

Calidoscópio

Articulando ideias sobre meio ambiente – sociedade – trocas

Gisella Colares Gomes

Tese de Doutorado

Brasília – DF, julho/2012.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Calidoscópio

Articulando ideias sobre meio ambiente – sociedade – trocas

Gisella Colares Gomes

Orientador: Jose Aroudo Mota

Tese de Doutorado

Brasília – DF, julho/2012.

Gomes, Gisella Colares
Calidoscópico : Articulando ideias sobre meio ambiente-
sociedade-trocas/ Gisella Colares Gomes.
Brasília, 2012.
145 p.: Il.

Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento
Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

1.Paradigma. 2.Econômico. 3.Complexidade. 4.Cognição.
5.Ecologia. I. Universidade de Brasília. CDS.
II. Título

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O (a) autor (a) reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do(a) autor(a).

Assinatura

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Calidoscópio

Articulando ideias sobre meio ambiente – sociedade – trocas

Gisella Colares Gomes

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutora em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental.

Aprovado por:

Jose Aroudo Mota - Orientador/ Centro de Desenvolvimento Sustentável;

Elimar Pinheiro do Nascimento - Examinador Interno/ Centro de Desenvolvimento Sustentável;

Leila Martins Chalub - Examinador Interno/ Centro de Desenvolvimento Sustentável

Fabio Maia Sobral – Universidade Federal do Ceará - UFC

Geraldo Sandoval Goes – Ministério do Meio Ambiente - MMA)

Brasília – DF, junho/2012.

À Clarissa, à Isabela e ao João Colares.

AGRADECIMENTOS

A gratidão nos torna magnânimos com humildade. É o reconhecimento de que nada seríamos se não existisse o outro que conosco compartilha seu saber e seu viver!

Sou grata a Deus, ao universo, à inteligência superior, ao fluxo vital, ao que pra mim é um mistério e uma certeza, por existir como consciência. Esta que me permite uma experiência viva do sentido de toda existência.

Sou grata a meus pais por tudo que me proporcionaram e ensinaram.

Sou grata a cada um dos meus irmãos e cunhadas pelos momentos que cada um segurou minha mão e transmitiu carinho.

Sou grata a todos que souberam compreender meu coração inquieto, com sede de transformação...

Sou grata ao Prof. Dr. e meu orientador José Aroudo Mota por sua confiança, amizade, respeito e apoio incondicional. Sua sabedoria foi uma grande fonte de motivação e aprendizagem.

Sou grata ao Prof. Dr. Elimar Pinheiro do Nascimento por ser mais que um professor, por ser um mestre e ser humano ímpar.

Sou grata ao Prof. Dr. Alfredo Pena Vega por sua amizade, contribuições no projeto de tese e oportunidades acadêmicas que me disponibilizou.

Sou grata à Profa Dra. Leila Chalub por sua amizade, carinho, apoio, disponibilidade e oportunidade de participar do laboratório da complexidade.

Sou grata à minha turma de doutorado por ter me incentivado a seguir meu coração na definição do tema desta tese no momento crucial da disciplina de seminário de integração. Especialmente sou grata à Kilma, à Cris, à Odete, à Vania, à Ilda, à Mônica, à Isabel e ao Maurício Boratto. Estes que me fortaleceram, com quem muito aprendi e com quem compartilhei momentos, emoções e conhecimento.

Sou grata ao Prof. Dr. Maurício Amazonas por ter compartilhado comigo seu conhecimento metodológico e por sua amizade e à prof. Dra. Maria Amélia Enriquez por compartilhar comigo sua experiência profissional e por sua amizade.

Sou grata aos prof.(s) Fabio maia Sobral e Geraldo Sandoval Goes por terem participado da banca examinadora e contribuído para o aperfeiçoamento do trabalho.

Sou grata à Anete Alves por ser como uma irmã.

Sou grata à Joana, à Alessandra, à Magna e à Eleusina pela amizade e apoio em momentos importantes.

Sou grata aos funcionários do CDS, principalmente ao Antônio por sua dedicação e atenção.

Sou grata às minhas amigas Suely Chacon, Nil, Francisca, Eliana Prata, Anna Luiza, Giovana, Luciane, Maione, Loyd, Daniele, Zilah e Amparo por se fazerem presentes durante este tempo de exílio.

Enfim, Sou grata a todos que por minha vida passaram e ofereceram algo e que de mim levaram um pouco.

O escravo moderno está convencido de que não existe alternativa na organização do mundo atual. E é aí mesmo que se encontra a força da dominação presente (Trecho do Video: “A *SERVIDÃO MODERNA*”).

Vous pouvez donc dire que j'ai été trop théorique... Mais je n'aurais certainement pas eu ces idées si j'avais été pratique. Au début, les idées paraissent toujours déviantes, utopiques ou irréalistes. Puis, dès qu'un certain nombre de personnes les prennent à coeur et les mettent dans leur esprit, elles deviennent des forces dans la société. Elles ont le bénéfice de répondre à l'état concret des connaissances et aux besoins réels des gens, c'est à dire aujourd'hui savoir affronter l'incertitude, être conscient de la complexité de ce qui nous entoure, se sentir citoyen de ce monde, être capable de compréhension d'autrui. À mon sens, rien n'est plus pratique (EDGARD MORIN).

O ser humano vivencia a si mesmo, seus pensamentos como algo separado do resto do universo - numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência. E essa ilusão é uma espécie de prisão que nos restringe a nossos desejos pessoais, conceitos e ao afeto por pessoas mais próximas. Nossa principal tarefa é a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão, para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá alcançar completamente esse objetivo, mas lutar pela sua realização já é por si só parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior (ALBERT EINSTEIN).

A situação muda quando você está em uma crise estrutural. Se, normalmente, muito esforço se traduz em pouca mudança, nessas situações raras um pequeno esforço traz um conjunto enorme de mudanças – porque o sistema, agora, está muito instável e volátil. Qualquer esforço leva a uma ou outra direção. Às vezes, digo que essa é a “historização” da velha distinção filosófica entre determinismo e livre-arbítrio. Quando o sistema está relativamente estável, é relativamente determinista, com pouco espaço para o livre-arbítrio. Mas, quando está instável, passando por uma crise estrutural, o livre-arbítrio torna-se importante. As ações de cada um realmente importam, de uma maneira que não se viu nos últimos 500 anos. Esse é meu argumento básico (IMMANUEL WALLERSTEIN).

Karl Marx disse: a tarefa não é somente entender o mundo, mas transformá-lo. Uma variante que convém ter em conta é que, se queremos com mais força mudar o mundo, vamos entendê-lo. Isso não significa escutar uma palestra ou ler um livro, embora essas coisas às vezes ajudem. Aprende-se a participar. Aprende-se com os demais. Aprende-se com as pessoas com quem se quer organizar. Todos temos de alcançar conhecimentos e experiências para formular e implementar ideias (NOAM CHOMSKY).

RESUMO

Um paradigma está presente nas dimensões da existência de um ser e da sociedade de modo inconsciente ou consciente. Interessa compreender o significado, implicações e interrelações da existência de paradigma nas ciências. Especificamente o objeto de estudo é o paradigma científico na ciência econômica. A presente pesquisa conclui que o *mainstream* econômico é, no atual nível de conhecimento e prática antrópica, epistemologicamente inadequado e metodologicamente limitado. Neste sentido, identificaram-se princípios do paradigma científico emergente que podem contribuir para uma melhor compreensão do que se define por esfera econômica. Propõe-se que sejam considerados os princípios da existência de limitações e não objetividade do processo de conhecimento, o princípio de que não se pode conhecer o todo sem conhecer as partes e que não se pode conhecer as partes sem conhecer o todo. Assim, o todo e as partes relacionam-se de forma recursiva, a percepção da importância das descrições qualitativas, da sensibilidade às condições iniciais de um sistema e a existência da flecha do tempo e dos fenômenos. A economia é intrinsecamente relacionada ao processo de conhecimento da co-evolução da existência humana com a natureza percebida como um macroconceito no qual se interrelacionam as dimensões do meio ambiente, da sociedade e das atividades de trocas por meio de uma lógica de articulação e causalidade circular e recursiva entre as dimensões envolvidas. A proposição denominada calidoscópio busca articular as abordagens teóricas da transdisciplinaridade da teoria da cognição de Santiago, da complexidade e da economia ecológica, para lidar com as questões hoje pertinentes ao estudo da esfera econômica. O processo econômico consiste em redes comunicativas de produção e apropriação de riquezas em determinadas estruturas por meio de um processo de valoração intencional. Neste modelo a produção e distribuição das mediações necessárias à existência humana se organizam em função das necessidades comunitárias e segundo diferentes princípios, como o assistencialista, o auto-gestionário, o comércio justo, o sistema local de troca e emprego, etc. O que organiza estas relações é o processo de valoração e não o valor como um dado. O valor efetiva-se em um processo de escolha em níveis individual e social. A atribuição da geração do valor nos modelos do *mainstream* econômico não incorpora adequadamente a contribuição da natureza por se basear numa percepção atomista e mecanicista da produção de riquezas. Para o calidoscópio, o valor consiste numa emergência do padrão de organização das forças participantes deste processo e não um produto que pode ser desagregado em função da participação isolada de cada uma destas forças. A riqueza é o bem viver e transcende a apropriação de mercadorias ou mesmo dinheiro. Os denominados recursos naturais, assim como os mesmos transformados em mediações materiais ou recursos exossomáticos, as instituições criadas para melhor organizar a existência humana, a arte e a própria ciência constituem riqueza. A escassez é a incapacidade de prover todas ou parte das condições necessárias à existência humana e ao bem viver. Como um processo, a escassez é na verdade produto das ações humanas. A capacidade criadora dos seres humanos deve ser exercida de acordo com e não contra a dinâmica da natureza.

Palavras-chave: Paradigma; Econômico; Complexidade; Cognição; Ecologia.

ABSTRACT

A paradigm is present in the dimensions of the existence of a being and of a society, consciously or unconsciously. We are interested in comprehending the meaning, implications and interrelationships of the existence of paradigm in science. Specifically, the object of study is the scientific paradigm in Economic Science. This research concludes that the mainstream economics is epistemologically inadequate and methodologically limited according to the current level of knowledge and anthropic practice. In this sense, we identified the principles of the emerging scientific paradigm. Such principles could contribute to a better understanding of what is defined as economic sphere. It is proposed that the principles of the existence of limitations should be considered, and the principles of objectivity of the knowledge process should not, but the principle that one cannot know the whole without knowing the parts and one cannot know the parts without knowing the whole. Thus, the whole and the parts are related recursively, the perception of the importance of qualitative descriptions, sensitivity to initial conditions of a system and the existence of the arrow of time and redistributive phenomena. Economy is intrinsically related to the knowledge process of human existence co-evolution with nature, perceived as a macro concept in which the dimensions of the environment, society and the exchange activities are interrelated, through a logic of articulation and circular and recursive causality among the dimensions involved. The proposal, which is called the kaleidoscope, seeks to articulate theoretical approaches of transdisciplinarity of the Santiago Theory of Cognition, of the complexity and ecological economics in order to deal with the issues that are appropriate for the study of the economic sphere nowadays. The economic process consists of communicative networks of production and appropriation of wealth in certain structures through a process of intentional assessing. In this model, the production and distribution of mediations necessary for human existence are organized according to community needs and according to different principles, such as the assistentialist, the self-managed, fair trade, the local system of exchange and employment, etc. The valuation process is the one that organizes these relations, not the value as a given data. The value is carried out in a selection process of individual and social levels. The value generation assignment in the mainstream economics models does not adequately incorporate the contribution of nature, because it is based on a mechanistic and atomistic perception and on the wealth production. On regards of the kaleidoscope, the value consists of an emergence of an organization standard from participating forces in this process and it is not a product that can be broken due to the isolated contribution of each one of these forces. Wealth is good living and it transcends the appropriation of commodities or money. The so-called natural resources, as well as they are transformed in material mediations or exosomatic resources, the institutions created to better organize human existence, art and science itself constitute wealth. Scarcity is the inability to provide all or part of the conditions which are necessary for human existence and good living. As a process, scarcity is actually a product of human actions. The creative capacity of human beings must be exercised in accordance with the dynamic of nature and not against it.

Keywords: Paradigms, Economic, Complexity, Cognition, Ecology.

RÉSUMÉ

Un paradigme est présent dans les dimensions de l'existence d'un être d'une société consciemment ou inconsciemment. Ce qui intéresse c'est de comprendre la signification, les implications et les interrelations de l'existence de paradigme dans la science. Plus précisément, l'objet d'étude est le paradigme scientifique en science économique. Cette recherche conclut que la *mainstream* économique est dans le niveau actuel des connaissances et la pratique anthropique épistémologiquement inadéquats et méthodologiquement limité. En ce sens, nous avons identifié les principes du paradigme scientifique émergent qui pourrait contribuer à une meilleure compréhension de ce qui est défini par la sphère économique. Il est proposé que les principes sont considérés comme l'existence de restrictions et de la non-objectivité du processus de la connaissance, le principe selon lequel on ne peut pas connaître le tout sans connaître particulièrement les parties et on ne peut pas connaître les parties sans connaître le tout, que l'ensemble et les parties sont liées de manière récursive, la perception de l'importance des descriptions qualitatives, de la sensibilité aux conditions initiales et de l'existence d'un système de flèche du temps et de phénomènes redistributifs. L'économie est intrinsèquement liée au processus de la connaissance de la coévolution de l'existence humaine avec la nature perçue comme un macro concept dans lequel ils sont des dimensions interdépendantes de l'environnement, de la société et des activités d'échange à travers une logique d'articulation et de la causalité circulaire et récursive entre les dimensions enveloppées. La proposition appelée kaléidoscope cherche à articuler les approches théoriques de la transdisciplinarité, de la théorie de la cognition Santiago, de la complexité et de l'économie écologique pour faire face aux problèmes d'aujourd'hui pertinent à l'étude de la sphère économique. Le processus économique est constitué de réseaux de communication de production et d'appropriation de richesses dans certaines structures à travers un processus de valorisation intentionnelle. Dans ce modèle, la production et la distribution des médiations nécessaires pour l'existence humaine sont organisées en fonction des besoins de la communauté et selon des différents principes, tels que l'assistance, l'auto-géré, le commerce équitable, le système local d'échange et de l'emploi, etc. C'est le processus de valorisation qui organisent ces relations et non la valeur comme une donnée. La valeur est effectuée dans un processus de choix de niveaux individuel et social. L'attribution de la génération de valeur dans les modèles économiques traditionnels ne suffisent pas à intégrer la contribution de la nature parce qu'elle est basée sur une approche mécanistique et atomistique de la production de la richesse. Pour le kaléidoscope, la valeur est un principe de l'organisation des forces d'émergence participants à ce processus et un produit qui ne peut pas être brisé à cause de la contribution isolé de chacune de ces forces. La richesse est la bonne vie et transcende l'appropriation des marchandises ou d'argent. Les ressources dites naturelles, ainsi que ceux traités dans les ressources matériaux ou les médiations exosomatique, les institutions créées pour organiser au mieux l'existence humaine, l'art et la science elle-même constituent la richesse. L'insuffisance de nos ressources est l'incapacité de fournir tout ou partie des conditions nécessaires à l'existence humaine et une vie droite. En tant que processus, la pénurie est en fait un produit des actions humaines. La capacité créatrice des êtres humains doit être exercée en conformité avec et non contre la dynamique de la nature

RESUMEN

Un paradigma está presente en las dimensiones de la existencia de un ser y de la sociedad de modo consciente o inconsciente. Importa comprender el significado, consecuencias e interrelaciones de la existencia de paradigma en las Ciencias. Específicamente, el objeto de estudio es el paradigma científico en la ciencia económica. Esta investigación concluye que el *main stream* económico, en nivel actual de conocimiento humano y práctica antrópica, es inadecuado en nivel epistemológico y limitado en términos metodológicos. Se propone un paradigma que define cómo principios la no objetividad y la existencia de limitaciones en el conocimiento. Se propone que los principios se consideran la existencia de restricciones y no-objetividad del proceso de conocimiento, el principio de que no se puede conocer el todo sin conocer las partes y no se puede conocer las partes sin conocer el todo, que la totalidad y las partes se relacionan de forma recursiva, la percepción de la importancia de descripciones cualitativas de la sensibilidad a las condiciones iniciales de un sistema y la existencia de la flecha del tiempo y de los fenómenos de redistribución. La economía es intrínsecamente vinculada al proceso de conocimiento de la co-evolución de la existencia humana con la naturaleza, comprendida como un macro-concepto en el cual se interrelacionan las dimensiones del medio ambiente, de la sociedad y del intercambio a través de una lógica de articulación y de causalidad circular y recursiva entre las dimensiones involucradas. El método caleidoscopio propone una articulación entre los enfoques teóricos de la transdisciplinariedad, las teorías de la cognición Santiago, complejidad y economía ecológica. El proceso económico consiste en redes de comunicación de la producción y la apropiación de la riqueza en ciertas estructuras a través de un proceso de valoración intencional. En este modelo, la producción y distribución de mediaciones necesarias para la existencia humana están organizadas sobre la base de las necesidades de la comunidad y de acuerdo con principios diferentes, tales como: asistencialista, auto-gestionado, comercio justo, sistema local de cambio y empleo etc. Estas relaciones son organizadas por el proceso de valoración y no por el valor como un dato. El valor se hace efectivo en un proceso de elección en niveles individuales y sociales. La atribución de generación de valor en los modelos del *main stream* económico no incorpora adecuadamente la contribución de la naturaleza por basarse en una percepción atomista y mecanicista de producción de riquezas. Para caleidoscopio, el valor consiste en la emergencia del estándar de organización de las fuerzas participantes de este proceso y no un producto que se puede disgregar según la participación aislada de cada una de estas fuerzas. Riqueza es la buena vida y trasciende la apropiación de bienes o mismo dinero. Los denominados recursos naturales, así cómo cuando convertidos en mediaciones materiales o recursos exosomáticos, las instituciones creadas para organizar mejor la existencia humana, el arte y la ciencia constituyen riqueza. La escasez es la incapacidad de proveer todas o parte de las condiciones necesarias para la existencia humana y el buen vivir. Como un proceso, la escasez es, en verdad, el producto de las acciones humanas. La capacidad creadora de los seres humanos debe ejercerse en acuerdo y no contra los principios de la dinámica de la naturaleza.

Palabras-clave: Paradigma; Económico; Complejidad; Cognición; Ecología.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Limitações das leis de Newton	23
Figura 2: Exemplos de equilíbrio estável e instável	24
Figura 3: Secção de Poincaré	25
Figura 4 Comportamento caótico de um sistema de 3 corpos	25
Figura 5: Retrato de fase de um pêndulo idealizado	26
Figura 6: Retrato de fase de um pêndulo genuíno.....	26
Figura 7: Perspectiva trimensional do comportamento de um pêndulo genuíno.....	26
Figura 8: Ilustração de atratores típicos em espaço tridimensionais	27
Figura 9: Ilustração de um atrator estranho	28
Figura 10: Ilustração do efeito borboleta.....	29
Figura 11: Diagrama de bifurcações de um mapeamento logístico que apresenta auto-similaridade.....	30
Figura 12: Detalhe aproximado de um mapeamento logístico que apresenta auto-similaridade.....	30
Figura 13: Estrutura fractal de um mapa geográfico.....	32
Figura 14: Ilustração de um processo de renormalização	32
Figura 15: Fractal matemático floco de neve	33
Figura 16: Exemplo da relatividade espaço tempo	35
Figura 17: Ilustração da teoria da relatividade geral	36
Figura 18: Fluxograma de uma observação de uma partícula atômica.....	37
Figura 19: Padrão de manifestação da partícula em onda	39
Figura 20: Exemplo de difusão térmica que gera ordem	41
Figura 21: Esquema de um diagrama de bifurcações	42
Figura 22: Exemplo de um sistema instável	43
Figura 23: Representação de possíveis trajetórias de um sistema em um retrato de fases	43
Figura 24: Descrição de diferentes configurações de um conjunto de uma mesma molécula	45
Figura 25: Condição de eficiência em um sistema de mercado	67
Figura 26: Representação da taxa pigouviana	69
Figura 27: Representação de um mercado de permissões de emissões.....	71
Figura 28: Representação de uma empresa em um mercado de permissões de emissões	71
Figura 29: Lentes/espelho.....	79
Figura 30 : Diferentes níveis de realidade.....	82
Figura 31 : Sistema autopoietico.....	85
Figura 32 : Calidoscópio... ..	105
Figura 33 : Macroconceito condição econômica	106
Figura 34 : Sistema autopoietico social econômico.....	107
Figura 35 : Rede de colaboração.....	108

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	11
INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1 PARADIGMA CIENTÍFICO E A NATUREZA DA CRISE CONTEMPORÂNEA	17
1.1 PARADIGMA CIENTÍFICO COMO VISÃO DE MUNDO E COMO MODELO CONCEITUAL DE UMA COMUNIDADE CIENTÍFICA	18
1.2 A EMERGÊNCIA DE UM NOVO PARADIGMA CIENTÍFICO.....	21
1.2.1 Mudança de paradigma na matemática	22
1.2.2 Mudança de paradigma na física	34
1.2.3 Mudança de paradigma na biologia	47
1.2.4 Síntese dos princípios do paradigma científico emergente.....	54
1.3 INTERRELAÇÕES ENTRE CRISE AMBIENTAL-ECONÔMICA-ENERGÉTICA E SOCIAL	55
CAPÍTULO 2 CALIDOSCÓPIO - UMA PROPOSIÇÃO DE PRINCÍPIOS NO CONTEXTO DO NOVO PARADIGMA CIENTÍFICO PARA A COMPREENSÃO DAS QUESTÕES ECONÔMICO ECOLÓGICA	66
2.1 OS PRINCÍPIOS PARADIGMÁTICOS DA ECONOMIA NEOCLÁSSICA E A NECESSIDADE DE NOVOS PRINCÍPIOS NORTEADORES PARA A CIÊNCIA ECONÔMICA.....	66
2.2 REPENSANDO O ECONÔMICO-ECOLÓGICO	79
2.2.1 Transdisciplinaridade.....	80
2.2.2 Teoria da cognição de Santiago.....	85
2.2.3 Teoria da complexidade.....	90
2.2.4 Economia ecológica.....	95
2.3 CALIDOSCÓPIO E REALIDADE PLURAL.....	104
CAPÍTULO 3 - CRÍTICA E PROPOSIÇÕES ÀS NOÇÕES DE ECONOMIA, VALOR, RIQUEZA E ESCASSEZ NA ÓTICA DO CALIDOSCÓPIO	112
3.1 SÍNTESE DA TEORIA DO VALOR EM LIONNEL ROBBINS E SIGNIFICADO DE ECONOMIA	112
3.2 CRÍTICA À PERCEPÇÃO ATOMÍSTICA E POSITIVISTA DE VALOR	115
3.2.1 Fetichismo e crematística	117
3.3 CRÍTICA E PROPOSIÇÕES ÀS NOÇÕES DE ECONOMIA, VALOR, RIQUEZA E ESCASSEZ NA ÓTICA DO CALIDOSCÓPIO.....	119
3.4 PROPOSIÇÕES TEÓRICAS COMPATÍVEIS COM O CALIDOSCÓPIO.....	122
3.4.1 Paradigma da dádiva de Marcel Mauss	123

3.4.2 Descrescimento e desmercantilização	127
CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS	137
REFERÊNCIAS DE APOIO	141

INTRODUÇÃO

No início de seu livro “Contrato Natural” Michel Serres (1991) descreve uma situação na qual dois inimigos lutam focados apenas nas táticas um do outro. Porém, esquecem que lutam em areias movediças. Cada um acredita que pode sair vitorioso e que o seu inimigo resume-se ao indivíduo com o qual está lutando. Sem perceberem, os dois afundam na mesma velocidade em que se debatem. Nenhum sai vitorioso.

A situação descrita pode provocar inúmeros questionamentos. Porque os dois se consideram inimigos? Porque acreditam ser capazes de vencer um ao outro sozinhos? Porque lutam em areias movediças? Porque esqueceram que se encontram em um pântano? Como não percebem que estão afundando?

Cada uma destas perguntas surge em diferentes pessoas motivadas não apenas pela situação descrita, mas também por experiências que marcaram a vida de cada um. Se a experiência foi a participação em uma luta na qual todos saíram machucados e sem atingir seus objetivos, pergunta-se porque consideram-se inimigos? Se um dia foi necessário trabalhar em equipe com alguém que se considerava inimigo, a pergunta seria porque acreditam ser capazes de vencerem sozinhos? E assim sucessivamente.

Esta observação indica que é a percepção da realidade que molda as ações das pessoas e não uma realidade em si. Esta percepção se baseia em um quadro, modelo de referência, crença... Este contexto pode ser denominado de paradigma. Um paradigma está presente em todas as dimensões da existência de um ser e da sociedade de modo inconsciente ou mesmo consciente.

O termo paradigma geralmente é utilizado para estudos relacionadas à filosofia das ciências. Existem termos, se não equivalentes, pelo menos com sentido muito próximo em outras áreas do saber e das ciências, como por exemplo, epistemologia para a filosofia da linguagem e ideologia para a ciência política.

Neste trabalho interessa compreender o significado, implicações da existência de paradigma nas ciências e como estes modelos de referência das diferentes ciências relacionam-se entre si. Mais especificamente o objeto de estudo é o paradigma científico na ciência econômica e sua relação com o paradigma nas demais ciências. O interesse pelo paradigma na ciência econômica tem origem na percepção de que sua corrente de pensamento hegemônica considera seu modelo de sistema econômico neutro e autosuficiente para definir e responder suas questões. Isto é, para esta teoria a ciência econômica pode prescindir de um paradigma ou então o toma como um dado, de modo que o economista como observador não realiza julgamentos de valor.

Esta postura da ciência econômica tinha como objetivo referendar-se como ciência entre os diversos campo dos saber. A ciência era concebida como a representação do real.

Na esteira do desenvolvimento das ciências naturais que desenvolviam métodos experimentais e matemáticos, configurados como métodos objetivos, a economia passou a utilizá-los para a compreensão e explicação do que era definido por esfera econômica. Todavia, a ciência econômica não acompanhou a evolução das ciências naturais que propiciou a descoberta de novos princípios e percepções sobre a definição do que é científico e do que é real.

A importância desta pesquisa reside na constatação de que o desenvolvimento do conhecimento, entre eles do conhecimento dito científico, trouxe uma percepção mais acurada dos fenômenos de modo a tornar acessíveis as interações e a complexidade dos mesmos. O resultado deste processo permite a consciência de que os fenômenos existem como uma relação de interdependência e interdeterminação entre o que se pode chamar de realidade ontológica e realidade percebida. Este processo sucedeu-se na forma de co-evolução entre a natureza e desenvolvimento da existência humana. Nele o ser humano, como um ser com capacidade de conhecer e transmitir conhecimento, é co-criador da realidade em sua dimensão material e imaterial, o que inclui princípios, valores e regras de relacionamento consigo mesmo e com a natureza, de forma que ele a modifica e é modificado por ela.

Esta concepção coloca a problemática de que atualmente os obstáculos encontrados pelo ser humano na atividade de produzir e reproduzir sua existência na sua relação com a natureza são provocados por sua própria interferência. Esta interferência possui impactos cada vez maiores e que se tornam paulatinamente irreversíveis à medida que se desenvolve a aplicação do conhecimento à atividade de produzir as mediações necessárias à existência. Isto significa que a capacidade de conhecimento humano ou de consciência do alcance de suas intervenções possui limites, os quais podem ser suplantados pelo próprio processo do conhecer. Neste sentido, é importante buscar compreender continuamente estas interações e suas consequências com o objetivo de harmonizar suas práticas com a natureza. Assim, a atividade de produzir as mediações da existência humana, bem como suas consequências, não deve ser realizada sem ser contextualizada no desenvolvimento do conhecimento. Neste sentido, o método utilizado na pesquisa só pode ser compreendido no exercício da observação proposta, o que implica na participação de um sujeito observador no processo de interações recursivas entre o método e a teoria. Por isso, se propõe a análise do seguinte problema de pesquisa: Quais os principais fundamentos científicos que auxiliam no entendimento e na interação sistêmica da ciência econômica com as demais ciências?

Neste sentido, o objetivo geral relaciona-se à avaliação da adequação e limites de validade dos princípios do paradigma científico econômico neoclássico e à identificação de princípios para os quais seja imprescindível a explicitação de seus pressupostos no sentido

de posicionar o economista de forma consciente como um observador na definição e elaboração das questões pertinentes a mesma.

Para buscar a concretização de seu objetivo geral a pesquisa teve início com uma contextualização da percepção de paradigma enquanto visão de mundo e modelo de referência de uma comunidade científica. Depois foi feita uma incursão para identificar a evolução dos princípios paradigmáticos das ciências ditas naturais; especificamente matemática, física e biologia; e suas interrelações e implicações com a coevolução entre a natureza e a civilização humana. Em um segundo momento a pesquisa buscou descrever e identificar os limites do paradigma científico do *mainstream* econômico na percepção deste processo de co-evolução, bem como, identificar princípios que possibilitem uma melhor percepção, compreensão e exercício das atividades humanas, principalmente as que se relacionam com o que se define como pertinente à esfera econômica neste processo.

A pesquisa redefine conceitos importantes para o entendimento da co-evolução entre a civilização humana e a natureza sob o prisma dos princípios identificados. Destaca-se a percepção não atomista e não positivista do valor, na qual é processo de valoração quem organiza as atividades pertinentes à esfera econômica e não o valor como um dado.

Alem disto, por compreender que a multireferencialidade é necessária para buscar uma resposta à problemática investigada, a pesquisa relaciona algumas teorias, como a Dádiva de Marcel Mauss e o decrescimento, bem como práticas sociais, como o comércio justo e o banco popular, que podem ser articuladas pelos princípios identificados no paradigma científico emergente pertinentes à construção de alternativas à sociedade de mercado como solução suficiente para a coordenação das atividades econômicas.

O entendimento da pesquisa pode ser dificultado pela extensão e tipo de bibliografia utilizada no início da dissertação da pesquisa. Todavia, este caminho foi o escolhido para se atingir o objetivo de realizar uma crítica da teoria econômica neoclássica diferente das existentes. Isto é, se na própria física, matemática e biologia determinados princípios foram relativizados, bem como, surgiram outros, por que a teoria econômica neoclássica não reavalia os seus pressupostos e busca dialogar com o desenvolvimento do conhecimento?

CAPÍTULO 1 PARADIGMA CIENTÍFICO E A NATUREZA DA CRISE CONTEMPORÂNEA¹

Os paradigmas clássico² e contemporâneo de ciência afirmam que a mesma tem como finalidade conhecer a veracidade dos fatos e fenômenos, distinguindo-se de outras formas de conhecimento devido à possibilidade de sua verificabilidade por meio do método científico. O objetivo é fornecer uma representação intelectual, universal e que corresponda à própria realidade³. A postura científica deve ser objetiva⁴; quantitativa; homogênea e generalizadora, no sentido de buscar leis gerais que explicam o funcionamento dos diferentes fenômenos, reunindo diferentes individualidades sob as mesmas leis ou medidas. O objeto científico é fruto de um trabalho ou construção racional. Ele deve ser verificável, demonstrável, controlável e permitir que se façam previsões de novos fenômenos a partir dos já conhecidos.

Esta concepção de ciência se expressa por diferentes métodos. O método é compreendido como o caminho para se chegar a um determinado fim e consiste em um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicas adotadas para se atingir o conhecimento. Os diferentes métodos⁵ são determinados pelo tipo de objeto a investigar e pela classe de proposições a descobrir. Esta concepção de método pressupõe o resultado desde o início através das definições de hipóteses, isto é, a partir de certezas estabelecidas de maneira ordenada, utilizando-se um conjunto de regras certas e permanentes que podem ser seguidas mecanicamente.

A diferenciação entre ciências naturais e humanas teve como consequência a separação entre a natureza e o homem como objetos de estudo, embora as ciências humanas tenham se servido dos métodos e técnicas e das próprias teorias naturais para, por

¹ Esta tese incorpora ideias baseadas nos seguintes artigos no qual a autora da tese é a primeira ou segunda autora: "Mudanças de paradigma científico na biologia e seus impactos na agropecuária" publicado nos anais do XLV Congresso da SOBER em 2007; "Propriedade e Meio Ambiente" publicado nos anais do XIX Encontro Regional de História da ANPUH- Seção São Paulo, 2008; "Décroissance: Qual a Consistência?" Publicado nos anais do VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2009, Cuiabá; "Qual paradigma? uma articulação teórica para a compreensão do papel dos instrumentos econômicos de política ambiental" publicado nos anais do VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2009, Cuiabá. "Solidary popular bank, ceará, brazil: a practice compatible with the paradigm of degrowth" publicado nos Proceedings of the Second Conference on Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity Barcelona 2010 e "Justiça distributiva e eficiência econômica: uma perspectiva ecológico-econômica dos condicionantes do *desacoplamento*" publicado no livro *Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade* pela editora Garamond em junho de 2012..

² A nomenclatura moderna possui sentidos diferentes quando empregada ao termo ciência e ao termo física. Para o termo ciência, clássico é equivalente a moderno e diferencia-se da ciência antiga. Para o termo física a nomenclatura moderna diferencia-se da física mecânica Newtoniana.

³ Existe também a percepção de que uma teoria científica representa a verdade quando possui coerência interna entre seus conceitos. Assim a existência de contradições torna uma teoria falsa ou falseável no sentido de que a mesma teoria pode ser corrigida.

⁴ Acredita ser possível separar os elementos e características de um fenômeno em subjetivos e objetivos pela purificação das qualidades sensoriais, bem como pela capacidade de usar objetos tecnológicos que alteram a percepção empírica comum dos objetos, medindo o que nossa percepção não alcança.

⁵ Como por exemplo, racionalista ou hipotético-dedutiva e empirista ou hipotético-indutiva.

analogia, formular seus resultados. Tudo isto levou ao questionamento da possibilidade de existência de uma ciência humana com as mesmas características das ciências naturais já que os elementos subjetivos eram intrínsecos ao homem. A percepção de que os seres humanos são diferentes da natureza é antiga e pode ser identificada pelas diferentes maneiras de estudar o ser humano expressas nos períodos humanista, positivista e historicista. Uma questão recorrente estava no relativismo decorrente destes estudos que tornavam as leis das ciências humanas não universalizáveis e válidas somente em determinadas épocas. Foi para contornar esta dificuldade que Max Weber (2001) propôs o estudo de tipos ideais ou construções conceituais puras que permitiriam compreender e interpretar os fatos observáveis em particular e não os fatos empíricos em si mesmos como universais.

A fenomenologia, o construtivismo e o marxismo são vertentes de pensamento que provocaram uma ruptura no campo científico das ciências humanas. A fenomenologia permitiu a definição e delimitação do objeto das ciências humanas, o estruturalismo permitiu uma metodologia capaz de compreender o fenômeno humano sem a transposição mecânica dos métodos das ciências naturais e o marxismo a compreensão de que os fenômenos humanos mesmo históricos são passíveis de interpretação racional. Este processo demonstrou a possibilidade dos fenômenos humanos serem dotados de significado, possuindo leis próprias, portanto, podendo ser tratados cientificamente.

1.1 PARADIGMA CIENTÍFICO COMO VISÃO DE MUNDO E COMO MODELO CONCEITUAL DE UMA COMUNIDADE CIENTÍFICA

É possível falar de mudança de paradigma no conhecimento científico e ela se manifesta principalmente sob duas formas: inicialmente, como uma ruptura em premissas, valores e princípios gerais que norteiam a pesquisa científica como um todo, isto é, enquanto modelo de ciência que serve como referência para todo um fazer científico e que determina a visão de mundo de uma sociedade e, mais especificamente, como um esquema de pensamento, um conjunto de conceitos e métodos que são utilizados por um grupo ou comunidade científica. Estes dois níveis de manifestação da mudança de paradigma são interdependentes.

De início, o conhecimento era visto como um único processo. Ciência e filosofia caminhavam juntas; não fazia muito sentido separar as teorias científicas das teorias filosóficas. Isto correspondia ao modo de vida medieval, no qual existiam pequenas comunidades coesas onde a visão de mundo era orgânica e existia uma interdependência dos fenômenos espirituais e materiais. A ciência baseava-se na razão e na fé e sua finalidade primeira era compreender o significado das coisas.

Dentre as transformações que suscitaram a superação da idade média e o desenvolvimento do modo de vida capitalista está a “revolução científica”. Esta foi uma reviravolta na maneira como a humanidade pensava e descrevia o mundo, substituindo a concepção orgânica da natureza e do mundo pela metáfora deste como máquina.

Uma revolução científica aponta para novos esquemas e paradigmas conceituais, existindo um deslocamento nos problemas observados e estudados. Nesta perspectiva, a ciência moderna passou a preocupar-se com a predição e controle da natureza mais do que como o seu significado. Tornou-se crescentemente especializada e fragmentada. À medida que as várias áreas da ciência obtinham êxito na descrição dos fenômenos da natureza, desenvolvia-se o sentimento de que se construía uma teoria pura e completa, capaz de prever com exatidão todos os acontecimentos, muito antes que eles viessem a ocorrer.

O paradigma científico moderno pode ser sintetizado em cinco princípios básicos (CAPRA; STEINDL-RAST, 1991):

- O todo pode ser compreendido a partir das partes. Isto é, é reducionista;
- Existem estruturas fundamentais, forças e mecanismos que interagindo dão origem ao processo. Isto é, é mecanicista;
- Objetividade da ciência, suas descrições são independentes do observador e do processo de conhecimento. Isto é, é cartesiano, racional;
- O conhecimento científico alcança a certeza absoluta. Isto é, é determinista e linear;
- O conhecimento é visto como uma construção, onde a física e a matemática são o alicerce.

Estes princípios básicos do paradigma científico estão em unidade com valores sociais que influenciaram a construção do pensamento cultural da sociedade moderna. A crença de que a sociedade humana também é governada por leis naturais fez surgir as ciências sociais como disciplinas sob uma perspectiva de neutralidade. Além disto, em consequência do reducionismo, a sociedade passou a ser vista como um agregado de indivíduos, os quais se constituem em seu componente básico. O indivíduo é considerado anterior à sociedade e os governos devem respeitar as leis naturais que incluem a liberdade, a igualdade e o direito de propriedade legitimado como sendo fruto do trabalho de cada um. A competição, a expansão, a dominação e a ênfase no quantitativo são valores que se desdobraram da autoafirmação antropocêntrica. Como destacado por Morin (1994), influenciado pelo pensamento cartesiano, o “eu” passou a ser a evidência incontestável que substitui o dogma de fé. Isto é, os padrões observados na sociedade podem ser reduzidos ao comportamento dos indivíduos. Trata-se de uma física atomística social. O racionalismo é levado às últimas consequências e dá origem ao pensamento analítico, compartimentalizado, linear, no qual o homem tem a capacidade de descrever, medir, classificar com o objetivo de controlar.

A noção de paradigma enquanto modelo conceitual partilhado por uma comunidade

científica inaugura a existência de uma disciplina científica caracterizada por um conjunto de regras e técnicas que servem como diretriz para as atividades deste grupo de cientistas, sendo denominado por Thomas Kuhn de Ciência Normal.

No âmbito da ciência normal, a partilha de um paradigma elimina as discussões sobre os fundamentos, padrões e objetivos, de modo que os cientistas normais se dedicam à articulação interna do paradigma, à extensão do conhecimento dos fatos selecionados como importantes pelo paradigma e à ampliação contínua do seu alcance e precisão. As leis quantitativas surgem desta articulação de um problema. Nesta perspectiva, admite-se que a ciência normal é um empreendimento cumulativo.

No entanto, Kuhn (1962) se opõe à visão de que o progresso científico é um processo gradativo, por meio do qual se adicionam fatos ao estoque sempre crescente de conhecimentos e técnicas. O progresso científico é realizado por meio de rupturas, nas quais se processa uma alteração nos problemas e nos padrões que determinam a identificação de um problema. Uma nova teoria requer a reconstrução da teoria precedente e a reavaliação dos fatos anteriores, é como se a natureza tivesse violado as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Durante as revoluções os cientistas vêem coisas novas e diferentes quando olham para os mesmos pontos já examinados antes. A transição para uma nova ciência normal é então uma reconstrução da área de estudo a partir de novos princípios, novas generalizações teóricas, novos métodos e aplicações. Manipula-se o mesmo conjunto de dados, mas estabelece-se um novo sistema de relações a partir de novo quadro de referência. Transcende a simples inclusão de variáveis anteriormente excluídas ou não percebidas. Este processo é complexo; trata-se de uma assimilação conceitual ampla que raramente é completada por um único homem.

A revolução científica tem como condição a emergência de crises, apresentando problemas que provocam a proliferação de versões do paradigma e enfraquecendo as regras de resolução da ciência normal. Ela deve colocar claramente em questão as generalizações explícitas e fundamentais do paradigma. A crise se apresenta como o obscurecimento das regras que orientam a pesquisa normal. Nestes períodos pré-paradigmáticos os cientistas se voltam a uma análise mais filosófica como uma forma de compreender o significado dos problemas de sua área de estudo. Isto é, há a busca de uma explicação para os novos fundamentos, padrões, pressupostos, princípios, regras e técnicas.

Para Kuhn (1962), o paradigma é como um veículo para a teoria científica. Ele informa ao cientista que entidades a natureza contém ou não contém, bem como as maneiras segundo as quais essas entidades se comportam. Estas informações fornecem o mapa cujos detalhes serão elucidados pela pesquisa científica amadurecida, e a transição da mecânica newtoniana para a einsteiniana ilustra com particular clareza a revolução científica

como sendo um deslocamento da rede conceitual por meio da qual os cientistas vêem o mundo. No entanto, é preciso ter consciência de que nenhum paradigma consegue resolver todos os problemas que define. É exatamente este aspecto que garante a existência das revoluções científicas.

1.2 A EMERGÊNCIA DE UM NOVO PARADIGMA CIENTÍFICO

O primeiro movimento, com destaque, de oposição ao mecanicismo da ciência clássica foi o movimento romântico na arte, literatura e filosofia no século XIX. Os poetas e filósofos alemães resgataram a concepção orgânica da natureza e dos fenômenos manifestada na antiguidade no pensamento de Aristóteles. Este argumentava que matéria e forma, embora distintas, estavam ligadas por meio de um processo de desenvolvimento denominado enteléquia, o qual significa autocompletude. A matéria continha a natureza essencial de todas as coisas como potencialidade, mas não existiria sem a forma por meio da qual esta potencialidade é efetivada. Esta percepção trata da relação entre as partes e o todo.

O século XX produziu eventos extraordinários na teoria do conhecimento e nos paradigmas científicos. Seu início foi marcado pela invasão das desordens nas ciências ditas 'duras' e a inclusão das noções de probabilidade, incerteza e risco em diversas disciplinas (ROHDE, 2003, p. 41).

Estas observações apontam para a necessidade de desenvolvimento de um novo paradigma, no qual os fenômenos físicos, biológicos, psicológicos, sociais e culturais sejam percebidos em totalidade, em um estado de interrelação e interdependência. Neste sentido, as propriedades não podem ser reduzidas às de suas unidades menores e o que é enfatizado são os princípios de organização. Estes princípios não são perceptíveis quando a realidade é decomposta em partes isoladas. Uma ilustração é a compreensão de que a preservação do meio ambiente transcende a preservação de espécies animais ou vegetais isoladamente, mas envolve toda a teia da vida.

Neste novo paradigma emergente o conhecimento não se restringe ao conhecimento científico. Na pós-modernidade, procura-se a racionalidade no diálogo com outras formas de conhecimento, incluindo o conhecimento cotidiano que orienta as nossas ações e a nossa compreensão da realidade. Flexibiliza-se a noção de um saber superior dissociado dos valores culturais e admite-se que o saber socialmente praticado corresponde a formas efetivas de conhecimento, até porque se processa com intervenções técnicas. É a técnica contrabalançada pela formação sócio-cultural-histórica.

Os acontecimentos parecem implicar mais do que unicamente as decisões e ações individuais, sendo determinados mais por “sistemas” sócio-culturais, quer sejam preconceitos, ideologias, grupos de pressão, tendências sociais, crescimento e declínio de civilizações ou seja lá o que for (BERTALANFFY, 1997, p. 24).

Isto não significa a eliminação da importância do conhecimento científico moderno. Este nível de conhecimento teve e ainda tem um papel a desempenhar. O que deve ser superada é a percepção de que este paradigma fornece uma explicação completa. O que se coloca é a existência de limites ou domínios nos quais os procedimentos analíticos da ciência moderna são válidos.

1.2.1 Mudança de paradigma na matemática

Em seu livro *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*⁶, Newton emite a mensagem de que a natureza tem leis e que o homem pode descobri-las. Assim, o universo é percebido como uma gigantesca engrenagem previsível. Conhecendo-se as especificações de uma máquina e seu estado em um dado momento, pode-se calcular exatamente o que ela fará.

As leis da “máquina” natureza foram elaboradas por Newton em forma de equações matemáticas diferenciais que relacionam quantidades e as suas taxas de variação. Aplicada a um sistema dinâmico, a solução das equações que descrevem o seu movimento é única se as posições iniciais e as velocidades de todos os componentes do sistema forem conhecidas. Isto significa que não há influências externas sobre o movimento e que o comportamento deste sistema está especificado de maneira única para todos os tempos. Trata-se do próprio enunciado do determinismo clássico que foi capaz de desenvolver “utilidades” tecnológicas que vão do rádio aos satélites, passando pelos mísseis.

Mas, as expectativas determinísticas da inteligência humana foram traídas. É possível determinar o comportamento de dois corpos um em relação ao outro, como o movimento da Terra em relação ao Sol, mas o comportamento de um sistema de três corpos apresentou-se insolúvel em equações diferenciais não lineares (Figura1).

Sendo praticamente impossível conhecer em detalhes o comportamento de grandes sistemas, os matemáticos pensaram ser possível descobrir regularidades no comportamento comum médio. Desenvolveu-se a teoria da probabilidade e a estatística, na qual a análise regressiva é capaz de deduzir tendências subjacentes a partir de dados aleatórios.

