

## ECONOMIA ECOLÓGICA, DA NECESSIDADE DE ADJETIVAR A ECONOMIA AO PENSAMENTO COMPLEXO EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE

Ariana Inês Sachett

**GRUPO DE TRABALHO: GT7: Emergência climática, transição energética e ecodesenvolvimento:**

### RESUMO

Diante dos desafios impostos pela conjuntura ambiental, como os limites da capacidade de suporte dos ecossistemas, a degradação da biosfera e as desigualdades socioeconômicas intensificadas pelas mudanças climáticas, o processo de desenvolvimento contemporâneo requer novas reflexões sobre as inter-relações entre sociedade e natureza. Considerando a relevância desse tema, este ensaio teórico tem como objetivo discutir a necessidade de adjetivar a Economia, a partir da Economia Ecológica, suas contribuições e integração ao pensamento complexo como base para a sustentabilidade dos territórios. A partir de uma metodologia de reflexão teórica, fundamentada na revisão crítica da literatura, articulam-se contribuições teóricas sobre os sistemas econômicos e ecológicos em transformação. Com a premissa de que a superação dos paradigmas econômicos tradicionais passa pela incorporação da complexidade, da irreversibilidade e da dimensão territorial, diversas características espaço-temporais são consideradas fundamentais para a construção de novos modelos de desenvolvimento. A análise destaca a importância da interdisciplinaridade, da integração dos potenciais ecológicos locais e da necessidade de ações coletivas orientadas pela consciência ambiental, envolvendo sociedade civil, mercados e Estados. Assim, o desenvolvimento deve considerar a diversidade dos territórios e articular ciência, sociedade e políticas públicas na busca pela sustentabilidade. Conclui-se que o caminho implica não apenas em transformar a forma como a Ciência Econômica interpreta seu objeto, mas também em reorientar o propósito do desenvolvimento para uma racionalidade ambiental, construída de forma complexa, coletiva e contextualizada às especificidades ecossistêmicas locais.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Economia Ecológica. Complexidade. Desenvolvimento.

### 1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental na atual conjuntura evidencia as problemáticas relacionadas a sobrecarga dos ecossistemas naturais e a intensificação das desigualdades sociais, principalmente a partir dos efeitos das mudanças climáticas e seus impactos sobre as comunidades atingidas. Como resultado da atividade humana sobre a natureza e a sua apropriação do território, a ampliação do volume de produção industrial, do padrão de consumo e da extração dos recursos naturais foram alicerçados pela busca de independência

da humanidade em relação à natureza e pelo crescimento econômico ao longo do século XX. Neste cenário, com a evolução dos modos de produção ao longo da história e do desenvolvimento econômico das sociedades, o último século foi marcado por inovações tecnológicas, econômicas, políticas e institucionais, demarcadas pela transformação do regime de acumulação e pelo modo de regulação. Contudo, estes aspectos não foram suficientes para estabelecer um equilíbrio na relação com o meio ambiente em uma realidade complexa, dinâmica e em constante transformação.

O modelo atual se apresenta insustentável em relação aos limites dos ecossistemas e capacidade de suporte da biosfera, na medida em que gera degradação ambiental, evidenciada pela poluição, mudanças climáticas e geração de resíduos, assim como intensificação das desigualdades político e socioeconômicas. Nesse contexto, entender a inter-relação com o meio ambiente inclui e transcende os elementos do mundo natural, pois engloba as relações entre as pessoas, o meio em que vivem e como elas se apropriam do espaço. Sendo assim, exige conhecimentos transdisciplinares, sobre os meios físico e biótico e a dimensão socioeconômica e cultural, de modo delimitado a um dado contexto político-institucional, no qual estes aspectos interagem ao longo do tempo e espaço. Portanto, o processo de desenvolvimento das comunidades se constitui como uma problemática que demanda uma ação coletiva com foco na cooperação e na consciência ambiental, pela sociedade civil, pelos mercados e pelos Estados, de forma alicerçada à consciência individual, visto que se trata de um tema multiescalar, multiatores e multidimensional.

Nas Ciências Econômicas, este tema é discutido de forma mais aprofundada em estudos da Economia Ecológica, corrente teórica que analisa as relações entre os sistemas econômico e ecológico de modo a buscar uma eficiência econômica aliada à justiça social e à prudência ecológica, submetendo a economia às regras do meio ambiente. Com essa perspectiva, o presente ensaio tem como objetivo discutir a necessidade de adjetivar a Economia, adicionando o termo ecológica, e sua relação com o pensamento complexo, como forma de compreensão da organização em busca da sustentabilidade do sistema econômico, o que expande as fronteiras das Ciências Econômicas. Assim, são apresentadas as principais contribuições da Economia Ecológica, sua diferenciação e relação com o pensamento complexo diante da particularidade do processo de desenvolvimento, o que demanda compreender as inter-relações entre sociedade e natureza, respeitando as especificidades territoriais e seus potenciais ecológicos.

## **2 ECONOMIA, COMPLEXIDADE E SUSTENTABILIDADE: UM OUTRO OLHAR PARA O DESENVOLVIMENTO**

Ao estudar aspectos introdutórios nos cursos de Ciências Econômicas, o aluno se depara com a questão do que é Economia<sup>1</sup>, seu significado e razão de existir, para buscar compreender a seguinte questão: qual o propósito da Economia? Um dos primeiros pontos a serem abordados na busca por respostas se trata do seu conceito. Em relação a raiz da própria palavra derivada do grego "*oikonomia*", composta por "*oikos*", que significa casa ou família, e "*nomos*", que significa lei ou gestão, se pode sintetizar como normas da casa (Martins, 2021). Contudo, a dificuldade de um conceito abrangente se dá devido à multiplicidade de fatores que condicionam a atividade econômica e pelas concepções político-ideológicas que a influenciam, caráter subjetivo que permite interpretações sobre o sentido da Economia e que, portanto, necessita de esclarecimentos do ator que dialoga com o termo.

A partir da sistematização de Robbins, surge um conceito vinculado ao fato econômico, o qual apresenta que a economia é um processo de escolha, como ciência que estuda as formas de comportamento humano resultantes da relação entre as ilimitadas necessidades a satisfazer e os recursos que, embora escassos, se prestam a usos alternativos (Robbins, 2012). A partir da existência de fins não atendidos, como as necessidades e os desejos humanos, se dá um processo de escolha entre as possibilidades, seja dos meios limitados ao seu emprego alternativo, para definir fins com importâncias diferentes. Portanto, nesta interpretação, o objeto da Economia se traduz na lei da escassez, buscando responder o que e quanto produzir, como produzir e para quem produzir de modo a alocar os recursos limitados às necessidades humanas ilimitadas da forma mais eficiente possível.

