistência da prova de que toda racionalidade econômica advém única exclusivamente da maximização do auto-interesse, isto é, toda maximização do auto-interesse implica em racionalidade econômica, mas o inverso não foi provado. Por exemplo, as questões coletivas que não maximizam o auto-interesse, conforme SEN (1987), são reais e não estão contempladas na premissa do pensamento econômico convencional, sobre o processo decisório.

Com as informações acerca desse tema, percebeu-se que o impacto da inteligência artificial é transformador para o debate, porque tem influenciado diretamente nas escolhas econômicas e pode tornar factível as escolhas instantâneas ótimas (do *homoeconomicus*). O caso da IA denominada Alfa-Zero, por exemplo, que foi capaz de aprender jogos estratégicos de tabuleiro (a partir apenas das regras), cujo desempenho extraordinário, em pouco tempo, demonstrou superioridade cognitiva e de análise (qualitativa e quantitativa; instantânea e simultânea; lógica e holística) otimizada de dados, sobre jogadores humanos e outras IAs (sem derrotadas nos registros estatísticos recentes). Por isso, foi escolhida, de forma factível, como proxy do *homoeconomicus* (aquele que só faz escolhas econômicas ótimas), no contexto da maximização do auto- interesse.

Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi elaborar um modelo teórico, simples e rígido, para descrever e compreender o nível de racionalidade econômica das escolhas instantâneas, associado ao emprego da inteligência Homo Sapiens versus IA Alfa-Zero, já que essa relação pode ser: ou “simbiótica” (quando forem complementares), ou “parasitária” (quando forem substitutos) e, no longo prazo, *ceteris paribus*, na relação parasitária (substituição entre os insumos) o cenário será caótico, enquanto se a relação for “simbiótica” (insumos complementares), será harmônico.

Existem também as variáveis dinamizadoras do processo, como os aspectos éticos e a inovação tecnológica, especialmente a destruição criativa e os problemas econômicos ambientais com reflexos globais, no contexto da Economia do Big Data, na perspectiva filosófica do datacentrismo, de acordo com HARARI (2013), cuja premissa é que os dados são o centro do pensamento, nesse caso, do econômico. Portanto, segundo o autor um dos desafios socioeconômicos

do terceiro milênio é a discussão sobre as alternativas de ciência econômica e a maximização do auto-interesse, frente aos desafios econômicos globais, de acordo com HARARI (2023).

As críticas de Amartya Sen, ao pensamento econômico convencional, são sobre: a Maximização do auto-interesse, como única e exclusiva forma de obtenção da Racionalidade Econômica; e a ciência de Pareto, como única referência para a ciência econômica e se relaciona com um aspecto das variáveis dinamizadoras, o ético. Outro aspecto que se insere no debate é a destruição criativa de J. Schumpeter, associada a certas variáveis dinamizadoras.

O modelo pretende possibilitar contribuições científicas (empíricas e teóricas) futuras sobre o assunto, a título exemplificativo: remuneração da utilidade social do homo sapiens, quando a produtividade marginal dele for menor ou igual a zero; novas formas de tributação e incentivos, com foco na preservação, conservação e recuperação do meio ambiente, etc.

A investigação constatou que as escolhas ótimas instantâneas do *homoeconomicus*, pode ser factível. Considerando o posicionamento de três das teorias econômicas sobre decisão (do Prospecto, da Racionalidade Limitada e da Escolha Racional), acerca da racionalidade econômica, com base na maximização do autointeresse, pode-se observar três perspectivas distintas: a primeira, com viés nas escolhas (escolhas, subótimas ruins), a segunda com assimetria de informação (escolhas subótimas, satisfatórias), a terceira (escolhas ótimas). Tudo isso combinado com o fenômeno econômico da difusão da inteligência artificial e suas consequências (como a superioridade cognitiva e de análise otimizada de dados no caso Alfa-Zero) houve a possibilidade de transladar a discussão sobre a referida hipótese aplicada ao caso concreto, inserindo a proxy do *homoeconomicus*.

A proposta de elaboração e formulação de um modelo econômico teórico específico, se deu pelo ineditismo da discussão teórica e pela possibilidade de testá-la empiricamente. Esse modelo pode descrever e avaliar o fenômeno do processo econômico decisório de forma intertemporal, isto é, suas consequências no transcurso do tempo.

Estabeleceu-se como premissa que a influência de Alfa-Zero, no processo econômico decisório, poderia ser positiva ou negativa. Ao checar a historiografia do pensamento econômico pôde-se sustentar essa ideia do ponto de vista científico. Foram utilizadas a Teoria do Prospecto, a Teoria da Racionalidade Limitada e a Teoria da Escolha Racional, com posicionamentos diferentes sobre a aplicabilidade da hipótese da racionalidade econômica em casos concretos, conforme citações no referencial teórico desse artigo.

As maiores discussões teóricas e empíricas sobre o tema foram de apoiadores e opositores dos modelos de cada uma das três teorias: Teoria da Escolha Racional, Teoria da Racionalidade Limitada e Teoria do Prospecto, avaliando se há ou não ciência da aplicação de forma integral, parcial ou não aplicada da hipótese da racionalidade econômica, nos casos concretos envolvendo escolhas de agentes econômicos (consumidores, governos ou empresários) no processo decisório.

Então, partindo-se do impacto contínuo do evento (ocorrência da difusão do uso da IA Alfa-Zero), no aumento recursivo do nível das escolhas econômica, esse modelo assume níveis diferentes de racionalidade econômica, para o emprego de cada um dos insumos (inteligência *homo sapiens*; IA Alfa-Zero, proxy da inteligência *homoeconomicus*).

De acordo com Souza Filho e Struchiner (2018) para a construção de modelos teóricos necessita da representatividade dele, revisão da literatura sobre o tema, elaboração concisa e coerente do modelo teórico, testes de validação e reestruturação e conclusão do modelo teórico. A proposta do modelo foi a aplicação direta da função Coob-douglas, *ceteris paribus*, adaptado para a forma intertemporal. Logo em seguida, uma regressão linear múltipla para capturar os impactos intertemporais das variáveis dinamizadoras. Essa demonstração matemática está no capítulo da Modelagem Econômica.