⁶ Publicado a primeira vez em Londres no dia 5 de Julho de 1687 em Londres.

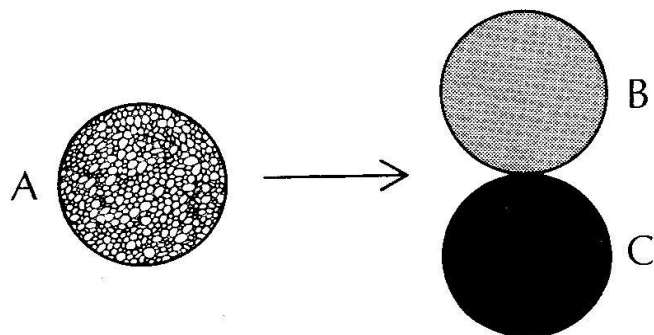


Figura 1 - Limitações das leis de Newton.
As leis de Newton não conseguem descrever o comportamento deste sistema se A chocar-se simultaneamente com B e C.
Fonte: Stewart (1991, p. 47).

Este instrumento é fundamental no estudo de uma porção de matéria, composta por milhares de corpúsculos, onde nenhum é individualmente percebido. Estudando relações entre grandes quantidades, encontrando as regularidades das médias temos suficiente segurança para algumas questões práticas, mas não se encontra a característica de precisão absoluta das leis da dinâmica abstrata.

A tecnologia é nossa própria criação. Nela o que fazemos não é tanto entender o universo como construir minúsculos universos que nos são próprios, tão simples que podemos levá-los a fazer o que queremos. Tudo o que a tecnologia visa é produzir um efeito controlado em determinadas circunstâncias. Fazemos nossas máquinas de modo a que elas se comportem deterministicamente. A tecnologia cria sistemas a que o paradigma clássico se aplica. Não importa que não possamos resolver as equações referentes ao movimento do sistema solar – não construímos nenhuma máquina cuja operação dependa destas respostas (STEWART, 1991, p. 49).

De início, os cientistas do século passado pensavam ser este caráter randômico fruto das falhas de informação. No entanto, como veremos mais à frente, para Prigogine (1996) a descrição probabilística é mais rica que uma descrição individual.

Neste sentido, no século XX, “a ordem já não era sinônimo de lei e nem a desordem de ausência de lei. Tanto uma quanto à outra tinham leis. Mas estas eram dois códigos de comportamentos distintos. Uma lei para o ordenado, outra para o desordenado. Dois paradigmas, duas técnicas. Duas maneiras de ver o mundo...Determinismo para sistemas simples, com poucos graus de liberdade; estatística para sistemas complexos, com muitos graus de liberdade (STEWART, 1991, p. 63).

Porém, uma questão ainda não havia sido respondida: Pode um sistema determinístico comportar-se como um sistema randômico?

Uma equação resolvida por uma fórmula tem soluções regulares e analisáveis. Mas a dinâmica não é apenas uma questão de encontrar fórmulas. Se o fosse, restringir-se-ia a estudar as regularidades e responderia a problemas a que este método se adequasse.

Em seu livro Stewart (1991) diz que o matemático francês Henri Poincaré verificou que podia tirar conclusões sobre a evolução do sistema, analisando-o qualitativamente, de forma a determinar se este evoluiria no sentido de um equilíbrio estacionário, uma órbita periódica ou outros comportamentos mais surpreendentes.

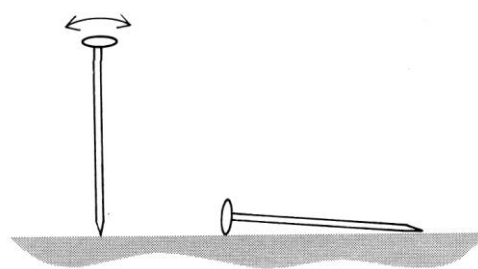


Figura 2 - Exemplos de equilíbrio estável e instável. O prego em pé representa o equilíbrio instável e o deitado o equilíbrio estável. Fonte: Stewart (1991, p. 69).

A estabilidade de um sistema é testada por meio da análise de seus estados próximos. Se o deslocamento inicial for ampliado a posição é instável (Figura 2). Stewart (1991) observa que para Poincaré, a unicidade das soluções para as equações diferenciais significava, portanto, que o sistema deve repetir indefinidamente o seu movimento. O movimento é então periódico.

A topologia foi a contribuição de Poincaré para o estudo da estabilidade em sistemas dinâmicos complexos. Para observar o movimento periódico Poincaré propôs a técnica de secção, onde se fixa um plano e observa-se o cruzamento de um corpo, registrando-se a posição que atinge o plano, a velocidade e a direção. Isto possibilita a identificação de um movimento periódico sem observar todos os estados do movimento (Figura 3).

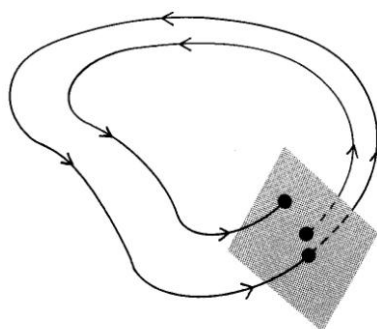


Figura 3 – Seção de Poincaré.
Seção de Poincaré. Se a curva retornar à seção exatamente no ponto de partida, obtém-se um movimento periódico.
Fonte: Stewart (1991, p. 78).

Stewart (1991) afirma que a aplicação de Poincaré ao sistema de três corpos, apresentou comportamentos extremamente irregulares, complexos e não periódicos, em uma complicada dinâmica de pontos aleatórios. É o que hoje se reconhece como Comportamento 'caótico' (Figura 4).

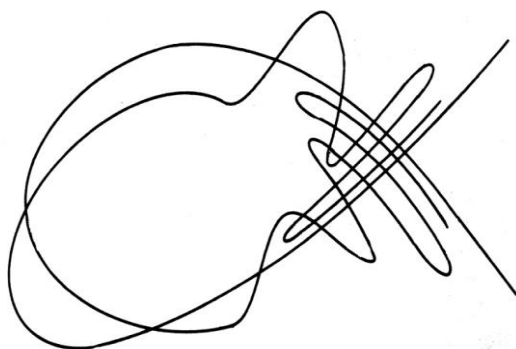


Figura 4 - Comportamento caótico de um sistema de 3 corpos.
Pegadas do caos na poeira dos tempos... Emaranhados homocíclicos no problema dos três corpos.
Fonte: Stewart (1991, p. 80).

Para Stewart (1991), aplicando a seção de Poincaré ao estudo de pêndulos é possível obter uma descrição qualitativa coerente dos movimentos possíveis de um pêndulo, mas não se obtém a informação do tamanho do período. A física matemática clássica descreve este sistema como uma equação diferencial do ângulo do pêndulo com outras variáveis como comprimento do cordão e aceleração da gravidade (Figura 5).

Mas a resolução destas equações é difícil, pois, a força que age sobre o pêndulo é quase, mas não exatamente proporcional ao ângulo que ele forma com a vertical. A solução dada pela física foi ignorar esta “imperceptível” diferença, tornando o problema do pêndulo linear, por meio do descarte dos termos incômodos da equação. Isto é, parte do pressuposto

de que sendo os termos considerados ínfimos, a diferença entre a solução da equação linearizada e da não linearizada será igualmente pequena (Figura 6 e Figura 7).

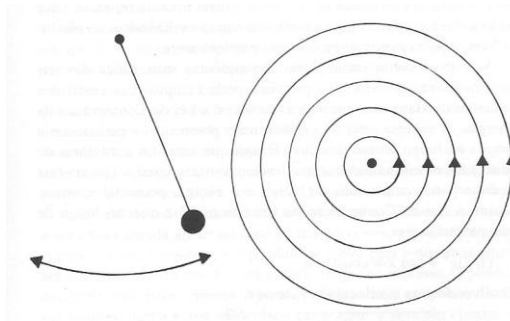


Figura 5 – Retrato de fase de um pêndulo idealizado. Retrato de fase (à direita) de um pêndulo linear idealizado (à esquerda). A coordenada horizontal é sua posição, a vertical, sua velocidade. À medida que o tempo flui, o estado do pêndulo descreve um círculo. Qual será ele, depende das condições iniciais.
 Fonte: Stewart (1991, p. 87).

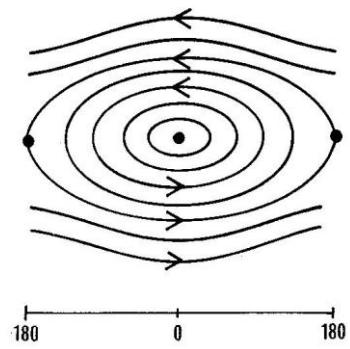


Figura 6 - Retrato de fase de um pêndulo genuíno.
 Fonte: Stewart (1991, p. 88).

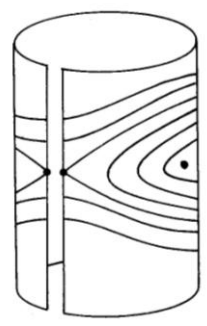


Figura 7 - Perspectiva tridimensional do comportamento de um pêndulo genuíno. Enrolando-se o plano de fase de um pêndulo, de modo a formar um cilindro, obtém-se uma representação mais aproximada de sua posição, que é um ângulo.
 Fonte: Stewart (1991, p. 95).

No entanto, “a linearidade é uma armadilha. O comportamento das equações lineares está longe de ser típico” (STEWART, 1991, p. 93). Isto é, mesmo as equações simples podem gerar movimento tão complexo, tão sensível à mensuração que parece aleatório.

Um sistema dinâmico não linear não é determinista nem previsível, evoluindo no tempo com um comportamento aperiódico, longe do equilíbrio e fazendo depender o seu estado futuro do estado atual.

“A grande contribuição de Poincaré foi reconduzir a geometria à mecânica, desfazer a ênfase dada por Laplace aos métodos analíticos e aos cálculos. Mais um ciclo histórico, mais uma volta em torno da escada espiral” (STEWART, 1991, p. 107).

Stewart (1991) sintetizou as ideias de Poincaré sobre sistemas (equações diferenciais) com dois graus de liberdade, com atrito e representado em um retrato de fase, onde o fluxo é indicado por linhas curvas que correspondem à evolução no tempo de coordenadas com vários pontos iniciais e as setas indicam a direção do movimento, no qual encontrou quatro comportamentos típicos (Figura 8):

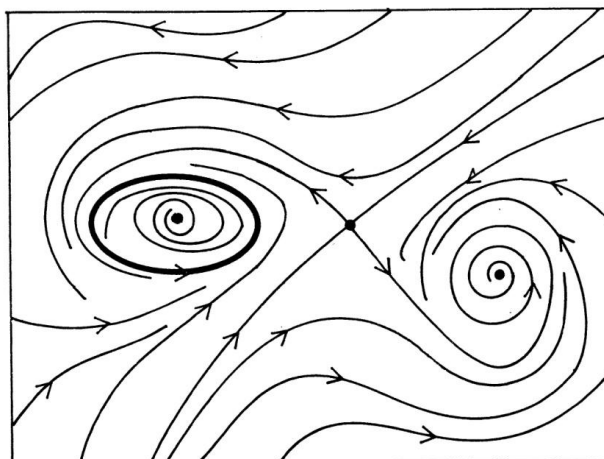


Figura 8 – Figura 8 - Ilustração de atratores típicos em espaço plano. Retrato de fase de um fluxo no plano, mostrando (da esquerda para a direita) um sumidouro, uma sela, um ciclo limite e uma fonte. Fonte: Stewart (1991, p. 108).

- O sumidouro representa o ponto para o qual todos os pontos vizinhos fluem. Trata-se de um estado estacionário estável, já que se tomar o ponto e deslocá-lo um pouco ele retornará em espiral ao ponto onde começou;
- A fonte representa o afastamento dos pontos vizinhos, isto é um estado estacionário instável;
- A sela representa estados estacionários em algumas direções e instáveis em outras;
- O ciclo limite representa um movimento periódico cuja estabilidade ou instabilidade é observada olhando-se para toda a região, e não apenas para as proximidades de um ponto.

No entanto, existe um movimento que é formado pela combinação de vários movimentos periódicos com frequências diferentes. Quando estes movimentos combinados são múltiplos inteiros então o movimento resultante é periódico. Porém, se não são múltiplos inteiros o movimento nunca se repetirá, ele será um movimento quase periódico.

Não é verdade, porém, que toda equação diferencial tem apenas essas quatro características. É fácil imaginar coisas mais complicadas... É aqui que entra a palavra típico. É possível mostrar... Que essas exceções são infinitamente raras (STEWART, 1991, p. 114).

Este teorema se aplica para espaços bidimensionais. Qual seria o análogo para espaços de três ou mais dimensões?

Stewart (1991) atesta que Poincaré dera início a esta investigação e encontrou mais algumas “figuras” típicas, onde o sistema era estruturalmente estável⁷, isto é a topologia não se modifica se as equações que os escrevem se alteram infimamente.

Stewart (1991) indica que foi Stephen Smale que deu continuidade à teoria qualitativa das equações diferenciais do ponto em que Poincaré tinha atingido. Para Smale (apud Stewart, 1991) a propriedade mais importante de um sistema dinâmico é seu comportamento em longo prazo. O comportamento para o qual um sistema dinâmico converge independentemente do ponto de partida chama-se atrator. Smale aplicou a secção de Poincaré ao espaço tridimensional, isto é, tornou-se um disco ou superfície. A dinâmica deste mapeamento⁸ é um movimento de esticar e dobrar e o atrator gerado é um solenóide, isto é, não é um atrator típico, é um atrator estranho (Figura 9).

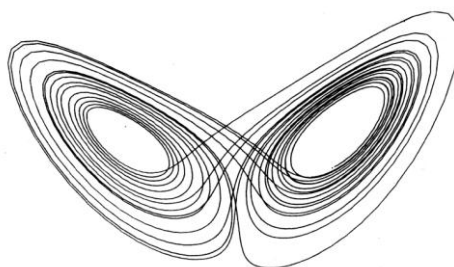


Figura 9 – Ilustração de um atrator estranho.
Atrator de Lorenz: trajetórias giram, de maneira aparentemente aleatória, em torno de dois lobos.
Fonte: Stewart (1991, p. 153).

Várias experiências de mapeamento levaram à observação de que é necessária uma precisão infinita para prever o comportamento em longo prazo de um sistema dinâmico, pois “duas condições iniciais n e n' , extremamente próximas, acabam por fazer coisas totalmente

⁷ A estabilidade estrutural é uma propriedade do conjunto ou sistema de equações.

⁸ Um mapeamento nada mais é do que uma regra aonde x vai para algo especificado em termos de x .

independentes” (STEWART, 1991, p. 125). O que se conhece por “efeito borboleta” é exatamente esta sensibilidade às condições iniciais. Isto significa que em qualquer sistema físico, que se comporte de maneira não periódica, é não previsível e mudanças drásticas não tem necessariamente causas drásticas.

Para se fazer uma previsão perfeita dever-se-ia conhecer as variáveis iniciais com uma precisão infinita. Para armazenar uma variável com precisão infinita, é preciso uma memória infinita, sendo impossível dispor de tal memória. Stewart (1991) constata que Gregory Chaitin, estudando as limitações da computabilidade, provou que quase todos os números no intervalo de 0 a 1 tem expansões decimais aleatórias. Isto significa que um sistema dinâmico determinístico pode comportar-se de maneira aleatória não só em uns poucos pontos iniciais, mas para quase todos eles. Isto é o próprio caos, a capacidade de equações, mesmo simples, gerarem movimento tão complexo, tão sensível à mensuração que parece aleatório (Figura 10).



Figura 10 - Ilustração do efeito borboleta.
O efeito borboleta: simulação numérica de uma variável no sistema de Lorenz. As curvas representam condições iniciais que diferem em apenas 0,0001. De início elas parecem coincidir, mas logo a dinâmica caótica leva a trajetórias independentes, muito divergentes.
Fonte: Stewart (1991, p. 155).

Segundo Stewart (1991), no mapeamento logístico $X \rightarrow Kx(1-x)$ o físico norte-americano Mitchell Feigenbaum descobriu estranhas propriedades. Começando num valor qualquer de X e dando um valor ao parâmetro k entre 0 e 4, podemos ver qual vai ser o comportamento em longo prazo do sistema iterando a fórmula um bom número de vezes. Para valores de k entre 0 e 3 encontra-se um regime estacionário. Com $k = 3$, o sistema converge lentamente. Para $k > 3$ o sistema fica instável. Em $K = 3,2$ a dinâmica é um ciclo periódico dobrado onde o sistema começa a oscilar. Em $K = 3,5$ o ciclo periódico é quadruplicado, em $k = 3,56$ o ciclo periódico é duplicado novamente para uma solução de período oito, começando a partir daqui a haver uma duplicação de período cada vez mais rápida até que perto de $k = 3,58$, quando o sistema já se duplicou infinitas vezes, ele se

torna caótico. Observa-se um aumento constante da complexidade do comportamento dinâmico do sistema, onde, de início o comportamento é estacionário, torna-se periódico e depois caótico devido ao mecanismo da cascata duplicadora (Figura 11). No entanto, de forma fascinante, o caos desaparece esporadicamente, surgindo janelas periódicas, para reaparecer logo a seguir. É possível visualizar este fenômeno em diagrama de bifurcações⁹, o qual fornece a visão de conjunto de todo o comportamento dinâmico do mapeamento para todos os valores de k ao mesmo tempo. No interior de cada janela existe uma cópia exata de todo o diagrama, indicando a existência de auto-similaridade (Figura 12).

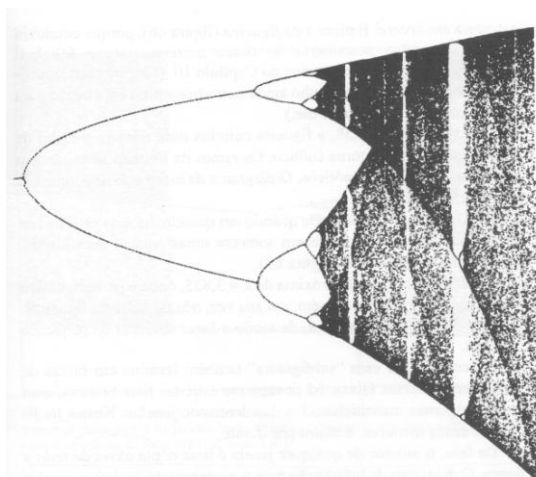


Figura 11 - Diagrama de bifurcações de um mapeamento logístico que apresenta auto-similaridade.

Diagrama de bifurcações para mapeamento logístico. A constante K aumenta de 2 para 4 na horizontal. A coordenada vertical é o estado x . Observam-se as duplicações seguidas pelo crescimento de faixas caóticas.

Fonte: Reproduzido com a permissão de John Wiley & Sons Ltd *apud* Stewart (1991, p. 177).

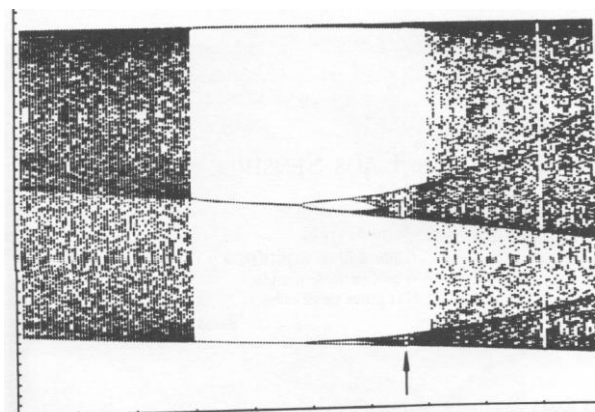


Figura 12 - Detalhe aproximado de um mapeamento logístico que apresenta auto-similaridade.

Detalhe da figura anterior, no interior de uma janela periódica: a estrutura inteira se repete em miniatura. Isto, que é chamado de auto-similaridade.

Fonte : Reproduzido com a permissão de John Wiley & Sons Ltd *apud* Stewart (1991, p. 179).

⁹ Bifurcação é qualquer mudança qualitativa do atrator de um sistema dinâmico.

A cascata duplicadora não se aplica às iterações de qualquer mapeamento, somente no intervalo de unidade com apenas uma corcova. Isto significa que alguns padrões de caos podem ser universais, representativo de classes inteiras de sistemas.

Stewart (1991) afirma que Feigenbaum percebeu que algo interessante acontece quando a cascata duplicadora cessa e se inicia o caos. Ele começou a calcular os valores de k para os quais se davam as duplicações de período e observou que os números para os quais se dava a duplicação de período aumentavam à razão constante de 4,669. “Um matemático chamaria isto de convergência geométrica, e provavelmente não pensaria mais no assunto. Mas para um físico,... razões constantes significam mudança de escala. Traços da física devem estar se repetindo em escala cada vez menor” (STEWART, 1991, p. 215). Espantado com esta regularidade, Feigenbaum repetiu os cálculos para a função trigonométrica $X = k \sin X$ e para sua surpresa, havia também uma razão de escalas, 4,669. Diante da coincidência realizou os cálculos de forma mais acurada e encontrou o valor mais preciso para o fator de escala¹⁰, 4,6692016090. Existe ainda outro número associado à dinâmica de mapeamentos não lineares que são similarmente universais. Isto significa que as características universais do caos não dependem de equações precisas, mas do tipo de atrator estranho presente.

Para mapeamentos de mais de uma corcova o fator de escala é outro. Existe uma série muito variada de mapeamentos que são englobados em classes de universalidade e em cada classe o fator de escala é o mesmo.

Pode-se considerar um milagre fazer previsões quantitativas de um modelo qualitativo. “Mas o milagre tem preço. O próprio fenômeno que o torna possível – a universalidade – significa também que não se poderá, por meio de experimentos, distinguir entre os mapeamentos nessa classe de universalidade” (STEWART, 1991, p. 224).

Se um experimento produz números como o de fator de escala sabemos que o comportamento descrito pode ser de um sistema dinâmico rumo ao caos, mas não sabemos precisamente qual sistema. O teste experimental é para uma classe de equações e não para uma específica.

A auto-similaridade encontrada no diagrama de bifurcações é uma das propriedades fundamentais de um novo conjunto de formas geométricas associado ao Caos: os Fractais. Trata-se de um novo tipo de matemática capaz de descrever e analisar a irregularidade do mundo natural. É uma nova linguagem para descrever a forma do caos.

O fractal é um objeto geométrico que continua a exibir a mesma estrutura detalhada ao longo de muitas escalas (Figura 13).

¹⁰ O fator de escala mede a quantidade de esticamento em uma direção específica, isto é a razão do tamanho dos intervalos entre as sucessivas duplicações.

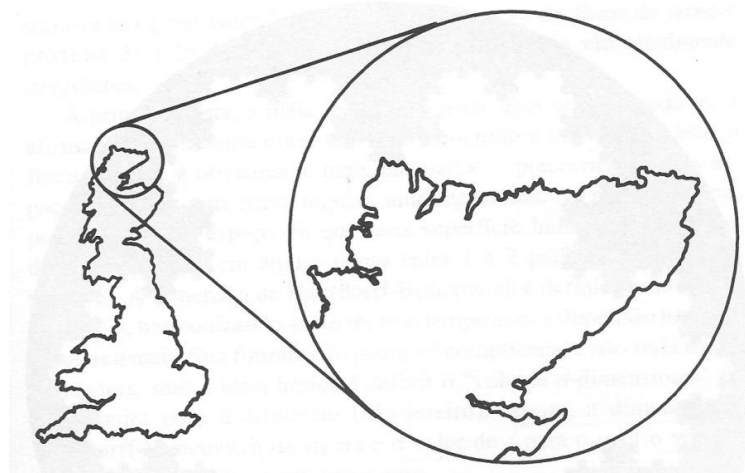


Figura 13 - Estrutura fractal de um mapa geográfico.
Estrutura fractal do contorno de um litoral: quando ampliado, novas baías e promontórios aparecem, mas a semelhança com um litoral realístico permanece.
Fonte: Stewart (1991, p. 235).

Nem todos os objetos se comportam desta maneira. As formas geométricas mais comuns como triângulos, círculos, esferas, cilindros, quando renormalizadas¹¹ perdem suas estruturas quando ampliadas. Numa escala suficientemente ampla o círculo se torna uma linha reta (Figura 14).

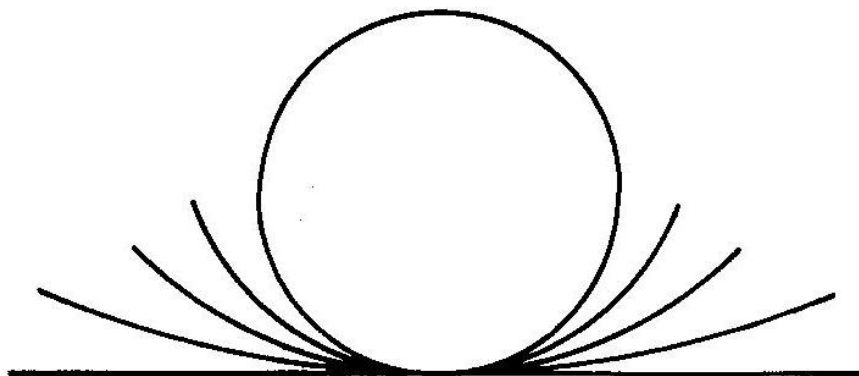


Figura 14 - Ilustração de um processo de renormalização.
A renormalização de um círculo revela que, infinitesimalmente, ele não passa de uma linha reta.
Fonte: Stewart (1991, p. 220).

¹¹ Renormalização é um método para encontrar a estrutura limite infinitesimal de um objeto ou processo auto-similar, através da ampliação repetida de partes cada vez menores do todo.

É praticamente impossível mensurar os detalhes individuais de um fractal. No entanto, existe uma medida numérica do grau de irregularidade ou rugosidade de um fractal. A dimensão fractal não precisa ser um número inteiro. Um floco de neve é mais ondulado do que uma curva unidimensional e, ao mesmo tempo, preenche menos espaço do que uma superfície bidimensional (Figura 15).

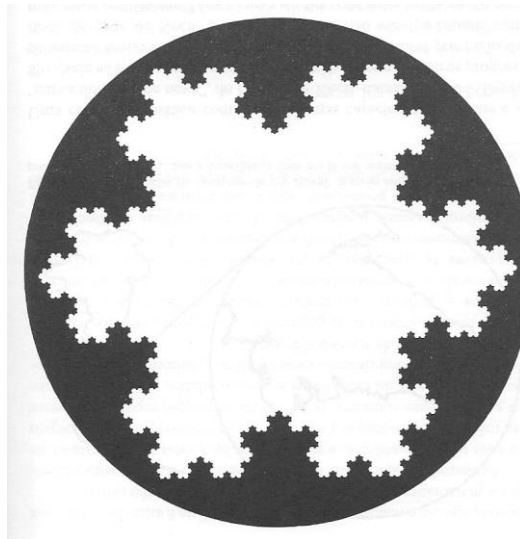


Figura 15 - Fractal matemático floco de neve.
A curva do floco de neve, um fractal matemático.
Fonte: Stewart (1991, p. 236).

A distinção entre as formas regulares ou múltiplas e as formas irregulares como os fractais é a mesma que entre os atratores típicos e estranhos. O atrator estranho é fractal e a dimensão fractal uma propriedade chave do atrator que governa características quantitativas da dinâmica. Desta forma, os fractais possuem uma dupla utilização, podem ser uma ferramenta descritiva para o estudo de processos e formas irregulares e podem ser uma dedução matemática de uma dinâmica caótica subjacente.

Na Biologia, a geometria fractal permite quantificar a estrutura da superfície de importantes moléculas e relacionar isto às suas funções.

Stewart (1991) afirma que o matemático Benoit Mandelbrot apresentou em 1960 uma percepção do universo diferente da astronomia da época, que via a estrutura do universo como sendo a mesma em toda parte, seria uma mistura homogênea e uniformemente agitada de galáxias e vácuo. Para Benoit a estrutura do universo pode ser homogênea sem que isto implique uma distribuição uniforme da matéria, desde que a distribuição seja fractal. Estudos recentes sugerem que nas escalas muito grandes o universo não é um fractal puro, ele se assemelha a um multifractal tendo estrutura detalhada, mas não auto-similar.

A geometria fractal e a dinâmica caótica se encontraram ainda mais profundamente no estudo dos fluxos turbulentos. A mesma complexidade de estrutura que permite aos fractais modelar a geometria irregular do mundo natural é o que conduz ao comportamento randômico na dinâmica determinista.

Os fractais revelam um novo regime da natureza susceptível de modelagem matemática e abrem nossos olhos para padrões que poderiam ser considerados sem forma. Porém, sua aplicabilidade é ampla, mas não universal.

O caos nos ensina que mesmo quando a teoria é determinística suas previsões podem não conduzir a experimentos reproduzíveis. Somente aquelas que não possuem sensibilidade às condições iniciais são boas candidatas a testes. Pode-se verificar se um modelo caótico da turbulência descreve acuradamente o comportamento de um fluido, mas não se pode verificar se uma determinada partícula do fluido está obedecendo às equações dinâmicas.

1.2.2 Mudança de paradigma na física

O desenvolvimento da física moderna também trouxe experiências que abalaram os fundamentos da visão mecanicista do mundo, caracterizada pelo espaço tridimensional euclidiano, percebido como absoluto, em repouso e imutável; o tempo uniforme e sem considerar interferências externas e os elementos básicos como partículas materiais indestrutíveis. Nesta perspectiva, a matéria era passiva, os eventos se reduziam ao movimento de pontos materiais e todo fenômeno físico tinha uma causa definida e um efeito definido. Tudo isto em harmonia com a concepção cartesiana de separação do espírito-matéria e do observador e fenômeno observado.

Inicialmente a visão do modelo mecanicista como verdade absoluta foi posta em questão pela descoberta dos fenômenos elétricos e magnéticos, percebidos como um novo tipo de força objeto de investigação. Foi observada a presença de campos de força que podiam ser estudados sem referência a pontos materiais. Todo um espectro eletromagnético referente a diferentes frequências foi identificado e reconhecido, principalmente por Albert Einstein, como entidade física capaz de percorrer o espaço vazio e, portanto, não poderiam ser explicadas mecanicamente.

Posteriormente, a teoria da relatividade e a física atômica modificaram a noção de espaço e tempo absolutos, de partículas sólidas elementares, da natureza causal dos fenômenos e descrição objetiva da natureza.

A experiência de que diferentes observadores ordenaram diferentemente um evento no tempo ao se moverem em diversas velocidades relativamente ao mesmo, trouxe a percepção do espaço como um continuum quadridimensional e do tempo como uma

realidade não isolada. Ambos se acham íntima e inseparavelmente conectados num espaço-tempo (Figura 16).

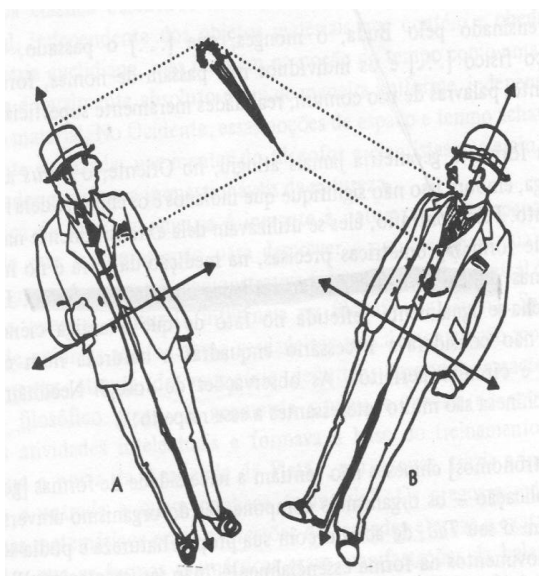


Figura 16 - Exemplo da relatividade espaço tempo.
Dois observadores, A e B, observando um guarda-chuva.
Fonte: Capra (2006a , p.128).

Embora não possamos ter uma experiência sensorial direta do espaço-tempo quadridimensional, medições de quaisquer distâncias não independem do tempo, uma vez que envolve as especificações do estado de movimento do observador, da mesma forma que não faz sentido indagar acerca do comprimento real da sombra de um indivíduo já que a mesma é uma projeção de pontos de um espaço tridimensional em um plano bidimensional e seu comprimento dependerá dos diferentes ângulos de projeção. Einstein também considerou a força da gravidade cujo efeito é tornar o espaço curvo (Figura 17). Esta curvatura é causada pelos campos gravitacionais de corpos maciços e seu grau de curvatura - o grau no qual a geometria se desvia da geometria euclidiana - depende da massa do objeto. Tudo isto significa que objetos em movimento afiguram-se diferentes de objetos em repouso e o tempo flui em diferentes taxas nas diferentes partes do universo. Neste sentido, a validade das leis newtonianas é restrita ao ambiente perceptível pelos aparelhos sensoriais humanos, ambiente no qual a gravidade e o tempo não interferem de forma significativa.

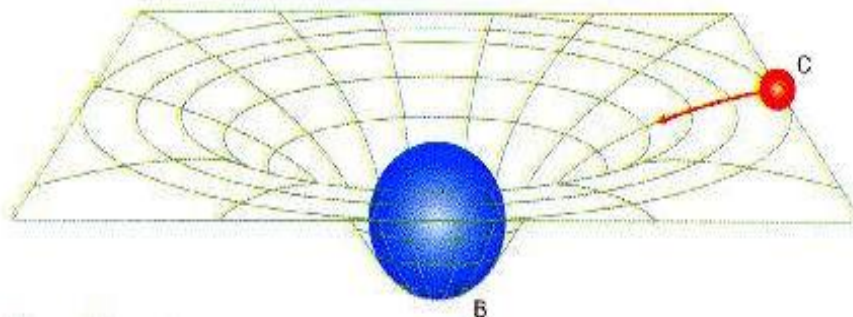


Figura 17 - Ilustração da teoria da relatividade geral.

Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=ilustra%C3%A7%C3%A3o+teoria+da+relatividade+geral&hl=pt-BR&sa=N&prmd=imvns&tbn=isch&tbo=u&source=univ&ei=pD2eT-yMNIiY8gTA9piiDw&ved=0CGgQsAQ&biw=1280&bih=438> .

Além disto, as equações que relacionam a curvatura do espaço à distribuição de matéria conhecidas como equações de campo de Einstein não fornecem solução única. Existem diferentes soluções que correspondem aos diversos modelos do universo.

Diante disto, percebeu-se que a geometria é uma construção do intelecto e não se constitui em propriedades absolutas e imutáveis da natureza. Os conceitos usados para descrever a natureza são limitados e não a representação fiel da realidade. São partes de um mapa e não do território. Estas noções servem para nos auxiliar a ordenar os fenômenos no ambiente perceptível aos nossos sentidos. Isto é, os conceitos e teorias são aproximações, não existindo definições precisas. Mesmo a divisão entre objetos e eventos isolados não é uma característica fundamental da realidade. É uma abstração do nosso intelecto que trabalha com o uso de discriminações e categorizações.

A realidade do espaço-tempo relativístico é intrinsecamente dinâmica, na qual os objetos são igualmente processos e todas as formas são padrões dinâmicos. Quanto mais próxima a observação melhor é a percepção do movimento contínuo das estruturas moleculares, atômicas e nucleares. A massa nada mais é do que uma forma de energia que pode ser transformada em outras modalidades de energia. Elas consistem em pacotes de energia os quais só podem ser concebidos em termos de um continuum quadridimensional que possui um aspecto espacial e um temporal. São estes padrões dinâmicos ou pacotes de energia que macroscopicamente são percebidos como sólidos e cuja inércia não é uma propriedade intrínseca, é uma medida da interação da matéria com o universo. A unificação espaço-tempo implica que a essência da existência da matéria não pode ser separada de sua atividade. São aspectos diferentes de uma mesma realidade espaço-temporal. Os objetos materiais, mesmo em nível macroscópico, não são entidades distintas, encontram-se vinculados ao seu meio e suas propriedades só podem ser compreendidas em termos de

sua interação com o restante do mundo.

A física atômica ratifica o *insight* de que os componentes da matéria e os fenômenos básicos que os envolvem acham-se todos interligados, em mútua interação e interdependência.

As partículas não são blocos básicos de construção. São idealizações úteis do ponto de vista prático, mas desprovidos de significado fundamental, suas propriedades só podem ser definidas e observadas por meio de suas interações. Existem partes capazes de comportamentos relativamente independentes e são consideradas formas particulares e contingentes deste todo. No nível atômico, os objetos materiais sólidos da física clássica dissolvem-se em padrões de probabilidades de interconexões, conexões que se sobrepõem ou se combinam. O objeto observado é uma manifestação da interação entre os momentos de preparação e de medição do processo de observação (Figura 18).

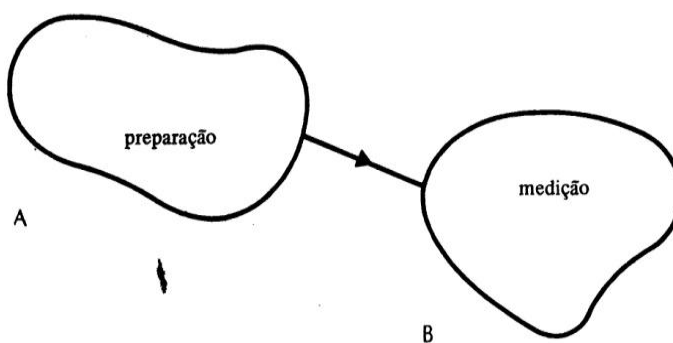


Figura 18 - Fluxograma de uma observação de uma partícula atômica.
Fonte: Capra (2006a, p.107).

O ponto importante a assinalar nessa análise de observação reside no fato de que a partícula constitui um sistema intermediário que vincula os processos em A e em B, existindo e tendo significado unicamente neste contexto, isto é, não como entidade isolada, mas como interconexão entre processos de preparação e de medição. As propriedades das partículas não podem ser definidas independentemente dos processos. Se a preparação ou a medição forem modificadas, as propriedades da partícula também sofrerão alterações (CAPRA, 2006, p. 107).

É importante destacar que o ponto terminal desta cadeia de processos reside sempre na consciência do observador humano. As medições são interações que despertam sensações no observador humano, necessário não apenas para a observação, mas também para a definição das propriedades das partículas. “A ciência natural não se limita simplesmente a descrever e explicar a natureza, ela constitui parte da interação entre a natureza e nós mesmos” (HEISENBERG *apud* CAPRA, 2006, p. 110). O princípio quântico destrói a percepção de que o mundo é algo que existe lá fora.

A descoberta de Max Planck¹² de que a matéria ora apresenta-se como uma partícula, ora como onda e em certos aspectos como ambas, passou a ser conhecida como *quantum* de ação. Para a física quântica, sua entidade, o *Quantum*, é indivisível. Isto implica que as transições quânticas são discretas, não se constituindo em uma série contínua entre um estado inicial e outro final. Esta descontinuidade revela que não existe nada, nem objetos, nem átomos, nem moléculas, nem partículas, entre dois pontos. Isto significa que não se observa a existência de causalidade local¹³ em nível quântico. Neste domínio observa-se a causalidade global, a qual concebe o sistema de todas as entidades físicas em seu conjunto. Estas entidades interagem qualquer que seja o seu afastamento. Isto é, elas são não separáveis¹⁴.

O quantum também se caracteriza pela impossibilidade de localizá-lo num ponto preciso do espaço e num ponto preciso do tempo. Somando-se a não existência de causalidade local, este indeterminismo significa que o conceito de trajetória, tão caro à física clássica, perde sentido em nível quântico. A formalização matemática necessária à representação deste estado de sistema não é simples, pois as propriedades da matéria apresentam-se como potencialidades estatisticamente reveladas. O efeito dos meios de observação sobre o objeto observado coloca uma perturbação não controlada, não sendo mais possível obter-se a exatidão e precisão da física clássica. Isto não significa que as técnicas de medida são limitadas ou imperfeitas. É uma característica da realidade.

Na física quântica as propriedades da matéria são caracterizadas por uma função de onda. Todavia, esta função não está associada às propriedades efetivas de um objeto, evento ou processo individual. Isto implica no fato de que o quantum não possui propriedades independentes do contexto experimental e das questões formuladas, não sendo possível a determinação das propriedades de forma unívoca. O próprio processo de experimentação acarreta a indeterminação¹⁵ de algumas propriedades de um sistema durante a determinação da emergência de outra propriedade. As partes determinantes de um sistema são consideradas como complementares. Isto significa que a partícula não é uma onda, é o padrão de onda como um todo que é uma manifestação da partícula (Figura 19).

¹² Pesquisa apresentada na sessão da Sociedade Alemã de Física em 14 de dezembro 1900.

¹³ Encadeamento contínuo de causas e efeitos.

¹⁴ “ A existência de correlações não locais expande o campo da verdade, da realidade (NICOLESCU, 28).

¹⁵ Também conhecido como princípio da incerteza de Heisenberg.

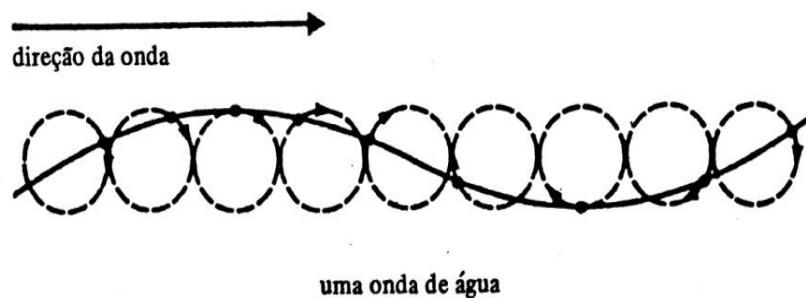


Figura 19 - Padrão de manifestação da partícula em onda. que é transportado com a onda é a perturbação que gera o fenômeno ondulatório e não qualquer partícula material.
Fonte: Capra (2006a, p.119).

A física moderna pensa a essência da matéria em um contexto diferente, mudando da visibilidade de partículas para uma entidade subjacente. O campo quantizado pode ser concebido como uma entidade fundamental, um meio contínuo com concentrações de energia transitória. A força, na verdade, é uma propriedade intrínseca das partículas, são interações entre as mesmas mediadas por meio do campo. Isto significa que existe um processo contínuo de criação e destruição de partículas no qual existem diferentes padrões de distribuição de energia. O vácuo contém a potencialidade para todas as formas de partículas, não é um estado de um simples nada. O mundo deve ser compreendido não como um mundo de diferentes tipos de objetos e sim como um grupo de diferentes conexões.

O princípio de incerteza traz a tona as limitações dos nossos conceitos clássicos expressos numa forma matemática precisa. A realidade transcende a linguagem e o raciocínio. Na linguagem dos conceitos clássicos as propriedades das entidades são descritas por conceitos contraditórios – partícula e onda, força e matéria, movimento repouso, existência e não existência, etc. Na realidade, estas oposições são transcendidas, existindo uma interdependência de modo que o conflito não resulta na vitória integral de qualquer um dos opostos. Cada representação é parcialmente correta e possui um intervalo de aplicação. Cada uma é importante para obter-se uma descrição integral da realidade.

Neste contexto, a ordem e a estabilidade deram lugar às flutuações e à instabilidade, o determinismo deu lugar à imprevisibilidade.

Os enunciados da física clássica atestam o triunfo do ser sobre o devir, são deterministas e reversíveis já que a lei é invariante em relação à inversão dos tempos¹⁶. São leis da natureza que refletem um conhecimento ideal que alcança a certeza. A natureza

¹⁶ Os processos reversíveis são descritos por equações invariantes à inversão do tempo e os irreversíveis implicam a quebra da simetria temporal.

pode ser controlada. No entanto, como observa Prigogine (1991), mesmo que na química, biologia, geologia, cosmologia e nas ciências humanas o passado e o futuro desempenhem papéis diferentes onde é afirmado o caráter evolutivo da realidade, na física a simetria temporal ainda persiste.

Nós, humanos, observadores limitados, seríamos responsáveis pela diferença entre passado e futuro. Esta tese, que reduz a flecha do tempo ao caráter aproximado de nossa descrição na natureza, ainda é defendida na maior parte dos livros recentes (PRIGOGINE, 1996, p. 11).

Porém, “a irreversibilidade não pode mais ser identificada com uma mera aparência que desapareceria se tivéssemos acesso a um conhecimento perfeito” (PRIGOGINE, 1996, p. 11).

Na verdade, a maioria dos fenômenos da natureza é irreversível. No entanto, a física está longe de se constituir em uma homogeneidade, existindo também a descrição evolutiva associada à entropia. “A entropia é o elemento essencial introduzido pela termodinâmica, à ciência dos processos irreversíveis, ou seja, orientados no tempo” (PRIGOGINE, 1996, p. 24).

Define-se também irreversibilidade utilizando-se o conceito de entropia. Nos processos reversíveis a entropia permanece constante e nos irreversíveis ela cresce na direção de um máximo.

A entropia pode ser entendida como uma medida de proximidade em relação ao equilíbrio. O equilíbrio é um estado estável no qual não é possível extrair energia suplementar. Isto significa que um estado máximo de entropia é um estado de equilíbrio.

Para Prigogine (1996), a irreversibilidade não está associada apenas à ideia de aumento da desordem¹⁷. Como exemplo, na difusão térmica, sistema fechado no qual as moléculas de hidrogênio e nitrogênio evoluem para uma mistura uniforme, ao aquecer o sistema em uma parte e resfriá-lo em outra será produzido um estado estacionário onde a concentração de hidrogênio é maior na parte quente e a de nitrogênio na parte fria (Figura 20). A entropia produzida pelo calor destruiu a homogeneidade da mistura.

¹⁷ Desordem não no sentido de desequilíbrio, mas de uniformidade ou homogeneidade de misturas.