Em conjunto à lei da escassez, a matriz disciplinar do paradigma da Economia apresenta o diagrama do fluxo circular como uma forma de representação do sistema econômico, em que ocorre o ciclo do mercado de bens e serviços e do mercado dos fatores de produção como forma de representar a produção e o consumo em uma circulação de produtos, insumos e moeda entre empresas e famílias (Samuelson, 1961). Dessa forma, os principais manuais de economia difundiram e consolidaram os preceitos neoclássicos como ortodoxia, mantendo o seu foco na lei da escassez, nos princípios marginalistas do mercado e no crescimento econômico como principal indicador do sistema econômico. No entanto, diante dos desafios já expostos da relação entre sociedade e natureza, se faz necessário um novo paradigma do processo produtivo, assim como novos indicadores para sustentabilidade.

Ao identificar a relação entre os recursos escassos, os comportamentos e o processo de tomada de decisão – considerando os indivíduos como seres biopsicossociais inseridos em um sistema complexo e aberto em relação à matéria e energia – torna-se possível expandir as fronteiras da Economia como ciência, incorporando conceitos das demais disciplinas ao

---

<sup>1</sup> Ao tratar do campo de conhecimento das Ciências Econômicas, o termo Economia será empregado em maiúsculo.

seu conjunto de saberes. Considerando essa visão holística da realidade e a perspectiva do pensamento complexo, um novo paradigma emerge conforme se questiona o propósito das Ciências Econômicas. Nesse contexto, a adjetivação do termo "economia" — como no caso da expressão "economia ecológica" — confere maior clareza à interpretação de seu objeto. Este ensaio busca destacar a relevância dessa questão para a expansão da fronteira de conhecimento da Economia, não como verdade absoluta, mas como uma alternativa para a compreensão da complexidade dos fenômenos, especialmente na relação entre sociedade e natureza e processo de desenvolvimento dos territórios. Para tanto, essa seção está dividida em três partes, na primeira é apresentado o pensamento complexo para, então, expor as contribuições da Economia Ecológica e suas distinções, esclarecendo seus conceitos e o significado do adjetivo que a caracteriza. Por fim, é discutida a noção de sustentabilidade.

## **2.1 O pensamento da complexidade e a transformação dos paradigmas científicos**

As diversas abordagens sobre complexidade surgem no século XX a partir da identificação das diferentes tipologias dos problemas enfrentados pelas ciências, principalmente na tentativa de interpretação das múltiplas variáveis e inter-relações que se colocam na realidade em constante transformação. Considerando a possibilidade de não apreensão dos fenômenos em sua totalidade, com as técnicas científicas anteriores, a complexificação do número de fatores interrelacionados em uma totalidade orgânica desencadeou uma diversidade de tradições que passaram a incorporar o pensamento complexo na constituição de suas abordagens (Weaver, 1948; Castellani, Gerrits, 2021). De forma sucinta, essas diferentes correntes consideram a complexidade a partir da propriedade de um sistema (todo) cujas partes interagem de maneiras que produzem comportamentos coletivos não triviais, a partir da emergência e auto-organização (Mitchell, 2009).

Essa perspectiva considera a emergência como um fenômeno no qual o todo apresenta características que não estão presentes nas partes isoladas e a auto-organização como os processos pelos quais um sistema se estrutura sem uma ordem externa imposta, geralmente por meio das interações locais. Dessa forma, o comportamento emergente surge quando componentes individuais de um sistema interagem localmente para produzir padrões globais. Sendo assim, a complexidade pode ser compreendida como um “sistema no qual extensas redes de componentes, operando sem controle central e a partir de regras simples, originam comportamentos coletivos complexos, processamento sofisticado de informações e adaptação por meio do aprendizado ou da evolução” (Mitchell, 2009, p. 13, tradução nossa). Contudo, “a complexidade não é apenas uma propriedade dos sistemas, mas uma lente através da qual se compreende a natureza do mundo” (Mitchell, 2009, p. 15, tradução nossa).

A partir dessa interpretação de uma realidade complexa, para a compreensão dos sistemas econômicos e ecológicos, se faz necessário um olhar também complexo para estes paradigmas e como estes se transformam ao longo do tempo. Ao abordar a questão temporal na ciência, no texto “*O fim da ciência?*”, Ilya Prigogine (1996) discute a evolução dos paradigmas como contradições que formam o novo, acrescentando as variáveis temporal e local para a construção de uma nova ciência, que englobe o tempo e a complexidade em uma visão macro centrada na inclusão da irreversibilidade na evolução do conhecimento. Perante a formulação tradicional da ciência por meio de princípios básicos, estabelece uma revisão destas leis da natureza, destacando a existência de um paradoxo do tempo, de modo a indagar a temporariedade no método científico. Nesta problemática se expande as fronteiras das disciplinas, estabelecendo inter-relações entre os conhecimentos como forma de compreensão da realidade.

Com esta obra, Prigogine (1996) aponta para o término de uma ciência convencional com a inclusão da probabilidade e da irreversibilidade, possibilidade alcançada pela instabilidade dinâmica – ou definida como caos – como um conceito capaz de modificar as condições naturais e levar a uma nova organização. Conforme o autor, é preciso acrescentar o temporal e o local na concepção da ciência, afastando-se das concepções tradicionais, de modo a marcar a transição entre a velha e a nova ciência, a partir da diferenciação entre o passado e o futuro. Nesse sentido, a relação entre o ser humano e a ciência não deve permanecer estática, mas se constituir em torno de novas concepções descobertas a cada dia. Portanto, o paradigma do tempo constitui uma das novas perspectivas intituladas como a nova ciência, uma visualização do sistema macroscópico de compreensão que trata da busca pela certeza de uma maneira interdisciplinar, ampliando os horizontes entre os saberes (Prigogine, 1996).