Acredita-se que pode ser útil verificar, a luz das ideias de SEN (1987), o impacto intertemporal das escolhas racionais ótimas do *homoeconomicus*, tal qual aquela proposta na hipótese da racionalidade econômica. Então, pretende-se munir o debate com elementos iniciais para possibilitar contribuições científicas (empíricas e teóricas) futuras sobre a problemática proposta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender o impacto, intertemporal, no nível de racionalidade econômica das escolhas instantâneas. A literatura traz a difusão da inteligência artificial, como forma indutora de progressivas melhorias na capacidade de escolha desses agentes. Além disso, é possível, mediante interações combinadas do emprego dos insumos básicos, a IA Alfa-Zero e inteligência *homo sapiens*, é possível que haja também melhoria contínua dessas ferramentas e sistemas.

A hipótese da racionalidade econômica tem sido objeto de muitas críticas e debates ao longo dos séculos. Algumas das principais consequências dessa hipótese incluem a ideia de que os indivíduos são capazes de tomar decisões racionais e maximizar seus próprios interesses.

De acordo com Arrow (1987), em seu artigo “Economic Theory and the Hypothesis of Rationality”, a racionalidade adquire sua força e significado do contexto social em que está inserida e é mais plausível sob condições ideais. Quando essas condições deixam de existir, as suposições de racionalidade tornam-se tensas e possivelmente autocontraditórias. A aplicação em casos concretos, depende de processamento de informações e cálculo que está muito além do viável e que não pode ser bem justificada como resultado de aprendizado e adaptação. A título ilustrativo, Cavallini (2009), propõe, por exemplo, uma discussão se seria a racionalidade econômica uma premissa científica legítima ou um instrumento de apoio ao sistema capitalista de produção.

De um lado, A Teoria da Escolha Racional, proposta por autores como Gary Becker (1976) e Milton Friedman (1953), e K. J. Arrow (1987), assume que os indivíduos são racionais e tomam

decisões com base em seus interesses pessoais, possibilitando que cada agente econômico faça sua escolha maximizando sua utilidade, no caso de consumidores, seu lucro no caso das empresas e o bem-estar social no caso dos agentes governamentais. Nesse caso, aplicabilidade plena da hipótese (baseada única e exclusivamente na maximização do auto-interesse) e escolhas ótimas dos agentes.

Já a Teoria da Racionalidade Limitada, desenvolvida por Herbert Simon (1955), reconhece que os indivíduos têm capacidades cognitivas limitadas pela instantaneidade da decisão econômica, isto é, propõe a aplicabilidade parcial da hipótese da racionalidade econômica no mesmo contexto, assim as escolhas desses agentes (consumidores, governantes e empresários) seriam, subótimas satisfatórias.

Por fim, a Teoria do Prospecto, proposta por Daniel Kahneman e Amos Tversky (1979), sugere que os indivíduos tomam decisões com base em heurísticas e vieses cognitivos, levando em conta as perdas e ganhos potenciais, portanto, nesse caso as escolhas econômicas seriam, subótimas ruins. Propõe a inaplicabilidade da hipótese da racionalidade para os mesmos propósitos, mesmo contexto.

De acordo com Fernandez Bêrni (2014), avaliando o princípio da racionalidade nas teorias econômicas, segundo Karl Popper, propôs três possíveis respostas a esta questão. Foram examinadas, pelo autor, com suas respectivas estruturas lógicas. A primeira propõe que o postulado da racionalidade desempenhe o papel de uma lei geral do comportamento humano. A segunda requer que ele funcione como um axioma da teoria. Finalmente, a terceira proposta sugere que o postulado da racionalidade seja entendido como uma regra metodológica. Portanto, utiliza-se nessa pesquisa a última solução que satisfaz a base conceitual do modelo proposto de três passos para descrever a difusão da inteligência artificial.

De acordo com Morais (2012) algumas variantes da Teoria da Escolha Racional sob a perspectiva da aplicabilidade da hipótese da racionalidade econômica, baseadas no uso da razão instrumental, quase que exclusivamente, diferem em termos dos critérios para utilizar essa hipótese, o que levanta a questão da viabilidade dessa teoria. O autor testa os limites operacionais de cada proposta para estimar, em termos gerais, até que ponto a escolha racional serve como ferramenta para casos concretos.

No contexto do axioma da teoria clássica, é plausível, de acordo com Costa (2016), o modelo de racionalidade limitada de Herbert Simon para escolhas econômicas dos agentes em sistemas complexos, sob o prisma da noção de escolhas subótimas logicamente consistente, por conta da assimetria de informações as escolhas instantâneas são satisfatórias”.

Mendes da Silva, et al. (2013) propôs identificar a existência de relação estatística entre escolha racional e desempenho acadêmico de estudantes universitários de graduação. De acordo com os autores, os resultados mostram que Desempenho Acadêmico tem relação direta com escolha racional e altera vieses cognitivos na tomada de decisão.

Para sustentar e embasar o novo modelo, existe um estudo realizado por Agrawal, Gans e Goldfarb (2018), que investigou como a inteligência artificial pode ser usada para melhorar a tomada de decisões em contextos econômicos. Os autores argumentam que a essa tecnologia pode fornecer informações valiosas e análises precisas levando, com o passar do tempo a escolhas mais racionais e eficientes.

De acordo com Varian (2010) A difusão da inteligência artificial pode ter um impacto significativo na hipótese da racionalidade econômica, em casos concretos. Uma vez que, com o auxílio de ferramenta e sistemas sofisticados, os indivíduos, cada vez, procurarão satisfazer suas necessidades de forma racionalmente perfeita, levando em consideração informações disponíveis, probabilidades de eventos e potenciais custos e benefícios na determinação de preferências.

De acordo com Silva e Fleig (2019) a inteligência artificial pode promover grandes avanços, mas ao mesmo tempo existem potenciais riscos dessa tecnologia, que devem ser considerados. Levando a acreditar que a difusão da inteligência artificial pode ter um impacto significativo na hipótese da racionalidade econômica, ajudando os agentes a fazerem escolhas ótimas. No entanto, é importante ressaltar que o uso ético e responsável da inteligência artificial é fundamental.

Logo, a regulação e o controle para garantir que suas aplicações sejam benéficas para a sociedade e que o desenvolvimento, a implantação e o uso, dessa tecnologia, devem ser controlados, regulados e regulamentados, e sejam realizados de forma ética e responsável, levando em consideração questões como privacidade, segurança e justiça social.