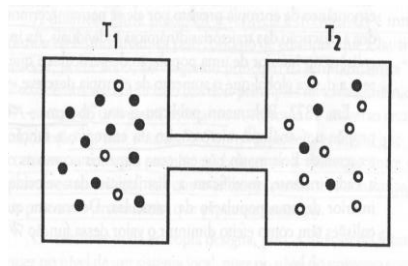


Figura 20 - Exemplo de difusão térmica que gera ordem.
Difusão térmica, devido à diferença de temperatura entre os recipientes, as moléculas negras maior concentração no da esquerda.
Fonte: Prigogine (1996, p. 29).

Existem os estados estacionários de não equilíbrio, nos quais a entropia é constante. Isto é, existem sistemas abertos, onde a produção de entropia é compensada por fluxos energéticos externos. Uma analogia de sistema aberto seria observada nas cidades, onde sua estrutura depende de seu funcionamento, da interação com o ambiente. Se isolarmos uma cidade, ela morre. Trata-se de sistemas auto-organizadores, nos quais estrutura e funções são inseparáveis.

Um sistema evolui para um estado estacionário de não equilíbrio pode significar um estado de maior complexidade. Na difusão térmica a maior complexidade corresponde à separação parcial dos constituintes que não seria possível no equilíbrio.

No entanto, “longe do equilíbrio, o papel construtivo da irreversibilidade torna-se ainda mais impressionante... é graças aos processos irreversíveis associados à flecha do tempo que a natureza realiza suas estruturas mais delicadas e mais complexas. A vida só é possível num universo longe do equilíbrio” (PRIGOGINE, 1996, p. 30).

No equilíbrio ou próximo dele, as leis da natureza são universais, mas, longe do equilíbrio elas se tornam específicas, relacionando-se com o tipo de irreversibilidade. Longe do equilíbrio a matéria adquire novas propriedades onde as instabilidades e flutuações desempenham um papel essencial, nos forçando a abandonar as descrições deterministas. Longe do equilíbrio o sistema escolhe um dos possíveis regimes de funcionamento. “O termo escolha significa que nada na descrição macroscópica permite privilegiar uma das soluções. Um elemento probabilista irreduzível introduz-se assim” (PRIGOGINE, 1996, p. 72). Visualiza-se isto em bifurcações sucessivas, as quais são uma fonte de quebra de simetria. Observa-se que existem zonas deterministas entre as bifurcações e pontos de comportamento probabilista, bifurcações propriamente ditas. Neste esquema, um sistema que se afasta do equilíbrio terá um caráter histórico em sua evolução (Figura 21).

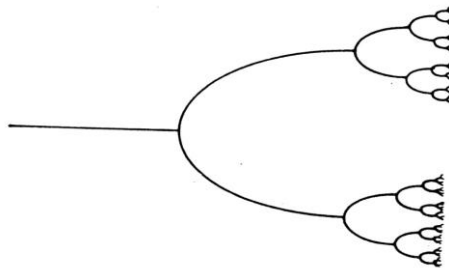


Figura 21 - Esquema de um diagrama de bifurcações.
Bifurcações representam pontos de instabilidade surgido soluções alternativas e que demonstram a irreversibilidade.
Fonte: Stewart (1991, p. 178).

A ideia de irreversibilidade exige uma extensão da dinâmica que não pode ser confundida com a adição de novos termos às equações da dinâmica para romper a simetria das equações. “É pela extensão da dinâmica a sistemas instáveis e caóticos que se torna possível superar a contradição entre as leis reversíveis da dinâmica e a descrição evolucionista associada à entropia” (PRIGOGINE, 1996, p. 31).

Para chegarmos a esta extensão partimos de um sistema de partículas, onde conhecidas as posições e velocidades a trajetória pode ser determinada para um conjunto de partículas, representado por uma nuvem, que é descrita por uma função de distribuição de probabilidade que fornece a densidade dos pontos no espaço de fases. Desta forma, a descrição de uma trajetória individual que parece ser a situação primeira se torna um caso particular.

Para Prigogine (1996), em sistemas estáveis as duas descrições se equivalem, mas na presença da instabilidade as probabilidades ganham um significado intrínseco. Dada a sensibilidade às condições iniciais a trajetória se torna uma idealização e “a distribuição de probabilidade permite-nos incorporar no quadro da descrição dinâmica a microestrutura complexa do espaço de fases (Figura 22 e Figura 23). Ela contém, portanto, uma informação adicional, que se perde na descrição das trajetórias individuais” (PRIGOGINE, 1996, p. 39).

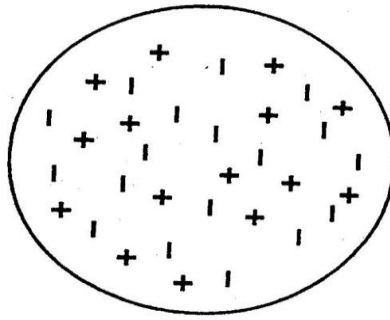


Figura 22 - Exemplo de um sistema instável.
 Sistema instável no qual existe sensibilidade às condições iniciais e no qual a trajetória é uma idealização.
 Fonte: Prigogine (1996, p.38).

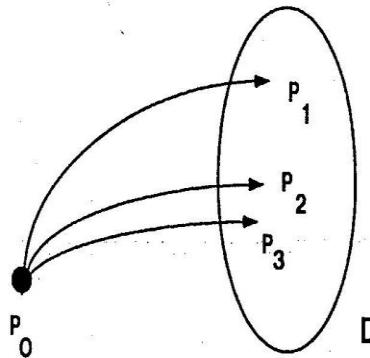


Figura 23 - Representação de possíveis trajetórias de um sistema em um retrato de fases.
 Depois de um tempo t o sistema pode ser achado em qualquer ponto de um espaço de fases do domínio D .
 Fonte: Prigogine (1996, p. 44).

Assim, as condições iniciais não podem mais ser assimiladas a um ponto no espaço de fases, elas correspondem a uma região descrita por uma distribuição de probabilidade. Trata-se, portanto, de uma descrição não local. Além disto, como veremos, a simetria em relação ao tempo é quebrada, pois na formulação estatística, o passado e o futuro desempenham papéis diferentes (PRIGOGINE, 1996, p. 39).

Foi preciso muito tempo para se chegar à generalização das leis da natureza que incluísse a irreversibilidade e as probabilidades. Uma das razões residia na técnica matemática.

Uma formulação estatística das leis da natureza requer um novo arsenal matemática, em que as funções generalizadas, os 'fractais', como Mandelbrot os chamou, desempenham um papel importante. Este desenvolvimento é, pois, um novo exemplo do diálogo fecundo entre física e matemática (PRIGOGINE, 1996, p. 40).

No caos determinista só poderia se fazer predição do futuro se tivéssemos precisão infinita. No entanto, existe uma forma de instabilidade dinâmica “tal que as trajetórias são destruídas seja qual for a precisão da descrição” (PRIGOGINE, 1996, p. 40).

Além da noção de sistemas estáveis e instáveis, Poincaré introduziu a noção de sistemas não integráveis e mostrou que a maior parte dos sistemas dinâmicos era não integrável.

Todo sistema dinâmico pode ser caracterizado por uma energia cinética, que depende apenas da velocidade dos corpos que o compõem, e por uma energia potencial, que depende da interação entre os corpos.

Um sistema dinâmico é integrável se suas “variáveis podem ser definidas de tal maneira que a energia potencial seja eliminada, ou seja, de tal maneira que seu comportamento se torne isomorfo ao de um sistema de partículas livres, sem interação... Num mundo isomorfo a um conjunto de corpos sem interação, não há lugar para a flecha do tempo, nem para a auto-organização, nem para a vida” (PRIGOGINE, 1996, p. 41).

A maioria dos sistemas é não integrável devido à existência de ressonâncias entre os graus de liberdade do sistema. Ressonâncias é uma relação entre frequências, correspondendo a uma razão numérica simples.

As frequências, e em particular a questão de sua ressonância estão no centro da descrição dos sistemas dinâmicos. Cada um dos graus de liberdade de um sistema dinâmico é caracterizado por uma frequência. O valor das diferentes frequências depende em geral, do ponto do espaço de fases. Consideremos um sistema com dois graus de liberdade, caracterizado pelas frequências w_1 e w_2 . Por definição, em cada ponto do espaço das fases em que a soma $n_1w_1+n_2w_2$ se anula para valores inteiros, não nulos de n_1 e n_2 , temos ressonância, pois num tal ponto $n_1/n_2 = -w_2/w_1$. Ora, o cálculo da trajetória desses sistemas faz uso de denominadores do tipo $1/ n_1w_1+ n_2w_2$, que divergem, portanto nos pontos de ressonância, o que torna impossível este cálculo (PRIGOGINE, 1996, p. 42).

A não integralidade abre, assim como os sistemas caóticos, o caminho para uma formulação estatística das leis da dinâmica.

No espaço de fases observam-se trajetórias deterministas e trajetórias aleatórias associadas às ressonâncias. A teoria KAM¹⁸ descreve a maneira como a topologia do espaço de fases se transforma para um valor crescente de energia. A partir de um valor crítico o comportamento torna-se caótico e trajetórias vizinhas divergem ao longo do tempo. No caos plenamente desenvolvido observam-se fenômenos de difusão, isto é a evolução para uma dispersão uniforme em todo o espaço de fases.

¹⁸ Teoria associada à renovação da dinâmica iniciada 60 anos depois de Poincaré por Kolmogorov e continuado por Alrnold e Moser.

“Ora, os fenômenos de difusão correspondem a uma aproximação da uniformidade no futuro e produz entropia. Como explicar que, partindo da dinâmica possamos observar uma evolução irreversível, portanto de simetria temporal quebrada?” (PRIGOGINE, 1996, p. 44).

As divergências devido às ressonâncias relacionam-se ao nível estatístico, no qual são eliminadas e tornam-se incompatíveis com a descrição em trajetórias. A ressonância e o acoplamento não acontecem num ponto ou instante e implicam em uma descrição não local. Nesta formulação, associa-se um ponto inicial P_0 não a um ponto P_t , mas a um domínio dentro do qual cada ponto tem uma probabilidade de transição bem definida. A cada transição o futuro é incerto. Contudo, no nível estatístico o modelo oferece um comportamento regular bem definido, correspondente a uma difusão. “Esta é um fenômeno orientado no tempo, pois se partimos de uma nuvem concentrada de pontos na origem, essa nuvem se dispersará com o tempo, com alguns pontos se reencontrando longe da origem e outros perto” (PRIGOGINE, 1996, p. 45). Em nível estatístico, as ressonâncias acarretam ruptura do determinismo, introduzem a incerteza no contexto da mecânica clássica e quebram a simetria do tempo.

As trajetórias que foram consideradas como os objetos fundamentais da física clássica se mostram detentoras de uma validade limitada. E quais são os limites de validade das descrições por trajetórias, sejam newtonianas ou quânticas? Quando as interações são transitórias os termos difusos são desprezíveis, mas em interações persistentes, quando a energia potencial é não nula os fenômenos difusivos são dominantes.

Os sistemas macroscópicos se definem nos limites termodinâmicos, nos quais o número de partículas e o volume tendem ao infinito, continuando a ser finita a relação entre eles. Trata-se de uma condição essencial da articulação entre a descrição dinâmica em termos de partículas em interação e as propriedades observáveis da matéria, como as transições de fase.

A existência das transições de fase traduz uma propriedade emergente, irreduzível a uma descrição de comportamentos individuais. As partículas individuais não são nem sólidas e nem líquidas. Os estados gasosos, sólidos e líquidos são propriedades de conjuntos de partículas (Figura 24). É preciso considerar todo um conjunto de partículas e que as ressonâncias aconteçam de maneira persistente.

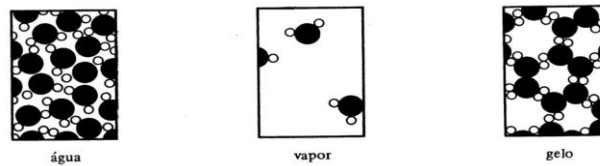


Figura 24 - Dllustração de diferentes configurações de um conjunto de uma mesma molécula .Os diferentes estados são definidos por um conjunto de moléculas interagindo.
 Fonte: Capra (2006a ,p.51).

“As instabilidades associadas às ressonâncias desempenham um papel fundamental. Elas levam a uma transformação da formulação mesma da teoria quântica e contribuem para elucidar o paradoxo fundamental da mecânica quântica” (PRIGOGINE, 1996, p. 48).

A função de onda transforma $\Psi(t_0)$ em $\Psi(t_1)$. Este procedimento também não quebra a simetria de tempo. Assim como a descrição dinâmica clássica, a descrição quântica não está associada ao evolucionismo associado à entropia.

No entanto, a função de onda não é observável como as trajetórias. A função Ψ é uma amplitude de probabilidade. “A hipótese fundamental da teoria quântica é que todo problema dinâmico deve poder ser resolvido em termos de amplitude de probabilidades, exatamente como todo problema deveria ser resolvido na mecânica clássica em termos de trajetórias individuais” (PRIGOGINE, 1996, p. 50). No entanto, a atribuição de propriedades à matéria implica, no caso quântico, passar das amplitudes às probabilidades propriamente ditas.

Consideremos um exemplo simples, uma situação em que a energia pode assumir dois valores E_1 e E_2 . Uma vez medida a energia do sistema, atribuímos ao sistema a função de onda u_1 e u_2 , de acordo com o valor observado da energia. Mas antes que a medição seja efetuada, a função de onda do sistema corresponde a uma superposição linear $\Psi = c_1u_1+c_2u_2$. A função é, portanto, bem definida estamos em um caso puro. Nesta situação, o sistema não está nem no nível 1 nem no nível 2, mas participa dos dois. De acordo com a mecânica quântica, uma medição realizada sobre um conjunto de sistemas caracterizados por essa função levará a medir E_1 ou E_2 com probabilidades dadas respectivamente pelo quadrado das amplitudes c_1^2 e c_2^2 . Isto significa que, tendo partido de um caso puro, ou seja, de um conjunto de sistemas representados todos pela mesma função de onda Ψ , chegamos a uma mistura, um conjunto de sistemas representados por duas funções de ondas distintas u_1 e u_2 ... Parece, pois que a mecânica quântica nos impõe a passagem de potencialidades descritas pela função de onda Ψ às atualidades que medimos (PRIGOGINE, 1996, p. 50).

Todavia, a função de onda não descreve esta evolução, ela descreve uma função de onda no tempo t_0 em outra no t_1 .

Foi sugerido que a passagem de um caso puro para uma mistura seria consequência das medições realizadas pelo homem. Mas, como pode uma ação humana de observação

ser responsável pela transição de potencialidades em atualidades? A evolução do universo seria diferente na ausência dos homens ou dos físicos? As tentativas de respostas a estas questões vão desde a existência de universos paralelos ao papel da consciência do observador. No entanto, o papel em que escrevemos amarelece e envelhece, quer o observemos ou não.

O problema da medida não está isolado, a noção de medida está intrinsecamente associada à irreversibilidade. E na física quântica não há lugar para as irreversibilidades, associadas ou não a medidas. Aqui o papel central também pertence às instabilidades. O caos determinista, isto é, as trajetórias divergentes exponencialmente, não podem ser transpostas para a mecânica quântica, pois nesta não existem trajetórias, mas as instabilidades associadas às ressonâncias de Poincaré conservam um sentido preciso tanto na mecânica quântica quanto na clássica.

Incorporando as ressonâncias obtemos termos difusos estranhos à quântica formulada em termos de função de onda. O objetivo central torna-se a probabilidade, a matriz densidade e não uma função de onda. Desta forma, faz-se a transição das amplitudes de probabilidades às probabilidades propriamente ditas.

E quais seriam os limites da física quântica tradicional? A resposta é semelhante ao caso clássico. Nas interações persistentes onde os termos difusos tornam-se dominantes. Neste sentido, a questão da medição encontra-se resolvida, pois não se precisa mais de uma mistura de funções de onda, a lei já está inscrita em termos de probabilidades.

Nesta perspectiva, podemos perceber o tempo como uma propriedade emergente. “Não há muita diferença entre um tijolo iraniano do século V a.C. e um tijolo neogótico do século XIX, mas que diferença entre os edifícios construídos com estes tijolos” (PRIGOGINE, 1996, p. 62).

1.2.3 Mudança de paradigma na biologia

Na biologia o mecanicismo cartesiano se expressa na compreensão de que as leis da biologia podem ser reduzidas às da física e às da química. A mudança de paradigma na biologia é marcada por um processo de idas e vindas.

O vitalismo reconheceu a importância das leis da física e da química na biologia, mas defendia que elas não eram suficientes pra se compreender o fenômeno da vida. Todavia, isto não significou um rompimento com o mecanicismo já que acreditavam na necessidade de uma força ou entidade não física para a explicação do fenômeno vida.

A decifração da estrutura precisa do código genético dos seres vivos pela biologia molecular relaciona-se a uma percepção mecanicista da vida focando no conhecimento da estrutura e não nas relações processamento e cooperação dos genes entre si para o

desenvolvimento de um organismo.

A influência da percepção dos seres vivos como totalidade integrada também foi sinalizada por Immanuel Kant na sua argumentação de que os organismos vivos eram totalidades auto-reprodutoras e auto-organizadoras, mas foi a biologia organísmica que desenvolveu a compreensão de que eram as relações de organização, e não uma força externa, que explicavam a vida (CAPRA, 2006, p. 36).

A teoria dos sistemas proposta em 1937 por Bertalanffy visava desenvolver uma teoria formal aplicável a várias ciências empíricas, teve como obstáculo a carência de técnicas matemáticas capazes de lidar com a complexidade dos seres vivos. Todavia, contribuiu para o desenvolvimento de uma nova linguagem, concepções e condições que permitiram o desenvolvimento das teorias contemporâneas de auto-organização.

A ideia de auto-organização é intimamente relacionada à ideia de forma ou padrão de organização/configuração de relações características de um sistema específico. Um padrão descreve de forma abstrata e qualitativa as relações de organização de um sistema. É uma força geradora e não uma propriedade emergente da matéria. Diferencia-se do estudo da estrutura ou substância, pois não inclui a discriminação de seus componentes ou corporificação do sistema, bem como não se preocupa com medidas e quantificações. Um padrão de organização é imaterial e sua forma só pode ser reconhecida se estiver incorporada. Nos sistemas vivos este processo de incorporação é contínuo.

Uma propriedade importante dos sistemas vivos é a tendência a formar estrutura multiniveladas inicialmente ditas hierárquicas. Atualmente, a metáfora de rede é reconhecida como mais adequada para representar a existência na natureza viva de diferentes níveis de complexidade que operam com diferentes tipos de leis.

Uma característica importante do padrão de redes é a não linearidade e a existência de laços de realimentação. No caso dos sistemas vivos estes laços de realimentação produzem auto-regulação, auto-organização e autocriação. Trata-se da capacidade de regular e produzir a si mesma por meio da criação de novas estruturas e modos de comportamento em seus processos de desenvolvimento, o que significa capacidade de aprendizagem e evolução. Esta capacidade de cognição dos sistemas vivos é considerada o processo da vida.

Capra (2006) argumenta que na descrição do fenômeno da vida as descrições do padrão e da estrutura são complementares, estando ligadas pelo contínuo processo ou atividade de incorporação de uma configuração de relações do sistema. Padrão, estrutura e processo são três perspectivas inseparáveis do fenômeno vida. A contínua troca de células dos organismos exemplifica claramente este processo. Quando um sistema vivo é dissecado o que é destruído é seu padrão ou as relações entre seus componentes/estrutura. Além disto, a auto-organização significa que a ordem e comportamento dos sistemas são

influenciados, porém não determinados pelo meio externo e é estabelecido pelo próprio sistema. Isto significa que os sistemas são organizacionalmente fechados e abertos ao fluxo de matéria e energia. Segundo Capra (2006b), Maturana e Varela descreveram o fenômeno da auto-organização autocriadora com ênfase no padrão ou fechamento organizacional e Prigogine enfatizou a estrutura dissipativa ou abertura do sistema aos fluxos de energia e matéria.

A hipótese de Gaia é um exemplo claro de uma mudança de paradigma nas ciências biológicas. Nela a perspectiva reducionista, mecanicista e antropocêntrica é suplantada pela percepção sistêmica, auto-organizadora e biocêntrica.

Gaia é a terra vista como um sistema fisiológico único, uma entidade que se encontra viva, um sistema evolutivo em interação com o meio físico e não em uma adaptação passiva a este.

Compreender Gaia é compreender que o responsável pela regulação não era a vida ou a biosfera, mas sim a totalidade do sistema... A evolução dos organismos é de tal modo inseparável da evolução de seu ambiente físico e químico, que juntos constituem um único processo evolutivo, auto-regulável. Desta forma, tanto o clima como a composição das rochas, o ar e os oceanos, não se limitam a ser fornecidos pela geologia, são também consequência da presença da vida (LOVELOCK, 1991, p. 39).

Isto é, na perspectiva de Gaia, os componentes vivo e não vivo do sistema constituem-se em duas forças interatuantes, cada uma delas dando forma e influenciando uma à outra.

Na verdade, o sistema é considerado vivo, na perspectiva fisiológica de que se trata de um sistema aberto a um fluxo de matéria e energia, capaz de manter constante a composição de seu meio interno e intacto o seu lado físico e enquanto seu meio ambiente se altera é capaz de manter a sua homeostase¹⁹.

A auto-regulação emerge à medida que o sistema evolui. Não existem previsões ou intencionalidade. Gaia é um sistema global²⁰ de funcionamento e não várias partes isoladas de um planeta arbitrariamente dividido em biosfera, atmosfera, litosfera e hidrosfera. Isto é, o todo é mais do que a soma das partes. Além disto, não é desmontando, matando, dissecando e submetendo as partes a um procedimento analítico como, por exemplo, o bioquímico ou histológico, que se compreende o funcionamento do sistema. Neste sentido, “o médico planetar olharia primeiro para o ecossistema de que os animais fazem parte para ver se a doença é consequência de um distúrbio de maiores dimensões, e não específico apenas dos próprios animais” (LOVELOCK, 1991, p. 26).

¹⁹ Homeostase não é um estado de constância permanente ou fixo, mas um estado de constância dinâmica. Um sistema homeostático oscila, mas evita a falência deslocando-se para um novo estado de constância reajustado a novos limites.

²⁰ Por exemplo, a intensidade da vida varia entre as várias partes. O cabelo, as unhas e as camadas exteriores dos dentes não contêm células vivas, no entanto fazem parte do organismo vivo.

Todas as esferas da terra necessitam de um meio que assegure sua regulação persistente, este meio é Gaia. “A atmosfera, os oceanos, e as rochas da crosta terrestre: eles fazem parte do organismo em que a vida se encontra tenuemente dispersa. As aves e os insetos que voam, ou as pessoas que viajam de avião, praticamente não afetam a composição fundamental da atmosfera e as suas propriedades. Os oceanos são bastante povoados e o solo mais ainda, mas apesar disso a atmosfera, o mar e as rochas são habitualmente considerados em si mesmos sem vida. Eu, no entanto, vejo-os como partes essenciais de um organismo maior. Tal como as penas de uma ave ou o pelo de um gato, a atmosfera mantém a superfície quente... A atmosfera, tal como a pele e o pelo de um gato, também protege as delicadas células vivas da superfície, da exposição à radiação solar. As águas da terra... funcionam de forma semelhante ao sistema circulatório de um animal. O seu perpétuo movimento (juntamente com a ação do vento) transfere elementos nutritivos essenciais de uma parte para outra, e arrasta consigo os resíduos do metabolismo. As rochas por sua vez são como os nossos ossos, constituindo ao mesmo tempo um suporte sólido forte e um reservatório de nutrientes minerais. As rochas não são estáticas, os movimentos contínuos das placas e a atividade vulcânica transportam material sólido e gasoso, do magma para a atmosfera e para os oceanos. Por outro lado, os movimentos das placas levam consigo, misturando-os com o magma, alguns sedimentos que se originaram no ambiente da superfície” (LOVELOCK, 1991, p. 55-56).

Nesta perspectiva, os ecossistemas naturais são os órgãos de Gaia. Cada um deles é parcialmente independente, mas não existem senão como parte do sistema. Gaia pode ser entendido como um domínio emergente.

Um sistema de controle sempre produz algum erro ou variação em torno de um valor determinado. Nos organismos vivos o erro é uma parte essencial. Para conseguir se auto-regular eficazmente o sistema de controle natural recorre a mecanismos de *feedback* positivos e negativos²¹. Assim, Gaia é um sistema vivo que possui homeostase, tem capacidade de regulação do ambiente físico e químico de forma a manter-se favorável à vida, encontra-se em permanente evolução e possui uma anatomia que se transforma permanentemente.

A propriedade emergente de auto-regulação fisiológica que chamamos de Gaia surgiu depois do início da vida. Antes da hipótese de Gaia, aceitava-se que as condições adequadas para a existência de vida na terra era obra do acaso.

Para Lovelock (1991), o acaso pode ter sido responsável pelo surgimento, mas não pela manutenção da vida na terra. Se Gaia não tivesse emergido, a física e a química da terra teriam evoluído para um estado inóspito de vida. A existência de água permitiu o aparecimento da vida na terra, mas se a vida não tivesse aparecido a terra estaria seca. Depois de ter tido início a vida começou a afetar o ambiente na terra, e foi esta união que fez durar a pequena escala de temperaturas e de composições químicas favoráveis à persistência da vida.

²¹ O feedback positivo reforça a variação, é mais rápido, porém instável. O feedback negativo inverte a variação.

Os cientistas não sabem quais eram os organismos primitivos. Podem ter sido bactérias que utilizavam a energia solar disponível, ou bactérias que obtinham energia através da fermentação dos resíduos orgânicos deixados por anteriores tentativas infrutíferas para produzir vida. Podemos, no entanto estar certos de que pouco depois de a vida ter tido origem, a fotossíntese tornar-se-ia a fonte primordial de onde a vida retira energia... Qual terá sido a específica via química utilizada pelos primeiros fotossintetizadores, é um assunto aberto à especulação. A princípio podem ter utilizado o ciclo simples do enxofre,... Ou podem ter metido ombros a mais difícil tarefa de separar o oxigênio da água. Em qualquer dos casos, para poderem fabricar açúcares, tiveram certamente que utilizar carbono, e o dióxido de carbono como sua fonte (LOVELOCK, 1991, p. 108).

A evolução deste processo poderia reduzir o nível de gás carbônico na atmosfera, reduzir a temperatura da estufa protetora e poderia ter levado à extinção das condições de vida na terra. Para Lovelock (1991), este processo foi controlado pelos organismos fermentadores que obtêm energia química através da conversão da matéria orgânica em metano e dióxido de carbono.

O nascimento de Gaia teve lugar quando a evolução daquelas bactérias simples, de acordo com a seleção natural de Darwin, e a evolução do ambiente e da atmosfera da superfície do planeta deixaram de ser dois processos separados e independentes. Depois de a vida ter começado a modificar a atmosfera, a seleção natural garantiu que essa modificação só podia dar-se no sentido de um ambiente favorável (LOVELOCK, 1991, p. 109).

Nesta perspectiva, a divisão da química em orgânica e inorgânica é artificial e dificulta o reconhecimento de que a química da vida e a química do ambiente material estão intrinsecamente relacionadas, fazendo parte de um único domínio. Um exemplo é o paralelismo existente entre os fluxos anuais dos principais gases de Gaia e os fluxos químicos diários do organismo humano (LOVELOCK, 1991).

A conexão entre a bioquímica, os genes e Gaia, reside nas propriedades de moléculas simples das células vivas. A ação do ácido desoxirribonucléico²² (ADN) depende do funcionamento de outras células estruturais, sem as quais ele não poderia replicar-se. Entre estas células, as mais importantes constituem as membranas celulares que mantêm esta estrutura dada à existência de forças intermoleculares fracas, conhecidas como forças de Van Der Waal.

Para Lovelock (1991), as propriedades do DNA estão relacionadas com as propriedades vastas da terra através destas forças fracas da bioquímica que mantêm as membranas celulares de todos os organismos vivos. As membranas são essenciais e não se constituem em paredes passivas. Para a vida ser possível, as condições físicas e químicas do ambiente devem permanecer entre limites adequados às membranas. Os

²² Os físicos também admitem que as propriedades microscópicas dos átomos e de suas partes se relacionam com as propriedades mais vastas do universo.

organismos alteram o ambiente que os rodeia por meio de sua química. A pressão exercida pela seleção pode atuar favorecendo aos organismos que efetuam alterações positivas sobre o meio e conseqüentemente também favorece a sobrevivência da descendência. Isto é, não existe controle genético do ambiente, porém a intensa atividade dos genes modifica continuamente o ambiente material da terra, que exercem uma pressão seletiva sobre as gerações seguintes. É possível observar este fenômeno na evolução das células, com o surgimento da célula eucariota e dos organismos multicelulares. As eucariotas tiveram vantagens na transferência ordenada de material genético e os multicelulares possuem maior capacidade de resistência à desidratação.

“Para definir a vida não basta dizer que lê se desdobra e é capaz de corrigir os erros cometidos durante esse desdobramento por meio da seleção natural entre a descendência... A vida tal como a conhecemos caracteriza-se pelo metabolismo...” (LOVELOCK, 1991, p. 141). O qual consiste na absorção de materiais e energia livre do meio, realização de transações químicas e na expulsão de resíduos e energia de baixo grau sob a forma de calor.

O metabolismo de Gaia é realizado pelos grandes ecossistemas fotossintetizadores, decompositores e consumidores. As plantas armazenam a energia que obtêm da luz do sol sob a forma de energia química potencial. Os decompositores utilizam os resíduos das plantas mortas convertendo-os em dióxido de carbono e metano. Os consumidores obtêm energia através da combustão interna de alimentos e oxigênio. O metabolismo de Gaia envolve todos os ecossistemas da terra, os organismos vivos, os gases, os oceanos e o solo, “em cada um deles verificamos que Gaia, o sistema constituído pela vida e pelo seu meio ambiente, se encontra envolvida em processos metabólicos que, à dimensão do planeta, estabelecem uma ligação entre a bioquímica dos organismos e a bioquímica da terra” (LOVELOCK, 1991, p. 176).

Para Lovelock (1991), o atual clima fresco e as condições de existência de vida na terra não podem ser explicados pela biologia, pela geofísica ou geoquímica isoladamente. Apenas um modelo geofisiológico, contemplando a evolução dos organismos, das rochas, dos oceanos e do ar como um sistema de interrelações pode oferecer uma explicação plausível.

Testar um sistema homeostático consiste em avaliar a sua capacidade de resposta à desordem e à agressão. Gaia sobrevive há pelo menos 3,6 bilhões de anos, tendo enfrentado muitos desafios, como a completa alteração do estado atmosférico e impactos de meteoritos. O fato de a vida ter persistido é demonstração de resistência do sistema, bem como, da existência de um organismo capaz de auto-correção e auto-regulação.

Muitas críticas foram realizadas à hipótese de Gaia, partindo-se do princípio de que os diversos organismos vivos da terra não poderiam funcionar em simbiose para regular o

ambiente do planeta. A evolução por meio da seleção natural deveria sempre favorecer os genes. A regulação do planeta exigiria capacidade de previsão e de planificação por parte das biotas. Gaia não pode se reproduzir, não existindo a possibilidade de evolução por meio da seleção natural entre planetas.

Estas críticas motivaram Lovelock (1991) a exprimir a ideia de Gaia em um modelo científico, o modelo do planeta margarida. O modelo sintetiza a regulação de uma única variável, a temperatura, e inclui uma única espécie, as margaridas, guardando semelhança à regulação da temperatura nos seres humanos, que não exige o exercício da previsão ou planejamento. A regulação é automática. No modelo, a evolução dos organismos e do ambiente físico constitui-se em um único processo evolutivo, onde existe lugar no ecossistema para a seleção natural das margaridas.

Inicialmente cresce no planeta margarida, apenas margaridas de cor clara e de cor escura. "Margarida pode ser imaginado como um planeta semelhante à terra, girando em torno de uma estrela como o sol. A temperatura existente à superfície de um planeta que recebe luz solar, é afetada pela profundidade da sua cor, devido ao efeito albedo: um planeta mais escuro absorve a luz solar e por isso aquece. Em Margarida, o solo é nu e de uma tonalidade média, nem escura e nem claro. O nosso planeta-modelo é úmido e fértil; as sementes crescem sempre que a temperatura é suficientemente quente, acima de 5°C. O crescimento máximo é obtido a temperaturas próximas dos 22°C, mas diminui a temperaturas altas e cessa acima dos 40°C. Imaginem que, tal como o sol, a estrela de Margarida aquece à medida que evolui... Quando o rendimento da estrela tiver aumentado o suficiente para elevar a temperatura das regiões equatoriais do planeta Margarida até os 5°C, algumas sementes de margarida germinar e crescer. As margaridas de cor escura são favorecidas, por que absorvem uma quantidade maior de luz da estrela e são mais quentes do que o solo nu. As margaridas claras são desencorajadas, porque refletem a luz da estrela e são mais frias do que a superfície nua... O extenso revestimento do solo das margaridas escuras altera a reflexibilidade da superfície, e o planeta aquece juntamente com as margaridas. Rapidamente, devido a um forte *feedback* positivo, o crescimento das margaridas escuras e a temperatura do planeta elevam-se até que, em determinado ponto situado acima do ótimo para o crescimento das margaridas, a temperatura e o crescimento estabilizam. Agora o planeta está quente, as margaridas claras crescem e competem com as margaridas escuras pelo seu espaço, até que o arrefecimento que provocam altere de forma adversa à temperatura do ambiente. Por último, atinge-se um certo equilíbrio entre as margaridas escuras e as claras, com albedo médio próximo daquele que é necessário para manter a temperatura da superfície num valor ótimo para o crescimento das margaridas (LOVELOCK, 1991, p. 90).

Mesmo com a introdução de margaridas de cor neutra que estariam libertas da necessidade de fabricar pigmento e assim teriam vantagem na taxa de crescimento, a regulação do clima persiste pelas margaridas claras e escuras, pois as margaridas neutras só florescem quando as condições são ótimas, isto é a ausência de necessidade de regulação.

Outra crítica diz respeito ao “fato de que a escala de luminosidades solares, em que este sistema auto-regulável é possível, ser limitada, como prova de que a idéia de auto-regulação é errada. A estes críticos posso dizer apenas que o fato de poderem morrer se forem sobreaquecidos ou congelados não significa que não estejam vivos neste momento” (LOVELOCK, 1991, p. 94-96).

Outra crítica diz respeito à possibilidade de destruição das margaridas por um vírus. Mais uma vez isto se refere à possibilidade de morte do sistema e não se constitui uma demonstração de que ele não existe.

A ampliação do modelo das margaridas, incluindo coelhos, representando os herbívoros, e raposas, representando os predadores, e que possui características adaptativas e evolutivas, é tão eficaz na regulação da temperatura como o modelo original, mesmo na presença de perturbações.

Além disto, “um aspecto intrigante do modelo que inclui as margaridas batoteiras cinzentas, e do modelo que inclui herbívoros e predadores, é que, ao contrário da experiência habitual dos modelos biológicos de populações, há mais de duas espécies de organismos presentes, coexistindo num estado de estabilidade constante²³” (LOVELOCK, 1991, p. 96).

1.2.4 Síntese dos princípios do paradigma científico emergente

Neste sentido, podemos sintetizar os princípios do novo paradigma científico (CAPRA; STEINDL-RAST, 1991):

- As propriedades das partes só podem ser entendidas a partir da dinâmica do todo. Os elementos não possuem propriedades intrínsecas, as propriedades fluem das relações. A parte é entendida como um padrão numa teia inseparável de relações, não reducionista;

- Reconhecimento de que todos os conceitos e teorias são aproximações da realidade e não a realidade em si. A ciência descreve de forma limitada a realidade e nunca poderá fornecer uma compreensão completa e definitiva desta.

- A compreensão do processo de conhecimento deve ser incluída explicitamente na pesquisa científica, não objetividade;

- Na medida em que a realidade é percebida como uma rede de relações, as teorias científicas igualmente formam uma rede interconexa, onde não existem hierarquias ou alicerces. A física e a matemática não são mais importantes que outros “ramos” da ciência;

- As estruturas são vistas como a manifestação de um processo subjacente. Toda a teia de relações é intrinsecamente dinâmica e capaz de produzir novas estruturas e comportamento ou emergências, não mecanicista.

²³ A adição de uma terceira espécie tornava os modelos instáveis como no problema dos três corpos na astrofísica.

- Além disto, é importante reconhecer a importância das descrições qualitativas, à sensibilidade às condições iniciais de um sistema, a existência da flecha do tempo, a importância dos fenômenos redistributivos.

1.3 INTERRELAÇÕES ENTRE CRISE AMBIENTAL-ECONÔMICA-ENERGÉTICA E SOCIAL

Podemos controlar os pousos suaves de espaçonaves em planetas distantes, mas somos incapazes de controlar a fumaça poluente expelida por nossos automóveis e nossas fábricas. Propomos a instalação de comunidades utópicas em gigantescas colônias espaciais, mas não podemos administrar nossas cidades (FRITJOF CAPRA).

A humanidade vivencia, nos dias atuais, uma contradição de grandes dimensões. Ela sabe muito sobre como dominar a natureza e pouco como se conhecer e gerenciar suas relações sociais de modo geral. Há fome, pobreza, corrupção, guerra, desemprego, inflação, violência, drogas, doenças, degradação ambiental, escassez de energia, entre outros. Existe ameaça de extinção da raça humana e de toda a vida no planeta. Para Capra (1982), a humanidade vivencia uma crise de dimensões inusitadas, não se trata apenas de uma crise de indivíduos, de governos ou de instituições sociais. Trata-se de uma crise de natureza sistêmica e sem precedentes na história, envolvendo tudo o que compõe a vida. Todos estes problemas possuem uma mesma dinâmica subjacente, são manifestações de uma só crise, uma crise de percepção. Sendo uma crise de percepção está relacionada com nossos princípios, valores, premissas e modelos conceituais. Isto é, relaciona-se com a construção do pensamento e do conhecimento científico.

De um modo geral, o conhecimento se processa por meio da separação de dados ou aspectos observados, sua hierarquização em principal e secundário e centralização em função de um núcleo chave de noções. Para Morin (2007), o que se separa e o como se separa são comandados por paradigmas ou princípios ocultos que governam nossa visão de mundo.

Para a ciência moderna a natureza e o homem são comparados a um conjunto de mecanismos cujas leis de funcionamento podem ser descobertas. Estas leis são universais e naturais. A realidade é ordenada e a desordem é uma decorrência da falta de conhecimento destes mecanismos sendo, portanto, provisórias. Tudo isto conduz à percepção de que não é necessária a reflexão sobre os fins e consequências do conhecimento científico.

Influenciado pelo paradigma científico clássico, o paradigma da modernidade é constituído pelos princípios da disjunção, redução e abstração. A disjunção conduziu à separação entre sujeito e objeto, entre ciência e filosofia, privando a ciência de refletir sobre

si própria e, instituiu três grandes campos do conhecimento, a física, a biologia e a ciência do homem. A redução e a abstração consistem no fato de que os fenômenos são estudados e resolvidos em isolamento de sua dimensão temporal e espacial, bem como são decompostos em partes que podem ser verificadas e explicadas por relações lineares de causa e efeito. Trata-se de um corte arbitrário, onde o real é reduzido aos seus aspectos mensuráveis ou quantificáveis. A consequência disto foi a fragmentação dos saberes em campos especializados e compartimentalisados que produziu uma inteligência cega, que destrói as totalidades, isolando seus objetos de seu meio complexo para analisá-los em situações experimentais simplificadas.

O pensamento mutilado não é inofensivo: desemboca mais cedo ou mais tarde em ações cegas que ignoram que aquilo que elas ignoram age e retroage sobre a realidade social e conduz a ações mutilantes que despedaçam, cortam e suprimem em vivo o tecido social e o sofrimento humano (MORIN *apud* ROGER, 1999).

Como uma rede, várias são as dimensões e conexões existentes na realidade. Ainda que usando do pensamento conceitual abstrato destacamos interconexões entre as dimensões energética, econômica, ambiental e social. Trata-se de uma tarefa extensa e o que propomos é uma rápida incursão em alguns pensadores com o objetivo de contextualizar a dimensão que será estudada de forma mais aproximada nos próximos capítulos, a econômico-monetária e seus impactos no meio ambiente.

A energia não pode ser vista, não pode ser feita, não pode ser destruída. Ela é valorizada pelo que podemos fazer a partir dela, consistindo em uma condição fundamental para a existência e desenvolvimento das sociedades humanas.

A biosfera é a base material dos processos econômicos e a energia, em seu sentido mais amplo, a principal forma de mediação entre o homem e a natureza. Desta forma, a história das sociedades confunde-se com a história da relação do homem com a natureza para a produção de bens e serviços por meio do uso da energia.

O padrão de relação do homem com a natureza forma sistemas dinâmicos e abertos que transcendem a dimensão econômica e social e que impõe limites ao desenvolvimento das sociedades. Isto significa que o homem, sendo uma espécie biológica, está sujeito às leis das ciências da natureza e suas sociedades inserem-se no contexto mais global da biosfera.

A energia utilizada no planeta Terra vem do Sol. Toda a vida no ecossistema terrestre é um sistema aberto no qual a reprodução da vida vegetal e animal consiste em uma permanente troca de energia entre os seres vivos, por meio de cadeias alimentares e entre estes e dimensão “não viva” do sistema; hidrosfera, atmosfera e litosfera.

Desta forma, o conhecimento de como se captura, se transforma e se armazena energia é imprescindível ao desenvolvimento das sociedades.

A termodinâmica é a ciência que estuda os processos de conversão da energia. Trata-se de conversão, pois a quantidade de energia em um sistema isolado é constante. A conversão da energia é uma mudança qualitativa, na qual a energia irreversivelmente passa da condição de útil para realização de trabalho para a condição de não disponível. A energia útil ou livre é chamada de energia de baixa entropia e a não disponível é chamada de alta entropia. Quanto maior a parte efetivamente convertida e ainda disponível para utilização, maior é a eficiência da transformação energética. Quanto maior o número de etapas de conversão tiver um ciclo energético menor será a quantidade de energia de baixa entropia e maior será a degradação da energia.

A importância destas informações está na necessidade de perceber que as sociedades humanas, o sistema econômico e conseqüentemente os sistemas energéticos são sistemas abertos que intercambiam energia e matéria com o meio ambiente e que operam longe do equilíbrio. Isto é, os sistemas estão em constante mutação e evolução por meio de processos irreversíveis e dissipativos, pois exportam para o meio externo, por radiação, a energia não disponível. No entanto, os sistemas abertos possuem a capacidade de manterem-se estáveis na ausência de impactos externos fortemente perturbadores, graças a constante importação de energia de baixa entropia. Ressalta-se que se a energia de um sistema não é passível de reciclagem e a matéria possui um fluxo circular neste processo que se for substancialmente alterado pode levar à desestabilização do sistema.

Uma multiplicidade de fatores deve convergir para que se processe uma mudança no sistema energético vigente. Historicamente as transformações nos sistemas energéticos tinham como principal força motriz a saturação dos recursos energéticos ou encarecimento de seu custo social e de transporte. No entanto, a crise atual advém da deterioração a longo prazo dos fundamentos energéticos da economia mundial, no sentido de que a atual configuração não é sustentável nem ambientalmente e nem socialmente.

De acordo com Hémerly *et al.* (1993, p. 220), “pela primeira vez em sua história, o capitalismo moderno encontra-se na impossibilidade de estender ao resto do mundo seu próprio modelo energético, pois a industrialização do centro capitalista engendrou um modo de vida intensivo em energia que não é extensível ao conjunto da humanidade”.

Assim, uma análise adequada dos sistemas energéticos deve levar em conta sua relação com o modelo de produção industrial. Nesta perspectiva, o modelo americano de produção e consumo foi apresentado como ideal e todas as sociedades o alcançariam por meio da economia de mercado. Inclusive, a superação da pobreza e das desigualdades.

Na prática o que se observou foi “um crescimento sem precedente da mobilização dos recursos energéticos fósseis em benefício de uma minoria da humanidade, enquanto a

maioria sofre de escassez” (HÉMERY *et al.*, 1993, p. 249). Foram os países em desenvolvimento e importadores de petróleo que transferiram renda líquida para os países detentores das fontes de energia e da tecnologia de produção e conversão das linhas energéticas com padrão intensivo em capital. Estas linhas, baseadas na hidroeletricidade e nos combustíveis fósseis favoreceram a concentração industrial, a acumulação de capital e o controle das redes energéticas pelo capital financeiro mundial.

Ainda segundo Hémery *et al.* (1993, p. 11) “os ecologistas têm razão quando denunciam o caráter irreversível da destruição da biosfera. Estão errados, seguramente, ao crer que a crise será resolvida por um simples programa de sobrevivência ecológica”. Isto porque o desenvolvimento do sistema capitalista foi mediado por ideias sociais e filosóficas, como o direito natural, a ética do protestantismo ascético, a ideia liberal, o iluminismo, o racionalismo, o darwinismo, a revolução científica newtoniana e cartesiana.

Além da energia, a terra é outro recurso natural historicamente significativo para as civilizações. A apropriação e transformação da natureza pelo homem estão diretamente relacionadas ao seu modo de organização e produção. De acordo com Foster, para Marx, a reprodução humana está circunscrita por um metabolismo sócio-ambiental que deve ser prescrito por leis naturais da própria vida. No entanto, uma falha neste metabolismo foi introduzida com o processo de separação cidade-campo porque quebrou o fechamento do ciclo de reciclagem orgânica dos solos. O solo torna-se uma mercadoria e sua exploração passa a obedecer a leis comerciais.

A grande propriedade fundiária reduz a população agrícola a um mínimo sempre declinante e a confronto com uma sempre crescente população industrial amontoada nas grandes cidades, deste modo, ela produz condições que provocam uma falha irreparável no processo interdependente do metabolismo social, um metabolismo prescrito pelas leis naturais da própria vida. Isto resulta num esbulho da vitalidade do solo, que o comércio transporta muitíssimo além das fronteiras de um único país. A indústria de larga escala e a agricultura de larga escala feita industrialmente têm o mesmo efeito. Se originalmente elas se distinguem pelo fato de que a primeira deixa resíduos e arruína o poder do trabalho e portanto o poder natural do homem, ao passo que a última faz o mesmo com o poder natural do solo, elas se unem mais adiante no seu desenvolvimento, já que o sistema industrial aplicado à agricultura também debilita ali os trabalhadores, ao passo que, por seu lado, a indústria e o comércio oferecem à agricultura os meios para exaurir o solo (MARX *apud* FOSTER, 2005, p. 219).