Ao contemplar a irreversibilidade da seta do tempo, como um sistema em constante mudança, o paradigma econômico neoclássico passa a ser questionado em sua visão mecanicista das leis econômicas, fundamentados na microeconomia neoclássica e na macroeconomia keynesiana como condicionantes da Economia do século XX (Cechin, 2010). Isto dá espaço a emergência de um novo paradigma, o qual contemple os aspectos temporais, por meio da história, e os aspectos locais, por meio das regiões, de modo a buscar atender e responder as problemáticas do século XXI. Porém, esta percepção é recente e ganhou espaço a partir de uma abordagem crítica da evolução dos conceitos nas Ciências Econômicas, pois, até então, a forma predominante de se fazer ciência afastava o sujeito e o objeto em uma visão reducionista da realidade. Nesta visão, como apresentado por Samuelson (1986), “pensar que nossos desejos são a própria realidade pode prejudicar fortemente uma boa análise ou descrição, e as conclusões éticas não podem ser formuladas, do mesmo modo que as hipóteses científicas são deduzidas ou verificadas” (Samuelson, p. 191, 1986).

Em relação aos paradigmas, Kuhn (2011) apresenta como estes vão se sucedendo ao longo da sua evolução, com explicações melhores da realidade, pois essas mudanças podem alterar a história e a trajetória humana. As transformações de paradigma, por via do resultado entre as predições teóricas e os dados experimentais, criam uma bifurcação, originalmente vista como uma crise, mas que cria um paradigma capaz de driblar tais contradições, retornando a calma para o meio científico e retomando os métodos estabelecidos. Reconhecendo o paradigma como matriz disciplinar e exemplos compartilhados, os ensinamentos presentes nos manuais de Economia, cujo diagrama do fluxo circular se mantém isolado, fechado e independente do ambiente, colocam a visão pré-analítica do sistema econômico. No sentido de Kuhn, a revolução da ciência se constitui em uma nova visão pré-analítica, o que insere a necessidade de avaliar teorias específicas considerando a estrutura metafísica em que estas se inserem (Cechin, 2010).

Ainda, a partir de uma perspectiva de evolução dos conceitos, com o entendimento da reconstrução dos acontecimentos como um processo dialético e evolutivo da capacidade da aprendizagem, Demo (2002) também destaca a não linearidade e irreversibilidade do tempo no movimento e transformação da realidade. A intensidade dos fatos e ambiguidade inerente constitui a complexidade, termo que interpreta a natureza como dinâmica, em que se faz necessário utilizar as ferramentas disponíveis para reorganizar o pensamento em busca de uma ligação entre teoria e metodologia, analisando os fenômenos com uma finalidade, considerada o propósito da ciência. Nesta possibilidade, o autor aproxima o sujeito do seu objeto de análise, o qual estabelece propósito ao ferramental disponível de modo a construir a sua compreensão da realidade levando em ponderação a subjetividade.

Em complemento a esta argumentação, Morin (2001) apresenta o pensamento da complexidade como sendo de característica dialógica, em que dois conceitos opostos podem coexistir em um sistema, mantendo-o organizado por uma relação antagônica, com antagonismos e complementaridades de lógicas diversas e opostas e, por esta razão, a realidade não pode ser entendida por um único enfoque. A esta perspectiva inclui a recursão organizacional, em um raciocínio não linear a partir da teoria sistêmica, como a relação entre o indivíduo e a sociedade em um processo em que efeitos ou produtos são causadores e produtores do próprio processo, o transformando em uma relação das partes com o todo, de modo a englobar o reducionismo e o holismo. Dessa forma, se agrega o aspecto hologramático, o qual demonstra que a relação das partes com o todo cria um resultado diferente, em que as partes são singulares, com aspectos gerais e genéricos da organização que, com autonomia relativa, se comunicam e interagem de forma a regenerar o todo.

Nesta abordagem da incerteza e interpretação do pensamento complexo, polos contrários como o micro e o macro, o uno e o múltiplo, a unidade e a diversidade, a ação individual e a ação coletiva, se apresentam como forças que se repelem, mas que fazem do

sistema uma unidade global com partes interrelacionadas que, originalmente, possuem qualidades próprias e que criam uma organização na construção com o todo. A lógica dos fenômenos complexos apresenta a diversidade, multiplicidade e a incompatibilidade como a integração dialógica que une estes aspectos antagônicos em uma ótica complementar de forma indissociável para a sua compreensão, correspondendo a um sistema caótico e não linear, que da dinâmica ambígua da complexidade gera ordem e transforma a realidade em uma nova ordem (Morin, 2001).

Acrescentando a essa visão a teoria sistêmica, Morin (1987) demonstra um sistema aberto que, a partir de um impulso externo, como a informação, gera a ordem pela auto-organização a partir do conceito da autopoiese. Sendo assim, como uma unidade que se autodefine por meio de uma organização fechada e processos de produção e reprodução, há uma interpretação evolutiva dos processos do sistema econômico, como o funcionamento de um organismo que se reproduz e reorganiza mesmo com as falhas das partes, em um sistema aberto, sujeito a interações externas e que se organiza para interagir com o meio. Interpretar a Economia desta forma implica em considerar um novo paradigma, estabelecido nas fronteiras do pensamento econômico e não no seu *mainstream* neoclássico. Contudo, não se invalida a visão pré-analítica existente, mas se utiliza dos conceitos e ferramentas já existentes, adaptando-os e agregando o novo em sua evolução.

Em relação a essa nova forma de concepção da ciência, Morin (2005) destaca o papel da consciência, sendo ela moral, reflexiva e subjetiva para construir uma ciência humanista. Neste aspecto, nas Ciências Econômicas, a abstração do homem para o *homo economicus* afastou o sujeito do objeto de estudo e Morin reflete na sua aproximação pela reintrodução do sujeito no desenvolvimento do conhecimento, reforçando a problemática ética e a consciência reflexiva do cientista. Como o exemplo da Ecologia, cujo objeto são as interlocuções de um ecossistema de poliocompetência, que, em conjunto, criam a biosfera e estabelecem a questão das relações entre o ser humano e a natureza, de modo que o movimento ecológico possui uma aspiração existencial aplicada a um tipo de conhecimento. Dessa forma, conclui que a ciência é subjetiva ao cientista e, por consequência, a sua ideologia, sendo necessária a restituição do diálogo entre o sujeito e o objeto para compreensão da subjetividade, seja egocêntrica ou etnocêntrica, na mudança de paradigmas como um processo entre o velho e o novo, que coexistem na realidade.