Esse alerta é claro, segundo França e Vasconcelos (2020), ao discutir o crescente uso de tecnologias baseadas em inteligência artificial no desenvolvimento de sistemas e ferramentas, que tem potencial de reduzir a necessidade de presença humana em muitas atividades perigosas, monótonas e cansativas, ao mesmo tempo em que pode aumentar os riscos existentes e introduzir novos riscos.

No entanto, na prática, de acordo com Kahneman e Tversky (1979) os indivíduos nem sempre tomam decisões ótimas devido a existência de limitações cognitivas e emocionais. Dessa forma, a inteligência artificial, de acordo com Agrawal, Gans e Goldfarb (2018) pode ajudar a superar essas limitações ao fornecer informações valiosas e análises precisas para auxiliar na tomada de decisões.

Então, de forma sumarizada, pode haver, no longo prazo, um impacto significativo na hipótese da racionalidade econômica, provocado pela difusão da inteligência artificial, já que ao capacitar os agentes econômicos humanos, eles também poderiam fazer escolhas ótimas, no longo prazo.

É importante ressaltar que o desenvolvimento, a implantação e uso ético e responsável das ferramentas e sistemas são fundamentais para garantir que suas aplicações sejam benéficas para a sociedade. Portanto, deve-se incluir a regulação e o controle social, nesse processo, levando-se em

consideração questões como privacidade, segurança e justiça social, para que se consiga comprovar a hipótese dessa pesquisa.

Uma vez que, de forma sumarizada Ludermir (2021), Ribeiro (2011) e Fiorin et.al (2011), postulam que a inteligência artificial é um campo amplo e interdisciplinar que inclui muitos subcampos. O Aprendizado de Máquina é um subcampo da inteligência artificial que envolve o desenvolvimento de algoritmos que podem aprender com os dados e fazer previsões ou decisões sem serem explicitamente programados para fazê-lo. Outro subcampo bem conhecido é o de redes neurais: um tipo de algoritmo de aprendizado de máquina modelado a partir da estrutura e função do cérebro humano.

As Redes Neurais são compostas por camadas de nós ou neurônios interconectados que podem aprender a reconhecer padrões nos dados. A Processamento de Linguagem Natural (PLN) também é um campo da inteligência artificial que se concentra em permitir que os computadores entendam, interpretem e gerem a linguagem humana. Ainda temos como um grande subcampo associada a essa tecnologia os sistemas baseados em agentes e múltiplos agentes: a área de inteligência artificial que consiste principalmente em criar sistemas baseados em agente, onde um agente é uma entidade autônoma capaz de perceber seu ambiente, raciocinar e tomar decisões para atingir seus objetivos.

Além disso, a Busca também é um subcampo da inteligência artificial que se concentra em desenvolver algoritmos para encontrar soluções para problemas complexos. Ainda há: o Planejamento Automatizado, que se concentra em desenvolver algoritmos para planejar automaticamente ações para atingir um objetivo específico; Representação do Conhecimento, que se concentra em representar o conhecimento de uma maneira que possa ser usada por sistemas de inteligência artificial para raciocinar e tomar decisões; o Raciocínio e Raciocínio Probabilístico que se concentra em desenvolver algoritmos para raciocinar sobre informações incertas ou incompletas; e Robótica e Percepção, que se concentra em desenvolver sistemas robóticos capazes de perceber seu ambiente e tomar decisões autônomas.

Os autores, são categóricos com relação estabelecer que esses são apenas alguns dos muitos subconjuntos da inteligência artificial, e cada um desses subconjuntos pode ser dividido em ainda mais subcampos especializados. É importante notar que esses subconjuntos não são mutuamente exclusivos e muitas vezes se sobrepõem uns aos outros, com muitas técnicas e algoritmos sendo usados em várias áreas diferentes.

Por exemplo, o aprendizado profundo (Deep Learning) é um subconjunto do aprendizado de máquina (Machine Learning) e da inteligência artificial, que é considerado uma tecnologia central da atual Quarta

Revolução Industrial (4IR ou Indústria 4.0). Devido às suas capacidades de aprendizado a partir de dados, a tecnologia de aprendizado profundo, originada a partir de redes neurais artificiais, tornou-se um tópico vital no contexto da computação e é amplamente aplicada em várias áreas, como saúde, reconhecimento visual, análise de texto, segurança cibernética e muitos outros.

Sabendo-se que o objetivo da pesquisa foi elaborar um modelo teórico, simples, rígido e seminal, para descrever e compreender como a difusão da inteligência artificial, poderiam influenciar o comportamento dos agentes econômicos. Esse formato de modelo pretende promover elementos iniciais para, daqui por diante, possibilitar contribuições científicas empíricas e teóricas futuras sobre esse assunto específico.

Para elaborar esse modelo econômico, de acordo com Souza Filho e Struchiner (2021) são necessárias sete etapas: Identificação e Delimitação do Objeto de Estudo (Etapa 1); Resgate Cognitivo e Tempestade de Ideias (Etapa 2); Representação do Modelo Teórico (Etapa 3); Revisão da Literatura sobre o Tema (Etapa 4); Estruturação do Modelo Teórico (Etapa 5); Submissão do Modelo Teórico a Especialistas (Etapa 6); até a Reestruturação e Finalização do Modelo Teórico (Etapa 7).

Além disso, é necessário se responder um questionário para validação interna das premissas, de acordo com Günther (2006), essa análise seria utilizada como técnica para validar internamente, de forma qualitativa, as hipóteses. Então, pareceu, ser útil, inicialmente verificar de forma qualitativa, o impacto tanto do emprego combinado dos insumos básicos (inteligência Homo Sapiens e IA Alfa-Zero), quanto das variáveis dinamizadoras.

A Teoria da Destruição Criativa, de acordo com Schumpeter (1942), consiste na compreensão das transformações inerentes ao capitalismo. A destruição, essência dessa teoria, consiste na dinâmica do capitalismo, onde novas tecnologias emergem como ondas, de forma aleatória. Essas inovações não apenas desestruturam o mercado, mas também aumentam a produtividade do capital e do trabalho.