O sistema da propriedade privada capitalista surge por meio da ruptura de qualquer conexão direta entre a massa da população e a Terra. Isto é, a separação entre o trabalho livre e as condições objetivas de sua realização.

Esta dissolução da relação orgânica entre o trabalho humano e a terra tomou a forma que os economistas clássicos, inclusive Marx, chamaram acumulação original, primária ou primitiva. Nesse processo reside a gênese

do sistema capitalista. Acumulação primitiva foi descrita por Marx como um demorado processo 'histórico, iniciado já no século XIV, no qual a grande massa da população era retirada, freqüentemente à força, do solo e atirada no mercado de trabalho como proletários livres, desprotegidos e desprovidos de direito. Ademais, este processo histórico da expropriação do produtor agrícola, o camponês, caminhava de mãos dadas com a gênese do agricultor capitalista e do capitalista industrial' (FOSTER, 2005, p. 238).

O início deste processo tomou a forma de acumulação primitiva do capital²⁴, fazendo surgir o grande proprietário e capitalistas. Neste sistema o que importa é a busca do valor de troca e não a satisfação das necessidades genuínas e naturais. O trabalho do solo em si, que pela sua natureza é a fonte direta de subsistência, se transforma numa fonte mediada de subsistência, uma fonte dependente das relações sociais de propriedade. Esta falha metabólica representa para Marx a alienação do homem em relação às condições naturais que formam a base de sua existência e significou a submissão do mundo rural e de seus atores ao processo de acumulação urbano-industrial. Isto é, envolve a apropriação e ocupação do espaço como um todo, dimensão rural e urbana, provocando a desconexão entre a produção agropecuária e as reais necessidades do homem em favor da acumulação capitalista no contexto do sistema de mercado.

Historicamente o mercado enquanto sistema teve sua gênese na formação dos burgos e cercamentos ingleses. Sua expansão se deu com a intervenção dos Estados-Nações e pela prática do colonialismo. Esta fase configura o primeiro nível de apropriação de recursos; materiais e territoriais. Posteriormente veio a fase de expansão e controle das economias nacionais por meio do livre comércio e da estrutura institucional construída em torno dele. Neste estágio, a apropriação ocorre por meio do comércio desigual e pela exploração da mão de obra barata. Com o surgimento de uma crise de acumulação na década de 1970 o sistema de mercado direcionou sua expansão para a esfera da imaterialidade por meio do mercado financeiro e informacional e pela política de direitos de propriedade intelectual. Atualmente, este processo também manifesta-se no patenteamento do vivo, na chamada desmaterialização da economia e pela utilização desproporcional dos serviços ambientais, bem como pelos respectivos mercado de pagamento por serviços ambientais²⁵.

Para Castells (1999), a sociedade capitalista atual é uma sociedade em rede e é consequência da reestruturação do modo de produção capitalista em interação com o modo de desenvolvimento informacional.

²⁴ Acumulação primitiva de capital abrange o processo de cercamento das terras na Inglaterra do século XVIII, bem como, a conquista e apropriação de terras e riquezas naturais em outros continentes.

²⁵ O comércio tornou possível que alguns países vivam além de sua capacidade de suporte geográfica importando capital natural.

O conhecimento já foi muito relacionado à experiência, à prática e ao manejo dos meios de sobrevivência. Atualmente, ele é produzido de forma independente, configurando-se em outra forma de falha metabólica. Esse descolamento propicia a apropriação do conhecimento por um número limitado de indivíduos e sua conseqüente conversão em patrimônio irreal como direito de propriedade.

Hoje, o acesso à informação é mediado pela tecnologia. Não é mais uma transmissão oral, de forma tradicional. A informação é apropriada por uma parcela de indivíduos que possuem os instrumentos para tal, em “tempo real”. A própria construção e formação desta passam a ser direcionadas para um público limitado, como é o caso do acesso à *internet* e o desenvolvimento de pesquisas científicas.

A tecnologia informacional provocou uma transformação organizacional dentro e fora das empresas, nas diversas instituições e entre estas instituições. A forma principal de organização é a rede. As redes são estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, dinâmica e inovadora.

A convergência da evolução social e das tecnologias de informação criou uma nova base material para o desempenho de atividades em toda a estrutura social. Trata-se de uma nova economia organizada em torno de redes globais de capital, gerenciamento e informação.

A tecnologia não determina a sociedade e nem a sociedade determina a tecnologia, mas existe uma forte interação entre as duas. Assim como o Estado foi decisivo na apropriação e conquista de terras e monopólios comerciais, também forneceu as bases para o desenvolvimento da sociedade em rede. Esta pode ser vigiada, mas não mais controlada. Desta forma, a sociedade em rede ou capitalismo informacional reduz o poder do estado na medida em que passa a ser comandada por fluxos financeiros que interferem nas políticas econômicas nacionais.

O capitalismo informacional se diferencia por estar estruturado, em grande medida, por uma rede de fluxos financeiros que condicionam o destino das indústrias, inclusive das empresas de alta tecnologia. O capital financeiro, a alta tecnologia e o capital industrial estão cada vez mais interdependentes, até por que necessitam de conhecimento e da informação gerada pela tecnologia da informação. Nesta nova economia, a divisão do trabalho é baseada mais nos atributos e capacidades de cada trabalhador do que na organização da tarefa.

Além disto, a classe capitalista deixa de ter uma feição concreta e passa a ser uma entidade coletiva sem rosto, formada por fluxos financeiros operados em redes eletrônicas que respondem às turbulências e aos movimentos imprevisíveis de expectativas não calculáveis.

Nesta sociedade pós-industrial esta apropriação relaciona-se à apropriação do tempo e dos espaços públicos, conhecimentos e informações, bem como dos serviços ambientais providos pelos ecossistemas naturais. A apropriação transcendeu os limites de uma propriedade individual e material. Na atualidade, os principais meios de sobrevivência do homem tornaram-se imateriais. E passam por uma apropriação de direitos sobre esses meios.

Todo este processo retrata um inusitado e conflituoso processo de *enclosure* no qual os atores de mercado colonizaram esferas historicamente não mercantis como a biosfera, conhecimento tradicional, espaços públicos, tempo, educação, informação, produção científica, etc.

A compreensão da natureza, a gênese e o desenvolvimento da crise da sociedade contemporânea não é tarefa simples. Embora tenha simplificado a realidade, a sociedade atual é uma realidade complexa.

De início, a sociedade atual pode ser compreendida como um ideário relacionado ao projeto de mundo empreendido durante a idade moderna, estando relacionada à formação do Estado Nação, à urbanização, ao estabelecimento da propriedade privada dos meios de produção, à separação do público e privado, à autonomização da esfera produtiva, à afirmação do indivíduo, à racionalização, ao domínio da natureza, à emancipação científica etc. Enfim, ao progresso.

Para Beck (2002), o êxito da modernidade trouxe como consequência sua própria crise. Foi a radicalização da modernização, da técnica e da economia que solapou seus fundamentos de forma indesejada e imprevisível. Esta fase radicalizada é denominada por alguns de pós-modernidade ou hipermodernidade. Para Beck trata-se de uma segunda modernidade e constitui um novo tipo de capitalismo, de economia, de ordem, de sociedade e de vida pessoal. Nesta fase o mundo de perigos e inimigos é substituído por um mundo de riscos globais.

Na primeira modernidade realizou-se uma aliança, um consenso que legitimou o desenvolvimento técnico e econômico. Esta aliança era mediada pela possibilidade de administrar o risco por meio do seguro, o qual é realizado sob o princípio da não culpabilidade e de uma ética sem moralidade, a ética matemática da era tecnológica. A sociedade do risco global substitui um mundo de inimigos por mundo, no qual os males gerados pela própria modernização não se restringem a grupos sociais específicos. Esta crise tem uma dimensão que decorre da incapacidade de intervenção das instituições, pois os riscos não podem ser regulados nacionalmente, não podem ser controlados e calculados e atravessam fronteiras.

A primeira resposta a estas questões levou ao reinado da técnica e da ciência. Estas eram vistas como infalíveis e qualquer fracasso deveria ser tratado como um novo problema

técnico, que seria resolvido por novas tecnologias. Todavia, dentro da sua ambiguidade, a modernidade combinou o que havia separado, sociedade e natureza, e requer um enfoque interdisciplinar. A crise ambiental não é primordialmente de caráter natural e sim social. Tudo isto exige uma abertura do processo de decisão, não apenas no Estado, nas corporações privadas, mas também nas ciências. Para Latouche (1994), a separação entre sociedade e natureza e a emancipação da interferência humana, diante da divinização da ciência, conduziu a máquina da modernidade a provocar um desenraizamento planetário, no qual as relações sociais tradicionais foram substituídas pelas leis de mercado. O homem é arrancado de seu chão, mesmo nos confins mais remotos do globo, e a máquina o atira no deserto das zonas urbanizadas sem integrá-lo à industrialização e à tecnificação ilimitada. O triunfo não é da humanidade, mas sobre a humanidade.

Trata-se da ocidentalização do mundo que esteve presente inclusive no socialismo real. O socialismo real é uma variante particular do sistema capitalista e das sociedades ocidentais. Nele claramente encontramos a industrialização com urbanização [...] mas sobretudo o culto das máquinas, da técnica, da ciência, do progresso, e a retomada do projeto da modernidade de uma dominação total da natureza (LATOUCHE, 1994, p. 44). Esta conquista não é mais obra do povo branco. Este foi lançado nos bastidores. Agora a dominação se apoia nos poderes simbólicos e abstratos da ciência e da técnica, sendo, portanto, menos contestáveis. A realização desta sociedade técnica passa pela industrialização e requer uma transformação profunda dos objetivos e meios de funcionamento de uma sociedade. Este processo é ambíguo, é econômico e cultural. É universal, dado a sua expansão e história; é reproduzível por seu caráter de modelo e por ser visto como um valor natural, portanto de todo homem e para todos os homens. Isto é, a técnica é neutra porque está inscrita nas virtudes de um dom natural. O desenvolvimento econômico é base do projeto da modernidade porque integra a concepção prometeica dos mitos do progresso, da técnica e da ciência. Isto é, desenvolvimento é a aspiração ao modelo de consumo ocidental por meio da técnica. Para Giddens (1991), o industrialismo é uma das dimensões institucionais da modernidade. Ele se constituiu no principal meio de transformação da natureza e do desenvolvimento de um ambiente criado, não natural. Significou a autonomia do homem em relação à natureza, da disponibilidade de fontes naturais de sobrevivência e até do impacto dos desastres naturais. No âmbito do industrialismo, não é apenas o ambiente urbano, construído pelo homem, que está sujeito à coordenação e controle humano. Isto é, o impacto do industrialismo é claramente não limitado à esfera da produção, afetando muitos aspectos da vida cotidiana e influenciando o caráter genérico da interação humana com o meio ambiente material. Esta indústria moderna, caracterizada pela aliança da ciência com a tecnologia, transforma o mundo da natureza de um modo inimaginável às gerações anteriores. De acordo com Illich (1976), a

tecnologia quando ultrapassa certos limites se torna corruptora do ambiente social, pois traz mais custos que benefícios. Isso devido ao custo do controle social que não se resume à dimensão monetária, por produzir transtornos ambientais e sociais. O homem passa a ser dominado pelo que deveria ser instrumento de melhoria do seu bem-estar.

Percebe-se que um aspecto importante na crise da civilização moderna se encontra no fato de que a mesma se desenvolveu sob o mito do domínio do homem sobre a natureza e que a ambiguidade e a dimensão científico-técnica perpassam todos os entendimentos sobre a atual crise civilizacional.

Neste sentido, é fundamental considerarmos os impactos dos processos de desenvolvimento das sociedades enquanto produtores de bens e serviços através da energia e uso de recursos naturais.

As atividades antropogênicas incorporam novos fluxos de carbono em seu ciclo biológico, transferindo para a atmosfera dióxido de carbono numa velocidade maior do que o processo natural de sedimentação do mesmo é capaz de remover. Os combustíveis fósseis²⁶, como o carvão mineral e o petróleo, se constituem na maior fonte de emissão dos gases, principalmente do dióxido de carbono.

As mudanças climáticas pressionam a monocultura especializada e, nos dias de hoje, apuradas pela engenharia genética, precarizam a resistência da cultura à temperatura, umidade e insolação. Esta fragilidade vinda da troca dos sistemas naturais altamente adaptáveis para sistemas artificiais especializados pode ser altamente destrutiva se os últimos se depararem com condições muito diferentes das condições estáveis pressupostas pelos engenheiros genéticos. Esta substituição faz com que a biomassa existente de bactérias e fungos e a própria biota do solo morram, apodrecendo-se, oxidando-se e liberando carbono no ar²⁷.

O processo de industrialização iniciado no século XVIII trouxe a necessidade de “exumação” dos combustíveis fósseis como fonte de energia. Ao longo do desenvolvimento industrial, a escala de produção e conseqüentemente de extração destes combustíveis cresceram fortemente para viabilizar a produção de eletricidade, o funcionamento das indústrias, combustíveis para automóveis e aquecimento das habitações.

Os combustíveis fósseis não são ambientalmente sustentáveis pela ameaça a capacidade de suporte, resistência e resiliência dos ecossistemas terrestres e nem socialmente sustentáveis por referendar a concentração de renda por meio de suas estruturas sociais de apropriação e de gestão das fontes e conversores de energia.

²⁶ O processo de fossilização, o qual se insere no mecanismo natural de homeostase de Gaia, consiste no isolamento do carbono do meio oxidante, evitando a combustão e a emissão de gases.

²⁷ “Essa perda líquida de carbono do solo contribui com aproximadamente sete por cento do carbono ora presente na atmosfera” (LAL *et al. apud* HAWKEN *et al.*, 1999, p. 191).

A visão exploratória do homem para com a natureza juntamente com os valores utilitaristas do capitalismo levou a economia para uma escala de utilização dos recursos energéticos e naturais do ecossistema global que ameaça romper os ciclos biogeoquímicos. “Não é o abastecimento de petróleo ou cobre que começa a limitar o nosso desenvolvimento, mas a própria vida... não é à força das bombas hidráulicas, e sim a escassez de mananciais” (HAWKEN *et al.*, 1999, p. 3).

A acumulação de bens materiais intensificada pela revolução industrial é realizada com um alto custo ambiental. Isto porque o capital natural, imprescindível para o desenvolvimento da humanidade, esta sendo rapidamente dilapidado, em nível de estoque de recursos naturais como também, dos sistemas vivos que oferecem serviços biológicos como a armazenagem de água, regulação dos oceanos, processamento de resíduos, proteção contra os extremos climáticos, regeneração atmosférica, etc.

Todavia, o rendimento termodinâmico dos sistemas naturais é elevado, reduzindo ao mínimo possível a entropia. “A eficiência desse método de transformar a luz do sol em alimento será, por sua própria natureza, a mais alta possível, pois se existisse uma maneira mais eficiente de fazê-lo, a natureza a teria encontrado” (HAWKEN *et al.*, 1999, p. 198). A produtividade dos recursos deve ser aprimorada através de muitas e simples aplicações de criatividade tendo como referência a sabedoria da natureza e não a esperteza do homem. Neste sentido, deve procurar sistemas que reutilizam os resíduos em ciclos fechados, como o metabolismo de Gaia, bem como, sistemas poupadores de energia não renovável.

De acordo com Hawken, Wendell Berry disse “quando nós atravessamos o continente abatendo as matas e arando os prados, não sabíamos o que estávamos fazendo porque não sabíamos o que estávamos desfazendo” (HAWKEN *et al.*, 1999, p. 177). Isto é, a agricultura intensiva que transformou vastos e complexos ecossistemas nativos em grandes extensões de trigo, sorgo e milho, que utiliza fertilizantes sintéticos e pesticidas, é fruto da ignorância ecológica.

Tudo isto significava que nossa maneira de viver, consumir e nos comportar possui uma grande interferência na velocidade do processo entrópico. A transformação tecnológica tem uma cadência incrivelmente mais rápida do que a evolução natural e do que a nossa capacidade de adequação cultural. Os riscos assumidos não são mais limitados no tempo e no espaço.

O sistema econômico e os ecossistemas possuem diferentes escalas temporais e espaciais. O primeiro tende à globalização enquanto o segundo consiste na inter-relação entre compartimentos auto-organizados. O primeiro evolui de forma cada vez mais acelerada e o segundo é caracterizado por uma evolução lenta. Até o momento, o sistema econômico foi intensivo no uso ineficiente de energia estocada e os ecossistemas são intensivos em energia de fluxo captada de forma eficiente de acordo com as condições

locais. Prioritariamente, o sistema econômico usa a matéria de forma linear, acumulando resíduos e exaurindo recursos. Os ecossistemas funcionam em ciclos fechados que se retroalimentam e possuem na biodiversidade (informações) uma estratégia de sobrevivência. O sistema econômico, mesmo produzindo uma diversidade de bens, busca a especialização e a redução da diversidade de valores (informação) a uma única dimensão, a monetária.

Do ponto de vista econômico tempo é dinheiro e o progresso é medido pela velocidade da produção. Quanto mais rápido nos servimos dos recursos da natureza maior é o progresso. A especialização é vista como um valor positivo, mas a natureza nos ensina que ela pode se tornar uma ameaça para a estabilidade ecossistêmica. A complexidade tecnológica nos aproxima do limiar autoregulador, bem como, dificulta sua previsão. Precipitamo-nos para resolver problemas imediatos confiando no poder milagroso das novas tecnologias, mas podemos ser vencidos por problemas fundamentais que não mais estaremos em condições de superar. Tanto mais especialização menos ficamos em condições de prever os efeitos tecnológicos sobre a natureza. A tecnologia submete-se às leis de rendimentos decrescentes porque tende à elevação do fluxo energético ou para a diminuição da variabilidade genética. O aumento contínuo da produtividade é um mito. Estamos realizando experimentos sobre nós mesmos e com conhecimentos perigosamente incompletos (TIEZZI, 1988).

Assim, nos deparamos com um inexorável limite físico para o atual padrão de desenvolvimento, mas devemos ter a percepção sistêmica de que este processo é multidimensional, abrange valores, pensamentos e instituições sociais.

Este processo deve ter como consequência uma mudança de mentalidade e uma profunda alteração nas relações sociais e formas de organização social. Transformações que transcendem a medida de reajustamento político ou econômico.

Trata-se de um novo jogo “pouco conhecido e bem diferente dos velhos jogos competitivos de soma zero (eu ganho – você perde)... O novo jogo é cooperativo, onde ninguém ganha a menos que todos ganhem; nele os indivíduos funcionam melhor se levarem em conta as necessidades dos outros” (HENDERSON, 1991, p. 70). Assim, como os sistemas naturais apresentam estratégias de competição e cooperação de modo equitativo e equilibrado é preciso que os sistemas sociais tenham equilíbrio entre cooperação e competição, ambas são estratégias essenciais à sobrevivência.

CAPÍTULO 2 CALIDOSCÓPIO - UMA PROPOSIÇÃO DE PRINCÍPIOS NO CONTEXTO DO NOVO PARADIGMA CIENTÍFICO PARA A COMPREENSÃO DAS QUESTÕES ECONÔMICO ECOLÓGICA

Um novo paradigma deve basear-se em seus próprios critérios dado que possuem diferentes questões e respostas em relação ao paradigma anterior. Geralmente, não existe concordância sobre o que é um problema e o que é uma solução, o que torna a comparabilidade entre paradigmas um exercício infrutífero.

As controvérsias sobre as fronteiras da economia ou processo econômico possuem muitas abordagens. A abordagem que tomaremos como pressuposto é a de que existem fronteiras, mas estas não são fechadas, não impedem as inter-relações entre o todo e seus subsistemas.

No primeiro capítulo observamos que mesmo nas ciências ditas naturais não existem fronteiras rígidas e nítidas, o que existem são limites ou regiões de validade. Isto significa que o uso direto das metáforas da ciência clássica para as ciências sociais e especificamente para as ciências econômicas pode levar a uma simplificação extrema da realidade. De fato, o domínio econômico é permeado por penumbras mais amplas do que as observadas nas ciências naturais.

2.1 OS PRINCÍPIOS PARADIGMÁTICOS DA ECONOMIA NEOCLÁSSICA E A NECESSIDADE DE NOVOS PRINCÍPIOS NORTEADORES PARA A CIÊNCIA ECONÔMICA

O aspecto da crise contemporânea que desejamos abordar encontra-se na interação de subsistemas sociais e naturais que possuem diferentes modos de operação. A percepção científica fragmentou e isolou a realidade em diferentes partes, cabendo a cada ramo científico estudar um deles. Assim, as respostas fornecidas pelo paradigma científico clássico não se demonstram eficazes por ignorar as interações do todo com as partes e destas com o todo.

Os economistas neoclássicos consideram o sistema econômico fechado e o meio ambiente como um depositário de rejeitos e um doador de insumos. Consideram os fluxos de energia e recursos naturais como dados, portanto, infinitos e o fluxo de matéria como inalterável ou com uma infinita capacidade de substituíbilidade e de absorção de dejetos. Os problemas ambientais são vistos apenas como resultados de uma falha do sistema econômico, que é restritamente entendido como o mecanismo de mercado.

Esta teoria econômica fundamentada no individualismo metodológico utilitarista²⁸ e no paradigma mecanicista defende que o mercado é um sistema que produz bem-estar e ordem espontaneamente, por meio de um movimento pendular reversível entre oferta e demanda. Isto significa que a escassez de recursos e de capital é coordenada pelo mecanismo de mercado, isto é, pela síntese das escolhas individuais espontâneas, de forma eficiente e ótima²⁹. A decisão dos agentes sobre o quê, onde, como, quanto e quando produzir resultam em uma dada alocação de recursos. Esta alocação é definida pelo princípio de que o custo marginal deve ser igual ao benefício marginal. Estas respostas às questões acima citadas possuem uma aborgagem com base quantitativa.

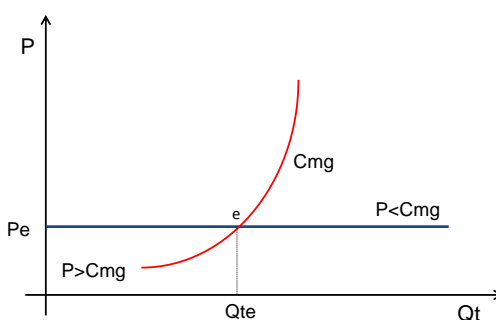


Figura 25 - Condição de eficiência em um sistema de mercado.
Fonte: Elaboração própria.

No eixo horizontal encontram-se as quantidades produzidas e no eixo vertical os preços e custos. O custo marginal indica o custo de se produzir uma unidade adicional de um bem. A linha horizontal p , representa o preço. A condição de eficiência ocorre quando o preço se iguala ao custo marginal. Produzir além deste ponto significa obter mais custos que receitas (Figura 25).

Esta eficiência é alcançada pela agregação dos comportamentos individuais, os quais refletem suas preferências, na busca da maximização de utilidade percebida como o consumo autônomo de mercadorias. A soberania do consumidor é uma pedra angular da teoria neoclássica. Ela significa que as preferências dos consumidores são premissas que são inquestionáveis e consideradas fixas durante o período de análise³⁰.

De modo geral, os bens ambientais e serviços ecossistêmicos são públicos, caracterizados pela não rivalidade e não exclusividade. Por estarem razão, são de difícil estabelecimento dos direitos de propriedade e conseqüentemente não comercializáveis

²⁸ Acredita ser possível reduzir os fenômenos sociais a resultados de decisões e ações individuais. No capítulo 3 este ponto será aprofundado.

²⁹ A eficiência econômica é definida pelo ótimo de Pareto. Trata-se de uma alocação de recursos na qual não é possível melhorar o bem-estar de um agente econômico sem prejudicar o bem-estar de outro.

³⁰ Trata-se da condição *ceteris paribus* /análise de equilíbrio parcial.

espontaneamente. Isto significa que não existe preço atribuído a eles no mercado. Todavia, como são efetivamente utilizados, geram benefícios e/ou custos que não são refletidos pelo mecanismo de mercado, isto é, externalidades³¹. Neste sentido, a proposição é de realizar-se a valoração destas externalidades em termos de preferências individuais reveladas e declaradas de bem-estar expressas em termos monetários. Em síntese, este procedimento é suficiente para se alcançar o ótimo na presença de externalidades.

Os recursos naturais utilizados como *inputs* no sistema econômico são de uso privado. Neste caso, visando a sustentabilidade, os neoclássicos propõem que a alocação intertemporal de sua extração seja ótima, aplicando-se a regra de *Hottelling*³² em uma função de bem-estar social intertemporal. Todavia, os valores futuros não podem ser conhecidos devido às imperfeições de mercado, bem como, as externalidades geradas para as gerações futuras não são refletidas nas preferências da geração atual. Isto significa que a regra de *Hotelling* ocupa-se dos preços de mercado dos recursos naturais e não com seu valor social como bem público.

Para o paradigma neoclássico, a busca pela sustentabilidade ambiental está no uso dos instrumentos econômicos capazes de assegurar a apropriada atribuição de preço dos recursos ambientais, objetivando a alocação eficiente dos mesmos. Desta forma, a aplicação do mecanismo de mercado se torna condição necessária e suficiente para a sustentabilidade do ponto de vista puramente econômico. Isto é, as leis da natureza devem ser submetidas às leis do mercado e os bens e recursos ambientais devem se tornar *commodities*.

Nesta perspectiva, os instrumentos econômicos visam influenciar o comportamento dos agentes econômicos em favor do meio ambiente por meio da afetação de custos e benefícios das ações alternativas disponíveis.

Na presença de externalidades negativas a distribuição dos recursos se equilibra em um nível maior que o nível ótimo devido às diferenças de custo marginal privado e social³³. Haverá, então, que intervir de modo a que o nível da atividade causadora da externalidade seja diminuído, até se atingir esse nível ótimo.

Uma forma de atribuir preço aos custos externos e diminuir a produção até o nível ótimo é a taxação de efluentes. Proposta por Arthur Pigou, a taxa cobrada deve ser igual ao custo marginal da externalidade e deverá igualar custos marginais privados e sociais.

Considerando que a quantidade de *output* é diretamente proporcional ao nível de externalidade, observa-se que, na presença de uma externalidade negativa, os custos

³¹ As externalidades são positivas quando geram benefícios não refletidos no mercado e são negativas quando geram custos não refletidos no mercado.

³² A regra de *Hotelling* estabelece uma trajetória intertemporal eficiente e qualquer alteração no padrão de extração dos recursos provocará uma diminuição no bem-estar.

³³ Neste caso, os benefícios marginais são o mesmo para o agente privado e para a sociedade.

marginais sociais excedem os benefícios, e nesta situação o mercado produzirá uma quantidade excessiva do bem, Q_e , que é o equilíbrio de mercado³⁴, enquanto que deveria produzir Q_0 , o nível ótimo de *output*.

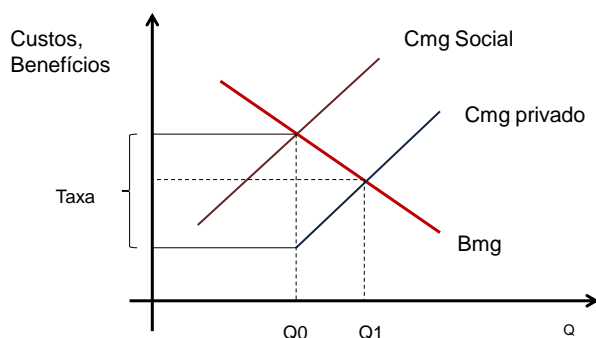


Figura 26 - Representação da taxa pigouviana.
Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que o nível de externalidade que maximiza o bem-estar social, ou nível ótimo de externalidade, não significa necessariamente que ela seja nula. O nível ótimo de externalidade é o correspondente ao nível de atividade Q_0 .

A diminuição do nível de atividade para abater a externalidade não é a única forma da taxa pigouviana servir como instrumento econômico. O uso da taxa também pode incentivar os emissores a adotarem tecnologias que gerem um nível menor de externalidade.

Todavia, para se calcular a taxa pigouviana de forma apropriada deve-se possuir medidas confiáveis não apenas dos danos existentes e seus custos, mas também de seus custos marginais. Ainda assim, o valor estabelecido não é apropriado, pois esta taxa será igual aos custos marginais existentes e não aos custos marginais no nível ótimo.

Além disto, existe o risco de que, na presença de externalidades suficientemente fortes, as condições de segunda ordem para a maximização não estejam presentes. Como resultado, tem-se uma multiplicidade de pontos máximos locais. Isto pode significar que uma “melhora” pode representar uma mudança para um máximo inferior na função de bem-estar social.

Diante destas condições, para a determinação das condições ótimas, elaborou-se uma solução *second best* para a determinação da taxa. A primeira etapa é o estabelecimento de “padrões” arbitrários de qualidade que se deve atingir ao menor custo para a sociedade. Trata-se do critério custo-efetividade.

³⁴ Equilíbrio de mercado ocorre quando a oferta se iguala à demanda. Nesta análise os benefícios marginais se equivalem à demanda e os custos marginais à oferta.

Para atingir este padrão pode-se utilizar os seguintes instrumentos econômicos: taxas de emissão ou permissões de emissão que podem ser transacionadas no mercado.

As taxas de emissão num ambiente *second-best* não requerem todo tipo de informação necessária à sua determinação (conhecimento das curvas de custo marginal e benefício marginal). Este sistema de taxas permite atingir o nível alvo ao mínimo de custos para a sociedade, mesmo desconhecendo as condições de custo dos vários emissores.

A taxa deve ser aplicada a cada agente econômico produtor de externalidades e por cada unidade de externalidade produzida. Assim, a condição de primeira ordem para que o padrão de qualidade ambiental seja atingido ao mínimo custo para a sociedade é a equalização dos custos marginais de redução (BAUMOL; OATES, 1988, p. 165-169).

Um processo de aprendizado/experiência é necessário para o encontro do padrão adequado de taxa que possibilite a alocação de recursos requerida para o abatimento das externalidades.

Questiona-se a validade deste instrumento em condições imperfeitas de mercado, nas quais as empresas emissoras não são tomadoras de preços. Nestas estruturas de mercado, a imposição de uma taxa pigouviana pode reduzir mais do que elevar o bem-estar social. Nos mercados imperfeitos o nível de produção praticado fica abaixo do socialmente ótimo e a taxa pode levar a mais reduções do produto. O ganho de bem-estar devido à redução de emissões pode ser compensado pela perda, devido à queda da produção. Uma solução proposta foi o uso da taxa praticada em concorrência perfeita menos a perda de bem-estar expressa como a diferença entre o valor marginal de uma unidade de produto e seu custo de redução associado a uma unidade de redução das emissões. A manipulação da solução varia com a elasticidade preço da demanda pelo produto.³⁵

No caso das permissões de emissão, uma quantidade de permissões é fixada de acordo com o padrão de qualidade ambiental desejado. Para que um agente possa emitir terá de possuir uma permissão de emissão. A distribuição inicial destas permissões de emissão pode ser feita pela atribuição das permissões em função dos níveis históricos ou pela venda das mesmas pela oferta mais alta.

Os proprietários de permissões podem usá-las produzindo até o limite máximo de emissões que adquiriu ou vender uma parte ou a quantidade total de permissões a empresas que desejam elevar sua produção e conseqüentemente emissões. Trata-se do estabelecimento de um mercado de permissões por parte das autoridades governamentais e regulado por ele. Este mercado deve indicar aos emissores o custo de oportunidades de suas emissões.

³⁵ Sensibilidade (taxa de variação) da demanda relacionada a alterações no preço de um bem mantendo todas as outras variáveis constantes.

O benefício marginal dos emissores constitui sua demanda de permissões e o nível máximo de emissões, permitido em determinado período de tempo é $0S$.

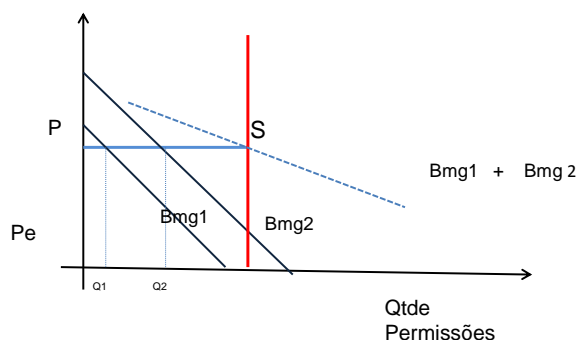


Figura 27 - Representação de um mercado de permissões de emissões.
Fonte: Elaboração própria.

O equilíbrio do mercado ocorre quando $P_e = Bmg_1 + Bmg_2$ e o proprietário 1 fixa sua produção e emissão em Q_1 e o proprietário 2 fixa sua produção e emissão em Q_2 .

Para avaliar o comportamento de um único proprietário de permissões devemos assinalar que os custos marginais de redução ou abatimento das emissões (CMR) podem ser entendidos ou se equivalem aos benefícios marginais que se perde por deixar de produzir e conseqüentemente emitir.

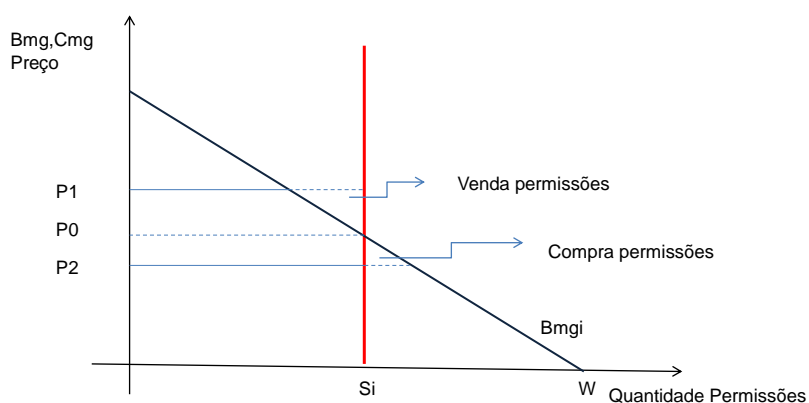


Figura 28 - Representação de uma empresa em um mercado de permissão de emissões.
Fonte: Elaboração própria.

O equilíbrio ocorre quando $Bmgi = P_0$. O proprietário tomará sua decisão de acordo com o preço de mercado das permissões. Quando o benefício marginal for maior que o preço é viável aumentar a produção e efetuar compra de permissões. E vice-versa.

A simetria entre os sistemas de taxas e permissões depende do perfeito conhecimento

das informações. Na presença de imperfeições em relação às informações dos custos de abatimento, o instrumento deve ser escolhido analisando-se a inclinação entre as curvas de custos e benefícios marginais.

Em um contexto de informação imperfeita, a autoridade governamental pode ainda combinar os sistemas de taxas e permissões para obter um ganho maior de bem-estar do que o possível com o uso de apenas um instrumento.

Apesar das taxas e permissões propiciarem o *second best*, existem diferenças entre os dois instrumentos do ponto de vista da agência governamental.

Em princípio a principal vantagem das permissões relaciona-se à sua capacidade de reduzir as incertezas e custos de ajustamento. Todavia, se o período de iteração no uso da taxa não existe, persiste a necessidade de monitoramento das emissões.

Outra vantagem das permissões relaciona-se com o fato de que em um contexto de crescimento econômico a demanda por emissões é pressionada e o padrão ambiental fica comprometido já que aumenta a quantidade de *output*, e ao fato de que em um contexto de inflação o valor real da taxa é erodido. Assim, a taxa deve ser periodicamente reavaliada para que o padrão ambiental seja mantido. Em tese, o mercado de permissões se ajusta automaticamente a estes contextos.

Todavia, o desenvolvimento do mercado de permissões pode ser prejudicado por significativos custos de pesquisa, estratégia e imperfeições de mercado. O mercado de permissões é estabelecido e regulado pelo governo. Porém, a estrutura deste mercado relaciona-se diretamente à configuração das indústrias emissoras.

Por outro lado, o sistema de taxas permite arrecadação de recursos e atende ao princípio do poluidor pagador.

Existe um fator complicador para o desenho de instrumentos econômicos na política ambiental. Trata-se dos efeitos espacialmente diferenciados das emissões. Para que o sistema de taxas seja efetivamente um *second best* é necessário que a autoridade governamental estabeleça diferentes taxas para cada fonte de poluição de acordo com as condições de sua localização. Problemas similares acontecem nos sistemas de permissões e algumas soluções propostas³⁶ apresentam vantagens e outras desvantagens. O fato é que os efeitos espacialmente diferenciados das emissões aumentam os custos de transação para a operação dos sistemas e neutraliza uma parte significativa da economia de custos dos instrumentos econômicos.

Percebe-se que apesar da Economia Neoclássica apresentar uma discussão teórica sobre o conceito de sustentabilidade³⁷, a proposição dos instrumentos econômicos de

³⁶ *Ambient-permit system*, emissions-permit system e offset system.

³⁷ Sustentabilidade fraca indica que o capital natural só deve ser consumido à medida que for compensado por aumentos no capital manufaturado. Isto é, o capital natural e o capital manufaturado são substitutos entre si e

política ambiental não se utiliza deste conceito para desenhá-los. Para este pensamento a sustentabilidade ou é a perpetuação da utilidade ou é um critério exógeno de qualidade ambiental desejada. Na verdade toda a discussão relaciona-se ao critério de eficiência e custo efetividade (eficiência sem otimalidade)³⁸.

A formação das preferências é uma questão central para a análise da sustentabilidade. Isto porque a sustentabilidade é intrinsecamente uma questão de longo prazo. E como supor que as preferências não mudam em longo prazo? Como saber o que as gerações futuras irão preferir? Faz sentido propor que as preferências da geração presente sejam as mesmas para as gerações futuras?³⁹

As preferências têm seus valores econômicos expressos por preços. Os bens e serviços ambientais não sendo transacionados no mercado não têm seus valores econômicos definidos. Desta forma, as preferências relacionadas aos bens ambientais precisam ser reveladas por meio de técnicas de valoração e posteriormente serem utilizadas em uma função intertemporal de bem-estar.

Todavia, os esforços para derivar valores hipotéticos para os complexos e inter-relacionados atributos ambientais numa única medida, isto é, em termos monetários, resulta em importante perda de informação. Esta perda não é normalmente distribuída e desfigura a informação em seus significados individual e coletivo (VATN, 1994, p. 5).

A perda de informação ocorre por pelo menos três razões:

- Problemas cognitivos relacionados à dificuldade em observar e ponderar todos os atributos do bem em questão;
- Problemas de incongruência relacionados à existência de atributos incomensuráveis;
- Problema da composição relacionado à existência de interrelações internas de atributos ou interrelações com atributos de outro bem que são problemáticas para serem computadas.

Estas técnicas geralmente descrevem os bens ambientais como uma mercadoria. Para as mercadorias é possível definir seus limites e direitos de propriedade. Para a maioria dos bens e serviços ambientais é tecnicamente impossível demarcar seus limites⁴⁰ e

são decorrentes da elasticidade de substituição e do progresso técnico. O importante é manter o estoque de capital total (MOTA, Jose Aroudo. **O valor da natureza** : Economia e política dos recursos naturais. Rio de janeiro: Garamond, 2001).

³⁸ "Mainstream econômico assumiu que o objetivo é gerenciar o recursos ambientais de forma eficiente como possível no tempo. Ignorou o princípio teórico de que existe um numero infinito de caminhos para o uso e preservação dos recursos que podem satisfazer o critério de eficiencia de pareto. É relativamente fácil demonstrar que nem todos os caminhos que são eficientes são sustentáveis". (tradução livre de NORTON *et al.*, 1998, p. 194).

³⁹ "O problema essencial da sustentabilidade começa da ausência de conhecimento sobre o que as gerações futuras desejariam que fizéssemos hoje. Isto não é apenas um problema de incerteza ou risco. É um problema de informação decisiva" (tradução livre de BROMLEY, 1998, p. 234).

⁴⁰ O impacto de três toneladas de emissões de carbono é maior que o impacto do que a multiplica por três do impacto de uma tonelada de carbono.

problemático⁴¹ definir direitos de propriedade. Mas, sob a perspectiva da valoração ambiental o importante não é a sustentabilidade das funções providas pelos recursos ambientais e sim a utilidade de forma genérica e expressa em termos monetários⁴².

Toda esta abstração na análise das preferências relaciona-se às vantagens para sua agregação. As preferências são consideradas dadas e fixas durante o experimento, eliminando as interações que refletiriam os efeitos sistêmicos⁴³. O argumento é que a mudança nas preferências é exógena à economia mesmo sendo endógena para a ciência social como um todo. Assim, todas as influências de variáveis históricas, culturais, institucionais, tecnológicas e até econômicas são desconsideradas como uma opção metodológica e o papel das instituições é apenas efetivar estas preferências⁴⁴.

O uso da taxa de desconto nos cálculos intertemporais impõe um padrão específico de preferência para as gerações futuras. Com a utilização desta taxa os benefícios futuros possuem um baixo valor presente e a geração presente pode preferir colocar o equivalente ao custo de abatimento ou de prevenção aos danos para render juros ao invés de efetuar as medidas necessárias à correção ou prevenção do dano ambiental (ACKERMAN; GALLAGHER, 2000, p. 9).

É impossível compreender e conseqüentemente avaliar um componente, recurso ambiental, sem considerar sua importância para o todo. Isto significa que não podemos saber as implicações de muitas decisões de política ambiental. Existe o risco de elas serem irreversíveis e não poderem ser corrigidas pela reversibilidade do mecanismo de mercado.

A escala de valores e a técnica utilizada podem influenciar no resultado da eliciação. Um mesmo bem avaliado por diferentes grupos com diferentes escalas de valores pode apresentar resultados contraditórios (VATN; BROMLEY, 1994, p. 7).

Dentre os atributos que se apresentam incomensuráveis estão os princípios morais e as preferências das gerações futuras. Estas questões também são centrais quando se fala em sustentabilidade.

Na prática, as preferências não são dadas e nem são fixas. Elas se desenvolvem e são descobertas no processo de escolha. Isto implica que o contexto de eliciação influencia na escolha. Na verdade, as preferências são construídas individualmente e/ou socialmente.

A formação das preferências é um processo contínuo de evolução dos mecanismos implícitos e explícitos de socialização e controle. Isto é, desde pequenos os indivíduos internalizam normas e valores, significando que a atribuição de valores é relativa a

⁴¹ Não é impossível, mas envolve muitas questões políticas e éticas.

⁴² "Em termos contundentes, a atmosfera deve ser mantida apta para respiração, não porque seria útil para a respiração das futuras gerações, mas porque estas, caso contrário, sofreriam uma perda de utilidade" (tradução livre de BROMLEY, 1998, p. 233).

⁴³ Os comportamentos e preferências individuais não se influenciam mutuamente.

⁴⁴ Sobre este assunto ver Nobre, Marcos and Amazonas, Maurício C. (2002). Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito. Ed. IBAMA, Brasília.

contextos. Além disto, uma escolha coletiva não é a simples agregação das escolhas ou preferências individuais. Existem dois tipos de escolha coletiva que se relacionam entre si. A escolha de normas e valores a serem estabelecidos e a escolha a partir destes constrangimentos.

Todavia, mesmo se não existissem as restrições elencadas relativas à captação das informações o custo de transação relacionado à sua obtenção e uso seria praticamente proibitivo⁴⁵.

A teoria neoclássica também advoga que o fluxo de material é um dado e qualquer escassez de um bem é temporária. Isto significa que a finitude dos recursos naturais será refutada historicamente, assim como o foram outras leis naturais. Isto porque o progresso técnico não tem limites e conduz a ganhos de produtividade perenes. Além disto, o homem seria sempre capaz de encontrar um substituto para o recurso escasso.

A eficiência do mecanismo de preço na gerência da escassez, a capacidade de descoberta e controle de fontes de energia e materiais substitutos pode ser considerada como válida para uma escala de produção que esteja abaixo da capacidade de suporte do ecossistema terrestre, isto é, uma escala na qual o custo de oportunidade para o uso dos recursos naturais sejam nulos ou insignificantes.

Na atual escala de produção a tecnologia e ganhos de produtividade no uso dos recursos naturais é considerado suficiente, pela teoria neoclássica, para contornar a pressão sobre a capacidade de suporte do planeta. Isto é alcançado maximizando-se a produtividade do capital natural em curto prazo e investindo para sua elevação em longo prazo. É a proposta da desmaterialização da produção no qual se produz mais com menos recursos.

Esta desmaterialização consiste na redução do material contido nas mercadorias sem reduzir suas utilidades, podendo ser realizada pelo aumento da eficiência no uso do material, pela substituição de matérias pesadas por leves, pela reutilização e reciclagem, por meio da reorientação de conceitos industriais, pela redução da demanda por consumo de produtos materiais, pela adoção de produtos mais duráveis, pela simplificação de produção e produtos, pela miniaturização de bens, mudanças na embalagem, etc.

Porém, não é toda forma de desmaterialização que é ambientalmente sustentável. Materiais leves não são necessariamente mais amigáveis ambientalmente. A substituição por novos materiais, a miniaturização⁴⁶ e a elevação da complexidade dos produtos pode reduzir a reciclabilidade, a duração da vida de um produto ou mesmo incentivar o descarte ao invés do concerto. A elevação da duração de vida aumenta o consumo de energia,

⁴⁵ “Mas, mesmo se o problema de informação fosse resolvido, se os direitos de propriedade pudessem ser estabelecidos, se os bens públicos fossem transformados em bens privados e se as externalidades pudessem ser internalizadas, os custos para efetuar tudo isso seria tão proibitivamente grande, que em muitos casos, seria superior a eventuais benefícios” (tradução livre de GUSTAFSSON, 1998, p. 266).