A partir da visão do pensamento complexo, se torna possível relacionar a Economia e Ecologia como uma visão interdisciplinar da compreensão do processo de desenvolvimento. Este diálogo expande as fronteiras das disciplinas, mas não impede o uso de suas amplas ferramentas para construção do conhecimento, contudo, é necessário esclarecer a consciência estabelecida nesta abordagem, o que exige a aplicação do adjetivo, não como forma de divisão, mas de modo a especificar a racionalidade condicionada ao seu conceito.

Ao aproximar os termos em busca de uma ciência humanista, se estabelece uma consciência moral, reflexiva e subjetiva, tal qual explicitada por Morin (2005), sendo que, a partir desta adjetivação, se compreende o que o cientista entende como propósito da Economia e, em consequência, a conceitualização do processo de desenvolvimento e da sustentabilidade, o que será discutido na próxima seção.

## **2.2 Economia Ecológica: a relação entre sistemas econômicos e ecológicos**

Diante da complexidade das questões ambientais, sociais e econômicas, a Economia Ecológica nasce como campo de estudo transdisciplinar e estruturado a partir dos anos 1980, compreendendo a economia como um subsistema da biosfera, um ecossistema maior e finito, em que esta não pode existir sem as instituições sociais e os serviços ecossistêmicos (Alier, 2015). Dessa forma, se agrega conhecimentos da Ecologia como forma de analisar os sistemas econômicos e ecológicos, sendo o objetivo último da Biologia e da Economia entendido como o processo da vida (Daly, 1968). O surgimento desta corrente teórica é possível a partir do trabalho de alguns autores, com destaque a Georgescu-Roegen e seu trabalho pioneiro sobre a lei da entropia e o problema econômico. Como o principal autor que confrontou o paradigma científico da Economia, este admitiu que o sistema econômico é aberto, como um processo parcial e intercambiável em relação a matéria e energia (Georgescu-Roegen, 2004), em contraposição à visão míope e mecanicista do *mainstream* econômico sobre a utilização dos recursos naturais (Rocha, Arend, 2019).

Apesar da visão ecológica estar presente em pesquisas muito antes da Economia Ecológica, as interações dos estudos demoraram devido às fronteiras rígidas das ciências naturais e sociais (Alier, 2015). Até meados dos anos 1960, nenhuma escola do pensamento econômico considerava a natureza como limite da economia, em que se reconhecia a entrada de recursos naturais para a produção e saída dos resíduos desse processo. O sistema econômico era entendido como um fenômeno mecânico, com processos em um fluxo circular de bens e serviços e fatores de produção, diagrama ensinado pelos manuais de economia como paradigma da Economia, em termos positivos reducionistas para a compreensão de realidades isoladas de outras variáveis (Cechin, 2010). Para a Economia Ecológica, se estabelece o fluxo circular da economia incluindo a biosfera em um sistema aberto, com a entrada de insumos e saída de resíduos. Neste caso, o mecanismo de análise são os sistemas econômico e ecológico, como parte de um ecossistema vivo e atuante (Cechin, 2010) e tendo como base os princípios da segunda lei da termodinâmica.

Nesta perspectiva, Georgescu-Roegen (2004) avalia a entropia como unidade de análise, de modo a demonstrar que qualquer ação humana sobre a natureza apresenta mudança do estado original da matéria e dissipação e perda de energia durante o processo, transformando a baixa entropia das entradas em alta entropia das saídas, com o egresso

inevitável de resíduos. Ainda, nesta análise, há uma disponibilidade de energia livre na biosfera que pode ser acessada de duas formas, uma pelo estoque disponível e finito dos depósitos minerais na Terra e, a outra, pelo fluxo dos raios solares dispendidos. Considerando o modelo de desenvolvimento econômico do século XX, baseado no crescimento industrial, consumo em massa e no uso dos combustíveis fósseis, assim como o pensamento econômico ortodoxo, a humanidade se coloca em um paradoxo de desenvolvimento em que o preço do privilégio atual é a capacidade de ultrapassar os limites biofísicos para as gerações futuras (Georgescu-Roegen, 2004).

Como uma corrente dinâmica, a partir de uma visão sistêmica de um processo de desenvolvimento evolutivo (Daly, 1968), este campo busca conciliar a eficiência econômica com a justiça social e a prudência ecológica, entendendo os recursos naturais limitados e insubstituíveis, com risco de perda dos serviços ecossistêmicos caso o regime de acumulação se mantenha além da capacidade de suporte e dos limites da biosfera (Daly, 2019; Montibeller Filho, 2001). Ao almejar a sustentabilidade, seus estudos se preocupam com a capacidade de resiliência dos ecossistemas, de forma a manter o nível de estoque e qualidade dos serviços ecossistêmicos para as gerações futuras. Assim, apresenta uma dimensão temporal de múltiplas escalas que engloba a equidade intergeracional como propósito (Martins, 2021; Montibeller Filho, 2001).

Nesse contexto, a Economia Ecológica reconhece os serviços ambientais em seu alto valor, tanto para a espécie humana como para toda a biodiversidade do planeta. Ao compreender a Economia como uma ciência da vida, Daly (1968) contribuiu para o desenvolvimento do campo, apresentando a necessidade de cooperação entre várias disciplinas, além da visão do sistema econômico como um metabolismo. Entre a economia e a ecologia existe uma interdependência entre os sistemas, de modo que a sustentabilidade deve respeitar os limites dos ecossistemas e sua conservação futura, o que demanda a reavaliação dos valores econômicos. Sendo assim, considerando que não existe um crescimento econômico ilimitado, seu enfoque não faz sentido sem considerar aspectos ecológicos e sociais, agregando questões de bem-estar aos princípios de uma economia de estado estacionário, com menos ênfase no crescimento da renda para o foco na sustentabilidade, equidade e qualidade de vida. A este tópico, em conjunto com o conceito de decrescimento de Georgescu-Roegen (2004), se coloca o termo de desenvolvimento para além do crescimento econômico, caracterizado por variáveis quantitativas como a renda, de modo a englobar variáveis qualitativas e subjetivas aos indicadores, como o bem viver.