Nesse sentido, empreendedores inovadores introduzem novos produtos e métodos que possuem vantagens competitivas em relação aos existentes (o segundo termo, Criativa, se relaciona a evolução ocorrida após a destruição). A partir daí, de acordo com o autor, ocorre: ou a substituição gradual, ou a disruptiva, dos antigos métodos ou produtos. Essa categoria de inovação causa rupturas significativas no mercado e frequentemente pode levar a extinção de empresas ou até a de setores produtivos. A inovação disruptiva não se limita a melhorias incrementais, pode também redefinir setores inteiros, criando novos padrões de consumo e comportamento empresarial.

De acordo com o autor pode-se identificar os recorrentes padrões: (1) competitividade e dinâmica de mercado, cuja concorrência impulsiona a inovação e a adaptação constante; (2) avanço tecnológico, onde as novas tecnologias transformam o contexto econômico do mercado; (3) as transformações do padrão de consumo, consiste na evolução das preferências de consumidores, que

impulsiona a demanda por novos produtos e serviços. Então, a Teoria da Destruição Criativa trata o capitalismo como um sistema dinâmico e adaptável, em que a inovação e as transformações são inevitáveis.

De acordo com KISSINGER, SCHIMIDT e HOTTENLOCHER (2021) a IA AlphaZero, desenvolvida pela DeepMind da Google, representa um marco notável no campo da IA. Com uma abordagem de aprendizado por reforço, IA AlphaZero foi capaz de aprender a jogar xadrez, Go e shogi, em nível avançado, sem conhecimento prévio além das regras básicas dos jogos.

Com relação à velocidade de aprendizado, segundo os autores, o AlphaZero, em apenas 24 horas, alcançou um nível de conhecimento suficiente para enfrentar os melhores enxadristas do mundo; em quatro horas, desenvolveu habilidades que superavam o desempenho humano e, após três dias, derrotou a versão anterior do programa, o AlphaGo, por 100 a 0 em partidas de Go.

No que tange a resultados de Jogos, os autores revelam que, no xadrez, o AlphaZero jogou 100 partidas contra o programa Stockfish (considerado o melhor da época) e os resultados foram: 28 (vinte e oito vitórias), 62 (setenta e dois empates) e nenhuma derrota. Nesse caso, a estratégia de jogo do Alfa-Zero é robusta porque se adapta e evolui continuamente.

Além disso, o AlphaZero cria novas táticas e abordagens, algumas das quais nunca haviam sido vistas antes.

Portanto, a IA Alfa-Zero, oferece novas perspectivas e possibilidades para redimensionar o potencial de aprendizado e de estratégia. Nesse caso, é factível que possa ser aplicado ao processo econômico decisório, utilizada como proxy do *homoeconomicus*, no que tange às escolhas econômicas instantâneas, com foco na maximização do autointeresse (Escolhas ótimas, como na Teoria da Escolha Racional).

3 ANÁLISE QUALITATIVA

Dessa forma, com base no impacto intertemporal do emprego combinado da Inteligência Homo Sapiens (atribuída às Teorias: do Prospecto e da Racionalidade Limitada, com escolhas subótimas) e IA Alfa-Zero proxy da Inteligência *homoeconomicus*, alterando o nível de Racionalidade Econômica das escolhas econômicas instantâneas, baseadas na maximização do auto-interesse, conforme preconiza, a Teoria da Escolha Racional (onde as escolhas são sempre ótimas).

Associando, a percepção anterior de que é possível estabelecer uma avaliação intertemporal da situação apresentada, com base na discussão científica sobre a aplicabilidade da hipótese da racionalidade econômica dos agentes contida especialmente pelo debate teórico de três das teorias econômicas do processo econômico decisório: (1) Teoria do Prospecto, associada a escolhas ruins (por conta da proposta da inaplicabilidade dessa hipótese); (2) Teoria da Racionalidade Limitada, relacionada a escolhas satisfatórias (por conta da proposta de aplicabilidade parcial dessa hipótese);

e (3) Teoria da Escolha Racional, que postula, para qualquer agente econômico racional, escolhas ótimas (por conta da aplicabilidade plena das premissas dessa hipótese).

A discussão empírica, dessas teorias se dá em torno do nível racionalidade econômica em função do sucesso extraordinário do uso, desenvolvimento e implementação da inteligência artificial Alfa-Zero, no campo de jogos estratégicos de tabuleiro, no mesmo contexto, maximização do auto- interesse, cuja superioridade cognitiva e de análise otimizada de dados, sobre a inteligência Homo Sapiens e de outras IAs, nos jogos (sem derrotas).

A discussão seria a seguinte: no período inicial da avaliação intertemporal do emprego dos insumos, como os agentes econômicos são todos humanos, então a fundamentação é dada pela Teoria do Prospecto: escolhas ruins porque os agentes não são capacitados para fazer boas escolhas econômicas, a expectativa é de que o impacto da inserção de Alfa-Zero, seja positivo.

Com isso, à medida que o tempo passa, os agentes estão submetidos ao efeito positivo do evento da difusão da inteligência artificial, e, portanto, farão escolhas sub ótimas, incrementais, instantâneas, passando a se comportar conforme preconiza a Teoria da Racionalidade Limitada. E, no longo prazo, no limite, as escolhas seriam ótimas, pelo fato de que os agentes foram submetidos ao efeito do evento recursivamente, até que fossem capazes de fazer escolhas ótimas.

Se a relação entre os insumos for “simbiótica” (insumos complementares) então, *ceteris paribus*, no longo prazo o efeito seria constatado num “cenário harmônico”, mas pode haver uma relação “parasitária” (insumos substitutos), nesse caso, *ceteris paribus*, no longo prazo, haverá um “cenário caótico”, por conta da prevalência da substituição da inteligência Homo Sapiens, pela IA Alfa-Zero, como fora demonstrado em desempenho similar em jogos estratégicos de tabuleiro, cujas últimas estatísticas registradas 73,5% de vitórias; 26,5% de empates; não houve derrotas. Além disso, as pontuações, inovação, ineditismo, etc. cresce a taxa crescente.

No caso, das variáveis dinamizadoras, elas podem ser de dois tipos: as que contribuem para a relação simbiótica (complementares) entre os insumos e, por conseguinte, para o cenário harmônico no longo prazo. Por outro lado, as que contribuem para a relação parasitária entre os insumos (substitutos), isto é, para o cenário caótico no longo prazo.