⁴⁶ A Análise do ciclo de vida de um produto pode revelar uma grande quantidade de materiais primários usados como insumo essencialmente invisível no produto final. Na minituarização isto é bem comum.

alimentos e outros bens. Não se trata de um processo simples e linear. Uma elevação da eficiência produtiva não necessariamente conduz a menores níveis de consumo de materiais. Por exemplo, o aumento da eficiência energética em aquecedores ou diminuição em seu preço pode elevar ao consumo dos mesmos. É o que chamamos de efeito rebote direto. Existe também o indireto, quando a eficiência trás um ganho monetário que é utilizado para o consumo de outros produtos, mais permissivos ambientalmente. Assim, a obtenção da ecoeficiência é limitada.

Esta limitação também fundamenta-se no fato de que os recursos naturais não possuem expressão na função de produção neoclássica que simplesmente ignora as raízes biofísicas da economia, como observamos em uma das mais tradicionais funções de produção neoclássica, a de Solow logo abaixo, em que a produção (Y) é função apenas do trabalho (L) e do estoque de capital (K).

$$Y = f(K, L)$$

Uma versão atualizada de função de produção, denominada Coob-Douglas, incluiu os recursos naturais (R) em uma especificação multiplicativa a qual significa que os fatores podem ser substituídos entre si sem que haja diminuição do produto (DALY, 1997).

$$Q = K^a R^b L^c$$

A partir desta fórmula⁴⁷, considerando a força de trabalho constante, pode-se obter qualquer quantidade de produto, desde que o fluxo de recursos naturais satisfaça a seguinte condição:

$$R^b = Q / K^a L^c \text{ (equação 3)}$$

A expressão acima não deixa dúvidas de que para que haja produção é imprescindível uma dada quantidade de recursos naturais, mesmo que diminuta. Além disso, considerando-se os recursos naturais constantes⁴⁸, não haverá mais insumo para ser transformado por mais uma unidade de capital e/ou trabalho e, portanto, base para criação de mais valor adicionado⁴⁹, tornando o produto marginal do capital e do trabalho igual a zero (DALY, 1997). Tudo isto significa que existem limites para a substituibilidade entre recursos.

Outra fundamentação pode ser elaborada a partir da análise da eficiência produtiva pelo conceito de “produtividade total dos fatores” (PFT), o qual mede o aumento da quantidade de produto que não é explicado pelo aumento da quantidade de um insumo isoladamente, mas pelo seu conjunto, de forma sistêmica, conforme ilustra a equação abaixo:

$PTF = \sum P_i Y_i - \sum P_j X_j, \dots$, Onde P_i e Y_i são respectivamente o preço e a quantidade do bem i e P_j e X_j o preço e a quantidade do insumo j .

⁴⁷ Os coeficientes a, b e c medem a elasticidade dos fatores de produção. Isto é, quanto varia o produto total Q dada uma variação em K, R ou L.

⁴⁸ Procedimento matemático para medir a produtividade marginal de outro fator.

⁴⁹ É o valor adicional que adquirem os bens e serviços ao serem transformados durante o processo produtivo.

Incrementos na PTF se refletem em melhoria na produtividade conjunta dos fatores de produção, isso acontece porque a relação de complementaridade entre os fatores faz com que o incremento de um fator aumente a contribuição marginal dos outros (NELSON, 1973, 1981).

Pode-se considerar que a PTF assemelha-se ao “resíduo de *Solow*”⁵⁰. Para Nelson (1973,1981) representa mudança na função de produção (deslocamento da curva) ⁵¹, explicada pelo avanço tecnológico. Esta mudança está conectada às contribuições dos fatores de produção, aí incluídos os recursos naturais. Assim, a PTF deve ser entendida como um processo co-evolutivo, sinérgico e sistêmico que envolve fatores de produção, mudança tecnológica, contexto institucional etc.

Neste sentido, Nelson (1981) argumenta que apesar de ser possível medir a contribuição de um trabalhador ou de uma máquina, na margem, não faz sentido calcular a contribuição, para o produto, de todos os trabalhadores ou de todo o capital, pois neste caso as mudanças ocorrem em um intervalo razoável de tempo. E conseqüentemente, também não faz sentido justificar a parcela dos benefícios dos fatores de produção de acordo com a sua participação no crescimento do produto. Na verdade a contribuição produtiva da PTF não é examinável, pois o produto agregado é medido em termos de valor monetário. A agregação das funções de produção microeconômicas usa o preço para ponderar o índice agregado de produção. Todavia, isto revela uma limitação do procedimento de agregação e não uma resposta para a problemática da medição da produtividade isolada de fatores de produção. A expressão monetária de diferentes fatores reflete um pressuposto e não uma demonstração de que os fatores são substitutos entre si. Na prática, esta análise da PTF despersonalizada dos fatores de produção significa considerar neutro o avanço tecnológico.

Em uma perspectiva marxista, a PTF desmaterializa artificialmente a produção e menospreza a função essencial das condições naturais. Esta desmaterialização ilusória da produtividade total dos fatores por meio da eficiência tecnológica baseia-se na alienação dos trabalhadores e das comunidades, das condições necessárias para sua produção e reprodução.

Além disto, o argumento de que a escassez absoluta⁵² pode ser superada devido à uniformidade da matéria em blocos indestrutíveis que podem ser convertidos em qualquer composto material foi posto em questão pelas recentes descobertas da física atômica e pela

⁵⁰ É um número que descreve o crescimento do produto considerando constante o capital e o trabalho. É residual porque se refere à parte do crescimento do produto que não é explicada pela acumulação de capital ou pela acumulação de outros fatores de produção tradicionais, como terra e trabalho.

⁵¹ Na contabilidade do crescimento várias fontes são identificadas separadamente. Todavia, estas fontes são fortemente interdependentes. É preciso discernir os fatores e condições mais amplos que atuam neste processo (NELSON, 1973).

⁵² A escassez relativa refere-se à escassez de um recurso em relação a outro recurso. A solução para a escassez relativa é a substituição. A escassez absoluta refere-se à escassez de recursos em geral, à escassez dos recursos na fonte.

termodinâmica. A escassez em última instância relaciona-se ao potencial de conversão ou combinação das partículas atômicas e sub-atômicas de modo a produzir diferentes utilidades para a matéria.

Essa observação é relevante na medida em que historicamente os recursos naturais não têm sido remunerados adequadamente como fator de produção. Porém, diante da constatação de que a natureza também participa do valor adicionado no processo produtivo e que, no capitalismo os proprietários dos fatores são remunerados por sua participação no valor adicionado, algumas questões emergem, tais como: quem é proprietário dos recursos naturais e dos serviços ambientais a eles associados? Como é e como deve ser apropriado o valor adicionado por este fator? Estas são questões cujas respostas no âmbito da ciência normal neoclássica apresentam-se de forma *ad hoc*⁵³. A questão distributiva não é objeto de estudo da teoria neoclássica, apenas o da alocação eficiente dada uma distribuição prévia⁵⁴. Todavia, a necessidade da sustentabilidade trouxe esta questão para o âmago da discussão. A distribuição intertemporal ou intergeracional dos recursos naturais finitos traz consigo a necessidade de reavaliação da distribuição intrageracional.

As soluções neoclássicas não são capazes de lidar com as questões da sustentabilidade ambiental. Os instrumentos econômicos de política não devem ser considerados como os mais eficientes para a política e gestão ambiental. Isto porque o sentido de eficiência necessário à política ambiental relaciona-se à adequação e capacidade de incorporar as especificidades da questão ambiental e não a restrita eficiência econômica.

Toda a discussão da economia neoclássica sobre a aplicação dos instrumentos econômicos na política ambiental limita-se ao reconhecimento da existência de externalidades como uma falha passível de ser corrigida nos marcos da técnica e metodologia neoclássica. O estudo sobre a aplicação destes instrumentos discorre sobre como efetivar esta correção na existência de outras imperfeições do mecanismo de mercado. Trata-se de uma abordagem da ciência normal, onde não se questiona os fundamentos, padrões e objetivos, de modo que os economistas se dedicam à articulação interna do mecanismo de mercado, à extensão do conhecimento dos fatos selecionados como importantes por este paradigma e à ampliação contínua do seu alcance e precisão.

A inter-relação entre o sistema sócio-econômico e o sistema ecológico traz à tona categorias, como irreversibilidade, não linearidade, incerteza, co-evolução, incomensurabilidade etc., que não são compatíveis com o mecanismo de mercado. Os recursos ambientais possuem incomensurabilidades e dimensões que não podem ser

⁵³ *Ad hoc* significa a adição de hipóteses exógenas ao modelo com o objetivo de conferir-lhe maior consistência. Todavia, isto não necessariamente significa um ato não científico ou incorreto. As observações críticas devem estar relacionadas à adequação das hipóteses ao contexto em questão.

⁵⁴ O argumento é que a economia é uma ciência objetiva, que não questiona valores. Isto é, ignora o processo de formação deste padrão de distribuição prévia à alocação. Todavia, a teoria dos caos nos trouxe a questão da sensibilidade às condições iniciais de um sistema.

expressas em valores econômicos sem que exista uma perda de informações altamente relevantes para a compreensão da problemática em questão.

Em síntese, a lente usada pela economia neoclássica para perceber os problemas ambientais é o indivíduo. No entanto, a natureza dos problemas ambientais extrapola os limites da ação individual e os princípios de mercado. As funções ambientais são descontínuas no tempo e no espaço, são sistêmicas, transversais, irreversíveis, não lineares e podem ser não previsíveis, e o mecanismo de mercado é fundamentalmente atomístico, determinístico, estático e reversível, não tendo condições de gerenciar a complexidade destas funções. Este problema requer a transcendência para uma percepção mais ampla e não apenas a dos indivíduos isoladamente. Enfim, podemos dizer que muitas das limitações da teoria neoclássica em lidar com os problemas ambientais relacionam-se com as simplificações e pressupostos requeridos por atribuir prioridade à sua metodologia.

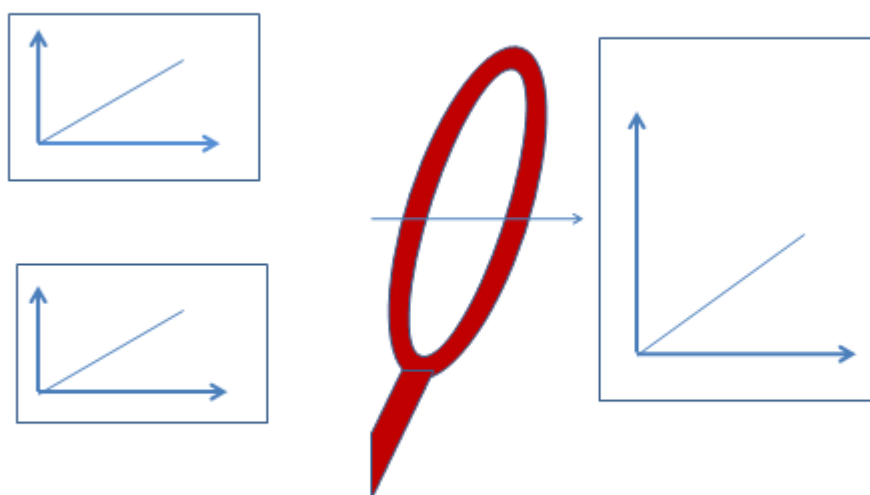


Figura 29 - Lente/Espelho - Correspondência entre teoria ou conhecimento e natureza ou realidade -
Agregação simples
Fonte elaboração própria

2.2 REPENSANDO O ECONÔMICO-ECOLÓGICO

A base para se repensar a ciência econômica encontra-se nos princípios do paradigma científico emergente, descrito no primeiro capítulo. Principalmente nas ideias de limites de validade, descrições qualitativas, sensibilidade às condições iniciais de um sistema, rede de interções recursivas, da flecha do tempo, e importância dos fenômenos redistributivos.

Propomos as seguintes teorias como referências que incorporam os princípios identificados no paradigma científico emergente para repensar o econômico-ecológico.

2.2.1 Transdisciplinaridade

A ideia de limites de validade ou domínio tem suas raízes científicas no teorema de Gödel, na termodinâmica e na própria física quântica. Gödel mostra com seus teoremas que existem proposições consideradas verdadeiras, mas que não podem ser demonstradas ou negadas⁵⁵. Isto é, a consistência de um determinado sistema provém de fora do mesmo, por meio dos indecidíveis, que nada mais são do que outro sistema axiomático.

A termodinâmica considera a existência de diferentes estados associados ao nível de entropia e à flecha do tempo (equilíbrio, equilíbrio estável, não equilíbrio), os quais apresentam diferentes leis. No equilíbrio ou próximo dele, as leis da natureza são universais, mas, longe do equilíbrio, elas se tornam específicas, relacionando-se com o tipo de irreversibilidade. Longe do equilíbrio a matéria adquire novas propriedades onde as instabilidades e flutuações desempenham papel essencial, nos forçando a abandonar as descrições deterministas. Longe do equilíbrio, o sistema escolhe um dos possíveis regimes de funcionamento.

As implicações filosóficas e culturais de todo este processo são profundas. O maior impacto cultural da revolução quântica é, sem dúvida, o de colocar em questão o dogma filosófico contemporâneo da existência de um único nível de realidade (NICOLESCU, 1999:30).

Dentre as principais consequências deste processo elencadas por Werner Heisenberg (1942), destacam-se:

- A impossibilidade de separação entre sujeito e objeto, o que traz a necessidade de uma resignificação da noção de realidade objetiva;
- A resignificação da noção de realidade transcendendo a noção simplista de realidade objetiva/subjetiva;
- Construção de uma nova linguagem e uma nova orientação ao poder da linguagem e simbolismo sobre o modo de efetivação do mundo⁵⁶.

A física quântica revela que o nosso conhecimento é sobre um “estado” e não um fato físico e a realidade sobre a qual nós podemos falar não é uma realidade “em si” e sim o conhecimento que temos dela, a qual muitas vezes pode ser configurada por nós.

Assim, a verdade não é mais uma correspondência entre teoria ou conhecimento e natureza ou realidade. O objeto de investigação deixa de ser a própria natureza e passa a ser a natureza subordinada à percepção humana. A imagem construída pela ciência não é da natureza, mas de nossa relação com ela.

⁵⁵ Relaciona-se com o teorema da incompletude aritmética

⁵⁶ “É preciso realçar aqui que a significação de uma palavra pode depender amplamente da conexão na qual a palavra é usada. Considerando mais exatamente, não há conceitos isolados e palavras associadas a eles a partir dos quais um pensamento se construa um uma proposição como tijolos (HEISENBERG, 11).

“O que é passível de ser objetivado não são objetos e processos naturais, mas o conhecimento, as leis que formulamos sobre eles. Ou ainda, método e objeto não são mais entidades que existem separadamente”⁵⁷ (COSTA; VIDEIRA, XXVII).

Esta percepção da origem à presença de um sujeito pensante e estrategista, que responde às incertezas num processo em que o método surge com a experiência, serve para aprender e ao mesmo tempo sendo aprendizagem. Isto significa que não existe método fora das condições em que se encontra o pesquisador. Neste sentido, o método não se constitui em caminhos pré-definidos e sim em trilhas a serem identificadas e desbravadas pelo investigador.

Assim como o método enquanto caminho inicia-se com a teoria, o método percebido como trilhas também se inicia com a teoria, mas a relação entre ambos é qualitativamente diferente. Neste caso:

Teoria não é o conhecimento, ela permite o conhecimento. Uma teoria não é uma chegada, é a possibilidade de uma partida. Uma teoria não é uma solução, é a possibilidade de tratar um problema. Uma teoria só cumpre seu papel cognitivo, só adquire vida, com o pleno emprego da atividade mental do sujeito[...]Estabelece-se uma relação recursiva entre método e teoria. O método, gerado pela teoria, regenera a própria teoria (MORIN, 2003, p. 24).

Respondendo à indagação de se existe verdade científica, Heisenberg afirma que a verdade científica pode ser coerente e definitiva aceitando-se a noção de domínio de validade de uma teoria. Além disto, não era possível aplicar-se a mesma concepção de verdade ou teoria e um mesmo método a diferentes domínios da experiência humana.

Outro ponto destacado por Heisenberg é que a palavra imagem não se refere mais apenas à ciência e ao conhecimento, ela deve incluir outras dimensões nas quais se verifica a presença da ação humana, como a ética, a arte e até mesmo a religião. É necessário religar as esferas científica, ética e artística. Apenas a ciência não é suficiente para a reflexão do destino da humanidade, pois não basta conhecer mais para chegar ao ponto que se deseja⁵⁸ (HEISENBERG, 2009).

Nós precisamos, sem dúvida, nos contentar de início com o fato de conexões muito diversas poderem determinar nossa vida; e se a palavra realidade não significa outra coisa senão o conjunto de conexões pelas quais nossa vida é amalgamada e suportada, então é com certeza verdadeiro que precisa haver regiões ou camadas da realidade muito diversas (HEISENBERG, 2009, p. 7).

⁵⁷ Esta perspectiva que justifica os princípios da transdisciplinaridade e da complexidade fazerem parte do objeto de estudo.

⁵⁸ O manuscrito de 1942 de Heisenberg, intitulado ordenação da realidade, é melhor compreendido quando contextualiza-se em seu momento histórico, as fontes dos distúrbios e as circunstâncias que promoveram a experiência de desorientação que o levou a pensar na necessidade de orientação ou ordenação da realidade.

A realidade não seria estritamente aquilo que é objetivável no espaço e no tempo, mas aquilo que é “efetividade”.

A subjetividade relaciona-se ao fato de não ser possível realizar uma abstração junto a uma descrição das conexões de um domínio no qual estamos entrelaçados. Todavia, estas relações podem ser objetivadas.

Uma ordenação ascende do elemento objetivo para o subjetivo, então se tem em vista, com isso, o fato de o procedimento do conhecimento que nos informa sobre a realidade, formar ele mesmo em uma medida crescente uma parte integrante das conexões que constituem a região em questão (HEISENBERG, 2009, p. 33).

Apesar da existência dos domínios ou níveis de realidade, a realidade é um todo articulado e sua ordenação em regiões deve substituir a divisão grosseira de objetividade e subjetividade. A ordenação proposta por Heisenberg é a física clássica como a camada mais inferior; em seguida a física quântica, sendo a química uma projeção particular desse domínio no plano dos processos objetivos espaço-temporais; a vida orgânica ou biologia; consciência; forma e símbolo (linguagem, arte, ciência) e as forças criativas (religião, inspiração e o que ele chamou de grande alegoria). Esta ordenação se estende entre os pólos objetivo e subjetivo, de modo que nas camadas inferiores é possível uma objetivação completa. Com estas, se articulam camadas intermediárias nas quais não é possível separar o estado de coisa do processo de conhecimento. As regiões mais elevadas da realidade referem-se aos estados de coisa que só podem ser criados em conexão com o processo do conhecimento (Figura 30).

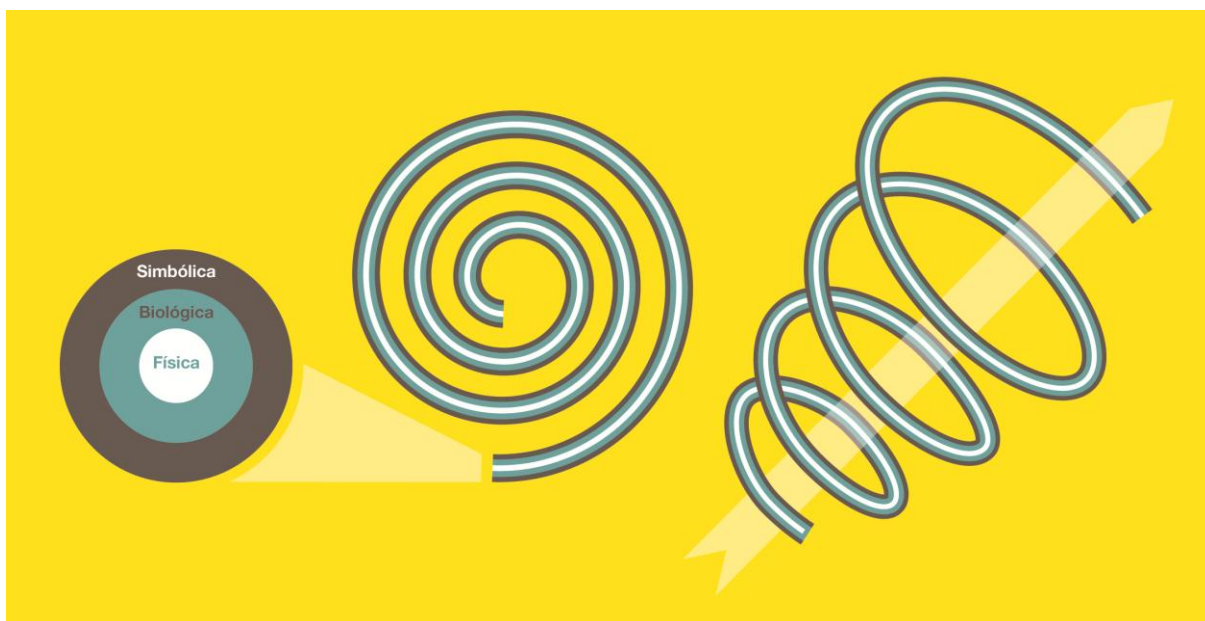


Figura 30 - Diferentes Níveis da Realidade - Processo Multi-referencial e Multidimensional
Fonte: Elaboração Própria

Os conceitos podem ser considerados como pontos privilegiados, por meio dos quais as diversas camadas são entrelaçadas. A linguagem é importante para a expressão dos pensamentos sobre os estados de coisa. Esta apresentação não pode e nem precisa ser completa. Ela deve conter o essencial que servirá de embrião para outras séries de pensamentos. Isto é, importa mais o caráter frutífero e a interpretação dos conceitos do que sua precisão. Esta é a região cujo pensamento possui uma característica dinâmica de apresentação da realidade.

Todavia, toda apresentação da realidade possui traços do pensamento dinâmico e do pensamento estático. No pensamento estático a linguagem busca a maior precisão possível do estado de coisa por meio de uma fixação em detalhes das relações conceituais.

A passagem de uma região para outra só está bem entendida até o momento, nas camadas inferiores. Nas camadas intermediárias e superiores, o abismo existente entre os sistemas conceituais pode ser ultrapassado pelo pensamento intuitivo como que por um salto, mas não pode ser vencido pela construção de uma ponte da conclusão formal.

Ressalta-se que a ordenação pressupõe a nossa existência e assim pode-se dizer que a ordenação é da nossa compreensão da realidade ou de uma configuração por nós realizada. É neste sentido que as camadas mais elevadas estão diretamente relacionadas com a consciência e a força criadora humana, refletindo a existência de uma dimensão espiritual.

Tudo que é espiritual, seja na linguagem, na ciência ou na arte, repousa sobre a aplicação e sobre a força dos símbolos. Conteúdos espirituais não são vinculados a corpos, mas são transmitidos por símbolos. Nesse caso, a força simbólica de uma coisa ou de um processo – de maneira similar à consciência ou à vida - é algo completamente objetivo, ou dito talvez mais corretamente: objetivável (HEISENBERG, 2009, p. 109).

A linguagem estabelece entre os homens uma ligação diferente das conexões biológicas, pois esta conexão é estabelecida conscientemente e subordina-se à nossa vontade. É esta força criadora que nos torna humanos e não simples seres vivos.

Foi a partir dessas ideias que surgiu o pensamento transdisciplinar, o qual significa a transgressão da lógica da realidade única, sem articulação dos contrários, tais como: sujeito e objeto, simplicidade e complexidade, ordem e desordem, etc.

A lógica da transdisciplinaridade é a lógica do terceiro incluído (NICOLESCU, 1999:59), onde:

- A é A
 - A não é não-A
 - Existe um terceiro termo “T” que é ao mesmo tempo A e não A.
- T é A e não A.

Neste sentido, o conhecimento transdisciplinar entende que a realidade é multidimensional e sua causalidade é concebida de forma circular e multirreferenciada, mas apoiada no conhecimento disciplinar. Isto é, o transdisciplinar e o disciplinar se complementam.

Os contrários coexistem⁵⁹ e como na física quântica existe descontinuidade⁶⁰ entre os diversos níveis de realidade. Esta é uma unidade aberta, pois em cada nível de realidade que articula uma contradição faz surgir novas contradições. Isto significa que as teorias são temporárias e históricas e que não existe teoria completa.

Há, no entanto, uma relação direta entre a lógica e o meio ambiente: meio ambiente físico, químico, biológico, psíquico, macro e micro sociológico. Ora, o meio ambiente, assim como o saber e a compreensão, muda com o tempo. Portanto, a lógica só pode ter um fundamento empírico (NICOLESCU, 1999, p. 37).

Além disto, como Heisenberg afirmou, a passagem entre os níveis mais elevados da realidade não podem ser formalizados⁶¹, eles são compreendidos por meio de saltos pelo pensamento intuitivo. A descontinuidade refere-se à existência de um vazio, semelhante ao vazio quântico, onde tudo é uma flutuação entre o ser e o não ser. Este vazio está cheio de todas as potencialidades e o imaginário quântico é sem imagens.

A compreensão do mundo quântico passa, portanto, por uma experiência vivida, que integra o saber – baseado na teoria e na experiência científica – em nosso próprio ser, fazendo-nos descobrir em nós mesmos um outro nível de percepção (NICOLESCU, 2009, p. 80).

Neste sentido, o conhecimento pode ser ao mesmo tempo interior e exterior e a percepção é constituída por duas vias simultâneas e interagentes: de fora para dentro e de dentro para fora. “O ser humano aprende tendo por base conhecimentos já estruturados (não é uma tabula rasa), não apenas conhecimentos objetivos, mas também as sensações, as emoções e as intuições” (SANTOS, 2009, p. 35).

A construção do conhecimento é um processo contínuo, não está dissociado da afetividade humana e não é uma construção solitária. O homem é condicionado e não determinado pelo seu meio. Para garantir a sobrevivência ele se adapta e se flexibiliza para reorganizar-se em base a novos requerimentos culturais e sociais (SANTOS, 2009, p.114).

A busca por um significado para o processo de conhecimento requer uma transgressão epistemológica. Nesta o ser humano tem o desafio de vivenciar novos valores

⁵⁹ Na lógica do terceiro incluído, a tríade A, não A e o terceiro termo incluído, coexistem no mesmo momento no tempo. Na tríade Hegeliana os termos sucedem-se no tempo.

⁶⁰ Nicolescu reconhece este fenômeno como existência do sagrado, daquilo que não é passível de racionalização.

⁶¹ Deve-se aos nossos limites e de quaisquer que sejam os instrumentos que “prolongam” estes limites (NICOLESCU, 1999).

a partir de novos modelos mentais expressos em teorias que visam explicar e responder aos fenômenos de uma determinada circunstância histórica.

Esta transgressão conduz à percepção de que pode existir ciência no singular e no acontecimento. Isto é, a ciência não deve apenas buscar uma lei geral, na qual os processos obedecem a lógicas sistemáticas ou estruturais ordenadas em torno de leis, modelos, estruturas e sistemas.

2.2.2 Teoria da cognição de Santiago⁶²

A teoria da cognição de Santiago desenvolvida por Humberto Maturana e Francisco Varela (2001) entende que o processo da vida de incorporação contínua de um padrão de organização autopoietico numa estrutura dissipativa é um processo de conhecer, é cognição (Figura 31).



Figura 31 – Sistema Autopoietico
Fonte : Elaboração própria

Neste sentido, mente é um processo e não um órgão. Este processo está presente na matéria em todos os níveis de vida. Mente e matéria não são coisas separadas, são diferentes dimensões do fenômeno vida. Os organismos mais simples como bactéria e plantas são capazes de cognição. Cognição é mais do que pensar, envolve percepção,

⁶² MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco. **Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living** Boston Studies in the Philosophy of Science. Paperback, 1991.

emoção, ação e o cérebro não é a única estrutura por meio da qual o processo de cognição se realiza.

O fenômeno específico subjacente ao processo de cognição é o acoplamento estrutural por meio de interações recorrentes que produzem mudanças e não alteram o padrão de organização. O meio ambiente pode desencadear estas mudanças, mas não as especifica e nem as dirige. A cognição é parte integrante da maneira como um organismo vivo interage com seu meio externo, mas não é uma reação linear de causa e efeito, são mudanças estruturais não lineares e organizacionalmente fechadas na rede autopoiética. A auto-renovação e criação de novas estruturas são frutos de influências externas e da própria dinâmica interna do sistema e pode alterar seu comportamento futuro. Isto significa que nenhum sistema vivo pode ser controlado apenas perturbado.

A cognição não é a representação de um mundo independente que existe lá fora, é uma contínua atividade de criar um mundo por meio do processo de viver. Cada sistema vivo constrói seu próprio mundo de acordo com sua própria estrutura. Nos processos cognitivos, a percepção e a ação são inextricavelmente ligadas e envolvem dois tipos de atividades, a manutenção e a resistência da autopoiese e a criação de um mundo. Acoplamentos mútuos tornam os sistemas individuais parte dos mundos uns dos outros. São interações recorrentes entre organismos vivos que provocam mudanças estruturais mútuas e simultâneas. O mundo que é criado depende da estrutura de cada organismo de forma que estruturas semelhantes/mesma espécie criam mundos semelhantes. A rede possui flexibilidade e fluidez, de forma que alguns acoplamentos se estendem por toda a rede redistribuindo e rearranjando as conexões. A cognição não se baseia apenas nas abstrações e informações mentais como também envolve emoções e sensações nos processos corporais. Existe um processo de categorização de experiências que é um aspecto fundamental da cognição em todos os níveis de vida. Micro-organismos, por exemplo, categorizam os compostos químicos entre alimentos e não alimentos. O modo como os organismos vivos elaboram suas categorias depende do aparelho sensorial e de seu sistema motor. No mundo externo não existem cores independentes do processo de percepção. As cores são produzidas pelas interações entre os comprimentos de onda da luz, a estrutura da retina e os circuitos neurais a ela associados.

O cérebro e o sistema nervoso consistem em uma expansão significativa do domínio cognitivo de um organismo. Num certo nível de complexidade um organismo acopla-se estruturalmente ao meio ambiente e também a si mesmo, criando um mundo interior que não é simples representação mental de características objetivas existentes de forma independente do processo de cognição. Isto não significa que existe um vazio exterior. Existe um mundo material, porém ele não possui nenhuma característica predeterminada. Para os seres humanos a cognição envolve além da linguagem, pensamento abstrato e

conceitos simbólicos que não se observam em outras espécies. A capacidade de abstração é uma característica fundamental da cognição humana e não um traço do processo geral de cognição comum a todos os sistemas vivos. A retenção de formas e imagens mentais permite que o ser humano elabore valores, crenças, objetivos e estratégias. Isto é, o ser humano categoriza não apenas suas experiências por meio de sua estrutura neural como também usa conceitos abstratos para categorizar e raciocinar. A projeção de uma imagem mental baseada em uma experiência corpórea sobre um conceito é um raciocínio metafórico. A metáfora permite que nossos conceitos corpóreos básicos, como por exemplo, dentro e fora, sejam aplicados a domínios abstratos e teóricos. Nosso pensamento contém centenas de metáforas primárias que usamos de forma inconsciente e que combinamos para formar outras metáforas mais complexas.

A experiência consciente surge espontaneamente, não se localiza em uma parte específica do cérebro e nem pode ser relacionada a determinadas estruturas neurais, pois é produzida por muitas funções cerebrais diferentes e se constitui em uma única experiência. Esses estados conscientes são temporários, são ressonâncias ou sincronização de fases que se unificam em uma totalidade transitória. Trata-se de um núcleo dinâmico que não é uma coisa ou localização, mas um processo de interações neurais variáveis.

Todo este processo pode ser entendido apenas com a aceitação da existência de emergências e dos fenômenos subjetivos. A fisiologia do cérebro e a experiência consciente devem ser tratadas como domínios de pesquisa interdependentes e igualmente importantes. A neurofenomenologia é um método de estudo da consciência que combina o exame disciplinado de experiências subjetivas com a observação de padrões e processos neurais correspondentes.

A informação é um fato que possui grande regularidade e pode ser abstraído de toda a teia de relações, isto é, de um contexto que lhe confere um significado. A consciência é o nível de mente ou cognição caracterizado pela autopercepção que se manifesta apenas em animais superiores e que atinge a plenitude na mente humana. O ser humano é ciente de que é ciente do meio ambiente, de si mesmo e de seu mundo interior.

A comunicação é uma coordenação de comportamento entre os seres vivos por meio dos acoplamentos estruturais e não uma simples transmissão de informações. A linguagem surge como uma comunicação da comunicação, isto é, uma coordenação da coordenação de comportamento e não um fenômeno que ocorre no cérebro. As distinções linguísticas não são isoladas, existem na rede de acoplamentos que continuamente é tecida e o significado surge como um padrão de relações entre essas distinções linguísticas. Isto é, no mesmo momento em que as palavras e objetos são criados e tornam-se base de outras coordenações que geram uma série de níveis recursivos de comunicação linguística, emerge o processo de observação.

Os seres humanos partilham um mundo de abstrações, de linguagens e de pensamento por meio do qual criam, juntos, um mundo. A capacidade de reter imagens mentais de objetos imateriais e acontecimentos é o que habilita o ser humano a criar possíveis cenários futuros e poder escolher entre alternativas. A autopercepção surge quando a noção de um objeto ou conceito abstrato é associada à descrição de si mesmo. O domínio linguístico dos seres humanos se expandiu de modo a incluir a reflexão e a consciência. Este processo de desenvolvimento de um mundo interior e da consciência não se explica somente em termos físico, químico, biológico e psicológico de um organismo isolado. Só se compreende a consciência humana por meio da linguagem e do contexto social no qual ela se desenvolve. A consciência humana é um fenômeno biológico e social. A linguagem surgiu a partir da gesticulação e evoluiu juntamente com a elaboração de utensílios ou forma mais simples de tecnologia. Isto torna a tecnologia um aspecto essencial da natureza humana e inseparável da evolução própria da linguagem e da consciência. Foi este processo que permitiu, além da troca de ideias, o surgimento de atividades cooperativas e o desenvolvimento de famílias, comunidades e tribos. Isto é, permitiu o desenvolvimento do mundo social, da cultura e dos relacionamentos organizados.

O mundo interior dos conceitos, ideias, imagens e símbolos constituem uma dimensão essencial da realidade, é o caráter mental dos fenômenos sociais.

A auto-organização pode ser aplicada ao domínio social se acrescentarmos o domínio do significado aos domínios padrão, estrutura e processo observados nos sistemas vivos. Significado é uma expressão sintética da multiplicidade de características inter-relacionadas do mundo interior e da consciência reflexiva. Uma vez que os sistemas sociais envolvem seres humanos, linguagem, consciência e cultura também são sistemas cognitivos. Neste sentido, a cultura (estrutura) é criada e sustentada por uma rede (padrão) de comunicações (processo) na qual se gera um significado. De acordo com Capra (2006b) Luhman considera a comunicação um modo particular de reprodução autopoietica.

A rede social de comunicações também é não linear de maneira que os conceitos desenvolvidos pela teoria da complexidade de realimentação, recursividade/emergência também podem ser aplicados embora não se deva transferir para este domínio a compreensão da estrutura material das redes biológicas. As comunicações, as quais não podem existir fora da rede, são produzidas e reproduzidas de modo recorrente e/ou recursivo, produzindo um sistema de crenças, explicações e valores cujo fluxo é continuado por novas comunicações. Por meio de um contexto comum de significado cada indivíduo gera sua identidade com seu próprio limite, o qual não é um limite físico, mas de pressupostos e crenças continuamente renegociados pela rede. Os elos e limitações dos sistemas sociais consistem nos símbolos, nas relações de poder, etc.

Assim, o padrão dos sistemas sociais é o da auto-geração. Semelhante à rede metabólica de uma célula, o padrão de um sistema social também se corporifica em estruturas materiais que fazem parte da estrutura do sistema e na produção de bens e artefatos materiais que são intercambiados. Estas estruturas são criadas intencionalmente e corporificam um determinado significado que pode abranger várias características inter-relacionadas. Nada tem sentido em si mesmo, o próprio significado está sempre relacionado a um contexto.

O significado pode constituir-se em uma atividade puramente intelectual ou relacionar-se com um contexto de experiência direta cuja significação adquire uma dimensão emocional e pessoal. O ser humano é capaz de atividades involuntárias e inconscientes, como o funcionamento do próprio organismo e de ações voluntárias e intencionais. Buscamos significado no mundo exterior e interior para que a ação humana possa ser intencional. Semelhante aos sistemas vivos biológicos, os sistemas sociais são autônomos, mas não são absolutamente livres, também sofrem influência de forças exteriores. Em nível humano, a autonomia relaciona-se à consciência e à liberdade de agir em acordo com nosso mundo interior determinado por nossas experiências passadas e hereditariedade. Isto acontece porque uma parte significativa de nossos pensamentos é inconsciente e opera em nível inacessível para a atenção consciente normal. É um inconsciente cognitivo, inclui todas as operações cognitivas automáticas e todas as crenças e conhecimentos tácitos. Apesar de podermos não ter consciência deste processo, o inconsciente cognitivo molda e estrutura todo nosso pensamento consciente. Por isto, esta autonomia não significa total independência. Existem limites não necessariamente físicos, constituídos de significado e existindo no mundo mental que não tem as propriedades topológicas do espaço físico. Isto porque a capacidade do ser humano de afirmar suas preferências e escolhas geram conflitos de interesses e o poder é o meio pelo qual estes problemas são equacionados.

Os sistemas sociais produzem estruturas materiais e imateriais por meio de um processo de comunicação que gera um corpo comum de significados, regras e conhecimentos. Estas regras de comportamento são chamadas de estruturas sociais e facilitam a tomada de decisões e as relações de poder. No domínio social o conceito de organização adquire um significado complementar, tornando-se um padrão que trata especificamente da distribuição de poder.

Desde a antiguidade a escolha de lideranças nas comunidades relacionava-se com o reconhecimento da sabedoria e experiência consideradas fundamentais para ação coletiva. Isto significava que a verdadeira autoridade conferia poder de ação aos demais. Este processo não é bem sucedido automaticamente, pode acontecer do poder de comando ser repassado para alguém que, ao invés de capacitar os outros, dedica-se à afirmação de seus

próprios interesses ou de interesses de algum grupo em particular. Esta possibilidade indica a existência de um processo recursivo de cognição em nível individual e em nível social.

As estruturas imateriais de significação são chamadas de estruturas semânticas e interagem continuamente com as estruturas neurais e biológicas dos organismos. De alguma forma corporificam-se no cérebro dos indivíduos ou podem ser somatizados em algum outro órgão.

Enfim, as relações de poder definem autoridades por consenso segundo regras de conduta específicas de cada cultura e podem conferir vantagem evolutiva para a comunidade.

2.2.3 Teoria da complexidade

No momento em que as ciências humanas se moldam segundo um esquema mecanicista, estatístico e causal, proveniente da física, é que a própria física se transforma radicalmente e levanta a questão da história e do acontecimento (MORIN, 2000a, p. 234).

É nesta perspectiva que Edgar Morin propõe a abordagem do pensamento complexo⁶³. Inicialmente complexo é o que não pode ser resumido em uma palavra-chave, não pode ser reduzido a uma lei nem a uma ideia simples. O termo carrega consigo a noção de confusão, complicação, incerteza, desordem... Mas, o real é complexo no sentido ontológico. Sua complexidade advém do crescimento do número de variáveis e interações não lineares entre elas. É preciso que o conhecimento dialogue com este real sem simplificá-lo.

Nesta perspectiva, as leis da natureza dizem respeito às leis da interação e a ciência tem como propósito estabelecer um diálogo entre o todo e as partes⁶⁴.

Os sistemas complexos se diferenciam dos sistemas complicados porque o todo não se resume à soma das partes na medida em que possuem propriedades emergentes das interações entre as mesmas. É possível realizar distinções, e não separações, as quais devem ser sempre contextualizadas no interior da rede de interações. Isto é, o ser não se dissolve na rede.

O conhecimento de um sistema complexo baseia-se num tipo de inteligibilidade circular. O sistema possui uma dupla identidade, pois as partes não se confundem com o todo. Este é uma macrounidade, onde a diversidade organiza a unidade que organiza a diversidade. É *unitas multiplex*.

Em consonância com a física quântica, o conhecimento dos sistemas complexos

⁶³ Coletânea "la Methode" .

⁶⁴ Um sistema é constituído da totalidade das interações das partes com o todo e do todo com as partes. O todo é um dinamismo organizacional.

depende sempre da perspectiva na qual ele é realizado. O contexto no qual este conhecimento é relevante é dinâmico e conseqüentemente seu conhecimento é sempre provisório.

O fato do conhecimento dos sistemas complexos não ser possível pelo procedimento da separação/fragmentação de suas partes nega que seu conhecimento seja percebido como um fato de significação própria/objetiva.

O conhecimento se inscreve em uma rede dinâmica de interações, uma rede desprovida de limites precisos. De outra parte, esta perspectiva priva igualmente o conhecimento de sua natureza puramente subjetiva, principalmente porque não podemos conceber o sujeito como anterior à rede de conhecimento, mas concebido no interior desta rede (tradução livre de PENA-VEGA, 2009, p. 51).

Isto significa que não existe conhecimento sem sistema e vice-versa⁶⁵. Existe uma relação recursiva entre eles e esta relação está inscrita em um tempo e um espaço. Neste sentido, no qual o conhecimento não se limita a ser um fato objetivo, existe sempre uma dimensão normativa no seio do conhecimento, a qual sendo explicitada é mais defensável do que a falsa objetividade.

É nesta perspectiva, relacionada ao núcleo lógico da complexidade, que se inscreve a complexidade epistemológica. Esta complexidade é uma função de nossa compreensão e não o sistema em si. A esta dimensão se relacionam os conceitos de contradição, incerteza, complementaridade e indecidibilidade.

A perspectiva da complexidade ontológica relaciona-se ao núcleo empírico da abordagem complexa, cujas noções básicas são: desordem, eventualidades, acaso.

As interações que fundamentam o real nem sempre são previsíveis e passíveis de determinação. O real é incerto e contraditório, ao mesmo tempo singular e plural. É inegável a presença do acaso⁶⁶ e da desordem⁶⁷. Percebe-se que a totalidade é insuficiente, incerta, conflituosa.

A insuficiência de conhecimento não significa que não devemos agir, mas que devemos agir com modéstia. Toda decisão deve ser resultado de uma cuidadosa reflexão (esta é a razão pela qual temos sempre necessidade da filosofia) e desdobra-se no tempo, nem muito rápido e nem muito lentamente (tradução livre de PENA-VEGA, 2009, p. 53).

Pensar de forma complexa inclui realizar um diálogo entre ordem e desordem, inclui pensá-las conjuntamente. Assim, podemos intuir que as interações da ordem e desordem

⁶⁵ O objeto do conhecimento é a fenomenologia e não a realidade ontológica (MORIN, 2000, p. 205).

⁶⁶ O que não pode ser estimulado por nenhum mecanismo e nem deduzido por nenhum formalismo.

⁶⁷ A desordem comporta três níveis: o nível dos fenômenos, percebidos como irregulares, instáveis; o nível do acaso e da eventualidade e o nível do obscurantismo, percebido como o que não possui princípios, irracional, incontrolável e indeterminado. Desta forma, desordem é mais do que acaso.

produzem uma organização. Além disto, ordem e desordem são inseparáveis e se manifestam em categorias diferentes.

Em nível dos indivíduos acontece eventualidade, desordem, colisões. Em nível de população acontecem as regularidades, as probabilidades e as necessidades. Todavia, a ordem restaurada em nível estatístico não elimina a desordem e incerteza em nível individual e não se constitui no sentido de uma ordem ontológica e determinista. Trata-se de uma ordem de probabilidade. É neste sentido que as equações quânticas são deterministas em relação ao estado ou função de probabilidade de um sistema e indeterministas em relação ao comportamento individual de uma partícula.

O conceito *moriniano* de sistema não é atomístico e estático. Ele é um macroconceito constituído pelas noções de sistema, interações e organização. O conjunto das interações entre as partes, as partes e o todo e o todo e as partes constituem a organização. Isto é, é um conceito que reconhece o papel retroativo e recursivo das propriedades emergentes. “O sistema não é uma palavra chave para a totalidade; é uma palavra-raiz para a complexidade” (MORIN, 2000, p. 274).

O anelamento dinâmico em circuito das interações de uma organização é pensado por meio dos seguintes princípios do pensamento complexo:

- Princípio da Reintrodução – Restaura a noção de sujeito na medida em que considera que todo conhecimento é uma reconstrução por um espírito numa certa cultura e num determinado tempo.

- Princípio sistêmico – Não se pode conhecer o todo sem conhecer as partes, assim como não se pode conhecer as partes sem conhecer o todo. Isto é, a organização do todo faz surgir qualidade ou propriedades novas em relação às partes consideradas isoladamente.

- Princípio da retroatividade – Os processos, naturais, sociais, políticos, econômicos e psicológicos devem ser entendidos retroativamente e não linearmente. Este princípio confere regulação e autonomia aos subsistemas.

- Princípio da recursividade – os subsistemas além de auto-regulados podem ser auto-organizados. Isto é, os produtos e os efeitos são produtores e causadores do que os produz. Os indivíduos produzem a sociedade através de suas interações e a sociedade, enquanto todo emergente, produz a humanidade desses indivíduos conferindo-lhes linguagem e cultura.

- Princípio da autonomia/dependência ou auto-eco-organização – Os subsistemas são autônomos em sua regulação, mas são dependentes de fluxos externos de energia, informações, cultura, etc.

- Princípio dialógico – Une dois princípios ou conceitos tidos como antagônicos que são indissociáveis em uma realidade. O indivíduo é separado e autônomo. Faz parte de

duas continuidades inseparáveis, a espécie e a sociedade. Na consideração do indivíduo a espécie e a sociedade não aparecem e na consideração da sociedade e da espécie o indivíduo não aparece. É preciso ver as duas realidades de forma dialógica.