Em relação a sua fundação, a Economia Ecológica foi estabelecida como a ciência e gestão da sustentabilidade, baseada no pluralismo de seus integrantes. No entanto, as disputas internas do campo constituíram a separação de visões, o que se chama de sustentabilidade forte *versus* sustentabilidade fraca. Considerando que o capital artificial

poderia substituir o capital natural, a sustentabilidade fraca, em um sentido fraco do termo, aceitava submeter o meio ambiente à economia, enquanto a linha da sustentabilidade forte defendia a submissão da economia aos limites da natureza e capacidade dos ecossistemas, de modo a manter a prudência e incerteza sobre as novas tecnologias ao questionar os impactos gerados por suas inovações. Tal controvérsia estabeleceu uma divisão entre a Economia Ecológica, conhecida como sustentabilidade forte e a Economia Ambiental, denominada como o contraponto fraco, evidenciando os princípios ideológicos de cada corrente teórica (Alier, 2015).

A esta questão, que dividiu a Sociedade de Economia Ecológica (*International Society for Ecological Economics* - ISEE), Alier (2015) considera que esta manteve o objetivo de promover um campo transdisciplinar na intersecção da Ecologia e da Economia, em que, mesmo em meio a variedade, existe um fio comum. Porém, se conserva alguns questionamentos,

A ISEE deveria ter um objetivo político? Será que o pluralismo na economia ecológica está abalando tal possibilidade ou, melhor, é o radicalismo da economia ecológica que evita ou retarda sua aceitação social? Não deveríamos ceder um pouco e aceitar a “sustentabilidade fraca” e as promessas de modernização ecológica, ou deveríamos denunciar o “crescimento verde” do PNUMA de 2013 como um oxímoro, ainda mais descarado que o desenvolvimento sustentável de Brundtland de 1987? Na verdade, deveríamos, nós (os economistas ecológicos), adotar de qualquer modo uma posição coletiva? (Alier, p.16, 2015).

Mesmo com estas indagações, Alier (2015) procurou explanar as origens da Economia Ecológica, apresentando o campo como um conjunto de ações de uma tradição que não é claramente delimitada, pois esta se encontra na interface de áreas relacionadas. Acrescenta que a corrente contribuiu na busca por novos indicadores de sustentabilidade; pela macroeconomia ecológica sem crescimento; noções ecológicas das cargas e resiliência dos ecossistemas; valoração e pagamento por serviços ambientais, valoração monetária das externalidades; avaliação de riscos, incertezas e complexidade no sistema econômico e ecológico; alocação dos direitos de propriedade e suas relações com a gestão dos recursos naturais; causas e consequências das mudanças tecnológicas; teorias de consumo e seu relacionamento com impactos ambientais; relações com ecologia industrial; relações com estudos como a economia feminista, história ambiental e econômica, ética ambiental, ecologia política e políticas públicas ambientais, baseadas no princípio da precaução.

Além destas contribuições, com a intensificação da crise ambiental, o debate sobre a sustentabilidade e a racionalidade econômica reabre as análises sobre o paradigma das Ciências Econômicas e suas ambiguidades. Questionando-se sobre a contradição entre ecologia e capital no modo de produção capitalista, Leff (2010) avalia se os obstáculos

epistemológicos seriam derrubados e a interdisciplinaridade da economia ecológica triunfaria. Ao analisar a problemática, com uma perspectiva da Ecologia Política e diante da transformação constante dos sistemas econômicos e ecológicos, conclui que a construção de uma nova racionalidade ambiental se constitui como a chave para a sustentabilidade. Nesta perspectiva, a partir de um diálogo crítico entre Economia e Ecologia, Leff (2009) aborda a mobilização dos atores sociais na construção de uma racionalidade ambiental alimentada pelas potencialidades dos ecossistemas e pela identidade territorial, através da reapropriação da natureza para reorientar o desenvolvimento e reconfigurar o território pela organização ecossistêmica do planeta.

A visão de Leff (2009; 2010; 2024) implica que o processo de desenvolvimento demanda uma visão sistêmica, dinâmica e interdisciplinar, como a da Economia Ecológica, mas que além dela, deve levar em consideração a complexidade da transformação empírica dos sistemas econômicos. Segundo o autor, para a desconstrução da racionalidade econômica vigente e construção de uma estratégia de transição para a sustentabilidade, se faz necessário estabelecer uma construção social, baseada na cultura e identidade como forma de reapropriação da natureza, ressignificando o sentido de produtividade ecológica e a organização dos ecossistemas do planeta no e pelo território. Com a coalizão de princípios sustentáveis, baseados na produção da natureza e da vida, a diferenciação local tem potencial de se tornar agente de uma nova racionalidade, com um novo paradigma de desenvolvimento e novas formas de ser. Compreendendo um diálogo de saberes, o qual englobe uma resolução para os conflitos ambientais complexos, Leff (2009) argumenta que as comunidades tem capacidade de articular instrumentos de múltiplas formas de produção, baseados nos potenciais ecológicos diferenciados de cada território cultural.

Nesse contexto, o pensamento da complexidade expande a fronteira de compreensão desses fenômenos, agregando conhecimentos de outras disciplinas à Economia, de forma que esta abordagem cresça em conjunto e não como uma apropriação que invade as demais disciplinas com o objetivo de reduzi-las ao economicismo de seus construtos teóricos e a abstração de sua racionalidade ao *homo economicus*, abstração do sujeito no objeto de estudo. Nesse sentido, a Economia Ecológica parte de princípios epistemológicos críticos, baseados em uma economia energética mais do que na produtividade e condições ecológicas para a sustentabilidade, o que cria tensões com a economia convencional na esfera da Ecologia Política. A falta de um olhar para as articulações e combinações possíveis com a racionalidade econômica instaurada e institucionalizada e a estrutura atual dos ecossistemas gera resistência e dificuldade de se estabelecer uma sustentabilidade forte como corrente dominante, pois obstáculos junto a institucionalização da racionalidade econômica não promovem uma aliança entre Economia e Ecologia ao mesmo tempo em que se busca a interface das disciplinas (LEFF, 2010).