De acordo com Almeida (2021), a calibragem geralmente requer o uso de dados, sejam eles primários ou secundários. Os dados são usados para estimar os valores dos parâmetros do modelo, de modo que se ajuste aos dados observados. Sem dados, seria difícil calibrar um modelo de forma precisa e confiável. No entanto, em alguns casos, os parâmetros podem ser determinados com base em suposições teóricas ou em valores comumente aceitos na literatura econômica, mas isso pode limitar a precisão e a confiabilidade do modelo.

Por conta da incipiência da ocorrência da IA com esse propósito e pela ausência de dados estatísticos fora dos jogos estratégicos de tabuleiro, da IA Alfa Zero, o modelo foi apresentado para

contribuições futuras, sem os testes econométricos. O motivo de se adotar a função Cobb-Douglas foi pela versatilidade, das propriedades convenientes e realistas para modelos econômicos. Amplamente utilizada em modelos para representar, por exemplo, a relação entre dois (ou mais) fatores de produção e o produto.

Essa função é importante porque permite associar diferentes quantidades de Capital e Trabalho, de modo a obter o mesmo nível de produção. Adaptou-se a função para captura intertemporal dos impactos das variáveis independentes, no nível de racionalidade econômica das escolhas instantâneas (com base na maximização do autointeresse) para o caso Alfa-Zero como variável proxy da inteligência *homoeconomicus*.

Essa função é utilizada na ciência econômica para modelar a produção de uma empresa (ou de uma economia como um todo), levando em consideração a contribuição de diferentes fatores de produção.

Então no longo prazo, em caso de relação simbiótica (insumos complementares), haveria também, no longo prazo, uma provável melhoria razoável de indicadores de desenvolvimento dos países, especialmente os mais pobres (diminuição da pobreza multidimensional, aumento da renda, melhores relações de trabalho, melhoria no meio ambiente, redução da criminalidade, remuneração da utilidade social do homo sapiens, quando a produtividade marginal dele for menor ou igual a zero, etc.) já que os preceitos éticos seriam associados ao nível de racionalidade, ao invés de tão somente o autointeresse maximizado.

4 PROPOSTA PARA ANÁLISE QUANTITATIVA

O modelo econométrico intertemporal e estocástico que possa ser utilizado para capturar o impacto da relação combinada do emprego dos insumos básicos: da inteligência *homo sapiens* e da IA Alfa-Zero (variável proxy da inteligência *homoeconomicus*), no nível de Racionalidade Econômica das escolhas econômicas instantâneas (baseada na maximização do auto-interesse). Essa relação pode ser

“simbiótica” (quando esses insumos forem complementares) ou “parasitária” (quando esses insumos forem substitutos) entre a inteligência humana e a inteligência artificial no contexto econômico. O modelo simplificado onde I_{HS} representa a inteligência Homo Sapiens e I_{HE} representa a inteligência *homoeconomicus* (IA Alfa Zero como proxy).

A relação simbiótica foi modelada como uma função de produção Cobb- Douglas, que é para representar o nível de racionalidade econômica instantânea, onde os insumos são complementares:

$$Y_t = A_t \cdot I_{HS}^{\alpha} \cdot I_{HE}^{(1-\alpha)}$$

Onde: Y_t é o nível de racionalidade econômica das escolhas instantâneas, o imput econômico no tempo (t); A_t é um fator de produtividade total que pode variar ao longo do tempo; α é a elasticidade de produção da inteligência humana, ($0 < \alpha < 1$); e I_{HS_t} e I_{HE_t} são os níveis de inteligência humana e IA no tempo (t), respectivamente.

Para a relação parasitária, quando os insumos são substitutos, podemos introduzir um termo de substituição (θt), que varia ao longo do tempo e representa a facilidade com que a IA pode substituir a inteligência humana:

$$Y_t = A_t \cdot (\theta t \cdot I_{HS_t} + I_{HE_t})^\beta$$

Onde, β representa a elasticidade de substituição entre os insumos.

Em ambos os casos, a dinâmica intertemporal pode ser introduzida através de equações diferenciais estocásticas que modelam a evolução de A_t ; I_{HS_t} e I_{HE_t} , ao longo do tempo, considerando choques aleatórios que podem afetar a produtividade e os níveis de inteligência:

$$\begin{aligned} dA_t &= \mu_A \cdot A_t dt + \gamma_A \cdot A_t \cdot dW_{A_t} \\ dI_{HS_t} &= \mu_{HS} \cdot I_{HS_t} dt + \gamma_{HS_t} \cdot I_{HS_t} \cdot dW_{HS_t} \\ dI_{HE_t} &= \mu_{HE} \cdot I_{HE_t} dt + \gamma_{HE_t} \cdot I_{HE_t} \cdot dW_{HE_t} \end{aligned}$$

Onde: (μ) e (γ) são os parâmetros de deriva e volatilidade, respectivamente; e dW , são termos de Wiener que representam os choques estocásticos.

Este é um exemplo simplificado e muitos outros fatores podem ser incluídos para tornar o modelo mais realista, como a interação entre I_{HS} e I_{HS} , a dependência do tempo em (θt), e a introdução de variáveis exógenas.

Outra proposta de modelagem subsidiária para verificar o impacto, das variáveis dinamizadoras do processo econômico decisório, seria, mediante regressão linear múltipla, avaliar como essas variáveis se comportam em relação à variável dependente nível de racionalidade econômica das escolhas instantâneas, inserindo-as no modelo como variáveis dummies:

$$Y_t = \alpha + \sum \beta_{nt} X_{nt} + \sum \beta_{mt} X_{mt} + \epsilon_t$$

Onde: Y_t é nível de racionalidade econômica das escolhas instantâneas no tempo; α é o nível básico de racionalidade econômica das escolhas instantâneas; β representa a elasticidade de substituição entre as variáveis dummies dinamizadoras, que podem ser simbióticas X_n quando impactam positivamente, porque contribuem para o cenário harmônico: e parasitárias X_n quando impactam negativamente, porque contribuem para o cenário caótico, no longo prazo, *ceteris paribus*.

No entanto, a calibração e a estimação desse modelo requerem dados empíricos e uma análise mais aprofundada. É importante notar que a construção de modelos econométricos é complexa e deve ser adaptada às especificidades do fenômeno estudado. Espero que este exemplo forneça uma base para o desenvolvimento de um modelo mais detalhado e ajustado às suas necessidades de pesquisa.