O que disse, da ordem e da desordem, pode ser concebido em termos dialógicos. A ordem e a desordem são dois inimigos: uma suprime a outra, mas ao mesmo tempo, em certos casos, colaboram e produzem organização e complexidade. O princípio dialógico permite-nos manter a dualidade no seio da unidade (MORIN, 2007, p. 74).

- Princípio Hologramático – Cada parte contém a quase totalidade do todo. A sociedade tem quase sua totalidade manifesta nos indivíduos através da linguagem, da cultura e das normas.

A complexidade sistêmica é diretamente proporcional ao número e diversidade de elementos e indiretamente proporcional à característica determinista das interações entre as partes.

Quando a existência e a diversidade do sistema são inseparáveis das interações com o meio externo (sistemas abertos) alcança-se um nível mais elevado de complexidade.

O nível superior de complexidade é encontrado nos sistemas auto-organizadores, os quais toleram uma faixa de desordem e possuem generatividade. Os sistemas complexos auto-organizadores possuem característica evolutiva propiciada por sua capacidade de adaptação às suas contradições internas e aos acontecimentos externos.

A sociedade vista como um sistema complexo implica no fato de que sua evolução não é apenas física, mas psicossociocultural. Nos sistemas sociais os acontecimentos multiplicam-se e são capazes de modificar o curso da história.

Donde o papel crucial do acontecimento na história: enquanto a sobrevivência de uma espécie não depende de um ou mais combates duvidosos, a sorte de uma sociedade pode depender de alguns acontecimentos felizes ou infelizes, sobretudo guerras, cujos desenrolar e resultado comportam sempre, salvo em caso de desigualdade esmagadora na relação de forças, componente aleatório (MORIN, 2000a, p. 243).

Além disto, a evolução das sociedades é marcada pela acumulação de conhecimento, o que recursivamente também modifica o sistema social.

O ser humano é um ser bio-cultural por ser produto de um processo evolutivo de hominização. Um processo morfogênico, generativo e relacional em que intervêm de maneira recursiva os níveis biológico/cerebral/individual/social/cultural/ecológico. A evolução biológica do homem, que desemboca na constituição do grande cérebro sapiencial, é impensável se não compreendermos que a cultura foi fundamental neste processo. E mais: um cérebro sem a informação cultural não seria nada, e de nada serviria, seria apenas um órgão biológico. O cérebro humano deve ser considerado um sistema bio-cultural. Um sistema em que a auto-organização biológica é possível graças a que a informação cultural

produzida pelas interações sociais entre indivíduos age como estímulo, permitindo ao cérebro criar complexas inter-relações internas. E temos que entender ao mesmo tempo em que a sociedade hominídea vai se tornando cada vez mais complexa pelo fato de o cérebro adquirir capacidades cada vez maiores. Complexidade sociocultural e complexidade biocerebral estão juntas. O cérebro, sem dúvida, é também um órgão social (ROGER, 1999, p. 98).

Estamos no momento histórico em que a evolução está estreitamente relacionada ao processo de conhecimento. Todavia, este processo é uma construção social. Esta construção social é intencional e circunscreve-se na dimensão criadora do ser humano.

De uma maneira bem simples podemos constatar que a evolução, enquanto um processo de busca intencional é uma necessidade da espécie humana. Na maioria das espécies animais a evolução se dá pela genética, pela seleção natural e de forma instintiva. Os animais praticamente nascem sabendo proceder ou descobrem instintivamente todos os movimentos e práticas necessárias a sua sobrevivência enquanto indivíduos e enquanto espécie. No caso da espécie humana, isto precisa ser ensinado e apreendido de forma minimamente consciente. A espécie humana precisa pensar a sociedade para sobreviver, para distribuir os bens necessários à sobrevivência, etc. A organização social da espécie humana muda e se desenvolve de acordo com as necessidades, descobertas e valores da consciência⁶⁸ humana.

Todavia, se este processo de cognição cultural que afastou o homem da ordem estritamente biológica, caracterizada pela universalidade dos instintos, ampliou as possibilidades do conhecimento também ampliou as possibilidades do erro e trouxe a incerteza.

Não sendo o conhecimento um simples espelho, tem-se que as percepções são reconstruções mentais a partir dos sentidos sensoriais, da linguagem e do pensamento. Por isto, o conhecimento traz intrinsecamente junto às suas possibilidades o caminho do desvio, do erro e da ilusão.

Os determinantes econômicos, sociológicos etc. possuem uma relação instável e incerta com os acidentes/acontecimentos. Isto é, a incerteza não está nos determinantes e sim na interrelação. Para tratar as incertezas é preciso reconhecer os limites do conhecimento e identificar suas fontes.

Existem incertezas teóricas e empíricas. Incertezas na indução e indecidibilidades na dedução. Como destacado por Heisenberg existem incertezas relativas ao meio e relativas à natureza espiritual do conhecimento. A vida, a realidade, compreende espaços sem definições. É uma unidade aberta.

⁶⁸ Neste sentido, consciência transcende ao conhecimento formal e objetivo. Ele integra a relação entre o pensamento intuitivo e o pensamento racional.

A incerteza também está presente nas ações. A ação nasce numa escolha e também consiste numa aposta. Isto porque, toda ação entra numa rede de retroações e termina por ser por ela possuída, podendo ser o resultado diferente do pretendido. Daí a importância de lidar com a incerteza e com os limites do conhecimento e das ações.

As sociedades humanas, as contemporâneas principalmente, parecem ter-se desviado desse caminho da complexidade, porque portadoras de uma tecnosfera guiada pelo progressismo exacerbado, acabaram produzindo uma organização social inautêntica e não simbiótica que absolutiza a dominação da natureza e destrói a ecosfera, impedindo a autorregeneração do ecossistema como um todo (CARVALHO, 1999, p. 108).

Isto é, o progresso não é inevitável e incerto. A história não é linear, ela comporta desvios que decorrem de inovações ou criações internas ou de acontecimentos ou acidentes externos. “Conhecer e pensar não é chegar a uma verdade absolutamente certa, mas dialogar com a incerteza” (MORIN, 2001, p. 59).

Para entender as consequências das escolhas humanas Morin acredita que a ciência deve possuir um princípio que enraíze o homem no universo natural sem reduzi-lo a este universo. Ele defende a busca da unidade científica, na qual a física, a biologia e as ciências do homem deixem de serem entidades fechadas sem perder suas identidades.

A condição humana é mais bem compreendida por meio do macroconceito Indivíduo/Espécie/Sociedade, sem que nenhum seja colocado em primazia e sendo cada um dos termos simultaneamente meio e fim.

Da mesma forma podemos entender a condição econômica como sendo as interações e a organização resultante dos termos trocas/meio ambiente/sociedade. Neste sentido, o sistema econômico transcende ao mercado e este não é uma lei ou estrutura acima da sociedade, como preconizado pelos economistas neoclássicos.

2.2.4 Economia ecológica

Para a economia ecológica o sistema econômico é considerado um subsistema que troca matéria e energia com o meio ambiente. O processo econômico, assim como os processos naturais, é governado também pela Lei da Entropia, pois converte matéria e energia de um estado de baixa entropia para um estado de alta entropia. Isto é, trata-se de um processo irreversível. É desta lei fundamental que advém a escassez de recursos.

Nicholas Georgescu-Roegen destaca a importância da capacidade de suporte como primeiro critério para as decisões econômicas na medida em que associa o princípio físico da entropia nas ciências econômicas. Trata-se da aplicação da lei da entropia ao mundo natural material⁶⁹. Isto é, existe dissipação de matéria e não apenas de energia. Isto acontece porque a biosfera possui um ciclo de materiais fechado.

⁶⁹ Seria a 4ª lei da termodinâmica.

A constatação da natureza entrópica do sistema econômico, por Georgescu-Roegen, contraria a possibilidade de crescimento sem limites, pois vai de encontro à percepção de que a finitude dos recursos naturais será refutada historicamente pelo progresso técnico, o qual levaria à substituíbilidade infinita dos recursos. É importante ressaltar que Georgescu-Roegen não nega a importância do progresso técnico, apenas alerta para o fato de que este é imprevisível e que se coloca a impossibilidade da eliminação total dos aspectos entrópicos da extração, transformação e utilização dos elementos naturais minerais.

No modelo de Georgescu-Roegen qualquer processo material consiste em um fluxo de materiais que são transformados em outros elementos, por alguns fatores de fundo⁷⁰. Capital e trabalho são fatores de transformação (causa eficiente) e os recursos (causa material) são aquilo que será transformado. É possível que o progresso tecnológico permita a substituição de fatores de transformação entre si ou recursos entre si, mas a relação entre causa eficiente e causa material será sempre de complementaridade e não substituíbilidade (DALY, 1997).

Os recursos naturais constituem a essência do processo econômico e não algo semelhante a outro fator de produção qualquer, pois nenhum agente pode criar a base material sob a qual trabalha e nem o capital pode criar o material do qual é feito.

Em seu modelo Georgescu-Roegen reconhece que o processo produtivo está submetido às leis da termodinâmica e enfatiza que aquilo que é denominado produção é, na verdade, transformação de recursos naturais em produtos úteis e em resíduos sendo que esta capacidade de transformação de materiais não é infinita devido às limitações da segunda lei da termodinâmica .

A natureza está continuamente suprindo o processo produtivo de recursos naturais, matéria e energia de baixa entropia, que os transforma em produtos e resíduos de alta entropia. A função de produção deve incluir estes resíduos além dos recursos naturais como insumos, e ter uma representação matemática que não se baseie na substituição entre os fatores de fundo e fatores de fluxo.

Isto significa que a elevação da produtividade dos fatores está sujeita a limites físicos e estes limites relacionam-se ao estado da arte das tecnologias. Todavia, as tecnologias futuras também deverão estar conformadas pelas leis físicas da termodinâmica.

⁷⁰ Fatores de fundo são aqueles efetivamente utilizados, mas que não são consumidos no processo produtivo. Representam uma reserva de serviços ou usos que demanda uma duração de tempo determinada por sua estrutura física. Possuem capacidade de manter sua eficiência ao final do processo produtivo, isto é, tem a capacidade de realizar o mesmo trabalho como se nunca tivessem sido usados. Já os fatores de fluxo são consumidos no processo produtivo e podem ser consumidos em um único instante. A classificação do tipo de fator não é feita independentemente do processo produtivo do qual fará parte.

Toda atividade econômica é uma continuação da evolução biológica por meios exossomáticos⁷¹ e não apenas endossomáticos. Hermann Daly possui um argumento interessante sobre este ponto. Os meios exossomáticos são extensões dos endossomáticos. Por exemplo, o computador é uma extensão do cérebro. Porém, tanto os meios endossomáticos como os exossomáticos constituem-se em sistemas físicos abertos, que continuamente importam energia e matéria de baixa entropia e exportam de alta entropia. Isto é, os dois dependem do meio ambiente da mesma forma. Nesse sentido, o processo biofísico do desenvolvimento econômico é inseparável da história das técnicas e das civilizações, estando, todo este processo, imerso nas instituições. A técnica é um aspecto da cultura e faz parte da biologia do homem, mesmo que sua transmissão não seja realizada pelos genes, possuindo limites físicos, econômicos, biológicos, sociais, políticos e éticos.

Hermann Daly também se dedicou à desconstrução da ideia de crescimento e utilizou, como argumentos, os próprios princípios da teoria econômica⁷². Alguns dos quais detalharemos a seguir. O crescimento econômico medido pelo crescimento do produto nacional bruto seria a única variável que não estaria limitada pelo princípio de que os benefícios marginais deveriam igualar-se aos custos marginais. Trata-se da aplicação do princípio microeconômico da escala ótima à biosfera, considerando esta uma grande planta industrial. Isto porque, no pensamento econômico convencional, o sistema econômico seria um todo passível de crescer indefinidamente. A restrição é admitida apenas em nível micro, das partes, no qual o sistema de preços, sendo a medida da escassez relativa, garante uma alocação ótima, não existindo escassez absoluta. Além disso, considerando a atual distribuição de renda e riqueza, o objetivo de manter o desemprego no menor nível possível, exige altos investimentos líquidos de forma a compensar a concentração de poupança, o que significa mais crescimento, traduzindo-se em um ciclo vicioso, onde o tratamento prescreve sempre o aumento da dose medicamentosa. Historicamente comprovou-se que o crescimento não leva ao desenvolvimento, no sentido de que não distribui renda ou riqueza automaticamente⁷³. Todavia, pode-se atestar este fato com uma simples dedução teórica, pois o que cresce é o re-investimento do excedente e os benefícios deste re-investimento

⁷¹ As palavras endossomático e exossomático (escritas com dois ss) não existem na língua portuguesa; são de origem latino-espânica; mas adaptadas à terminologia de economia ecológica significam: endossomática seria o consumo de matéria e energia e o termo exossomático se refere ao consumo de matéria e energia no processo produtivo; endossomático (por ser um conceito de ecologia), em nível econômico, interage com a contribuição antrópica aos mecanismos de degradação ambiental e exossomático à degradação ambiental medido pelo processo de produção.

⁷² Mesmo reconhecendo que o sistema econômico é um sub-sistema da biosfera e que portanto está sujeito às restrições físicas representadas pelas leis da termodinâmica.

⁷³ "Crescimento é um substituto da equidade de renda". Enquanto existir crescimento existe a esperança, e isto faz das grandes diferenças de renda toleráveis... Temos crescido por algum tempo e ainda temos pobreza. Deveria ser óbvio que o que cresce é o excedente reinvestido, e que os benefícios do crescimento vão para os proprietários do excedente, os quais não são pobres (tradução livre de DALY, 1977, p. 103-104).

são apropriados por seus proprietários, o que possibilita a concentração ainda maior de renda e de riqueza.

A medida de crescimento dada pelo produto nacional bruto é uma medida do fluxo de bens produzidos a partir de um estoque de recursos naturais. Neste sentido, existe um ganho ideológico em se tratando do crescimento econômico enquanto fluxo, pois se retira a atenção da desigualdade de distribuição⁷⁴ dos estoques de recursos que em última instância é a fonte real de poder econômico⁷⁵.

Daly ainda pergunta: em que medida a contabilidade do crescimento é uma garantia de que exista crescimento? Isso porque os custos reais externos do crescimento são considerados como benefícios. Adicionalmente, os recursos naturais possuem uma pequena participação percentual no total do produto nacional bruto. Trata-se da subavaliação desses recursos, resultante do poder relativo das classes sociais no condicionamento do mercado. Os fatores capital e trabalho possuem representantes reconhecidos, enquanto os recursos naturais, na maioria das vezes, não. Na verdade, os recursos naturais são considerados bens livres. A estratégia de verticalização da produção por parte das empresas colaborou com esta subavaliação, pois apesar da elevação da escassez dos recursos naturais, o capital como um todo se valorizava.

Neste sentido, Daly sugere se pensar uma forma de reintroduzir a figura do Landlord, o qual defendia os rendimentos advindos da elevação da produtividade dos recursos naturais. A renda ou aluguel dos *landlords* é ganho sem realização de trabalho e, neste sentido, é ilegítima. Porém, ela consiste em uma precificação necessária e legítima dos recursos naturais, refletindo sua escassez e possibilitando um melhor uso destes⁷⁶.

Uma outra suposição, sobre a qual se ergueu a fé cega no crescimento, relaciona-se ao mito prometeico da tecnologia. Esta ganha concretude e passa a ser percebida como algo que cresce quantitativamente e exponencialmente (igual às necessidades). Além disso, é vista apenas como solucionadora de problemas e não como causadora de outros problemas, o que já foi questionado por Illich (1976). Nessa concretude, a tecnologia é percebida como um anticorpo para todos os males que possam ser produzidos pelo processo de desenvolvimento.

Muitas questões surgem dessa premissa. Uma primeira relaciona-se à confusão entre mudança técnica e substituição de fatores. Em curto prazo, os ganhos de produtividade só ocorrem com a elevação do fluxo de fatores, principalmente insumos e energia, já que a

⁷⁴ Distribuição neste sentido é diferente de alocação.

⁷⁵ "Relações de troca são mutuamente benéficas entre iguais. Troca entre poderosos e não poderosos é frequentemente apenas nominalmente voluntária e pode facilmente ser uma máscara para a exploração" (tradução livre de DALY, 1977, p. 54).

⁷⁶ "Frequentemente os preços pagos pelos indivíduos são uma subestimação dos custos sociais de oportunidade, então é verdade que muita coisa é comprada apenas porque os preços estão errados- muito baixos. Portanto algum crescimento do PIB é não econômico devido aos preços errados" (tradução livre de DALY, 2004, p. 259).

quantidade dos outros fatores é rígida. Todavia, esta produtividade aumenta de forma decrescente. Em longo prazo, a quantidade de todos os fatores pode variar. Supondo que exista mudança tecnológica em longo prazo, ainda assim as inovações serão primeiramente direcionadas à elevação da produtividade do capital e do trabalho, devido à correlação de forças no mercado, o que significa que a tecnologia não é neutra e nem sempre amplia a produtividade do fator limitante.

Além da suposição de que a tecnologia permite a elevação contínua (ilimitada) da produtividade dos recursos naturais, existe também a suposição de que ela permite a substituição ilimitada desses recursos. Todavia, se o produto nacional bruto pode crescer indefinidamente sem o aumento do fluxo de recursos naturais, os quais possuem produtividade e substituíbilidade ilimitada, porque a limitação do uso dos recursos naturais provoca tanta reação entre os adeptos do crescimento? Isso aponta para o fato de que esta falta de restrição é mascarada pela agregação das produtividades de todos os recursos naturais.

Como vimos, as limitações da teoria neoclássica em lidar com os problemas ambientais relacionam-se com as simplificações e pressupostos requeridos por atribuir prioridade à sua metodologia.

A economia ecológica, ao contrário, concede prioridade na definição de seu objeto de estudo e objetivos, e posteriormente discute a metodologia apropriada a estes.

A economia ecológica não constitui uma abordagem unificada dos problemas ambientais. Configura-se mais como um campo de análise. Todavia, existe um consenso de que o objetivo da economia ecológica é o estudo da interrelação entre os ecossistemas e as atividades econômicas objetivando responder à questão de como tornar esta inter-relação sustentável.

A escolha deste objetivo traz implicações metodológicas que não são encontradas na economia neoclássica. A reflexão proposta pela economia ecológica é interdisciplinar no sentido de requerer objeto de estudo e objetivos explicitamente interdisciplinares. Além disto, esta reflexão deve ser transdisciplinar, reconhecendo as inter-relações entre a ciência e a sociedade e, conseqüentemente, reconhecendo a importância do conhecimento tradicional e da dimensão ética.

A economia não pode ser vista em isolamento do meio ambiente de matéria e energia do qual depende de maneira crucial. Pode-se igualmente imaginar a economia (sistema econômico) como sustentado por uma pinça cujos braços correspondem a dois parâmetros – o ambiental e o ético. O parâmetro de meio ambiente mostra o que pode ser feito do ponto de vista biofísico. O parâmetro ético indica o que se é permitido moralmente fazer (CAVALCANTI, 2003, p. 155).

Isto é:

... ao invés de começar a análise com a questão da eficiência alocativa[...]e, a partir daí, procurar internalizar os custos ambientais e distributivos, os economistas ecológicos invertem a ordem das preocupações[...]Somente em um terceiro momento, após haver tomado decisões sociais relativas a uma escala ecologicamente sustentável e uma distribuição eticamente justa, estaremos nós em posição de permitir a realocação entre indivíduos através de mercados nos interesses da eficiência (MAY, 1992 *apud* DALY, 2003, p. 240).

Os parâmetros que orientam a justa distribuição são definidos socialmente. É um processo de escolha no qual as instituições e várias formas de organização da sociedade (Estado, mercado, etc.) de acordo com sua correlação de forças decide à luz da ética e de valores morais escolhidos.

Para Daly o poder econômico é uma consequência da concentração na distribuição dos estoques de recursos e não apenas da concentração de renda. É nesta perspectiva que ele questiona o crescimento do PIB – produto interno bruto como meio de se atingir a justa distribuição. Como assinalado no início do capítulo, com a distribuição de renda e riqueza atual, a qual foi construída historicamente por escolhas sociais, a busca pelo bem-estar social para todos exige altos investimentos líquidos para compensar as grandes poupanças possibilitadas pela concentração de renda inerente ao processo de crescimento, já que o que cresce é o re-investimento do excedente. Isto é, os benefícios vão para os proprietários dos estoques de riqueza. Neste sentido, a redistribuição de renda é limitada para se alcançar a justa distribuição. O mecanismo de mercado é falho na atribuição de recursos também devido à interferência da correlação de poder entre os proprietários dos recursos. É na distribuição dos estoques que se encontra a essência da questão.

Além disto, Daly (1977) define eficiência numa perspectiva econômico-ecológica a partir do que ele chama de fim e causa última do sistema econômico.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{serviço final}}{\text{throughput}} = \frac{\text{serviço ganho}}{\text{estoque}} \times \frac{\text{estoque}}{\text{throughput}} = \frac{\text{serviço ganho}}{\text{serviço sacrificado}}$$

Para o autor, o foco do sistema econômico deve ser o de produzir meios⁷⁷ para a satisfação de necessidades que podem ser básicas ou relativas. Neste sentido, o principal objetivo da economia não deve ser a acumulação exponencial de coisas, mas sim a satisfação de necessidades. O estoque de bens é então uma magnitude intermediária que gera serviços e requer fluxos de matéria e energia para renovar-se. A atividade de manutenção e renovação desse estoque gera um custo inevitável ou serviços sacrificados – o *throughput* (que pode ser traduzido como transfluxo, ou resíduos decorrentes do processo

⁷⁷ Podem ser bens ou serviços.

de produção).

A renda da escassez⁷⁸ deve, portanto, ser inserida nestes custos/serviços sacrificados, apropriada e redistribuída a fim de garantir a elevação da utilidade total da sociedade. Isto significa que redistribuir um dólar de um indivíduo de alta renda que tem utilidade marginal baixa para um de baixa renda com utilidade marginal alta⁷⁹ contribui para elevação da eficiência total do sistema. Além disso, de acordo com o princípio democrático, a utilidade de todos deve contar igualmente, como o fim último da atividade econômica é a satisfação de necessidades, é preciso ter em conta quais necessidades estão sendo atendidas, se são necessidades supérfluas ou básicas.

Essa diferenciação é importante porque necessidade, assim como escassez, é um conceito que tem uma dimensão absoluta e outra relativa. As necessidades absolutas são aquelas sentidas seja qual for a situação do outro. A necessidade relativa relaciona-se ao desejo de superioridade em relação ao outro. Isso delimita a fronteira entre as necessidades que são saciáveis e as que não são. A teoria econômica tradicional não reconhece esta diferença, tratando todas as necessidades de um só modo, com o objetivo de não introduzir julgamentos de valor e ser considerada uma ciência positiva. A consequência é considerar todas as necessidades insaciáveis.

A eficiência distributiva implica não desperdiçar o poder de gerar serviços/utilidade dos fatores produtivos, não permitindo sua desigual distribuição de forma que necessidades triviais de uns tomem preferência sobre as necessidades básicas de outros e em garantir que os custos causados por agentes específicos sejam impostos a todos.

Daly propõe instituições sociais para viabilizar a proposição inverter a hierarquia de problemas a serem tratados pela sociedade e pela teoria econômica. São as dedicadas ao controle populacional, as dedicadas a manter constante o estoque de riqueza física e as relativas à distribuição.

As instituições relacionadas ao primeiro critério de observância da escala de produção ou capacidade de suporte indica que é preciso estar atento aos limites biofísicos do sistema. Neste sentido, ele advoga que o controle exercido deve ser físico na forma de cotas de depleção⁸⁰ e no controle populacional. Para ele, o ideal seria poder determinar um nível ótimo populacional e de artefatos físicos. Diante da impossibilidade histórica de definição precisa deste nível ótimo, ele argumenta que a busca de uma faixa estabilidade de acordo

⁷⁸ Renda da escassez tem origem na definição de renda como a sobre-remuneração devido à inelasticidade decorrente do caráter limitado de certos fatores de produção.

⁷⁹ Utilidade é a capacidade de satisfazer uma necessidade humana. Como necessidade está envolta em subjetividade a avaliação da utilidade de um bem também será subjetiva. Assim, um mesmo bem ou serviço terá diferentes utilidades e valores para indivíduos diferentes. A utilidade marginal é a utilidade proporcionada pela última unidade disponível do bem. À medida que um bem se escasseia, sua utilidade marginal aumenta. Isto é, ela mede necessidades ainda não satisfeitas.

⁸⁰ “Controle é exercido na forma de quotas físicas agregadas, condição, como argumentado no capítulo anterior, o controle de preços lida apenas com a escassez relativa e não pode limitar o crescimento da escassez absoluta” (tradução de DALY, 1977, p. 51).

com o estado das artes da ciência e do conhecimento é viável, mais importante e independente da questão da otimização⁸¹.

Além disto, é importante que seja proposto um instrumento que atue na depleção, e não apenas na poluição, impondo controle sobre transfluxo em nível microeconômico de forma a limitar o fluxo total e conseqüentemente o tamanho dos estoques mantido por este fluxo. Isto é, existe maior alavancagem intervindo no início do processo. Controlando a depleção também limita-se indiretamente a poluição. Neste sentido, as quotas de depleção, diferentemente de impostos, representam um controle direto e quantitativo sobre o recurso. “É a quantidade que afeta o ecossistema, não o preço⁸²” (DALY, 1984, p. 69). Os impostos atuam influenciando a demanda⁸³ representada em unidades monetárias e podem ser neutralizados pelo gasto destes impostos em nível agregado pelo governo ou mesmo pelos gastos em outros bens por parte dos indivíduos.

As instituições relacionadas ao segundo critério mais importante, o da justa distribuição, consiste no estabelecimento de um nível máximo de riqueza e renda e um nível mínimo de renda. Isto porque a distribuição de riqueza que deve ser o foco e não a distribuição do fluxo de renda. As teorias da produtividade marginal são explicações pertinentes ao fluxo, muitas vezes considerada uma justificativa, e não são suficientes para explicar ou justificar a distribuição de propriedade⁸⁴ ou mesmo da propriedade dos recursos produtivos.

Propriedade privada, em cada defesa que dela se faz, presumidamente significa garantir aos indivíduos os frutos de seu trabalho e diligência. A garantia a eles dada aos frutos do trabalho e diligência dos outros a eles transmitidas sem nenhum mérito ou esforço deles próprios, não faz parte da instituição, mas é uma mera consequência acidental. Esta transmissão, quando atinge certo estágio, não promove, mas conflita com os fins que dão legitimidade à propriedade privada (DALY, 1984, p. 54 *apud* MILL, 881).

Esta argumentação é baseada no pensamento de John Locke⁸⁵ e não se trata da defesa de grandes corporações como propalado nos dias de hoje⁸⁶.

Neste sentido:

⁸¹ “A questão primordial permanece parar o ímpeto do crescimento e aprender a estabilizar a economia historicamente para as condições inicialmente dadas. Estas condições podem estar longe do ótimo. Manter os níveis existentes requer tecnologias onerosas e um curto período de vida do sistema. Mas não podemos reverter a direção sem primeiro vir a parar” (tradução livre de DALY, 1977, p. 52).

⁸² Isto é, o controle deve ser feito sobre recursos e não sobre mercadorias.

⁸³ No sentido de reduzi-la.

⁸⁴ Aqui vale ressaltar que a propriedade de alguns bens de consumo que ficam ociosos ou não rendem continuamente os serviços que potencialmente possuem, como automóveis, também podem ser passíveis de limitação, pois além de poderem produzir serviços acima da capacidade de consumo do seu proprietário possuem outros efeitos maléficos à sociedade e ao meio ambiente.

⁸⁵ No Segundo Tratado sobre o Governo Civil publicada anonimamente em 1689.

⁸⁶ “Até aqui, então o homem tem aproveitado de coisas que a natureza providenciou. Ele as utiliza e agrega seu trabalho. Adiciona, pois, algo que é seu e por este meio as torna sua propriedade. Mas até onde Deus nos deu posses para gozá-las? Até o ponto onde cada um pode fazer uso delas para melhorar sua vida, antes que se gastem e tanto quanto pode ele, por seu trabalho, agregar propriedade. Qualquer coisa, além deste ponto é mais do que sua parte e pertence a outros” (DALY, 1984, p. 60 *apud* MacCLAUGHRY, 1974, p. 31).

... a propriedade implica controle pessoal e responsabilidade individual. Onde o dono putativo está distante do homem que toma as decisões sobre o uso da sua riqueza, este aspecto da responsabilidade individual e pessoal está ausente e esta riqueza se torna alguma coisa que menos que verdadeira propriedade. Propriedade é relacionada a necessidades humanas. Aquela que é acumulada além de um montante necessário para atender as necessidades humanas de seu dono e de sua família não é mais propriedade, mas é sobra de riqueza (DALY, 1984, p. 61 *apud* McCLAUGHRY, 1974, p. 32).

Este limite máximo foi definido como necessário antes mesmo da situação atual na qual o custo de oportunidade dos recursos naturais não são desprezíveis ou nulos. O alcance da capacidade de suporte e absorção de dejetos destes recursos tornam a existência destes limites um imperativo. Isto porque, a eficiência econômica requer apenas que um preço seja atribuído aos recursos ambientais e não diz nada sobre quem deve pagar este preço. Isto também significa um limite à economia de mercado que, assim como a propriedade, sem limites perdem sua base moral. As relações de trocas podem ser benéficas entre iguais, mas entre poderosos e fracos são voluntárias apenas nominalmente.

Se com a atual distribuição de riqueza, renda e poder, a produção é governada com motivação no lucro e resulta na fabricação de produtos superfluos, então alguma coisa está errada com a distribuição de riqueza e poder ou com o motivo do lucro, ou com ambos. Precisamos de algum princípio de distribuição de renda, independente e suplementar à cadeia renda via trabalho (DALY, 1984, p. 47).

Com este impedimento às grandes concentrações de renda e riqueza, a poupança de fato representaria a abstinência de consumo e não sobra de riqueza. Neste sentido, a parcela da população no limite superior de riqueza e renda dedicaria seu tempo livre não para acumular mais de sobra de riqueza, a qual seria confiscada, e sim a atividades lúdicas que não pressionassem a capacidade de suporte e resiliência do meio ambiente. Neste contexto, as oportunidades agregadoras de renda e riqueza poderiam ser direcionadas para os que ainda estão mais abaixo ou próximos do limite inferior.

A questão distributiva transcende apenas a distribuição de renda e riqueza monetária. A distribuição também deve ser ecológica, no sentido do acesso e da remuneração justa sobre a escassez dos recursos naturais que como vimos não pode ser resolvida pelo mecanismo de preço como propõe a teoria econômica convencional⁸⁷. A dimensão de uma justa distribuição ecológica coloca a necessidade de que nenhuma decisão sobre a produção seja tomada enquanto não se estabeleça um acordo ou norma habitual sobre

⁸⁷ “Estender a disciplina de mercado para essas áreas vitais da vida torna urgente o estabelecimento de condições institucionais de intercâmbio mutuamente benéfico, ou seja, limitar o grau de desigualdade na distribuição de renda e riqueza e limitar o tamanho e poder de monopólio das corporações” (tradução livre de DALY, 1977, p. 51).

como os recursos naturais serão apropriados e de como e onde será feita a destinação dos resíduos e conseqüentemente uma justa distribuição do passivo ambiental. Esta mudança no padrão dos preços certamente levaria a diferentes decisões de produção. Neste sentido, a economia ecológica não se compromete com o estabelecimento de um valor único e monetário, abarcando também avaliações físicas e sociais da contribuição da natureza por meio de diferentes processos de avaliação, inclusive avaliações multicriteriais nas quais a incomensurabilidade e a irredutibilidade entre distintas formas de valor são consideradas. É importante ressaltar que esta percepção foca a evolução das relações “metabólicas” entre o meio ambiente e os homens na produção e não apenas em momentos pontuais ou resultado final da produção. Estão relacionadas também com desigualdade das relações de poder, riqueza e renda, com o atendimento das necessidades das futuras gerações (justiça intergeracional), com a conservação das outras espécies (ALIER, 2007).

2.3 CALIDOSCÓPIO E REALIDADE PLURAL

Teorias científicas não são apenas reflexos de uma realidade objetiva, mas co-produto das estruturas do espírito humano e das condições socio-culturais. O paradigma não é o resultado da pesquisa, ele está no princípio da construção do conhecimento. Este não independe de seus instrumentos, principalmente dos instrumentos mentais que são os conceitos.

O calidoscópio representa uma metáfora para a compreensão do processo de interações concernentes às dimensões do meio ambiente, da sociedade e das relações de troca, tendo como referência ou ponto de partida uma integração de princípios da transdisciplinaridade, da teoria da cognição, da teoria da complexidade e da economia ecológica. É a proposta de um instrumento de observação que não seja simplesmente uma lente de aumento ou espelho de uma suposta realidade objetiva. É também a não aceitação de uma única teoria ou modelo alternativo, portador de uma nova totalidade para ser aplicada universalmente na sociedade (Figura 32)⁸⁸.

Da transdisciplinaridade destacamos a percepção de que a realidade não é homogênea, possuindo diferentes níveis, dimensões e referências. Da teoria da cognição destacamos o processo de aprendizagem social relacionado a um padrão imaterial de organização, que se incorpora em estruturas e que nos sistemas humanos adquirem significados e intencionalidades. Da teoria da complexidade destacamos o

⁸⁸ A representação estática do calidoscópio limita a percepção de que as diversas pedrinhas estão soltas no compartimento formado pelos espelhos. Isto é, não existe a centralidade de qualquer pedra, em nossa metáfora representadas pelas teorias e práticas de valoração que são dinamicamente articuladas pelos espelhos metodológicos da transdisciplinaridade, teoria da cognição, complexidade e economia ecológica.

uso de macroconceitos e seus princípios de anelamento dinâmico. Da economia ecológica destacamos a percepção de sistema aberto, processo entrópico e hierarquia de critérios para as decisões relacionadas à condição econômica. Estas referências científicas apresentam-se interdependentes e isto é claramente percebido pelo conceito de emergência que perpassa todas elas.

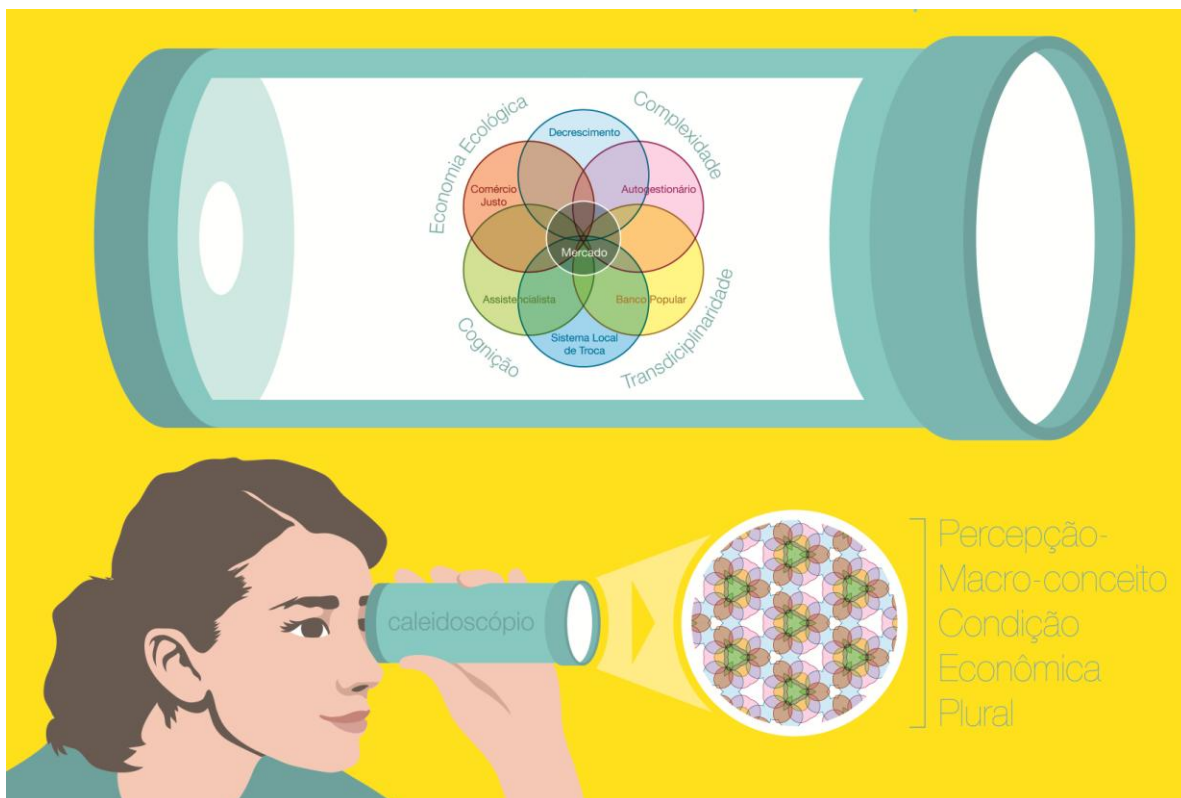


Figura 32 – Calidoscópio
Fonte: Elaboração própria

O conhecimento é uma construção social e multidimensional que engloba as qualidades emergentes do sujeito que não se reduz a interações físico-químicas. O sujeito na efetivação de suas qualidades possui uma dimensão artística e estratégica que não se reduz à contingência, afetividade e sentimentalidade.

O ser humano se caracteriza por uma multideterminação de fatores. Os fenômenos sociais são plurais, possuindo diferentes sistemas de referência que não operam redução de uns aos outros.

Na abordagem multireferencial, o conhecimento se realiza na relação intersubjetiva sujeito-objeto.

O pesquisador além de não dominar (no sentido de controle) seu objeto (em função da negatividade que lhe é inerente), ele está implicado com ele/nele... A idéia de implicação nos sugere que o processo de construção de conhecimento não se efetiva sob a égide exclusiva de uma determinada racionalidade. Pelo contrário, o conhecer se estabelece com base em vários outros planos: das motivações mais profundas do pesquisador, de seus

desejos (inconscientes?), de suas projeções pessoais, das suas identificações, de sua trajetória pessoal etc. Nesse sentido, podemos dizer que a relação entre sujeito e objeto propicia tanto o desvelamento do objeto como o desvelamento do sujeito (MARTINS, 2004, p. 92).

Intersubjetividade é a ratificação de que a produção do conhecimento implica na negociação entre múltiplas referências que compõem o conjunto das representações de cada indivíduo. Isto é, o conhecimento se produz a partir da diversidade subjacente nas relações.

A razão é um fenômeno evolutivo que não se apresenta de forma contínua e linear, mas se efetiva por meio de mutações e reorganizações. Trata-se de uma razão aberta, que não rejeita ou ignora, mas dialoga com o irracional ou com o que não é sistematizável e que pensa em conceitos sem dá-los por concluídos.

A percepção de cada indivíduo elabora-se com maior precisão dado a presença dos outros que aparecem como limite e possibilidade. Limite de quem efetivamente cada um é e possibilidade de vínculos e realizações. Nas ciências humanas várias perspectivas teóricas coexistem sem que seja necessária a abolição de outra. É a busca de uma articulação não homogeneizante de diferentes sistemas de referência como o psicológico, o social, o político, o econômico, o cultural, etc.

É nesta perspectiva que propomos deixar de pensar a palavra-chave econômico e pensar um macroconceito, condição econômica, como uma interação entre diferentes dimensões e sistemas de referência (Figura 33).

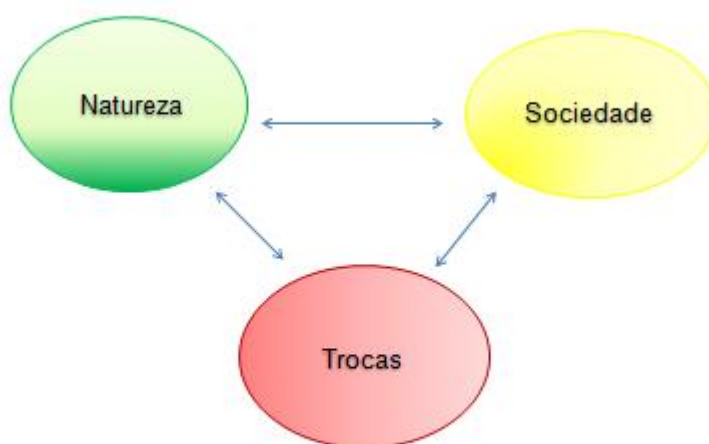


Figura 33 – Macroconceito Condição econômica
Fonte: Elaboração Própria

Neste sentido, pensamos que a condição econômica é intrinsecamente enraizada no

meio ambiente que é sua base física, é social pelo fato da produção atualmente ser especializada e não realizada por indivíduos isoladamente, exigindo a cooperação intencional de todos e, que envolve relações de trocas intencionais para o provisionamento e satisfação das necessidades dos indivíduos e da coletividade.

A condição econômica também pode ser percebida como constituição de vários sistemas e níveis de realidades relacionados a diferentes processos de aprendizagem e incorporação de estruturas de um padrão de organização.

O padrão de organização dos sistemas sociais foi identificado como o de redes de comunicação auto-geradoras. Neste sentido, pensamos que a condição econômica envolve redes comunicativas de produção e apropriação de riquezas em determinadas estruturas por meio de um processo de valoração intencional (Figura 34). Ressaltando-se que todo este processo é social, multinivelado e multidimensional. Neste sentido, é factível a existência de lógicas socioeconômicas distintas do princípio de mercado. Como existe o quantum, que se encontra em um nível de realidade no qual os contrários, onda e corpúsculo, são articulados, podemos inferir que a realidade social pode ter vários níveis nos quais podem se articular diversos tipos de relações sociais, baseadas em princípios de valoração e estruturas institucionais diferentes. Um exemplo é o modelo de Polanyi⁸⁹, no qual ele propõe uma sociedade plural composta por uma economia mercantil e por uma não monetária.



Figura 34 - Sistema Autopoiético Social Econômico
 Fonte: Elaboração própria

Outro modelo interessante é o das redes de colaboração solidária de Euclides Mance (1999). A colaboração solidária implica em relações entre pessoas unidas por interesses,

⁸⁹ Em seu livro “A grande transformação”.

com sentido moral de co-responsabilidade pelo bem viver de todos e de cada um em particular. Assim, a união é dada pelo significado ou valores gerados no processo de aprendizagem e incorporação em estruturas de um padrão de produção e apropriação do bem viver. Neste sentido, a condição econômica não visa ao bem estar, suas estruturas de produção, trocas e financiamento visam o bem viver (Figura 35)⁹⁰. Este é um conceito que compreende a satisfação dos indivíduos como um fenômeno social no sentido desenvolvido pela teoria da cognição de Santiago.

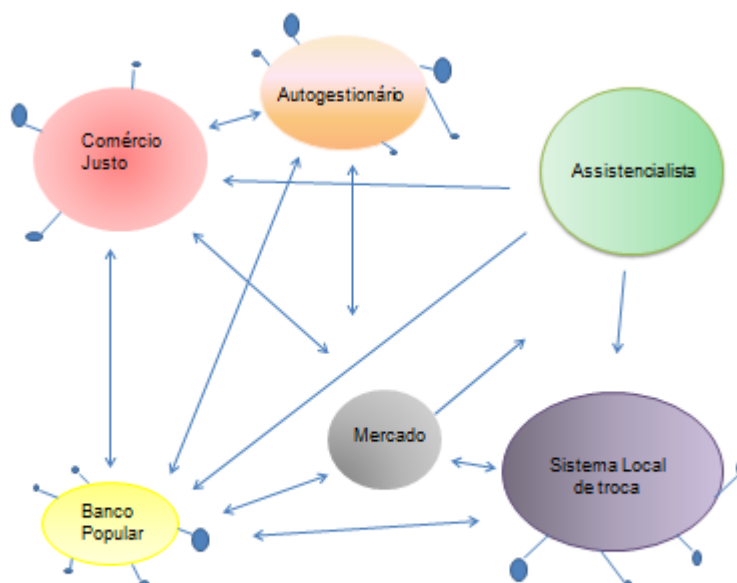


Figura 35 – Rede de Colaboração
Fonte: Elaboração Própria

Em consonância com o novo paradigma científico emergente a proposição denominada calidoscópico destaca a importância da intencionalidade e da escolha para todo este processo, dado que o significado ou conceito é abstraído de uma teia de relações. Todavia, o que se abstrai e o que não se abstrai nas ciências humanas é uma escolha cuja finalidade é distinguir e não isolar certos aspectos para proceder uma investigação. Assim, a realidade social é um conjunto de interações e transformações produzidas pela atividade humana intencional. Isto torna a escolha dos fatores relevantes o principal desafio de qualquer ciência.

Um modelo simplório compreendendo apenas poucas, mas bem escolhidas variáveis, pode ser mais assertivo como guia para a ação e investigação do que modelos sofisticados que não abstraíram os fatores mais relevantes para a problemática em questão⁹¹. Nenhuma

⁹⁰ A representação bidimensional das redes de colaboração solidária limita a percepção de que não existe centralidade de quaisquer princípios de valoração/organização das relações de produção e distribuição na condição econômica. Em uma perspectiva tri-dimensional os diversos princípios de valoração podem formar redes sem que exista a necessidade de participação da esfera mercantil /circulação simples.

⁹¹ A exemplo do modelo do planta das margaridas apresentado por Lovelock na teoria de Gaia.

ciência pode prescindir de conceitos dialéticos e mesmo normativos⁹². De modo geral, as respostas às perguntas em um novo paradigma não “são redutíveis a divergências lógicas ou concretas. Envolve uma *gestalt*, um elemento de fé, um comprometimento pessoal e envolvem valores” (DALY, 1984, p. 13).

Não existe lógica ou epistemologia independente da psicologia, independente de como funciona a mente humana. Assim, mesmo equações e operações simbólicas são criações humanas⁹³.