Essa questão se coloca como uma crítica a aplicação prática da Economia Ecológica, pois a interdisciplinaridade não remete somente a vontade de articulação ou de unificação de conceitos, mas na transcrição dos processos reais e seus imaginários sociais como condições de existência de pessoas que geram sentidos e mobilizam ações coletivas. Conforme Leff (2010), este conceito não enraizou na consciência coletiva como uma condição da existência humana e, dessa forma, a Economia continua a manter a sua abstração do mundo sem reconhecer a lei limite da entropia. Sendo assim, para a construção de um futuro sustentável, a entropia deve estar associada ao real e ao simbólico, para a sustentabilidade da vida em conjunto com o sentido do ser. Conforme o autor, os processos sociais, naturais, econômicos, tecnológicos e culturais orientam a inter-relação de uma mentalidade ecológica em um pensamento complexo, o que deveria englobar a lei da entropia nos pensamentos e nos hábitos dos seres humanos. Em uma batalha conceitual, os conceitos vão se enraizando nos imaginários sociais e nos discursos dos atores, impulsionando uma mudança na racionalidade social que, para além da ecologização da economia, construa uma nova racionalidade produtiva, sustentada nos potenciais ecológicos e na criatividade humana, com relações e alianças das diferenças (Leff, 2010).

O argumento de Leff (2010) se concentra em que os limites do crescimento, sustentados pelo decrescimento e pela economia de um estado estacionário, não tiveram sucesso nas políticas globais e nacionais para estabelecer um reformismo ecológico da economia. Isto porque, segundo o autor, frear o crescimento pode se constituir em uma crise econômica de efeitos incalculáveis, de modo a realocar o pensamento em uma transição para uma economia sustentável, com outros princípios e outra racionalidade produtiva e ambiental. A sustentabilidade implica uma mudança de racionalidade, porém a racionalidade ambiental não é um modelo homogêneo ou um paradigma rígido, o que abarca uma pluralidade cultural a partir da qual se constroem diferentes caminhos. Assim, a solução para o crescimento não é o decrescimento, mas a desconstrução da economia e a transição para uma nova racionalidade que oriente a construção da sustentabilidade. Como um exercício filosófico, político e social complexo, a racionalidade vai além da ciência, mas até a subjetividade do ser humano na compreensão do seu propósito e atuação no mundo.

Esta percepção não implica apenas na desconstrução teórica dos paradigmas científicos, mas na sua institucionalização social e subjetivação dos princípios, por meio da legitimação de outros valores e potenciais não econômicos, como um pensamento estratégico e um programa político que permita desconstruir a racionalidade econômica ao mesmo tempo que constrói uma racionalidade ambiental. Esta reconstrução não se orienta apenas pela perspectiva ecológica, mas agrega formas e processos culturais de resignificação da natureza. Assim, a desconstrução implica em ações estratégicas, para que não se fique em uma visão teórica, impossível de se colocar em prática e que construam outra economia,

baseada nos potenciais da natureza e na criatividade das culturas, a partir de princípios e valores de uma racionalidade ambiental (Leff, 2010). A este argumento se agrega o pensamento complexo, como forma de buscar uma estratégia de coalizão para a transição para a sustentabilidade, enquanto ambiguidades e complementaridades coexistem ao mesmo tempo em que produzem uma nova ciência.

Sendo assim, a lei da escassez evolui com a lei da entropia, em que o limite da economia é determinado pela degradação entrópica, cujo processo é irreversível, temporal e local, sendo que o antídoto para isto seria o processo de produção neguentrópica de matéria viva, ou seja, a transição para recursos naturais renováveis. A transformação para essa outra economia se encontra na transformação do crescimento econômico e do modelo de desenvolvimento, enquanto se constrói indicadores de produtividade ecotecnológica e neguentrópica, de modo ecologicamente sustentável, culturalmente apropriada e duradoura no tempo. Seus fundamentos seriam nos potenciais ecológicos, na inovação tecnológica e na criatividade cultural dos povos, configurando uma sociedade pós-crescimento, em equilíbrio com as condições de sustentabilidade do planeta (Leff, 2010).

Desse modo, a racionalidade ambiental emerge não apenas como pensamento de um novo modo de produção, mas como um novo propósito de ser no mundo e, em consequência, de fazer ciência, com novos significados sobre a natureza e novos sentidos existenciais na construção de um futuro sustentável. Assim, interpretada a partir do pensamento complexo e com as contribuições da Economia Ecológica, a Ciência Econômica oferece bases para repensar as estratégias de desenvolvimento regional focadas na sustentabilidade ao reconhecer a diversidade territorial e os limites ecológicos. Com essa perspectiva, a próxima seção articula a noção de sustentabilidade a essa abordagem.

### **2.3 A noção de sustentabilidade**

Diante da crise ecológica global, Leff (2024) salienta que a mudança de racionalidade em direção à sustentabilidade da vida requer uma transformação histórica que leve a pensar a partir das condições ecológicas de cada território. Aliado ao potencial tecnológico, a descentralização e adaptação dos processos econômicos de acordo com a produtividade ecológica do local se alicerça o potencial de uma distribuição mais justa e equitativa dos recursos. Para tanto, é preciso repensar os mecanismos de vinculação econômica e da globalização na escala local, considerando a regionalização e o desenvolvimento de polos baseados nas condições ecológicas e de produtividade do território, de modo a problematizar essas especificidades territoriais (Leff, 2024). Nesse sentido, para Leff (2024) a sustentabilidade é uma jornada que requer uma nova abordagem para enfrentar os desafios

que se apresentam na Terra, sendo este um aprendizado que rompe com paradigmas e o discurso hegemônico sobre o contraditório desenvolvimento sustentável<sup>2</sup>.

Já na interpretação de Veiga (2014), o termo sustentabilidade abarca uma noção de valor, a qual admite a possibilidade de conservar e até recuperar os sistemas ecológicos, ante as projeções fatídicas como a tragédia dos comuns<sup>3</sup>. Uma vez que a sustentabilidade exprime a esperança de que a humanidade pode se relacionar com a biosfera de modo a evitar os colapsos profetizados, o autor apresenta que os estudos sobre governança liderados por Elinor Ostrom demonstram exemplos do manejo sustentável dos bens comuns<sup>4</sup>, elementos que estão no limiar entre os sistemas econômicos e ecológicos. Essa perspectiva, conforme Veiga (2014), reforça a necessidade de uma abordagem múltipla e descentralizada, que envolva diferentes níveis de atores e relações, estabelecidos em uma governança policêntrica (governança em rede) e com diversidade de bases. Isto porque as políticas em escala global não são capazes de gerar confiança, reciprocidade e reputação suficiente entre os atores locais para que a ação coletiva seja abrangente, eficaz e transparente na busca por sustentabilidade. Conforme esses estudos, a preservação dos recursos naturais se torna possível com iniciativas promovidas pela noção de valor da sustentabilidade em vários níveis descentralizados, mas que conta com supervisão ativa dos atores locais e regionais.