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS TEÓRICOS

Como se trata de uma pesquisa teórica, o capítulo de discussão e resultado incluiu uma análise qualitativa sobre como o nível de racionalidade econômico das escolhas instantâneas a partir: da revisão da literatura específica e do Estudo de caso da IA AlfaZero, aplicada a jogos estratégicos de tabuleiro (com base na maximização do auto interesse); e a partir daí, por conta da incipiência da ocorrência e da ausência de dados estatísticos relevantes, elaboração de propostas de modelos econométricos.

Também se discutiu as implicações desses resultados no que se refere ao desenvolvimento ético da inteligência artificial, a partir da crítica de Amartya Sen ao pensamento econômico convencional. Em primeiro lugar, realizou-se uma análise qualitativa prévia, apresentamos três possíveis cenários: (1) relação entre os insumos: inteligência *Homo Sapiens* e IA Alfa-zero, proxy do *homoeconomicus*. Essa relação pode ser simbiótica (quando os insumos forem complementares), ou parasitária (quando forem substitutos; (2) Cenários econômicos dessa relação no

longo prazo que podem ser diametralmente opostos: ou caótico, provocado pela relação parasitária entre os insumos (ou por variáveis dinamizadoras), ou harmônico, com relação simbiótica entre os insumos ou pelas variáveis dinamizadoras; ou (3) presença de variáveis dinamizadoras do processo econômico decisório, que podem impactar, ora positivamente (contribuindo para a relação simbiótica e cenário harmônico, ora negativamente (situação diametralmente oposta).

Quanto a classificação da relação entre os insumos, na Simbiótica (quando os insumos I_{HE} e I_{HE} forem complementares) haverá harmonia entre os insumos e uma ética ponderada por questões éticas, conforme propõe Amartya Sen ao questionar o pensamento econômico convencional.

Por outro lado, a Parasitária (quando os insumos forem substitutos), o processo econômico decisório dar-se-á conforme preconiza a Teoria Racional da Escolha, com a prevalência da maximização do auto interesse, e sem preceitos éticos envolvido, *ceteris paribus*, no longo prazo, ocorreria o cenário Caótico.

Quanto aos cenários no longo prazo, no Caótico: a superioridade cognitiva e de análise de dados do insumo I_{HE} sobre a inteligência humana, demonstradas no desempenho da IA Alfa-Zero (em jogos estratégicos de tabuleiro, atingindo níveis sobrehumanos, não havendo percentual de

derrotas nos últimos jogos, nem mesmo para outras IAs), sem a ponderação pelos preceitos éticos, proporcionará a substituição da I_{HS} pela I_{HE} no longo prazo, *ceteris paribus*, o cenário será de: extrema pobreza e fome, por conta da produtividade marginal decrescente (a taxas crescentes) do emprego da I_{HS} ; concentração absurda da Renda; aumento da criminalidade, das tensões sociais e das guerras; destruição do meio ambiente; Problemas especialmente no terceiro mundo de Educação e Saúde coletiva, por falta de investimentos nessa área; etc.

Por outro lado, no cenário harmônico, a situação é diametralmente oposta porque os insumos I_{HE} e I_{HS} são complementares e as variáveis dinamizadoras contribuem positivamente para o desenvolvimento socioeconômico, então os investimentos serão voltados principalmente para questões como: preservação do meio ambiente, combate à fome, medicina e saúde coletiva, inovação tecnológica, paz mundial, combate à criminalidade, distribuição de renda (remuneração da utilidade social da I_{HS} quando a produtividade marginal dela for menor ou igual a zero); etc..

No primeiro cenário, caótico quanto a I_{HE} substituir a I_{HS} pode ocorrer rapidamente, pois não haverá barreiras regulatórias para impedir ou desacelerar sua adoção. No entanto, a falta de regulação também pode levar a preocupações éticas e sociais, como questões de privacidade e segurança. Isso pode afetar a confiança dos indivíduos na tecnologia e torná-los menos dispostos a adotá-la.

No segundo cenário, harmônico, haveria a presença de fortes preceitos éticos (preservação da espécie humana, do meio ambiente, da água, etc.; busca pela paz, e investimentos éticos em saúde, educação e equidade. Portanto, haveria garantias de que a inteligência artificial, fosse usada de forma ética e responsável, levando em consideração questões como privacidade, segurança e justiça social etc..

No caso das variáveis dinamizadoras do processo econômico decisório, são basicamente relacionadas aos aspectos da ética na economia e aos aspectos da inovação tecnológica. Podem contribuir positivamente ou negativamente para a harmonia da relação combinada dos insumos e conseqüentemente para os cenários de longo prazo. Conforme descrito na análise qualitativa, e em futuros testes empíricos, quando houver dados relevantes disponíveis.

Além de projeções com relação aos cenários, houve a apresentação de modelos teóricos, com base em teorias e outros modelos similares existentes na literatura específica acerca desse assunto. Isso pôde ajudar a contextualizar os resultados da avaliação qualitativa e a identificar possíveis lacunas na pesquisa atual, com objetivo de aprimorá-la tanto em termos empíricos como teóricos.

Há um crescente corpo de literatura científica sobre o impacto social e ético da inteligência artificial. A maioria dessas publicações discute as preocupações éticas levantadas pelos sistemas de inteligência artificial e a maioria das temáticas está associada ao potencial de uso indevido de

modelos preditivos para tomada de decisão. Outro tema identificado com frequência é análise dos impactos sociais e éticos do uso da inteligência artificial em setores específicos da economia.

Portanto, o modelo é apenas uma incipiente contribuição para transladar o debate para avaliar o impacto do fenômeno da incidência da inteligência artificial, como proxy do idealizado *homoeconomicus*, no processo econômico decisório com relação a suas escolhas ótimas, no longo prazo. Devido a todas as limitações encontradas com relação a dados primários e secundários, sugere-se o modelo teórico com intuito de iniciar as discussões e testes sobre essa possibilidade.

O modelo proposto é uma tentativa de integrar diferentes teorias e abordagens para entender e aprimorar as Teorias Econômicas sobre decisão. É importante ressaltar que o modelo é apenas uma primeira tentativa e está sujeito a críticas e melhorias. No entanto, representa um passo importante na direção de entender melhor como a inteligência artificial (como proxy) pode afetar intertemporalmente a economia e a sociedade.