Georgescu-Roegen (1971) desenvolve uma interessante argumentação em seu livro “*The entropy law and the economic process*”. Ele destaca que os insetos sociais produzem por meio de uma divisão do trabalho determinada de forma endossomática. No caso dos humanos, a produção social é uma evolução exossomática. Na média todo homem nasce com constituição biológica para exercer qualquer função produtiva. Mas, diferentes dos insetos sociais, o homem não nasce com um código endossomático capaz de regular suas atividades biológicas e sociais. E tendo necessidade de um código para guiar sua complexa atividade social, ele mesmo o produz. É pela tradição que o homem compensa seu “defeito” nato⁹⁴, sua deficiência inata em relação aos insetos sociais. Um processo biológico transmite um código genético de geração a geração. A tradição não funciona da mesma forma para o que chamamos de instituições e valores. A evolução biológica é Darwiniana, não transmite características adquiridas. A tradição é Lamarkiana, transmite apenas os caracteres adquiridos, especialmente aqueles que provaram ser úteis à comunidade. Cada tradição tem sua lógica interna. É por isto que não se pode estabelecer uma matriz cultural viável por uma escolha arbitrária de seus elementos⁹⁵. As articulações entre os elementos de uma matriz cultural não são inflexíveis. É por esta flexibilidade que o homem adapta-se mais facilmente e mais rapidamente às mudanças evolucionárias resultantes de suas próprias invenções. Neste sentido, o processo econômico não é automático, sendo ordenado pela ação do homem. Esta ação ordenadora depende do conteúdo da mente humana talvez mais do que qualquer outra coisa. Neste sentido, existe uma falácia de que a máquina desenvolve o homem quando ocorre o inverso. Georgescu também argumenta que na física podemos confiar apenas no instrumento de medição porque não estamos dentro da matéria. E mesmo assim ainda deve existir um ser humano na outra ponta do instrumento para ler, comparar e analisar. Para ele a ideia de que o homem não pode ser confiável como um instrumento no

⁹² Mesmo a matemática, como demonstrou Godel, necessita de meta-axiomas, o que equivale a convenções ou normas, para conferir consistência a um sistema axiomático.

⁹³ Isto foi delineado quando descrevemos a teoria geral da relatividade, na qual a geometria euclidiana não corresponde à dimensão espaço-tempo.

⁹⁴ Sabemos bem que este suposto defeito confere aos seres humanos uma enorme capacidade de adaptação em relação aos outros seres vivos.

⁹⁵ Quando um cientista social fala em comportamento irracional, geralmente refere-se a critérios normativos e não à sua consistência. Isto porque um comportamento pode não ser racional de acordo com algum critério normativo e ainda assim ser consistente com seu próprio contexto normativo.

processo de conhecimento é mais incompreensível. Isto porque os físicos somente podem observar o comportamento da matéria. O cientista social tem um instrumento adicional. Ele pode sentir os fatos, recorrer à introspecção ou mesmo interrogar o próprio homem. O principal problema seria então entender como o homem pensa, como funciona sua mente. Apenas a mente de um homem ou de um conjunto de homens pode descobrir como a mente de outro homem funciona pela utilização da ponte provida pelas categorias mentais familiares e propensões em comum. Para ele, o homem pode não ser um instrumento preciso como um microscópio, mas ele é o único quem pode observar o que todos os instrumentos juntos não podem.

Neste sentido, deixa de ser relevante a suposição de que o indivíduo ou as instituições são a unidade básica de análise. A unidade básica para a condição econômica passa a ser o processo de aprendizagem/valoração na perspectiva da teoria da cognição ou as interrelações entre meio ambiente-sociedade e trocas como macroconceito na perspectiva da teoria da complexidade. Esta percepção está em harmonia com o princípio sistêmico de que a parte pode interferir na totalidade que apresenta-se com emergências. Isto significa que o indivíduo não se dissolve nas instituições. A oposição entre indivíduo e instituição é superada pela percepção de rede.

De acordo com Capra (2002), as organizações humanas possuem uma natureza dual porque possuem objetivos específicos (natureza jurídica, econômica, etc.) e consistem em interações entre pessoas para construir relacionamentos (comunidade de pessoas). O processo de mudança natural das interações sociais são diferentes das mudanças organizacionais formais. O primeiro tipo de mudança relaciona-se à formação de comunidades informais auto-geradoras no interior das instituições e o segundo relaciona-se à estrutura formal ligada por linhas claras de comunicação, coordenação e controle. Isto implica que existem mudanças que podem ser projetadas e outras que não podem ser projetadas.

Podem existir diferentes tipos de comunidades, assim como existem diferentes tipos de redes sociais. Uma comunidade informal é caracterizada pela existência de um compromisso mútuo por meio de um empreendimento comum orientado por um corpo de conhecimento comum a todos. O compromisso refere-se à dinâmica ou padrão da rede, o empreendimento conjunto refere-se aos objetivos e significados e o corpo comum à coordenação de comportamentos e regras tácitas.

É por meio das comunidades informais das instituições, as quais podem ser imperceptíveis, que o indivíduo pode interferir na totalidade da organização. Estas comunidades são uma rede fluida de comunicações que viabiliza a participação não verbal/formal no empreendimento comum no qual permutam-se habilidades e gera-se um conhecimento tácito. As políticas e procedimentos formais da instituição são filtradas e

modificadas pela criatividade destas comunidades. O aparecimento de novos indivíduos pode levar a rede a reconfigurar-se. É o inconsciente cognitivo das pessoas da rede que definirá se a mensagem do novo indivíduo possui significado com capacidade de influenciar o comportamento da rede. Esta influência possui a característica de ser intuitiva e não instrucional e pode acarretar em mudanças significativas nas relações de poder de forma a tornar as relações de cooperação mais importantes do que as relações de domínio.

Todo este processo tem início na aprendizagem/experiência individual relacionada ao conhecimento tácito, mas só se torna efetivo pela sua amplificação e expansão social. Assim, um comentário individual pode fornecer um *insight* para os participantes da rede, que partilham naturalmente seus conhecimentos entre si, e provocar a emergência de um novo comportamento e significado para a rede. Este processo de criatividade coletiva é não linear e envolve múltiplos anéis de realimentação. É importante perceber que não se pode transferir as soluções emergentes de uma rede. É possível reproduzir a nova estrutura que operará sem o conhecimento tácito e contexto de significados a partir do qual ela foi gerada.

Se a mudança das estruturas parece possuir um caráter de espontaneidade, no estágio de desenvolvimento no qual se encontra a humanidade, uma mudança efetiva do padrão só pode ser realizada intencionalmente. Na perspectiva da condição econômica, trata-se de uma escolha consciente de novos significados, de novos princípios e novos valores que poderão orientar a produção e distribuição do bem viver.

CAPÍTULO 3 - CRÍTICA E PROPOSIÇÕES ÀS NOÇÕES DE ECONOMIA, VALOR, RIQUEZA E ESCASSEZ NA ÓTICA DO CALIDOSCÓPIO

A percepção de que as “unidades” de análise referem-se, no atual nível de conhecimento, às relações das partes com o todo, das partes entre si e do todo com as partes é importante para se compreender as limitações das teorias econômicas que se baseiam no individualismo metodológico e no mecanicismo.

Com a crença de que só existe um método científico ao qual os objetos de estudo devem ser adequados, a ciência econômica prioriza uma postura atomista com variados graus de intensidade do esforço de explicar a sociedade pelo comportamento do indivíduo, utilizando-se da axiomatização de sua racionalidade.

Pelos princípios da proposição calidoscópica pode-se argumentar que qualquer intensidade ou tipo de individualismo metodológico proposto é incapaz de apreender as relações sistêmicas que referem-se à percepção do que é social.

Contudo, escolhemos a abordagem de Lionel Robbins da teoria do valor⁹⁶ por esta já incorporar algumas críticas que consideramos, mesmo discordando dos argumentos utilizados, pertinentes à teoria do valor neoclássica, como por exemplo ao papel do hedonismo e do racionalismo construtivista.

3.1 SÍNTESE DA TEORIA DO VALOR EM LIONNEL ROBBINS E SIGNIFICADO DE ECONOMIA

Em seu texto clássico *“An essay on the Nature and Significance of Economic Science”* (1945), Lionel Robbins objetivou estabelecer uma definição universal do que se trata ciência econômica.

Partindo de algumas definições já existentes que afirmavam ser o objetivo da economia explicar as causas materiais da qual dependem o bem-estar humano ou estudar as ações do homem no ordinário negócio da vida, Robbins desenvolve a definição de que a economia é a ciência que estuda o comportamento humano como uma relação entre fins e meios escassos que possuem usos alternativos. Em sua argumentação, a economia se dedica ao estudo do comportamento humano especificamente diante da escassez de meios para satisfazer diferentes necessidades sem expressar juízos de valor sobre estas. Riqueza não é definida por sua substância, mas por sua escassez e valoração no mercado. Esta valoração não é uma proposição normativa da ciência econômica, ela é a expressão das importâncias relativas dos fins ou mesmo uma ordenação das preferências dos indivíduos.

⁹⁶ O objetivo não é discutir a teoria do valor em si e sim os pressupostos utilizados na elaboração da mesma. Por isto não faremos a discussão sobre a teoria do valor utilidade e da escola marginalista.

Assim, o valor expressa uma relação e não uma medida.

De acordo com a argumentação de Robbins é a escassez e a existência de um custo de oportunidade que define um bem como econômico. Esta escassez e este custo de oportunidade referem-se à relação do indivíduo com os meios/bens em questão e relaciona-se de forma subsidiária com as relações de troca. Neste sentido, a concepção de bem econômico é formal, pois não existem qualidades tomadas fora de suas relações com os indivíduos que possam tornar um bem econômico. A relação do indivíduo com o bem é a mesma fora da economia de mercado e as generalizações da teoria do valor também são aplicáveis ao comportamento de um homem isolado⁹⁷ ou a um executivo centralizador de uma sociedade comunista.

Para Robbins a teoria econômica, como todas as outras teorias, parte de postulados, os quais não necessitam ser demonstrados para estabelecer sua validade. A partir destes fazem-se deduções e acrescentam-se novas hipóteses subsidiárias para tornar o modelo mais próximo da realidade. A intenção não é fomentar a crença de que o mundo real corresponde às suas representações em modelos, mas possibilitar o estudo, em isolamento, das interações que ocorrem no mundo real e depois por contraste ou comparação aplicar o conhecimento adquirido em situações reais mais complicadas. São estas hipóteses suplementares que levam à visão de que as leis econômicas são histórico-relativas. Todavia, esclarece Robbins, mesmo sendo a validade de uma teoria relacionada à consistência da derivação lógica das hipóteses gerais, sua aplicabilidade a uma dada situação depende da extensão para a qual seus conceitos refletem as forças operando naquele contexto. Neste sentido, a teoria econômica estuda a forma e a história econômica trata da substância.

Nesta perspectiva, as proposições mais fundamentais da análise econômica são as relacionadas à teoria geral do valor e aos pressupostos envolvendo a experiência de como a escassez se expressa no mundo real. A teoria geral do valor é explicada pela operação das leis de escolha, as quais são mais bem percebidas contemplando o comportamento de um indivíduo isolado. A base é a hipótese de que diferentes meios necessários a um indivíduo possuem diferentes importâncias e que podem ser ordenadas. Esta ordenação pode ser expressa em variados graus de precisão, mas em última análise podem ser ordenadas simplesmente como experiências equivalentes, de maior e de menor importância. Para Robbins, esta noção de valoração relativa não está vinculada a doutrinas psicológicas particulares, como o hedonismo, embora alguns economistas o tenham feito. A valoração é um processo subjetivo e, portanto, não observável, nem suscetível de explicação científica.

⁹⁷ Robinson Crusoe - Modelo inspirado no livro *Robinson Crusoe*, de Daniel Defoe de 1719, cuja economia possui apenas um produtor, que produz apenas um bem e um consumidor.

Elas são, para os economistas, consideradas como dadas. Isto significa que embora este processo de valoração consista em julgamentos individuais de valor e, portanto internas aos indivíduos, não se faz necessário que seja objeto de juízo de valor por seus observadores. Os economistas podem explicar mudanças *ex-post* a alteração dos dados, mas não podem explicar a mudança dos próprios dados. Isto porque uma vez no estado de equilíbrio não se considera a possibilidade de vantagem de uma outra arbitragem interna dos indivíduos devido ao custo de oportunidade tornar-se maior do que a utilidade marginal.

Os preços de diferentes bens expressam sua escassez relativa ou ordenação das preferências em quantidade de dinheiro necessária para dar em troca por uma mercadoria. Isto é, os preços refletem uma ordenação ou graduação de vários bens e apenas possuem significado em relação a outros preços. Seu significado é uma relação entre uma quantidade de dinheiro e outras similares. As avaliações que o sistema de preços expressam não consistem em quantidades, são arranjos ordenados. Em outras palavras, entre dois bens X e Y, é possível determinar se X é preferido a Y, mas não o quanto X é preferido a Y. Observa-se que as proposições feitas não referem-se a nenhum bem ou qualidade específica. Elas são relativas a qualquer bem ou qualidade que seja considerada escassa.

Partindo deste pressuposto deriva-se a ideia de substitutibilidade entre diferentes meios de satisfação ou bens, bem como, a demanda de um bem em termos de outro. Fazendo-se outras hipóteses subsidiárias deriva-se o equilíbrio dos meios entre diferentes usos, o equilíbrio nas trocas e da formação de preços. Também são suposições desta argumentação que o dinheiro sirva apenas como meio de troca⁹⁸, não sendo um bem que faça parte da ordenação de preferências do indivíduo, e que somente mudanças nas técnicas produtivas podem alterar a escassez e conseqüentemente influenciar nas valorações relativas. Não existem mudanças autônomas ou psicológicas⁹⁹ que influenciem a escassez relativa e conseqüentemente a demanda¹⁰⁰.

Dados os pressupostos acima, a teoria geral do valor afirma que quanto mais se tem de um bem, a próxima unidade do mesmo vale menos do que a unidade anterior. Trata-se da lei da utilidade marginal decrescente¹⁰¹. Utilidade é percebida como satisfação ou bem-estar que o indivíduo obtém a partir do consumo de um bem. No entanto, a comparabilidade da valoração é da ordenação das preferências e não da satisfação em si. A satisfação é uma experiência subjetiva e individual para a qual não existe comparabilidade científica

⁹⁸ Na avaliação de Robbins, Smith descreveu o equilíbrio na distribuição de graduações particulares do trabalho em termos de tendência, para maximizar vantagens líquidas entre várias alternativas e não para maximizar ganhos monetários.

⁹⁹ Fatores psicológicos podem influenciar na escolha de quais serão os fins desejados pelo indivíduo, mas não alteram em nada a forma como esses fins se relacionam com os meios.

¹⁰⁰ Isto aufere um significado limitado à adição de preços ou rendas individuais na formação de agregados utilizados na teoria monetária dado que valorações como expressões de ordem de preferências em escala relativa não são suscetíveis de adição.

¹⁰¹ Observa-se que a utilidade marginal não é definida a partir de acréscimos na utilidade, mas sim a partir de acréscimos na quantidade de bens, assim as quantidades adicionais consumidas geram menos utilidade.

porque envolve um elemento de valoração convencional, o que é normativo. Robbins afirma que embora no cotidiano adote-se este procedimento para alcançar determinados fins, a comparação é realizada com uma diversidade de pressupostos relacionados a diferentes momentos e lugares, o que é uma evidência de sua natureza convencional (ROBBINS, 1945, p. 140). Neste sentido, Robbins apresenta reservas ao argumento de que quanto mais se tem renda real, menor é o valor de uma unidade adicional de renda real, o qual é usado como base para dizer que a utilidade marginal de um rico é menor do que a utilidade marginal de um pobre.

Da mesma forma defende que a noção de equilíbrio do sistema de preços não possui sentido ético que sirva como critério de justificação econômica. A teoria do equilíbrio apenas permite o entendimento de que como, dadas as valorações e os fatos legais/técnicos do ambiente, um sistema de relações sem tendência a variações pode ser concebido¹⁰². O fato de que a demanda é mais adequadamente satisfeita sob estas condições do que sob outras condições não prova que aquele grupo de condições seja desejável.

Além disso, existem certas limitações óbvias na possibilidade de formulação de fins em ofertas de preços. Robbins argumenta que para assegurar as condições nas quais o equilíbrio emerge é necessário um aparato legal, o qual não é capaz de ser suscitado por propostas de preços e que são essenciais para sua execução. Por exemplo, a imunidade para uma doença infecciosa não é um fim que pode ser totalmente alcançado por um indivíduo. A garantia de fins deste tipo envolve necessariamente o uso de fatores de produção de forma pouco compatível com a liberdade de escolha no gasto de recursos específicos. Todavia, o que a análise econômica pode fazer é apontar as implicações deste processo e não classificar estes fins coletivos como bons ou ruins.

3.2 CRÍTICA À PERCEPÇÃO ATOMÍSTICA E POSITIVISTA DE VALOR

A percepção de que valor é uma relação é interessante e pode ser incorporada em nossa percepção da condição econômica. Sendo o sistema econômico formado por redes de comunicações auto-geradoras que se corporificam em instituições por meio de um processo de valoração e geração de significados, torna-se necessário uma aproximação com o objetivo de distinguir o que exatamente se relaciona e como estas relações são afetadas.

Assim, como nas partículas subatômicas suas propriedades só podem ser compreendidas em termos de sua interação com o restante do mundo e a consciência humana só é compreendida por meio da linguagem e do contexto social no qual ela se

¹⁰² No equilíbrio existe liberdade de escolha, mas não se faz a mudança da escolha porque nas circunstâncias postuladas nenhuma outra escolha teria preferência.

desenvolve, o valor não deve ser definido nem a partir do indivíduo e nem a partir da sociedade/instituição. A proposição calidoscópica permite a compreensão da esfera social com uma totalidade inter-relacionada e não como simples agregação de unidades elementares. Isto significa que não existe um começo, existe atividade, processo, interação, na qual a parte e o todo são simultâneos e só se definem um em relação ao outro.

O valor pode ser compreendido como significado do processo de aprendizagem exosomática de sua sobrevivência pelo ser humano. Isto é, relaciona-se ao modo de apreensão e apropriação do meio ambiente para a produção e distribuição dos meios necessários à existência humana valendo-se de atividades de troca e não necessariamente comerciais.

Neste sentido, as relações que interessam para a compreensão do valor não se reduzem a uma relação de meios e fins dados ou da satisfação de um único indivíduo com os meios de satisfazê-la. As relações que interessam são as relações de organização/padrão de produção e distribuição destes meios, ou relações de troca. O que organiza as relações de troca é o processo de valoração e não o valor como um dado, como defendido por Robbins. O valor ou preferência de um indivíduo não é dado, não é algo que deve aceitar-se como imutável¹⁰³ ou inquestionável. É a expressão de um processo de escolha em nível individual e social simultaneamente do como, e o porque deste como, organizar a produção e distribuição. Assim, o que está internalizado no fenômeno valor são princípios éticos, portanto normativos, de como deve-se a sociedade humana organizar-se e desenvolver-se.

O desafio é conceber e realizar este processo de forma multidimensional e multireferencial diferentemente do mercado que realiza esta organização tendo como referência apenas a expressão monetária na esfera da distribuição.

Como vimos, o padrão de redes possibilita a multidimensionalidade e multireferencialidade no processo dado que pode ser incorporado em diversas estruturas e a partir de diversos princípios de organização. A busca desta percepção plural da realidade é importante para que todas as culturas e formas de organização social possam efetivar-se e constituir-se como diversidade e riqueza da civilização humana. É a existência desta diversidade que possibilita um certo grau de liberdade de escolha intencional para os indivíduos de acordo com a relação entre seu inconsciente cognitivo e desenvolvimento da autopercepção. Isto é, cada indivíduo poderá escolher do tipo de sociedade que quer participar e recursivamente produzi-la e ser produzido por ela. A participação em uma esfera social coordenada pelo mercado deixa de ser a única opção e passa a ser verdadeiramente uma escolha.

¹⁰³ Ou mutável apenas diante dos efeitos da tecnologia.

Todavia, no contexto da condição econômica, a produção e apropriação de bens necessários à reprodução da civilização humana não ignora sua base física e mesmo uma relação de alteridade com as outras espécies. Neste sentido, apesar de ser uma criação do espírito humano o valor só existe (se efetiva) na totalidade das interações entre as partes e o todo, das partes entre si e entre o todo e as partes. Isto é, só existe considerando a existência e a necessidade de preservação do meio ambiente. Neste sentido, podemos dizer que o valor intrínseco do meio ambiente é seu valor instrumental¹⁰⁴. Esta percepção é coerente com o princípio da recursividade, no qual o importante é a relação de causalidade circular entre produto e produtor. Considerando o atual nível de percepção e conhecimento, a separação entre valor intrínseco (valor objetivo, ontológico, valor de si, o qual pode ser descoberto, mas não gerado por outrem) e valor instrumental (valor possuído como meio para algo) deixa de fazer sentido.

3.2.1 Fetichismo e crematística

A teoria do valor apresentada por Robbins baseia-se em pressupostos que ignora mudanças endógenas na medida em que assume que apenas a tecnologia pode modificar a escassez. Isto significa que o indivíduo não muda suas preferências a medida que o modelo vai lançando mão de hipóteses subsidiárias utilizadas no cotidiano. O indivíduo e suas preferências assemelham-se a uma caixa preta ou ao argumento newtoniano de que o movimento pode ser descrito por uma mesma e única solução em qualquer momento, pois não é passível de interferências externas.

Um dos pressupostos mais questionáveis relaciona-se ao fato da moeda consistir apenas em um meio de troca, não sendo objeto de preferência por parte dos indivíduos. No entanto, o que observa-se na prática é que a ordenação de preferências expressa em unidades monetárias é subsumida em valores quantitativos e que a moeda não se limita a ser meio de troca, que ela mesma passa a ser um bem e que faz parte da ordenação de preferências. Isto é materializado pela existência de um mercado monetário.

As implicações da moeda como mercadoria transcendem à questão levantada pelo próprio Robbins da subsumição da utilidade marginal em termos monetários e de sua comparabilidade entre indivíduos.

A utilidade da moeda transcende ao seu papel de meio de troca de modo que ela passa a ser reserva de valor e constitui-se em um bem com mercado próprio. Podemos dizer que o valor subsumido em unidades monetárias torna-se um fetiche de modo que passa a ser percebida como algo com poderes ilimitados. Um exemplo disto são as

¹⁰⁴ Sobre esta discussão ver Amazonas (2009).

estimativas de custos de redução do aquecimento global. É como se o dinheiro pudesse automaticamente gerar tecnologia capaz de absorver gases do efeito estufa. Anteriormente já foi comentada a crença dos poderes ilimitados da tecnologia, o que também representa um fetiche.

A distinção realizada pelos gregos (como na política de Aristóteles) entre “oikonomia” (a arte do aprovisionamento material da casa familiar) e a “crematística” (o estudo da formação de preços de mercado, para ganhar dinheiro), entre a verdadeira riqueza e os valores de uso, por um lado, e valores de troca, de outro, é uma distinção que hoje nos soa irrelevante porque o aprovisionamento material parece dar-se, sobretudo, através de transações comerciais, existindo, portanto, uma aparente fusão entre a crematística e a “oikonomia” (ALIER, 2007, p. 53).

A arte do aprovisionamento material transcende à ação individual, seu caráter coletivo e social aprofundou-se com o processo de divisão do trabalho e especialização da produção. Na regulação pelo sistema de mercado, a atividade de aprovisionamento encontra-se em segundo plano em relação à formação de preços e a esfera da circulação da produção aparece como sendo o seu lócus. A função de reserva de valor da moeda passou a sobrepor-se às funções de instrumento de troca e unidade de conta para que a valorização monetária viabilizasse a acumulação produtiva e financeira.

O dinheiro é uma convenção social instituída historicamente. Dada a existência da renda da terra, imaginou-se e convencionou-se que o dinheiro teria, ele próprio, o poder de produzir receitas anuais como a terra. Além disto, como é impossível estocar fisicamente os requerimentos para a vida em médio e longo prazo, passou-se a converter o excedente presente em dívidas sobre receitas futuras. Para Frederik Soddy (1983), o erro fundamental da economia foi confundir riqueza, uma magnitude de dimensão física irreduzível, com dívida e dinheiro, convenções sociais de natureza matemática e imaginária. Diferentemente do que para ele é a riqueza real, a dívida e o dinheiro não se deterioram, não são consumidos no processo de viver e podem crescer de acordo com as leis matemáticas de juros compostos. A transformação de riqueza em dívida parece permitir um meio de esquivar-se das leis naturais da termodinâmica. Todavia, os princípios, a ética das leis e convenções sociais não podem ir de encontro às leis da termodinâmica por muito tempo.

Podemos dizer que o fetiche relaciona-se ao nível de percepção macroscópica da realidade que ignora que a mesma consiste em um processo contínuo de interatividade, ou nas palavras de Capra (2006a) de uma dança cósmica.

Neste sentido, a ausência de valoração da contribuição da natureza é uma consequência do fetiche. Como vimos anteriormente, a atribuição da geração do valor nos modelos do *mainstream* econômico não incorpora adequadamente a contribuição da natureza por se basear numa percepção atomista e mecanicista da produção de riquezas. A riqueza é vista como o somatório da contribuição do capital e trabalho e o resíduo é

considerado como contribuição da tecnologia. A simplificação e redução das forças operadoras no processo de produção ignora que o valor é produzido de forma sistêmica e que o suposto resíduo é produto das interações entre estas forças. Na verdade, o valor consiste numa emergência do padrão de organização das forças participantes deste processo e não um produto que pode ser desagregado em função da participação isolada de cada uma destas forças.

As contribuições individuais para o resultado coletivo se tornam evidentemente não mensuráveis. As noções de duração e de quantidade de trabalho perdem sua pertinência. A fonte de produtividade está numa organização que promove a auto-organização e engendra externalidades positivas, ou seja, resultados que transcendem a soma de contribuições individuais (GORZ, 2005, p. 60).

Do ponto de vista sociológico, o fetiche da ordem socioeconômica atual consiste na liberdade de potenciais relações sociais indesejadas, por meio do uso do contrato¹⁰⁵. Esta liberdade é permitida pela liquidação imediata e permanente da dívida no âmago das relações sociais por meio do uso da moeda. Trata-se de um modelo que se pretende neutro em relação a valores. Observando de forma mais detida percebe-se que:

O mercado acrescenta uma condição de funcionamento que afeta a neutralidade: sejam quais forem os valores, estes devem estar em condições de serem transformados em mercadorias, tomarem a forma de produtos que são lançados no mercado, serem mercadorizados. A liberdade é completa, com a condição de ser capaz de traduzir todos os valores, todas as crenças, todas as paixões em demanda de bens (ou serviços) de consumo (GODBOUT, 2002, p. 68).

Isto significa que existe um valor básico: o crescimento.

O homem moderno tem todas as liberdades, salvo a de não contribuir para o crescimento do PNB... Se, graças à modernidade, nos libertamos de nossos vínculos, tornamo-nos, alhures, cada vez mais dependentes de nossos bens... de nossos produtos e, sobretudo de nossa capacidade de produzir cada vez mais (GODBOUT, 2002, p. 68-69).

3.3 CRÍTICA E PROPOSIÇÕES ÀS NOÇÕES DE ECONOMIA, VALOR, RIQUEZA E ESCASSEZ NA ÓTICA DO CALIDOSCÓPIO

A partir da proposição calidoscópica podemos compreender e conceituar o domínio econômico ou a condição econômica de outra forma. Se para Robbins a definição de bem econômico relacionava-se ao custo de oportunidade (ao sacrifício ou abstenção dos usos alternativos de uma escolha) para o calidoscópico é a capacidade de gerar benefícios em

¹⁰⁵ O contrato permite obter-se o que quiser do outro sem estabelecer vínculos.

termos de bem viver. Aqui a dimensão social do bem viver incorpora a relação de co-evolução entre o meio ambiente e a civilização humana e a ciência econômica torna-se normativa porque não é neutra em relação aos fins. Neste sentido, os critérios de escolha dos meios que possuem usos alternativos não será uma ordenação individual de preferências subjetivas, mas os fins adequados ao macroconceito condição econômica.

A proposição de bem viver de Mance (1999) ajusta-se perfeitamente ao macroconceito condição econômica por contextualizar o bem-estar na esfera social como uma totalidade de inter-relações. O bem viver considera o bem-estar de um indivíduo na mesma medida que considera o bem-estar público e compreende que para ambos é igualmente importante a busca da harmonia de suas interações com o ambiente em que se encontram, perpassando as dimensões meio ambiente, sociedade e trocas. Neste sentido, podemos considerar que o bem viver não possui o nível de subjetividade do conceito de bem-estar neoclássico e que se apresenta como efetividade de uma convenção socialmente escolhida. Esta escolha é realizada continuamente no processo de aprendizagem o qual faz parte de um contexto histórico em que são consideradas o surgimento de necessidades, descobertas e valores da consciência humana.

O bem viver é uma noção que incorpora os princípios do paradigma científico emergente no qual não são ignoradas a dimensão qualitativa, a sensibilidade às condições iniciais de um sistema, a flexa do tempo e os fenômenos redistributivos. A dimensão qualitativa está presente na escolha intencional de um fim que transcende a uma expressão quantitativa de uma única dimensão. A sensibilidade às condições iniciais de um sistema e a flexa do tempo relacionam-se à escolha dos critérios que possam atenuar conflitos existentes nas condições iniciais nas quais operarão as novas formas de realização das trocas, na escolha de critérios de decisão baseados no conhecimento existente e no princípio da precaução e na busca da harmonização das inter-relações que pode apresentar-se como uma reavaliação dos rumos de escolhas anteriores. Os fenômenos redistributivos estão presentes implicitamente nos princípios anteriores e no sentido de que não se consegue atingir o bem viver individualmente em uma sociedade.

O bem viver pode ser capaz de suplantar o crescimento como valor único por ser um significado produzido de maneira multidimensional e multireferencial. Nele o “bem-estar” do indivíduo se enraiza nos fundamentos físicos e biológicos da vida sem reduzi-lo a este porque articula a capacidade dos indivíduos de serem conscientes e criativos. Isto é, a dimensão simbólica interage com as dimensões física e biológica.

As escolhas que fazemos afetam a composição neuroquímica do nosso cérebro durante a vida inteira. Estamos aprendendo que a meditação, as mudanças na alimentação e os exercícios afetam a composição neuroquímica do cérebro. As modificações nos tipos de relacionamentos

que temos podem fazer uma enorme diferença. E o mesmo é verdade com relação às crenças e às estruturas sociais. Tudo isso afeta a composição neuroquímica do cérebro e, portanto, a maneira como pensamos, sentimos e agimos (EISLER, 2008, p. 203).

Não se trata de naturalizar o social, mas de fazê-los dialogar. Neste sentido, se reconhece que o fenômeno da vida é dinâmico e que sua riqueza consiste na diversidade de interações necessárias para que a existência humana seja possível e possa desenrolar-se e escrever a sua história. A riqueza para o bem viver transcende a apropriação de mercadorias ou mesmo de dinheiro, envolvendo a capacidade de utilização da energia de baixa entropia para transformar a natureza em componentes úteis à existência da civilização humana enquanto espécie e sociedade cultural. Neste sentido, podemos dizer que a riqueza é um processo que perpassa todos os níveis de realidade propostos por Heisenberg, desde o físico à capacidade criadora do ser humano. Assim, os denominados recursos naturais, assim como estes transformados em mediações materiais ou recursos exossomáticos, as instituições criadas para melhor organizar a existência humana, a arte e a própria ciência constituem riqueza.

A partir do momento em que se entende a importância decisiva de recursos que, como a inteligência coletiva, não tem equivalentes, não são quantificáveis nem mensuráveis, e que conseqüentemente não são permutáveis no mercado, chega-se a uma outra concepção de riqueza e dos objetivos da atividade humana. Descobre-se que existem riquezas intrínsecas, e que estas estão em via de serem destruídas por uma economia que não conhece outro valor que o comercial (GORZ, 2005, p. 61).

É importante ressaltar que a existência humana não teria se desenvolvido, nem biológica e nem culturalmente, na presença de apenas um indivíduo e que tampouco faz sentido imaginar uma economia ou sociedade de “Robinson Crusoe”. Mesmo em um exercício imaginário, de um tipo ideal, em um suposto estado de natureza, poderia-se considerar como riqueza as coisas que ele próprio teria produzido interagindo com os recursos naturais disponíveis. Todavia, a acumulação de bens acima da capacidade de usufruto de Robinson Crusoe não faz sentido, com exceção dos estoques que objetivam fazer frente à sazonalidade. Além disto, de nada adiantaria a instituição de uma moeda já que ele não teria com quem exercer a troca. O que é possível derivar deste exercício é que a magnitude e a diversidade desta riqueza é irrisória em relação ao que pode ser produzido em termos de mediações materiais úteis e instituições por um grupo de indivíduos interagindo e aprendendo. Ou como diria Maturana, vivendo.

Assim, podemos argumentar que a escassez não se limita a ser a finitude de meios, principalmente considerados como meios materiais, que possuem usos alternativos em

relação a fins dados. Esta é uma forma específica e reduzida de como a escassez pode ser percebida.

Na perspectiva do calidoscópio, assim como a riqueza, a escassez também é um processo que perpassa todos os níveis de realidade propostos por Heisenberg. E escassez seria a incapacidade de prover todas ou parte das condições necessárias à existência humana e ao bem viver. Como um processo, a escassez é na verdade produto das ações humanas que não são programadas de forma endossomática como nos insetos sociais e que ignoram a natureza entrópica da realidade. O alcance desta percepção nos leva a argumentar que a forma como a sociedade ocidental age e organiza sua existência é impossível de ser estendida a toda a população do planeta a não ser que existam recursos suficientes para prover o bem-estar de todos. Além disto, traz a percepção de que o padrão de vida ocidental é insustentável mesmo considerando-se apenas a população encontrada geograficamente nas áreas que usufruem dele. Este padrão de consumo é fundamentado na separação entre o nível de realidade física e o nível de realidade simbólica, de modo que a prática de acumulação de bens acima da capacidade de usufruto ou a acumulação de dinheiro que aparentemente pode ser ilimitada torna-se um pressuposto. A capacidade criadora imaterial dos seres humanos deve ser exercida de acordo com e não contra a dinâmica da natureza.

3.4 PROPOSIÇÕES TEÓRICAS COMPATÍVEIS COM O CALIDOSCÓPIO

A proposição calidoscópio coloca a necessidade de existirem formas de organização da produção e distribuição do bem viver alternativas ao mercado dado que as consequências deste modelo para a sociedade colocam em dúvida sua validade para o atual nível de evolução do conhecimento e percepção da realidade.

A mercantilização de “tudo” destrói os vínculos sociais e ignora as necessidades da alma humana. Os indivíduos não têm necessidades só de bens materiais, não se reduzem a meros produtores e consumidores destes. O mercado provocou crescimento econômico, mas também uma involução psíquica e moral que produz a degradação social, as guerras, a fome, as drogas, a corrupção, o desemprego, a inflação, os desequilíbrios financeiros, a violência, as doenças e epidemias, a degradação ambiental etc. Neste sentido, é momento de construirmos outro paradigma social baseado no resgate dos princípios marginalizados na sociedade mercantilizada.

A proposição calidoscópio não propõe um modelo alternativo com carácter universal. Trata-se de uma articulação de propostas com diferentes princípios. Estas podem ser consideradas como proposições potencialmente revolucionárias, mas só o serão se passarem a fazer parte do processo de produção do conhecimento, entrarem no imaginário

das pessoas e se transformarem em práticas sociais. Estes princípios fornecem a trilha ou o conjunto de possibilidades para uma diversidade de experiências que estarão em consonância com suas próprias especificidades. Isto é, existirão experiências que serão mais bem sucedidas do que outras.

A transformação derivará das práticas baseadas em novos princípios que passarão a constituir um espaço de aprendizagem e experiência democrática. A implementação de um novo paradigma ético por meio do modelo de redes valoriza o indivíduo cidadão e não o indivíduo consumidor. Esse contexto pode provocar a democratização¹⁰⁶ econômica e política de baixo para cima, configurando espaços públicos autônomos e complementares em relação ao espaço público estatal.

3.4.1 Colaboração solidária, bem viver e Paradigma da dádiva de Marcel Mauss

No modelo de redes de colaboração solidária de Mance (1999), a formação e participação nas redes é uma escolha e alternativa ao padrão do mercado e constitui-se em uma nova forma de realizar trocas, possibilitada pelo atual estado das artes tecnológicas. As trocas podem ser organizadas prescindido-se da moeda oficial, por meio do uso de moedas complementares ou de *softwares* que sintetiza a troca mútua de bens e serviços registrando débitos e créditos que se compensam.

As redes podem possuir uma dimensão local e mesmo internacional e como fenômenos complexos, articulam diversas unidades que realizam trocas entre si e que se fortalecem reciprocamente. Isto é, as unidades fortalecem o conjunto na medida em que são fortalecidas por ele. Como sistemas abertos autopoieticos as redes crescem em razão da diversidade, da realimentação e da integralidade, significando que os objetivos dos diversos nóculo/unidades em particular são assumidos pelo conjunto da rede.

Neste modelo, a produção se organiza em função das necessidades comunitárias e segundo diferentes princípios, como o assistencialista, o auto-gestionário, o comércio justo, o sistema local de troca e emprego, etc. Todavia, é a prática do consumo solidário na rede que garante uma circulação e apropriação interna do valor produzido de modo que exista uma acumulação bem distribuída do valor produzido possibilitando o bem viver de todos. É um consumo macro-referenciado que se efetiva pela seleção do que se consome não considerando apenas o preço e qualidade dos bens, mas também a capacidade de geração de empregos, a preservação de ecossistemas, o combate a exploração do trabalho escravo, etc.

¹⁰⁶ Democratização econômica por permitir uma nova prática de inserção no mundo do trabalho alternativa ao mercado. Política devido ao espaço de decisão na autogestão.

Não se trata apenas de uma proposta econômica para gerar empregos e distribuir renda. Mais do que isso, trata-se de uma compreensão filosófica da existência humana segundo a qual o exercício da liberdade privada só é legítimo quando deseja a liberdade pública, quando deseja que cada outro possa viver eticamente a sua singularidade dispondo das mediações que lhe sejam necessária para realizar – nas melhores condições possíveis- a sua humanidade (MANCE, 1999, p. 179).

É importante destacar a natureza social da noção de bem viver. Nela a liberdade pessoal não nega a liberdade pública. O desejo pessoal é respeitado e promovido na medida em que respeita o desejo público. Nenhuma propriedade ou mediação material proporciona o bem viver se não estiver voltado para a colaboração solidária. O bem viver é sempre uma forma de compartilhamento. Isto é, não se trata apenas de percepção interna de satisfação e bem-estar.

O bem viver enfatiza a escala local e regional de modo a não danificar o meio de maneira irremediável e os valores relacionados a ele são a busca pela harmonia, pelo equilíbrio, pela complementaridade, pelo consenso, pelo auxílio mútuo, pela reciprocidade, pela redistribuição e pelas responsabilidades rotativas. Expressa resistência ao viver melhor do desenvolvimento capitalista e busca concretizar alternativas tendo como referência nações culturais diferentes, porém dotadas de elementos de base comum e cujos limites territoriais não coincidem com a estrutura política existente. Ele sinaliza um projeto autônomo em relação ao mercado e ao Estado com uma identidade cultural rica em diversidade. É a consciência de que o resultado da crise de uma estrutura centralizadora não é a melhora geral e nem a pioral geral e sim a diversificação. É a busca pela cultura de suficiência, a busca por uma civilização solar como foram a maioria das civilizações até a revolução industrial e uma resposta ao colapso das civilizações que sobrecarregaram os sistemas naturais. É uma resposta à crise ecológica atual que não é nova por ser ambiental, mas porque é uma crise de globalização e de aceleração. É uma resposta à combinação dos fatores como consumo e agressividade tecnológica que pressionam o meio ambiente natural (GARCIA, 2012).

O compartilhamento e a reciprocidade do bem viver retroagem positivamente, ou mesmo recursivamente, com o paradigma da dádiva de Marcel Mauss¹⁰⁷, o qual concebe a realidade como uma ordem simbólica, na qual o símbolo central é a Dádiva. Existem muitas interpretações do pensamento de Mauss e contribuições de outros pensadores nesta temática. Trataremos da leitura anti-utilitarista.

No paradigma da dádiva existe uma íntima ligação entre o simbolismo e a obrigação de dar, receber e retribuir, uma espécie de solidariedade indispensável nas sociedades

¹⁰⁷ No livro “*Essai sur le don: forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques*” publicado pela primeira vez em 1925.

humanas, para a qual os interesses materiais são subordinados. Neste sentido, a ordem social é irredutível à ordem econômica e contratual.

A noção de dádiva constitui um novo paradigma nas ciências sociais. Ela é vista como uma alternativa anti-paradigmática ao individualismo metodológico e ao holismo. O argumento é o de que o individualismo metodológico e o holismo não incorporam em suas teorias de forma adequada a gênese do laço social. No individualismo metodológico e no holismo os sujeitos, individuais ou coletivos se limitam a aplicar um modelo apriorístico da lógica estrutural a qual estão ligados. O paradigma da Dádiva propõe uma incerteza estrutural, uma pluralidade de possibilidades para as iniciativas e respostas individuais e não pressupõe igualdade monetária. As trocas são realizadas como manifestação simbólica dos laços sociais. .

No entanto, não se trata de um simples altruísmo. Existe interesse, embora o interesse seja uma consequência da aposta na generosidade. Isto é, espera-se que o comportamento solidário tenha bons frutos, mas trata-se de uma possibilidade e não de uma certeza. Além disto, destaca-se que os interesses instrumentais (do ter) são hierarquicamente secundários em relação aos interesses do ser. Isto é, o desejo de dar não pode ser reduzido ao cálculo e à instrumentalidade (CAILLÉ, 1998).

No paradigma da dádiva a ideia de obrigação não exclui a liberdade dos indivíduos, a qual não se concretiza na liquidação da dívida. Ela se encontra no interior do vínculo social e consiste em tornar mais livre o próprio vínculo. Os doadores inserem de forma voluntária e permanente a incerteza afastando-se do contrato, da regra do dever ou de qualquer regra de caráter universal, a qual tem a propriedade de obrigar o outro independentemente de seus sentimentos. “O verdadeiro dom é aquele cujo sentido não é conformar-se com uma convenção social ou com uma regra, mas expressar o vínculo com a pessoa” (GODBOUT, 2002, p. 75).

Esta incerteza estrutural é dada pelo fato da retribuição ser incerta e se constituir na oportunidade do receptor colocar em prática a dádiva. É esta incerteza que permite a manifestação da confiança e, conseqüentemente, o fortalecimento dos vínculos sociais. A incerteza está relacionada também ao fato de que a retribuição pode ser realizada por meio de uma doação de natureza diferente da dádiva recebida. As retribuições podem se basear naquilo que cada indivíduo ou grupo social tem a oferecer. É a riqueza da diversidade. Tudo isto ressalta a gratuidade da dádiva.

A Dádiva permite desenvolver uma visão política sob a percepção da própria sociedade, a qual não é irredutível ao mercado ou ao estado. A proposta é uma reinserção do Estado e do mercado numa ordem social e política que tenha um sentido global plural. Trata-se de uma nova forma de organizar as relações sociais e de incorporar a ideia de que estas relações podem ser múltiplas, porque são desenvolvidas em contextos específicos.

O princípio de mercado não deve ser confundido com o mercado enquanto local físico ou virtual de trocas. O mercado autorregulado foi historicamente superado pela sociedade de mercado com o aval da ação estatal. Este processo pressupõe a transformação de elementos centrais da vida social, tais como, o ser humano, a natureza e a moeda; em mercadoria (POLANYI, 2000).

Na retroação positiva ou mesmo recursiva da dívida com o modelo das redes de colaboração solidária, as trocas não se resumem às relações de compra e venda nos mercados, elas podem se suceder pelo modelo das redes, no qual podem se formar redes a partir de outras redes.

A criação de Bancos Popular Solidário¹⁰⁸ também é consistente com este processo. Esta prática permite o início do resgate ou de uma nova transformação das funções primordiais do ser humano, da natureza e da moeda, transformados em mercadorias na sociedade de mercado.

O resgate do ser humano é realizado por uma nova forma de inserção no mercado de trabalho, com a participação nas decisões da associação e pelo aumento de sua sociabilidade.

O resgate da natureza, melhor dizendo, a conservação da natureza remanescente, pode ser posto em prática na implantação de empreendimentos¹⁰⁹ ecologicamente responsáveis pela rede de socioeconomia solidária, bem como, por iniciativas de educação ambiental.

O resgate da função primordial da moeda realiza-se pela criação de uma moeda própria que tem a capacidade de frutificar vínculos econômicos e sociais, pois na perspectiva solidária estes “entes” não se separam.

As moedas locais, sociais ou complementares podem exercer a função de unidade de conta e meio de troca. Pelo acordo da associação ela não pode exercer a função de reserva de valor, pois isto significaria entesouramento e vazamento no fluxo de riqueza produzida pela comunidade. Elas podem representar outro tipo de relação social de produção e distribuição de riqueza.

Os principais objetivos destas moedas é dinamizar as trocas no seio da comunidade, contrapor-se à escassez de moeda oficial, garantindo emprego e renda na comunidade. Isto é, distribui riqueza¹¹⁰.

¹⁰⁸ No modelo de redes proposto por Mance (1999) os bancos constiuem-se em células ou nódulo de prestação de serviços.

¹⁰⁹ Deve-se ter em mente que empresa capitalista não é a mesma coisa que empreendimento. Podem existir empreendimento de natureza coletiva, cooperativa, autogestionários etc.

¹¹⁰ De acordo com Viveret (2006), Bernard Liater compreende a moeda como resultante de um consenso consciente da comunidade que proporciona um meio de troca. Ele define dois tipos de moeda: Moedas Yang, cuja emissão se baseia na hierarquia. Elas levam à centralização, à acumulação por uma minoria que investe em bens de curto prazo. Estas moedas são escassas e criam a concorrência. Todas as moedas nacionais convencionais são yang, porque exibem estas características. Moedas Yin são igualitárias e desestimulam a

A metodologia do banco popular solidário também possibilita a intermediação de ideias, relações interpessoais, produtos, conhecimento etc. Ele se constitui num espaço de convivialidade, inclusão social, aprendizagem para a cidadania. A base de um banco popular solidário é a credibilidade porque é organizado e controlado por pessoas da comunidade.