Sobre a sustentabilidade Veiga (2014, p. 19) declara,

Em seu âmago está uma visão de mundo dinâmica, na qual transformação e adaptação são inevitáveis, mas dependem de elevada consciência, sóbria precaução e muita responsabilidade diante dos riscos e, principalmente, das incertezas. Daí a importância crucial de um sinérgico avanço do conhecimento sobre governança global e cooperação.

Dessa forma, a superação do problema do desenvolvimento sustentável para a sustentabilidade depende dos avanços da ciência e das humanidades sobre duas questões cruciais, a cooperação e a governança global (Veiga, 2014). Sendo o maior desafio, segundo essa interpretação, a busca por um arranjo institucional que possa ser adaptável às transformações complexas, de modo a promover a participação de diferentes atores em todos os níveis, em especial a sociedade civil. A governança responsável, legítima e justa para os seus participantes se daria entre uma diversidade de atores – sociedades, Estados e

---

<sup>2</sup> Vale destacar que é empregado aqui de forma distinta ao termo sustentabilidade.

<sup>3</sup> O autor apresenta as evidências empíricas que refutam a tragédia dos comuns, conceito desenvolvido por Garrett Hardin em 1968, em que os indivíduos, agindo pelo auto interesse provocam a exploração excessiva, de modo a esgotar o recurso comum e prejudicando o bem-estar coletivo. "O fato é que em inúmeros casos de exploração coletiva de bens comuns por agrupamentos humanos que deles dependem para sobreviver não foi constatado qualquer risco de esgotamento de recurso natural" (Veiga, 2014, p. 8).

<sup>4</sup> O autor cita a biodiversidade, os oceanos e o clima como limiares ecológicos globais que são avessos à apropriação privada ou estatal, sendo classificados como bens comuns.

mercados – e múltiplas escalas interligadas em redes que, em vez de somente um esforço global, adotaria “uma abordagem policêntrica para alcançar benefícios em múltiplas escalas e simultaneamente encorajar experimentação e aprendizado de diversas políticas adotadas em múltiplas escalas” (Veiga, 2014, p. 17), determinando o modelo do processo de desenvolvimento dos territórios.

Em discussões sobre a relação sociedade e natureza, ciências sociais e ciências naturais, Veiga (2023) debate a possibilidade de uma teoria da sustentabilidade global, baseada no contraste entre os ritmos de crescimento dos sistemas naturais e dos sistemas socioeconômicos, que o autor denomina como Ciências da Sustentabilidade. Em tal campo, a coexistência de múltiplos níveis e dimensões de análises são usados para perceber e representar eventos relevantes do mundo externo, por meio de um empreendimento transdisciplinar voltado a compreender os sistemas adaptativos complexos. Contudo, conclui que esta atua mais como um valor do que como um conceito, com frágil argumentação para consideração de ciência, o que dependeria dos avanços e progressos das novas ciências da complexidade para o seu desenvolvimento. Isto porque considera que a diversidade de tradições sobre a complexidade formou estudos fragmentados – uma “Torre de Babel” – como se as escolas de pesquisa constituíssem ilhas em um oceano de conhecimento que, em poucas vezes, convergem em arquipélagos. Este destaque sobre a fragmentação da área também se encontra presente na interpretação de Mitchell (2009), em que a autora apresenta princípios comuns às ciências da complexidade, assim como a perspectiva de que se trata de um novo território a ser percorrido em diversos campos do conhecimento.

A importância de pensar em termos de não linearidade, controle descentralizado, redes, hierarquias, feedback distribuído, representações estatísticas de informações e aleatoriedade essencial está sendo gradualmente percebida tanto na comunidade científica quanto na população em geral. [...] a pesquisa em sistemas complexos tem enfatizado acima de tudo a colaboração interdisciplinar, que é vista como essencial para o progresso nos problemas científicos mais importantes da atualidade (Mitchell, 2009, p. 300, tradução nossa).

Para Veiga (2023), a Ciência da Sustentabilidade, portanto, esbarra e depende das ciências da complexidade para avançar na compreensão do Antropoceno<sup>5</sup>, este entendido como um momento da história ambiental em que a ação antrópica causa pressão sobre a biosfera e ultrapassa a capacidade de suporte dos ecossistemas naturais, vinculado ao modo de apropriação do meio natural originado pelo modelo de desenvolvimento empregado a partir da Grande Aceleração da segunda metade do século XX. Dado que a conjuntura ambiental atual desafia as fronteiras entre sociedade e natureza, entre clima e política e ciências naturais

---

<sup>5</sup> Termo problematizado nas ciências sociais e naturais a partir do século XXI como uma Época, mas que se utiliza neste ensaio em sua natureza como evento histórico.

e ciências sociais, as ciências da complexidade representariam uma nova forma de olhar para os fenômenos, de modo a dar conta dos problemas contemporâneos do século XXI. Refletindo sobre as inter-relações e codependências que a nova ciência necessita articular na reconciliação entre seres humanos e meio ambiente, em múltiplas escalas, dimensões e configurações espaço-temporal,

Alcançar vida digna para todos os humanos em uma Terra finita e desorganizada, tornou-se a questão principal de nosso tempo. Isto constituirá uma nova condição humana. Nada poderia exigir mais insistentemente novas pesquisas em ciências sociais, pois o ser humano, que se encontra nesta era incerta e radicalmente nova, é um conjunto de sistemas sociais, instituições e representações (Veiga, 2023, p. 89).

Considerar os sistemas econômicos e socioecológicos como conjuntos em que há emergências, novidades qualitativas resultantes da interação entre as partes de um conjunto, mas ausentes em cada uma delas, como demonstrado pela abordagem da complexidade, constrói uma nova forma de interpretar as inter-relações entre os fenômenos. Nesse contexto, a articulação do pensamento complexo com os novos e velhos paradigmas das Ciências Econômicas coloca em discussão o modelo de desenvolvimento das sociedades e a forma de se fazer ciência, associando as ideias de complexidade que aproximam a Economia e a Ecologia, de modo que são interpretadas relações dialéticas de continuidade e descontinuidade. Estudar a complexidade na economia e na relação entre sociedade e natureza emprega que, "com extrema frequência, lógicas contrárias nutrem-se uma da outra, completando-se enquanto se opõem" (Veiga, 2023, p. 18). Pensar em uma economia em suas características qualitativas possibilita a busca por alternativas ao crescimento econômico como fim único, como um sistema econômico pensado a partir das especificidades locais dos ecossistemas naturais. Com esse olhar se fundamenta a noção de sustentabilidade e a esperança de transformação no processo de desenvolvimento e na relação entre seres humanos e biosfera.