6 CONCLUSÃO

Este artigo examinou a racionalidade econômica no contexto do processo decisório, considerando três teorias econômicas: a do Prospecto, de Daniel K. e Amos T.; a da Racionalidade Limitada, de Hebert S. e a da Escolha Racional de Gary B; essas teorias apresentam perspectivas distintas do processo econômico decisório. A partir da premissa de que a maximização do auto-interesse não é suficiente para determinar a racionalidade econômica, conforme propõe Amartya Sen na crítica ao pensamento econômico convencional, quando a maximização do auto-interesse não ser a única e exclusiva forma de racionalidade econômica e nem a eficiência de Pareto ser referência exclusiva de eficiência econômica.

A partir daí explorou-se a combinação do emprego de dois insumos básicos: a Inteligência *Homo Sapiens* – I_{HS} e a Inteligência *Homoeconomicus* – I_{HE} . O modelo econométrico teórico que utiliza a IA Alfa Zero como proxy para o *Homoeconomicus*. Além disso, foram consideradas também as variáveis dinamizadoras do processo, especialmente as relacionadas aos preceitos éticos e à inovação tecnológica.

Nossas conclusões indicam que a Teoria do Prospecto descreve o comportamento econômico do *Homo Sapiens*, com escolhas marcadas por viés, portanto subótimas e consideradas “ruins”. A Teoria da Racionalidade Limitada, por sua vez, resulta em escolhas marcadas pela assimetria de informação, então subótimas, consideradas “satisfatórias”. Já a Escolha Racional, atributo da Inteligência *Homoeconomicus*, leva a escolhas (com foco na maximização do auto-interesse) consideradas “ótimas”.

Ao aplicar a função Cobb-Douglas, nesse processo econômico decisório, considerando I_{HE} (Inteligência *homoeconomicus*, IA Alfa-Zero como *proxy*) para K (Capital na função original) e I_{HS}



(Inteligência *homo Sapiens*) para L (Trabalho, na função original), observa-se, *ceteris paribus*, que, no nível de racionalidade econômica Y, a combinação intertemporal do emprego desses insumos pode levar a uma relação parasitária ou simbiótica no longo prazo. Essa dinâmica pode resultar em cenários qualitativos caóticos ou harmônicos.

Outra modelagem teórica apresentada de forma subsidiária, foi quanto às variáveis dinamizadoras, que mediante regressão linear múltipla intertemporal, aplicando para cada uma delas uma variável dummy, para capturar intertemporalmente os impactos positivos (contribuindo para a harmonia) e negativo (contribuindo para o caos).

Com base nos impressionantes resultados da IA Alfa Zero em jogos estratégicos, demonstrados no estudo de caso, destaca-se a superioridade cognitiva e analítica dessa IA sobre a Inteligência Homo Sapiens e outras IAs, o que nos permitiu a propositura da utilização dessa variável como proxy da IHE, Inteligência *homoeconomicus*, no contexto do Processo Econômico Decisório convencional (com base na maximização do autointeresse). No entanto, é relevante considerar, nos modelos econômicos apresentados os aspectos éticos, e de inovação tecnológica, afim de se evitar tendências ao parasitismo caótico.



REFERÊNCIAS

Ajay K Agrawal, Joshua S Gans & Avi Goldfarb (Eds.). (2019). *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. University of Chicago Press.

Ajay K. Agrawal, Joshua S. Gans & Avi Goldfarb. (2018). *Economic Policy for Artificial Intelligence*. NBER Working Paper 246905.

Arrow, K. J. (1987). *Economic Theory and the Hypothesis of Rationality*. In *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, 1st edition, 1987. Edited by John Eatwell, Murray Milgate and Peter Newman

Atashbar, T. (2020). *The Future of Economics in an AI-Biased World*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/340084715_The_Future_of_Economics_in_an_AI-Biased_World

Audi, R. (Ed.). (2011). *The Cambridge Dictionary of Philosophy* (3rd ed.). Cambridge University Press.

BASS, F. M. A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, v. 15, n. 5, p. 215-227, 1969

Baert, P. (1997). Algumas limitações das explicações da escolha racional na Ciência Política e na Sociologia. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 12(35), 5-202.

Becker, G. S. (1976). *The Economic Approach to Human Behavior*. Chicago: University of Chicago Press.

Berger, B., & Pessali, H. F. (2010). A teoria da perspectiva e as mudanças de preferência no mainstream: um prospecto Lakatoseano. *Brazil. J. Polit. Econ.*, 30(2), 207-224.

Bickley, S. J.; Chan, H. F.; Torgler, B. Artificial intelligence in the field of economics. *Scientometrics*, v. 127, p. 2055-2084, 2022

Camello, Indianara. *Análise da difusão de microrredes no Brasil pelo método do modelo de Bass*.

Carbonell, I. Os impactos sociais e éticos da inteligência artificial na agricultura: mapeando a literatura agrícola da IA. *Springerlink*, v. 36, n. 1-2, p. 1-17, 2020.

CAVALLINI, Marco Aurélio Jordan. *Racionalidade econômica: hipótese científica legítima ou instrumento de apologia ao sistema capitalista de produção?* Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009.

Charles Cobb e Paul Douglas: Cobb, C.W., & Douglas, P.H. (1928). *A Theory of Production*. *The American Economic Review*, 18(1), 139-165.

Chiang, A. C., e Wainwright, K. (2005). *Fundamental Methods of Mathematical Economics* 4th ed. McGraw-Hill.

Costa, Fernando Nogueira da (2016). Racionalidade limitada e a tomada de decisão em sistemas complexos. *Revista de Economia Política*.



De Almeida, Rafael Galvão. A transigência dos modelos econômicos: performatividade e econometria. *Revista de Economia*, v. 42, n. 78, p. 329- 353, 2021.

Dias,D.T.,Bernardino,G.,Américo,J.C.daS.,&Benini,E.G.(2016).Racionalidade Limitada: Uma Análise Dos Manuais Didáticos De Teoria Geral Da Administração.

Administração: Ensino E Pesquisa,17(2),217-244.

Dirk Nicolas Wagner.(2020).Economic patterns in a world with artificial intelligence.*Evolutionary and Institutional Economics Review*,17,111–1316.