Críticas são direcionadas a experiências de economia solidária pelo fato de existir uma forte participação do Estado, por meio da redistribuição Polanyiana de riqueza, o que as torna dependentes do mesmo. Ora, historicamente a sociedade de mercado usufruiu não apenas da riqueza distribuída pelo Estado, riqueza esta geralmente expropriada das colônias, como também da atuação estatal na legitimação de práticas como os *enclosure*¹¹¹.

Além disto, tendo como referência o princípio da autonomia/dependência¹¹² do Pensamento Complexo, podemos afirmar que não apenas as redes de economia solidárias são dependentes de recursos externos, como também, a sociedade de mercado está envolta em externalidades¹¹³.

Todas estas contribuições teóricas coexistem e não eliminam as teorias holísticas ou baseadas no individualismo metodológico. Elas apenas indicam os limites destas abordagens para análise de determinados fenômenos sociais, os quais possuem maior complexidade em suas interações. Além disto, ressalta-se que as contribuições deste novo paradigma nascem de uma reflexão teórica da crítica aos limites do conhecimento estabelecido, existente, predominante, mas também de exercícios práticos, de experiências inovadoras como as citadas neste tópico.

3.4.2 Descrescimento¹¹⁴ e desmercantilização

Frederic Soddy (1983)¹¹⁵ criticou a concepção de crescimento econômico, acumulação

acumulação, ao mesmo tempo em que, incentivam a cooperação entre usuários e levam à descentralização (são um suporte local), estão sempre disponíveis em quantidade.

¹¹¹ Processo de acumulação primitiva que foi descrito por Marx como um demorado processo histórico, iniciado já no século XIV, no qual as terras eram cercadas e a grande massa da população era retirada, frequentemente à força, do solo e atirada no mercado de trabalho como proletários livres, desprotegidos e desprovidos de direito. Ademais, este processo histórico da expropriação do produtor agrícola, o camponês, caminhava de mãos dadas com a gênese do agricultor capitalista e do capitalista industrial (FOSTER, 2005).

¹¹² Os subsistemas são autônomos em sua regulação mais são dependentes de fluxos externos de energia, informações, cultura, etc.

¹¹³ De modo geral, os bens e serviços ecossistêmicos são considerados bens públicos, caracterizados pela não rivalidade e não exclusividade. Por estão razão, são de difícil estabelecimento dos direitos de propriedade e consequentemente não comercializáveis espontaneamente. Isto significa que não existe preço atribuído a eles no mercado. Todavia como são efetivamente utilizados, geram benefícios e/ou custos que não são refletidos pelo mecanismo de mercado. Isto é, externalidades.

¹¹⁴ O conteúdo sobre decrescimento é uma versão modificada do artigo de Nascimento, E.P. ; Gomes, G.C. **Décroissance: Qual a Consistência?** Publicado nos anais do VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2009, Cuiabá

¹¹⁵ O ponto relevante para o calidoscópio do pensamento de Soddy refere-se à sua compreensão do processo econômico e não da sua teoria sobre as funções da moeda.

de capital e geração de riqueza como concebido pela ciência econômica de modo geral, pois para ele o sistema econômico não produz riqueza, ele apenas transforma a riqueza recebida em uma forma útil ao uso humano, sendo a acumulação de capital construído a outra face do decrescimento da riqueza física natural.

Esta perspectiva apontada por Soddy é bem interessante porque aponta para um princípio diferente que pode orientar a concepção da condição econômica. Se para a economia em geral o crescimento contínuo em nível macroeconômico¹¹⁶ em uma economia de mercado é a forma de viabilizar a existência humana, o decrescimento surge como princípio, critério e mesmo condição para a mesma.

Portanto, a *décroissance*, para guardar a expressão francesa de Latouche, não é um conceito, nem uma teoria, nem um modelo. Trata-se, antes, de um slogan político e de uma reação. Na expressão de Ariès (2005) trata-se de uma “expressão ônibus”, que comporta muitas assertivas e proposições em torno do tema do reconhecimento de nossos limites, tanto individual, como socialmente. O reconhecimento de que não é possível um crescimento infinito em um mundo finito. Se formos resumir o conjunto de escritos em torno do tema poderíamos afirmar, talvez com presteza, tratar-se de um movimento que propõe o abandono de uma religião: a do crescimento sem limites. O abandono da idéia do Progresso que marcou o século XIX com sua ideologia positivista. O lado da positividade do movimento, afinal constitui um movimento de idéias e de intelectuais, encontra-se na proposição de uma concepção mais simples e mais modesta de sociedade, que alguns denominam de *convivial*, em homenagem a Illich (NASCIMENTO, E. P.; GOMES, G.C., 2009 p.1).

As origens históricas do decrescimento estão relacionadas aos que trilharam o caminho de mostrar as incongruências e (in) consequências de um crescimento econômico desenfreado. A tradição mais antiga tem suas raízes na segunda lei da termodinâmica de Sadi Carnot, mesmo que Prigogine a tenha relativizado. Reside também na obra de Serguei Podolinsky (1880), que tenta conciliar o socialismo e a ecologia. Nicholas Georgescu-Roegen (1971) é talvez o grande inspirador para os economistas.

Ivan Illich é o grande inspirador dos pós-desenvolvimentistas junto aos cientistas sociais (2005), com sua ideia da inversão de efeitos quando as ações atingem um determinado nível de saturação, exemplificados na educação, saúde e transporte, entre outros. Segundo o pensador austríaco a partir de um certo momento os cuidados médicos tornam-se não mais benéficos, mas nocivos, o tempo de escolaridade torna-se castrador, o excesso de veículos inviabiliza a mobilidade, e assim por diante. De explícita há, ainda, uma clara filiação à Aurélio Peccei e ao primeiro manifesto do Clube de Roma (*Halte a la croissance?*, 1973), assim como aos trabalhos de François Partant, economista francês que depois de trabalhar como economista em bancos privados e públicos, recusa a ideia do desenvolvimento, pregando o pós-desenvolvimento (NASCIMENTO, E.P.; GOMES,G.C, 2009 p. 3).

Na contemporaneidade a proposta também possui ressonância com o grupo ATTAC- Associação pela taxação das transições financeiras em ajuda as cidadãs e aos cidadãos, a

¹¹⁶ Argumento de Daly citado anteriormente de que a única variável que não estaria limitada pelo princípio de que os benefícios marginais deveriam igualar-se aos custos marginais.

qual trata-se de uma rede de organizações distribuídas em aproximadamente 40 países. De forma menos evidente pode-se citar, finalmente, os trabalhos de André Gorz¹¹⁷.

O centro das preocupações do movimento *décroissance* está na ideia de desenvolvimento que desenha o nosso horizonte epistemológico. Aquele que demarca as possibilidades de nossas ideias desde o século XIX com o nascimento da sociedade moderna capitalista industrial. Se quisermos utilizar uma noção de Foucault, a noção de desenvolvimento forma uma *epistème*, ou seja, um horizonte do conhecimento que nos limita a maneira como definimos os problemas e, sobretudo, como construímos as suas soluções (NASCIMENTO, E.P.; GOMES, G.C, 2009 p. 6).

Mesmo com as inúmeras tentativas de desvincular a ideia de desenvolvimento da ideia de crescimento econômico, no campo da economia a imbricação é evidente e não foi ainda superada de forma que todas as teorias de desenvolvimento supõem, embora de maneira diferenciada, a ideia de um aumento da produção e da produtividade da base econômica. Aumento tanto dos bens materiais quanto dos bens imateriais ou simbólicos, que pertencem ao universo da modernidade e que estão relacionados diretamente a uma máquina de produzir ou incrementar o desejo de consumir estes mesmos bens, em um círculo vicioso de mais produção, mais consumo, mais produção.

O decrescimento surge como uma resposta aos dilemas em que a humanidade se encontra nos dias atuais. O dilema de que a sociedade do crescimento não é sustentável, não é desejável, pois aumenta as desigualdades e os riscos de pandemia/contaminação, e não produz uma qualidade de vida para a esmagadora maioria de seus componentes, criando um bem-estar ilusório.

De toda forma, a sociedade do crescimento não é desejável, segundo Latouche (2003), por pelo menos três razões: ela cria um mundo de desigualdade e de injustiça; cria um bem estar absolutamente ilusório e, finalmente, não estimula o desejo de uma sociedade convivial, mas antes, uma sociedade doente, em virtude de sua própria riqueza (NASCIMENTO, E.P.; GOMES, G.C, 2009 p. 10).

Decrescimento não é simplesmente o crescimento negativo. Pode ser considerado uma filosofia de vida ou visão de mundo que busca reduzir ou suprimir as externalidades negativas provocadas pelo crescimento econômico existentes na sociedade de mercado.

O questionamento do volume considerável dos deslocamentos de homens e mercadorias no planeta com seu impacto negativo correspondente sobre o meio ambiente (portanto, uma realocação da economia), o questionamento não menos considerável da publicidade barulhenta e muitas vezes nefasta, aquele, enfim, da obsolescência acelerada dos produtos e dos aparelhos descartáveis sem outra justificção além daquela de fazer girar cada vez mais rápido a megamáquina infernal, constituem reservas importantes de decrescimento no consumo material (LATOUCHE, 2006, p. 9).

¹¹⁷ GORZ, André. *Critique of Economic Reason*, Gallilé, 1989.

Isto porque o conceito de bens e mercadorias não se equivalem. O crescimento limita-se a calcular o valor monetário das mercadorias, isto é, de produtos ou serviços intercambiados por dinheiro. Os bens não são necessariamente intercambiados por dinheiro. Eles podem ser fruto da produção de autoconsumo de pequenos produtores, podem ser resultado do trabalho doméstico não remunerado, etc. Neste sentido o decrescimento pode indicar uma diminuição na produção de mercadorias e um aumento na produção de bens (Pallante, [sem data]).

Quando se produzem bens destinados às próprias necessidades, não é necessário ter maquinários sempre mais potentes e produtivos a serem substituídos continuamente por outras máquinas ainda mais potentes e produtivas, que são indispensáveis caso se produzam mercadorias para vender... Quando se produz bens, age-se com medida... A produção de mercadorias implica, ao contrário, no excesso, a postura mental que os gregos chamavam *hybris* no qual reconheciam a quebra da ordem que regula a vida e a fonte de todas as tragédias (PALLANTE, [sem data] p. 3).

Trata-se da reintrodução do social e do político nas relações de troca visando reencontrar o objetivo do bem comum ou bem viver. É preciso questionar a dominação da economia sobre a vida e resistir à colonização das necessidades fabricadas. A verdadeira riqueza consiste no pleno desenvolvimento das relações sociais de convívio e reabrir o espaço da inventividade e da criatividade do imaginário bloqueado pelo totalitarismo economicista. O decrescimento não prescinde de menos tecnologia que o crescimento, ele requer que a inovação tecnológica seja socialmente orientada pelo objetivo do bem viver.

Um sistema econômico livre da obrigação do crescimento não deve substituir progressivamente a produção de bens para autoconsumo pela produção de mercadorias, mas continua a produzir sob a forma de bens tudo aquilo que, produzido sob a forma de mercadoria, resultaria em piores qualitativas, limitando-se a produzir sob a forma de mercadoria somente aquilo que não pode ser autoproduzidos sob a forma de bem (PALLANTE, [sem data] p. 4).

Neste sentido, as decisões do que produzir, quanto produzir e como produzir - normalmente deixadas ao mecanismo de mercado - passam a ser uma escolha social não subordinada aos interesses de acumulação difundidos pela publicidade. A prioridade seria a produção de bens que aumentem a qualidade de vida dos povos excluídos da sociedade de consumo individual. Isto é, o sistema econômico funcionaria primeiramente para a produção de bens públicos e deslocaria a demanda de bens supérfluos e com impacto ecológico por bens relacionais. Estes bens devem satisfazer a demanda de “atenção”, de cuidados, de conhecimentos, de participação, de espaços criativos etc.

O decrescimento é a celebração do ócio, da lentidão e da durabilidade, o respeito ao passado; a consciência de que não existe progresso sem preservação, a indiferença às modas e ao efêmero; atingir o saber da tradição; não identificar o novo com o melhor, o velho com o ultrapassado, o progresso com uma sequência de pausas; a conservação com o atraso mental; não chamar de consumidores os adquirentes, porque o objetivo da compra não é o consumo mas o uso; distinguir a qualidade da quantidade; desejar a alegria e não a diversão; valorizar a dimensão espeiritual e afetiva; colaborar em vez de competir, substituir o fazer destinado a fazer sempre mais por um fazer bem, destinado à contemplação. O decrescimento é a possibilidade de realizar um novo Reascimento, que libere os homens do papel de instrumento do crescimento econômico e recoloca a economia no seu papel de gestão da casa comum a todos os seres vivos, de forma que todos os seus inquilinos possam viver da melhor forma possível (PALLANTE, [sem data] p. 14).

Percebe-se que a ótica do decrescimento aponta para a necessidade de um processo de desmercantilização da economia cuja centralidade seja à geração de competências para a prosperidade do ser humano enquanto ser social. É dizer que o foco é o ser humano e não o processo produtivo de acumulação ou o consumo como condição de realização da reprodução capitalista. Esta perspectiva vai além do deslocamento do foco da gestão da produção para a função ou serviço ao invés do produto no qual se fundamenta a proposta da desmaterialização da economia cujo objetivo é mudar o padrão de produção e consumo. Trata-se de redirecionar e restringir o caminho de expansão do mercado.

Segundo Vail (2010), a desmercantilização deve transcender a simples proteção social, pensada para mitigar os danos da transformação da força de trabalho em mercadoria. A idéia é buscar a diminuição da sujeição da sociedade à disciplina do mercado/direitos de propriedade.

Esta perspectiva inscreve-se no plano da pluralidade e multir-referencialidade de instituições e movimentos sociais existentes que buscam a consolidação de circuitos econômicos não mercantis política e socialmente inseridos e baseados muito mais na lógica das necessidades sociais do que na lógica do lucro. Neste sentido, é necessário salvaguardar as esferas não mercantis que podem abranger o Estado, as associações, o domínio público dos cidadãos, as famílias, a vida privada, a religião, a economia social, os bens comuns, a cultura, etc., as quais possuem distintas lógicas, regras de reprodução e capacidades adaptativas em relação ao mercado. Estas esferas são inter-relacionadas, existindo uma diversidade institucional que torna a delimitação da esfera mercantil e não mercantil fluida e contextualizada. Assim, a desmercantilização pode variar da limitação dos direitos de propriedade, estabelecimento de propriedade pública ou comunitária, proibição da comercialização de áreas específicas da vida social e regulação das atividades mercantis de modo a proteger os cidadãos das incertezas e volatilidade do mercado destrutivas do tecido social (VAIL, 2010).

Também é importante para a desmercantilização aumentar a transparência dos

processos econômicos, buscando revelar os verdadeiros custos sociais e ambientais e suas consequências. A intrincada rede das decisões “descentralizadas” no sistema de mercado oculta a complexidade do funcionamento da atividade econômica. Isto porque torna mais difícil a percepção das inter-relações de poder que perpassam as esferas de produção, distribuição, crédito, política, etc. Desta forma, as relações econômicas são percebidas como relações entre coisas, portanto impessoais, e não entre pessoas ou grupos sociais. A dita liberdade das escolhas individuais e impessoais no sistema de mercado esconde a influência e o poder que as corporações, bancos, etc. possuem sobre a organização das atividades econômicas. Neste sentido, é preciso dotar a sociedade civil de instrumentos¹¹⁸ que tornem estas relações mais transparentes e passíveis de regulação. Todavia, maior transparência não é condição suficiente, é preciso que a sociedade civil esteja disposta a fazer valer seus direitos. Este processo também requer que o conhecimento como um todo seja acessível a todos. Isto é, o consumidor pode até escolher comprar um determinado bem porque o preço é o mais baixo, mas deverá ter conhecimento das condições¹¹⁹ para que este preço seja praticado¹²⁰.

¹¹⁸ Selos, obrigatoriedade de informações, ministério público, conselho administrativos de defesa econômica, órgão de defesa do consumidor, etc.

¹¹⁹ Trabalho escravo, grilagem de terras, desemprego provocado pela reestruturação produtiva e realocação de empresas, etc.

¹²⁰ Estas são condições para a implementação do consumo consciente e do comércio justo citados no capítulo 2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa compreende que o *mainstream* econômico é, no atual nível de conhecimento e prática antrópica, epistemologicamente inadequado e metodologicamente limitado. A inadequação refere-se aos seus pressupostos, que ignora ser o sistema econômico um subsistema de um todo mais amplo, mais complexo, com várias dimensões e níveis de realidade. A limitação metodológica refere-se ao uso exclusivo de princípios metodológicos monistas, igualmente aplicados em ciências de naturezas distintas da ciência econômica e pela redução da esfera econômica, ignorando as inter-relações entre as dimensões que perpassam o sistema e os subsistemas no qual está inserida a esfera econômica. Isto é, o escopo do que é definido por econômico é limitado e isolado de suas interações com as demais ciências. Uma consequência importante disto é que suas hipóteses não podem ser refutadas por interferências definidas como não econômica. O uso do indivíduo como unidade de análise e as abstrações de suas hipóteses colocam o *mainstream* econômico na condição de representar situações específicas e idealizadas que terminam por simplificar de forma demasiada a teoria, como se a ciência econômica pudesse fazer um controle de condições como faz as ciências naturais em laboratório sem prejuízos para a análise. Isto é, define-se uma situação *ex-ante* na qual se enquadra de modo axiomático o comportamento dos agentes econômicos considerados unidades de análise indiferenciadas.

A utilidade desta teoria para compreensão dos fenômenos relacionados às questões pertinentes na atualidade fica comprometida. Isto é perceptível na própria observação de Robbins de que no cotidiano, por questões de praticidade, é feita a inserção de hipóteses subsidiárias que provocam uma distorção da teoria base, como citado por ele em relação à utilidade marginal decrescente. Além de axiomático o comportamento dos agentes é mecânico e previsível, não sendo passível de ser influenciado *ex-post* por experiências relacionadas a fatores qualitativos. Isto significa que as mudanças são sempre dadas de forma exógena e por isto não devem ser objeto de valoração ou questionamento pela teoria econômica. Para Robbins a teoria econômica de base lida com a forma e a história econômica com a substância.

Diante da percepção de que as questões atualmente colocadas como problemática das ciências como um todo são inter-relacionadas, se faz necessária uma melhor contextualização dos objetos de cada ciência, bem como, das metodologias mais adequadas aos mesmos.

Neste sentido, a pesquisa identifica princípios que melhor se adéquam à percepção das questões de natureza econômica.

A proposição calidoscópico define como princípios a existência de limitações e a não

objetividade no processo de conhecimento, o princípio de que não se pode conhecer o todo sem conhecer as partes e que não se pode conhecer as partes sem conhecer o todo, que o todo e as partes relacionam-se de forma recursiva, a percepção de que a separação do conhecimento em diferentes ciências é um artifício da consciência humana e existe heterarquia entre as mesmas, a percepção de que a realidade é um processo contínuo e que em última instância não é possível apreender uma unidade elementar básica da realidade, a percepção da importância das descrições qualitativas, da sensibilidade às condições iniciais de um sistema e a existência da flecha do tempo e dos fenômenos redistributivos.

A primeira consideração é a de que a natureza da ciência econômica é intrinsecamente relacionada ao processo de conhecimento da co-evolução da existência humana com a natureza e que a questão econômica deve ser percebida como um macroconceito no qual se inter-relacionam as dimensões do meio ambiente, da sociedade e das atividades de trocas. Para compreender estas inter-relações é feita a proposição de que existe uma lógica de articulação e causalidade circular e recursiva entre as dimensões envolvidas. Além disto, esta percepção deve ser multireferencial e não expressa apenas de forma quantitativa. A ausência de multireferencialidade torna os conceitos econômicos destituídos de referências qualitativas de caráter social, natural, cultural, político, etc. A proposição consiste em que se faça uma articulação entre as abordagens teóricas da transdisciplinaridade, da teoria da cognição de Santiago, da complexidade e da economia ecológica para que a percepção da natureza econômica esteja em consonância com o desenvolvimento do conhecimento e suas teorias.

Da transdisciplinaridade destacamos a percepção de que não existe uma realidade única. Da teoria da cognição destacamos o processo de aprendizagem social relacionado a um padrão imaterial de organização, que se incorpora em estruturas e que nos sistemas humanos adquirem significados e intencionalidades. Da teoria da complexidade destacamos o uso de macroconceitos e seus princípios de anelamento dinâmico. Da economia ecológica destacamos a percepção de sistema aberto, processo entrópico e hierarquia de critérios para as decisões relacionadas à condição econômica.

A proposição denominada de calidoscópico destaca a importância da intencionalidade e da escolha para todo este processo, dado que o significado ou conceito é abstraído de uma grande teia de relações. O conhecimento é uma construção social e multidimensional que engloba as qualidades emergentes do sujeito que não se reduz as interações físico-químicas. O sujeito na efetivação de suas qualidades possui uma dimensão artística e estratégica que não se reduz a contingência, afetividade e sentimentalidade. Esta intersubjetividade significa reconhecer que a produção do conhecimento implica em um processo de negociação entre múltiplas referências que compõem o conjunto das

representações de cada indivíduo. Isto é, o conhecimento se produz a partir da heterogeneidade implícita nas relações. A percepção é a de que de cada indivíduo elabora-se com maior precisão na presença de outros indivíduos que aparecem como limite e possibilidade. Limite de quem efetivamente cada um é e possibilidade de vínculos e realizações. O que limita o indivíduo é diferente do que limita o sistema. Nesta perspectiva, a razão é um fenômeno evolutivo que não se apresenta de forma contínua e linear, mas se efetiva por meio de mutações e reorganizações. Trata-se de uma razão aberta, que não rejeita ou ignora, mas dialoga com o irracional ou com o que não é sistematizável e que pensa em conceitos sem dá-los por concluídos. Este caráter normativo é consistente com o teorema de Gödel de que nenhum sistema possui consistência interna, sendo necessário o uso de axiomas para resolução de paradoxos. Na presente percepção os axiomas consistem em convenções sociais.

A condição econômica envolve redes comunicativas de produção e apropriação de riquezas em determinadas estruturas por meio de um processo de valoração intencional, no qual deixa de ser relevante a suposição de que o indivíduo ou as instituições são a unidade básica de análise. A unidade básica para a condição econômica passa a ser o processo de aprendizagem/valoração na perspectiva da teoria da cognição ou as inter-relações entre meio-ambiente-sociedade e trocas. Esta percepção está em harmonia com o princípio sistêmico de que a parte pode interferir na totalidade que se apresenta com emergências. Isto significa que o indivíduo não se dissolve nas instituições. A oposição entre indivíduo e instituição é superada pela percepção de rede na qual a liberdade pessoal não nega a liberdade pública. O desejo pessoal é respeitado e promovido na medida em que respeita o desejo público. O que antes era definido apenas em função da subjetividade de um indivíduo agora é percebido como bem viver, o qual é sempre uma forma de compartilhamento. No modelo de redes, a produção e distribuição das mediações necessárias à existência humana se organizam em função das necessidades comunitárias e segundo diferentes princípios, como o assistencialista, o auto-gestionário, o comércio justo, o sistema local de troca e emprego, etc.

O valor pode ser compreendido como significado do processo de aprendizagem exosomática de sobrevivência pelo ser humano valendo-se de atividades de troca e não necessariamente comerciais. Neste sentido, as relações que interessam para a compreensão do valor não se reduzem a uma relação de meios e fins dados ou da satisfação de um único indivíduo com os meios de satisfazê-la. As relações que interessam são as relações de organização/padrão de produção e distribuição. O que organiza estas relações é o processo de valoração e não o valor como um dado, como defendido por Robbins. O valor é a expressão de um processo de escolha em nível individual e social simultaneamente do como, e o porquê deste como, organizar a produção e distribuição.

Assim, o que está embutido no fenômeno valor são princípios éticos, portanto normativos. O valor subsumido em unidades monetárias torna-se um fetiche de modo que passa a ser percebido como algo com poderes ilimitados. Todavia, os princípios, a ética das leis e convenções sociais não pode ir de encontro às leis da termodinâmica por muito tempo. A ausência de valoração da contribuição da natureza é uma consequência deste fetiche. A atribuição da geração do valor nos modelos do *mainstream* econômico não incorpora adequadamente a contribuição da natureza por se basear numa percepção atomista e mecanicista da produção de riquezas. Para a proposição calidoscópica o valor consiste numa emergência do padrão de organização das forças participantes deste processo e não um produto que pode ser desagregado em função da participação isolada de cada uma destas forças.

A riqueza é o bem viver e transcende a apropriação de mercadorias ou mesmo dinheiro. Ela consiste um processo multidimensional e multireferencial. Os denominados recursos naturais, assim como estes transformados em mediações materiais ou recursos exossomáticos, as instituições criadas para melhor organizar a existência humana, a arte e a própria ciência constituem riqueza.

A escassez é a incapacidade de prover todas ou parte das condições necessárias à existência humana e ao bem viver. Como um processo, a escassez é na verdade produto das ações humanas. A capacidade criadora dos seres humanos deve ser exercida de acordo com e não contra os princípios das ciências naturais.

As perspectivas teóricas da dádiva, economia solidária, decrescimento e desmercantilização são factíveis com a articulação proposta pelo calidoscópico. Todavia, é necessário ampliar o alcance teórico destas propostas diante do fato de que o calidoscópico coloca a necessidade de uma agenda de pesquisa para o macroconceito condição econômica. Esta agenda relaciona-se à dimensão monetária, jurídica, da administração pública, etc.

Ressalta-se que a contribuição da pesquisa encontra-se mais na mudança das perguntas realizadas do que no fornecimento de respostas. A proposição da articulação de princípios denominada calidoscópica não objetiva fornecer uma resposta pronta e inquestionável para a problemática estudada. O objetivo é exatamente propor a multidimensionalidade e multireferencialidade da percepção e, conseqüentemente, da ação humana.

Além disto, a proposição insere-se dentro de uma perspectiva dinâmica do desenvolvimento do conhecimento e da prática humana no sentido de que este é um processo incerto e aberto, o qual poderá apresentar, com o tempo e com a história, outras problemáticas e outros, talvez novos, princípios.

REFERÊNCIAS

- ALIER, Joan Martínez. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2007.
- BAUMOL, William J. **On Taxation and the Control of Externalities**. American Economic Review, v. LX II, n. 3, jun. 1972, 307-322 p.
- BECK, Ulrich. **La sociedad del riesgo global**. Tradução: REY, Jesús Alborés. 2. ed. Madrid: Siglo XXI de España Editores, 2002.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977.
- BROMLEY, D. **Searching for sustainability: the poverty of spontaneous order**. Ecological Economics, n. 24, 1998, 231-240 p.
- CAILLÉ, Alain. Nem holismo nem individualismo metodológicos. Marcel Mauss e o paradigma da dádiva. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. São Paulo, v. 13, n. 38, 1998.
- CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982.
- _____. **As conexões ocultas – Ciência para uma vida sustentável**. Tradução: CIPOLLA, Marcelo Brandão. São Paulo: Cultrix, 2002.
- _____. **O Tao da Física – Um paralelo entre a física moderna e o Místico Oriental**. Tradução: DIAS, Jose Fernandes. São Paulo: Cultrix, 2006a.
- _____. **A teia da Vida – Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Tradução: EICHEMBERG, Nilton Roberval. São Paulo: Cultrix, 2006b.
- CAPRA, Fritjof; STEINDL-RAST, David. **Pertencendo ao Universo**. São Paulo: Cultrix, 1991.
- CARVALHO, Edgard de Assis. Complexidade e ética planetária. In: VEIGA, Alfredo Pena; NASCIMENTO, Elimar. **O Pensar complexo - Edgar Morin e a crise da modernidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 1999.
- CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CAVALCANTI, Clovis. Sustentabilidade da economia: Paradigmas alternativos de realização econômica. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2003.
- COSTA, Fabio; VIDEIRA, Antonio. Apresentação ao manuscrito de 1942. In: HEISENBERG, Werner. **A Ordenação da Realidade**. Rio de Janeiro: Editora Universitária Forense, 2009.
- DALY, Herman E. **Steady-State Economics**. W. H. Freeman Company, 1977.
- _____. **A economia do século XXI**. Tradução: SOUZA, Renato. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1984.
- _____. **Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz**. Ecological economics, v. 22, 1997.

_____. Ecological economics: the concept of scale and its relation to allocation, Distribution, and uneconomic growth. In: **A guide to what's wrong with economics**. Edited by Edward Fullbrook. London: Anthem Press/Wimbledon Publishing Company, 2004.

EISLER, Riane. **A verdadeira riqueza das nações: criando uma economia solidária**. Tradução: DUARTE, Cláudia Gerpe. São Paulo: Cultrix, 2008.

ELIAS, Nobert. **A sociedade dos indivíduos**. Organizado por Michael Schröter. Tradução: RIBEIRO, Vera. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1994.

FISCHMANN, Roseli; BARBOSA, Joaquim. Pesquisa em pluralidade cultural: abordagens epistemológicas em diálogo. **Revista Múltiplas leituras**. São Paulo, v. 2, n. 1, jan./jun. 2009. 83-96 p.

FOSTER, John Bellamy. **A ecologia de Marx: materialismo e natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

GARCIA, Ernest. Decrescimento e bem viver. In: **Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade**. LÉNA, P. ; NASCIMENTO, E.P. (orgs.). Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **The entropy law and the economic process**. Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts, 1971.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. Tradução: FIKER, Raul. São Paulo: UNESP Editora, 1991.

GODBOUT, Jacques. Homo donator versus homo economicus. In: MARTINS, Paulo Henrique (Org.) **A dívida entre os modernos: discussão sobre os fundamentos e as regras do social**. Tradução: TEIXEIRA, Guilherme João de F. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002, 63-97 p.

GORZ, André. **O imaterial: conhecimento, valor e capital**. Tradução: AZZAN JÚNIOR, Celso. São Paulo: Annablume, 2005.

GUSTAFSSON, B. **Scope and limits of the market mechanism in environmental management**. Ecological Economics, n. 24, 1998, 259-274 p.

HAWKEN, Paul *et al.* **Capitalismo Natural: Criando a próxima revolução industrial**. São Paulo: Cultrix, 1999.

HEISENBERG, Werner. **A ordenação da realidade**. (1942). Tradução: CASANOVA, Marco Antônio. Revisão Técnica: VIDEIRA, Antonio Augusto Passos *et al.* Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

HÉMERY, Daniel *et al.* **Uma História da Energia**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1993.

HENDERSON, Hazel. **Transcendendo a economia**. São Paulo: Cultrix, 1991.

ILLICH, Ivan. **A Convivencialidade**. Lisboa: Publicações Europa-América, 1976.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1962.

LATOUCHE, Serge. **A ocidentalização do mundo**: ensaio sobre a significação, o alcance e os limites da uniformização planetária. Tradução: PARCIORNIK, Celso Mauro. Petrópolis: Vozes, 1994.

LOVELOCK, James. **A prática da medicina planetar**. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

MANCINI, Euclides André. **A revolução das redes**. A colaboração solidária como uma alternativa pós-capitalista à globalização atual. Petrópolis: Vozes, 1999.

MARTINS, João Batista. Contribuições epistemológicas da abordagem multirefencial para a compreensão dos fenômenos educacionais. **Revista Brasileira de Educação**. São Paulo, n. 26, maio/jun./jul./ago. 2004.

MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento**. As bases biológicas da compreensão humana. Tradução: MARIOTTI, Humberto; DISKIN, Lia. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MATURA, Humberto. **Cognição, Ciência e Vida Cotidiana**. Tradução: MAGRO, Cristina; PAREDES, Victor. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

MAY, Peter H. Economia Ecológica e o desenvolvimento equitativo no Brasil. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e Natureza**: Estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 2003.

MORIN, Edgar. Por uma reforma do pensamento. In: VEIGA, Alfredo Pena; NASCIMENTO, Elimar. **O Pensar complexo** - Edgar Morin e a crise da modernidade. Rio de Janeiro: Garamond, 1999.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução: SILVA, Catarina Eleonora F.; SAWAYA, Jeanne. Revisão Técnica: CARVALHO, Edgard de Assis. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

_____. **Ciência com consciência**. Tradução: ALEXANDRE, Maria D.; DÓRIA, Maria Alice Sampaio. 4. ed. Revista modificada pelo autor. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000a.

_____. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma; reformar o pensamento. Tradução: JACOBINA, Eloá. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução: LISBOA, Eliane. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

_____. *et. al.* **Educar na era planetária**: O pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana. Brasília: Cortez, 2003.

MOTA, Jose Aroudo. **O valor da Natureza**: economia e política dos recursos naturais. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

NASCIMENTO, Elimar; GOMES, Gisella Colares. **Décroissance**. Qual a consistência? Anais do VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Cuiabá, 2009.

NELSON, Richard R. **Research on productivity Growth and Productivity Differences**: Dead Ends and New Departures. *Journal of Economic Literature*, v. 19, n. 3, 1981.

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. Tradução: SOUZA, Lucia Pereira de. São Paulo: TRIOM, 1999.

NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Maurício C. **Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito**. Brasília: Ed. IBAMA, 2002.

NORTON, Bryan; COSTANZA, Robert; BISHOP, Richard C. **The evolution of preferences**. Why 'sovereign' preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it. *Ecological Economics*, n. 24, 1998, 193-211 p.

PADUA, Elisabete Mattallo Marchesini de. **Complexidade e meio ambiente: um estudo sobre a contribuição de Edgar Morin**. In: PADUA, Elisabete (Org.). *Ciências Sociais, complexidade e meio ambiente – interfaces e desafios*. São Paulo, Papirus, 2008.

PALLANTE, Maurizio. **O decrescimento feliz**. Tradução de João Luís Homem de Carvalho. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/56020185/O-Decrescimento-Feliz>>. Acesso em: junho de 2012.

PENA-VEGA, Alfredo. **Au-delá Du developpement – Pour une politique de l'humanité?** Éditions de l'Actualité scientifique Poitou-Charentes, 2009.

POLANYI, K. **A grande transformação: as origens de nossa época**. Tradução: WROBEL, Fanny. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

PRIGOGINE, Ilya. **O fim das certezas**. São Paulo: UNESP, 1996.

_____. **Carta para as futuras gerações**. Disponível em: <<http://hps.infolink.com.br/peco/p000130a.htm>>. Acesso em: out. 2006.

ROBBINS, Lionel. **An essay on the nature e significance of economic science**. London: Macmillan and Co., 1945.

ROGER, Emílio. Uma antropologia complexa para entrar no século XXI – Chavesde Compreensão. In: VEIGA, Alfredo Pena; NASCIMENTO, Elimar. **O Pensar complexo - Edgar Morin e a crise da modernidade**. Rio de Janeiro, Garamond, 1999.

ROHDE, Geraldo Mário. "Mudanças de paradigma e desenvolvimento sustentado". In: CAVALCANTE, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo, Cortez, 2003.

SANTOS, Akiko; SOMMERMAN, Américo. **Complexidade e Transdisciplinaridade: em busca da totalidade perdida**. Porto Alegre: Sulina, 2009.

SERRES, Michael. **O contrato natural**. Tradução: SIDOUX, Beatriz. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1991.

SODDY, Frederic. **Wealth, Virtual Wealth and Debt: the solution of the economic paradox**. London: George Allen & Unwin Ltd., 1983.

STEWART, Ian. **Será que Deus joga dados**. Rio de Janeiro: Jorge Zarar, 1991.

TIEZZI, Enzo. **Tempos históricos, tempos biológicos – A terra ou a morte: os problemas da nova ecologia**. Tradução: FERREIRA, . Frank Roy Cintra; BRANDÃO, Luiz Eduardo Lima. São Paulo, Nobel, 1988.

VAIL, John. **Decommodification and Egalitarian Political economy**. *Politics & Society*, v. 38, n. 3. SAGE publications, 2010.

VATN, A.; BROMLEY, D. W. **Choice without prices without apology**. The handbook of environmental economics. BlackWell Oxford UK & Cambridge USA, 1994.

VIVERET, Patrick. **Reconsiderar a Riqueza**. Tradução: RIBEIRO, Vera. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.

WEBER, Max. **A “objetividade” do conhecimento na ciência social e na ciência política**. In: _____. Metodologia das Ciências Sociais. Parte 1. Tradução de Augustin Wernet. 4. ed. São Paulo: Cortez; Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2001

REFERÊNCIAS DE APOIO¹²¹

ACKERMAN, Frank; GALLAGHER, Kevin. **Getting the prices wrong**: The limits of Market-Based Environmental Policy. Global Development and Environment Institute Working Paper 00-05, 2000. Tufts University. Disponível em: <<http://ase.tufts.edu/gdae/publications/priceswrong.PDF>>. Acesso em: jul. 2009.

ANDERSEN, Mickael Skou; EKINS, Paul – Edts. **Carbon Energy Taxation – lessons from Europe**: Oxford, 2009.

BAUMGÄRTNER, Stefan *et al.* **Relating the philosophy and practice of ecological economics**: the role of concepts, models, and case studies in inter- and transdisciplinary sustainability research. *Ecological Economics*, n. 67, 2008, 384-393 p.

BAUMOL, W.; OATES, W. E. **The Theory of Environmental Policy, 2nd edn**. Cambridge University Press: Cambridge, 1988.

BUARQUE, Cristovam. **A desordem do progresso, o fim da era dos economistas**. São Paulo: Paz e Terra, 1993.

BURKETT, Paul. **Total factor productivity**: an ecological-economic critique. *Organization & Environment*, v. 19, 2006.

CAILLÉ, Alain. **Sur les concepts d'économie en general et économie solidaire en particulière**. La revue du MAUSS, n. 21, 2003. Disponível em: <http://www.cairn.info/article.php?ID_REVUE=RDM&ID_NUMPLUBLIE=RDM_021&ID_ARTICLE=RDM_021_0215>. Acesso em: jun. 2008.

_____. **Théorie anti-utilitariste de l'action-fragments d'une sociologie générale**. Paris: La découverte, 2009.

CHAUI, Marilena. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 2001.

CHIZZOTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2001.

COSTANZA, Robert *et al.* **An Introduction to Ecological Economics**. Florida: CRC Press, 2000.

¹²¹ Referências de apoio referem-se à bibliografia que embora não tenha sido citada serviu de inspiração para a pesquisa.

CROPPER, Maureen; OATES, Wallace E. Environmental Economics: a survey. In: STAVINS, Robert N. **Economics of the Environment: Selected Readings**. Fourth Edition. W. Norton: New York, 50-130 p.

DALY, Herman E. **Allocation, distribution and scale: towards an economics that's efficient, just and sustainable**. Ecological economics, v. 6, 1992.

_____. **Beyond Growth The economics of sustainable development**. Boston: Bacon Press Books, 1996.

_____. Crescimento sustentável? Não obrigado. In: GOLDSMITH, E.; MANDER, J. (orgs). **Economia global, economia local – a controvérsia**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, 207 – 211 p.

_____. **Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly**. Cheltenham, UK, e Northampton, Mass. USA: Edward Elgar, 2007.

DOPFER, Kurt. **A economia do futuro**. Em busca de um novo paradigma. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979.

DREW, Lawrence J. **The Dematerialization of Society**. Nonrenewable Resources, v. 6 ... 2, 1997.

EKINS, Paul; TOMEI, Julia. **Eco-efficiency and Resources Productivity: concepts, indicators and trends in Asia-Pacific** (Second Green-Growth Policy Dialogue). United Nations, ESCAP, 2009.

ELIAS, Nobert. **A sociedade dos indivíduos**. Organizado por Michael Schröter. Tradução: RIBEIRO, Vera. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1994.

FISCHMANN, Roseli, BARBOSA, Joaquim. Pesquisa em pluralidade cultural: abordagens epistemológicas em diálogo. Revista Múltiplas leituras. V.2n.1 p83-96 njan/jun 2009.

FOTOPOULOS, Takis. **Is degrowth compatible with a market economy?**. The international Journal of Inclusive Democracy, v. 3, n.1, 2007.

FULLBROOK, Edward *et al.* **A guide to what's wrong with Economics**. Londres: Anthem Press, 2004.

GASQUES, José Garcia; CONCEIÇÃO, Júnia Cristina P. R. **Transformações Estruturais da Agricultura e produtividade Total dos fatores**. Texto para discussão, n. 768. Brasília, IPEA, 2000.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **La décroissance Entropie – Écologie – Économie**. Paris: Édition Electronique, 1995.

GOMES, Gisella Colares; NASCIMENTO, C. A. **Mudanças de paradigma científico na biologia e seus impactos na agropecuária**. In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Londrina, PR (CD-ROM), 2007.

GOMES, Gisella Colares. **Qual paradigma? Uma articulação teórica para a compreensão do papel dos instrumentos econômicos de política ambiental**. Anais do VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2009.

GOMES, Gisella Colares ; NASCIMENTO, E.. **Solidary popular bank, ceará, brazil: a practice compatible with the paradigm of de-growth**. Proceedings of the Second Conference on Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity - Barcelona 2010.

GOSWAMI, Amit *et al.* **O universo autoconsciente**: como a consciência cria o mundo material. Tradução: JUNGSMANN, Ruy. São Paulo: Aleph, 2007.

GORZ, André. **Critique of Economic Reason**, Gallilé, 1989.

HENRIQUES, Sofia Teives; KANDER, Astrid. **The modest environmental relief resulting from the transition to a service economy**. Ecological economics, v. 70, 2010.

HOLLIS, Martin; NELL, Edward J. **O homem econômico racional – Uma crítica filosófica da economia neoclássica**. Tradução: ADDOR, Alexandre. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

JACOBS, Jane. **A natureza das economias**. São Paulo: Beca, 2001.

LATOUCHE, Serge. **O decrescimento como condição de uma sociedade convivial**. Cadernos IHU idéias, ano 4, n. 56, 2006.

_____. **Petit Traité de La décroissance sereine**. Mille e une nuits, 2007.

LAVILLE, J. L.; CATTANI, Antonio David (orgs). **Dictionnaire de l'autre économie**. Gallinard, 2006.

LAVILLE, J. L. **L'économie solidaire**: une perspective international. Hachette Littératures, 2007.

LOWY, Michael. O que é o eco-social? **Revista Combate**. Lisboa, APSR, 2006. Disponível em: <<http://www.combate.info/pdf/combate286.pdf>>. Acesso em: jul. 2009.

MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco. **Autopoiesis and Cognition**: The Realization of the Living. Boston Studies in the Philosophy of Science. Paperback, 1991.

MORIN, Edgar. **La Méthode**. *La Nature de la nature* (t. 1),. Éditions Du Seuil, 1981.

MORIN, Edgar. **La Méthode**. *La Vie de la vie* (t. 2), Éditions Du Seuil, 1985.

MORIN, Edgar. **La Méthode**. *Connaissance de la connaissance*. Anthropologie de La connaissance (t. 3). Éditions du Seuil, 1986.

_____. **La Méthode**. *Les idées. Leur habitat, leus vie, leurs moeurs, leur organization* (t. 4). Éditions du Seuil, 1991.

_____. **La Méthode**. *L'humanité de l'humanité. L'identité humaine* (t. 5). Éditions du Seuil, 2001.

_____. **Da necessidade de um pensamento complexo**. Tradução: SILVA, Juremir Machado da. Para navegar no século, 2003. Disponível em: <<http://sevicisc.incubadora.fapesp.br/porta/Members/pelegrini/ntc/pensamentocomplexo.pd>> Acesso em: ago. 2009.

_____. **La Méthode**. *Les idées. Leur habitat, leus vie, leurs moeurs, leur organisation* (t. 6). Éditions du Seuil, 2004.

MUELLER, Charles C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.** Brasília: Editora da Universidade de Brasília, Finatec, 2007.

NELSON, Richard R. **Recent Exercises in growth Accounting: new Understanding or dead End?** American Economic Review, v. 63, n. 3, 1973.

NORE, Peter; GREEN, Francis (orgs.). **A economia um antitexto.** Tradução: JUNGMAN, Ruy. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

PRIGOGINE, Ilya. **Carta para as futuras gerações.** Disponível em: <<http://hps.infolink.com.br/peco/p000130a.htm>>. Acesso em: out. 2006.

RIFKIN, Jeremy. **Entropy: into the greenhouse world.** Revised Edition. Bantan New Age Books, Viking. Press edition, New York, 1989.

RING, Irene. **Evolutionary strategies in environmental policy.** Ecological Economics, n. 23, 1997, 237-249 p.

SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia - Teoria e prática do desenvolvimento.** Organizador Paulo Freire Vieira. São Paulo: Cortez, 2007.

SCHUMACHER, E. F. **Small is Beautiful.** Economics as if people mattered. New York: Harper & How Publishers, 1973.

SHIVA, Vandana. **Protect or Plunder?** Understanding intellectual property rights. New York: Zed. Books Ltd., 2001.

STEINBERGER, Julia K.; ROBERTS, J. Timmons. **From constraint to sufficiency: the desacoplamento of energy and carbon from human needs, 1975-2005.** Ecological Economics, v. 70, 2010.

STEINBERGER, Julia K.; KRAUSMANN, Fridolin; EISENMENGER, Nina. **Global patterns of materials use: A socioeconomic and geophysical analysis.** Ecological economics, v. 69, 2010.

SUN, J. W. **Dematerialization and sustainable development.** Sustainable Development, dez. 8, 2000.

SWEEZY, Paul M. **Teoria do desenvolvimento capitalista.** 6. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1985.

VAZ, Vania; GOMES, Gisella Colares ; ALVES, M. O. **Propriedade e Meio Ambiente.** Anais do XIX Encontro Regional de História da ANPUH- Seção São Paulo, 2008

VICTOR, Peter. **Questioning economic growth.** Nature, v. 468, 2010.