### 3 CONCLUSÕES

A necessidade de adjetivação da economia está relacionada com a distinção dos valores ideológicos de quem está dialogando com o tema, demonstrando a consciência moral, reflexiva e subjetiva do pesquisador conforme Morin (2005) expõe na perspectiva da *Ciência com consciência*. A bifurcação de um novo paradigma foi construída pela Economia Ecológica, porém não o suficiente para estabelecê-la como *mainstream* nas Ciências Econômicas, o que complementa a necessidade de adjetivar a corrente. Assim, a Economia

ao longo do século XX mantém os paradigmas neoclássicos e o seu rigor com arcabouço teórico positivista de modo a afastar o sujeito do objeto.

Como alternativa para a construção de uma coalizão, tendo em vista a sustentabilidade, o pensamento complexo dos sistemas econômicos e ecológicos articula a possibilidade de um novo paradigma, baseado na conexão dos conceitos das disciplinas e não no imperialismo econômico do economicismo. Portanto, ao agregar adjetivos a Economia, se busca demonstrar a consciência subjetiva do propósito da ciência, como forma de expandir as suas fronteiras para a compreensão destes fenômenos complexos. Contudo, isto necessita de uma articulação maior na realidade empírica, a qual englobe aspectos político-institucionais como incentivos para a ação coletiva, considerando a transição para sustentabilidade e o desenvolvimento dos territórios. Nesse sentido, a jornada para a sustentabilidade requer a ação coletiva na ciência e na realidade em constante transformação.

Dessa forma, agir coletivamente para um novo paradigma representa a articulação dos agentes econômicos, como mercados, Estados e sociedades, com o objetivo de uma orientação estratégica para a consciência ambiental. A este processo evolutivo, entre indivíduo e sociedade, entre sociedade e natureza e entre economia e ética, o caminho do meio representa uma alternativa como uma nova organização complexa, com ambiguidades e complementaridades, que criam o novo enquanto o velho ainda existe. Portanto, a transformação dos paradigmas também implica em promover o desenvolvimento valorizando a diversidade ecológica e sociocultural dos territórios como condição para a sustentabilidade. Caso esta percepção não seja suficiente para transformar a Ciência Econômica e a transição para novos paradigmas, esta se manterá estagnada no século XX com respostas incipientes aos problemas do novo milênio.

## REFERÊNCIAS

ALIER, Joan Martinez. *Economia Ecológica*. Tradução autorizada do original em International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences por Joseph S. Weiss e Clóvis Cavalcanti, 2015. Disponível em: [http://www.ifba.edu.br/professores/antonioclodoaldo/01%20TERMODINAMICA%20E%20ADM/alier\\_economia\\_ecologica.pdf](http://www.ifba.edu.br/professores/antonioclodoaldo/01%20TERMODINAMICA%20E%20ADM/alier_economia_ecologica.pdf). Acesso em: 26 abr. 2024.

CASTELLANI, Brian; GERRITS, Lasse. *Map of the complexity sciences*. Art and Science Factory, LLC. Recurso eletrônico. 2021. Disponível em: [https://www.art-sciencefactory.com/complexity-map\\_feb09.html](https://www.art-sciencefactory.com/complexity-map_feb09.html) Acesso em: 04 mar. 2025.

DALY, Herman. On Economics as a Life Science. *Journal of Political Economy*, [S. l.], v. 76, n. 3, p. 392-406, mai.-jun., 1968. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1829303>. Acesso em: 26 abr. 2024.

DALY, Herman. Growthism: its ecological, economic and ethical limits. *Real-world Economic Review*, n. 87, mar., 2019. Disponível em: <http://www.paecon.net/PAERReview/issue87/whole87.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2024.

DEMO, Pedro. *Complexidade e aprendizagem: a dinâmica não linear do conhecimento*. São Paulo: Atlas, 2002.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *O decrescimento: entropia, ecologia, economia*. São Paulo: Editora Senac, 2004.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. 10. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

LEFF, Enrique. Conferência de abertura. In: AREND, Silvio C.; DEPONTI, Cidonea M. (org.). *Desenvolvimento Regional em tempos de emergência climática: desafios e oportunidades*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024.

LEFF, Enrique. *Discursos sustentáveis*. São Paulo: Cortez, 2010.

LEFF, Enrique. *Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental*. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MARTINS, Clitia H. B. Economia Ecológica. In: GRIEBELER, Marcos Paulo Dhein (org.). *Dicionário de desenvolvimento regional e temas correlatos*. 2. ed. Uruguaiana: Editora Conceito, 2021. E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/539846>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MITCHELL, Melanie. *Complexity: a guided tour*. New York: Oxford University Press, 2009.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. *O mito do desenvolvimento sustentável*. Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.

MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. 3. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.

MORIN, Edgar. *O método I: a natureza da natureza*. 2. ed. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1987.

PRIGOGINE, Ilya. O Fim da Ciência? In: SCHINFFMAN, Dom Fried (org.). *Novas Culturas, Paradigmas e Subjetividade*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

ROBBINS, Lionel. *Um ensaio sobre a natureza e a importância da ciência econômica*. São Paulo: Saraiva, 2012.

ROCHA, Jefferson M.; AREND, Silvio C. O erro histórico da Ciência Econômica: um resgate da obra de Georgescu-Roegen. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, v. 52, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v52i0.65881>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SAMUELSON, Paul A. *Introdução à análise econômica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Agir, 1961.

SAMUELSON, Paul A. *Fundamentos da Análise Econômica*. São Paulo: Nova Cultural, 1986.

VEIGA, José Eli da. O âmago da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, v. 28, n. 82, p. 39-52, 2014.

VEIGA, José Eli da. *O Antropoceno e as Humanidades*. São Paulo: Editora 34, 2023.

WEAVER, Warren. Science and complexity. *American Scientist*, v. 36, [S.l.], p. 536-544, 1948.