Ernesto Tiaki Kuroda, Alan Joseph Kalfas e Rogéria de Arantes Gomes Eller: Kuroda, E.T., Kalfas, A. J., & Eller, R. D. A. G.(2016). Aplicação da função Cobb-Douglas para análise da produtividade na indústria de companhias aéreas. *Revista de Administração da UFSM*, 9(3), 466-481.

Engler, a. Can AI model economic choices? Brookings, 2020.

European Parliament (2019). Economic impacts of artificial intelligence. Feyerabend, P. (1975). *Against Method*. London: Verso.

Falleiro, M.,Silva,C.E.L.,&Tai,S.H.T.(2018).Teoria do Prospecto:Estimação da Função Utilidade e da Função Ponderação das Probabilidades para uma Amostra Especí ca.*Análise Econômica*,36(71),223-265.

Feyerabend, P. (1975). *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*. New Left Books.

Ferejohn, J., & Pasquino, P. A teoria da escolha racional na ciência política: conceitos de racionalidade em teoria política. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 16(45), 5-241, 2021

Fernandez, B P M; Bêrni, D. A. Sobre o estatuto epistemológico da racionalidade econômica segundo Karl Popper. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 44, p. 847-880, 2014.

Fiorin, D. V., Martins, F. R., Schuch, N. J., & Pereira, E. B. (2011). Aplicações de redes neurais e previsões de disponibilidade de recursos energéticos solares. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 1309

Floridi, Lowls, J.; Beltrametti, M.; Chatila, R.; Chazerand, P.; Dignum, V.; Lütge, C.; Madhin, R.; Pagallo, U.; Rossi, F.; Schafer, B.; Valenzuela, E.; Vayena, E. colocando a ética da ia em prática: as ferramentas são adequadas para o propósito? *Springerlink*, V. 20, N. 2-3, P. 421-431, 2021.

França, J.; Vasconcelos, M. (2020) *Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável*.

Friedman, M. (1953).*Essays in Positive Economics*.University of Chicago Press.

Günther, H. (2006). Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22(2), 201-210.

Greco J. e Sosa, E. (1999).*The Blackwell Guide to Epistemology*.Blackwell Publishers.

Grne-Yanoff, Till. Rational choice theory and bounded rationality. In: *handbook of the philosophy of science*. [s.l.: s.n.], 2008. V. 13, p. 147-182.

HARARI, Yuval Noah. 21 lições para o século XXI. Elsinore, 2023.



HARARI, Yuval Noah. Homo Deus: uma breve história do amanhã. Editora Companhia das Letras, 2016.

HARARI, Yuval Noah. Sapiens: História breve da humanidade. Elsinore, 2013.

Kahneman, D. e Tversky, A.(1979).Prospect Theory:An Analysis of Decision under Risk.Econometrica,47(2),263-292.

Karl de Fine Licht e Jenny de Fine Licht. (2020). Artificial Intelligence, Transparency, and Public Decision-making. AI e Society, 35 ,917–9261.

KISSINGER, Henry; SCHIMIDT, Eric; HOTTENLOCHER, Daniel. A Era da inteligência artificial Leya 2021

Kuhn, T. S. (1962). The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press.

Lakatos, I. (1970). Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), Criticism and the Growth of Knowledge (pp. 91-196). Cambridge University Press.

Langer, A. (2017). Racionalidade Econômica, Trabalho e Ecologia em André Gorz. Caderno CRH, 30(81), 547-560.

Lidan Jiang,Jingyan Chen,Yuhan Bao&Fang Zou. (2022).Exploring the patterns of international technology diffusion in AI from the perspective of patent citations.Scientometrics,127,5307–53237

Ludermir, T. B. (2021). Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. Estudos Avançados, 35(101), 7-23

Mendes-Da-Silva, W., Rossoni, L., Barros, L. A. B. de C., Bandeira-De-Mello, R. (2013) Desempenho acadêmico e a Teoria do Prospecto: estudo empírico sobre o comportamento decisório. Revista de Administração Contemporânea.

Melo,T.M., & Fucidji, J. R. (2016). Racionalidade Limitada e a Tomada De Decisão Em Sistemas Complexos. Revista de Economia Política, 36(3), 622- 645.

Minayo,M.C.S.(2002)Interpretação e validação científica em pesquisa qualitativa.Ciência&Saúde Coletiva,v.7,n.3,p.603-613.

Monaca, M. (2023) Artificial intelligence and economics: the key to the future. Springer.

Morais, José Luís Bolzan de (2012) Teoria da Escolha Racional: Limites e Alcances Explicativos. Caos – Revista Eletrônica de Ciências Sociais.

Nozick, R. (1974). Anarchy, State and Utopia. New York: Basic Books.

Pinho, D. B. (1976). A racionalidade econômica – abordagem histórica. Revista de História, 54(107), 173-188.

Popper, K. (1959). The Logic of Scientific Discovery. Hutchinson & Co.



- Rebecca Finlay&Hideaki Takeda.().Re ections on Decision-Making and Artificial Intelligence.Lecture Notes in Computer Science,volume 126002, 2021
- Rawls, J. A Theory of Justice. Cambridge: Harvard University Press, 1971.
- Ribeiro, M. H. Machine Learning na Medicina: Revisão e Aplicabilidade. Revista Brasileira de Ensino de Física, 33(1), 2011
- Sen, A. On Ethics and Economics. Oxford: Blackwell, 1987.
- Simon, H. A. A Behavioral Model of Rational Choice.The Quarterly Journal of Economics,69(1),99-118, 1955.
- Steup, M., & Neta, R. (Eds.) A Companion to Epistemology(2nd ed.).Wiley- Blackwell, 2019.
- Souza Filho, B. A. B. & Struchiner, C. J. Uma proposta teórico-metodológica para elaboração de modelos teóricos. Revista Brasileira de Educação Médica, 42(1), 56-65, 2018.
- Silva, J. e Fleig, M. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. 2019.
- Schumpeter, J. A. Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper & Brothers (1942).
- Thomas, K J.; Loughran, T A. Rational choice and prospect theory: contrasting approaches to decision making. Sociological methods & research, [s.l.], v. 43, n. 4, p. 679-703, nov. 2014.
- Smith, Adam. An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations. [s.l.: s.n.], 1776.
- Varian, H. R. Microeconomic Analysis (3rd ed.). W. W. Norton&Company, 1992.