

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS**

João Vitor Britto Elias

**A VISÃO DE FRITJOF CAPRA SOBRE SISTEMAS VIVOS:  
INTERPRETAÇÃO E IMPLICAÇÕES**

BELO HORIZONTE

2020

João Vitor Britto Elias

**A VISÃO DE FRITJOF CAPRA SOBRE SISTEMAS VIVOS:  
INTERPRETAÇÃO E IMPLICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Universidade Federal de Minas Gerais como parte  
dos requisitos necessários para a obtenção do Grau  
de Bacharel em Ciências Socioambientais.

**Orientador:** Professor Dr. Mauro Lúcio Condé.

BELO HORIZONTE

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Socioambientais. Avaliado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Profº. Dr. Mauro Lúcio Leitão Condé – FAFICH/UFMG – Orientador.

---

Profº. Dr. Rafael Scopacasa – FAFICH/UFMG – Avaliador.

Aprovada em: \_\_\_/ \_\_\_/ \_\_\_

Belo Horizonte, outubro de 2020, Avenida Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Brasil.

“Why, man, he doth bestride the narrow world  
Like a Colossus, and we petty men  
Walk under his huge legs, and peep about  
To find ourselves dishonourable graves.  
Men at some time are masters of their fates.”

**(William Shakespeare, “Julius Caesar”, Ato 1,  
Cena 2)**

“Ele domina todo o estreito mundo  
Como um Colosso, e nós, homens mesquinhos,  
Sob suas pernas vamos caminhando  
Para encontrarmos covas desonrosas.  
O homem por vezes manda em seu destino.”

**(Tradução: B. Heliadora)**

## **RESUMO**

O livro *Teia da Vida* (1996) de Fritjof Capra sistematiza uma ampla variedade de pesquisas científicas para viabilizar uma divulgação, em especial, sobre a natureza da vida e a alfabetização ecológica. Passados 24 anos desde a sua publicação, analisaremos as ideias de Capra utilizando seu arcabouço teórico para compreendermos sua contribuição para soluções de problemas de natureza social e ambiental.

Palavras-chave: *Teia da Vida* (1996); Fritjof Capra; Ecologia; Ciências da Vida; Vida; Natureza.

## **ABSTRACT**

The book *Web of Life* (1996) by Fritjof Capra systematizes a wide variety of scientific research to enable dissemination, in particular, about the nature of Life and ecological literacy. 24 years after its publication, we will analyze Capra's ideas using his theoretical framework to understand his contribution to solving social and environmental problems.

Keywords: “Web of Life” (1996); Fritjof Capra; Ecology; Life Sciences; Life; Nature.

## SUMÁRIO

1 – Introdução	7
2 – Justificativa e Objetivos	8
2.1 - Justificativa	8
2.2 - Objetivos gerais	9
2.3 - Objetivos específicos	9
3 - Desenvolvimento	9
3.1 - A concepção das Ciências da Vida na obra <i>A Teia da Vida</i> (1996)	9
3.1.1 - As Partes do Todo	9
3.1.2 - Padrões e Estruturas Dissipativas	14
3.1.3 – Ecologia	18
3.2 - A interpretação da concepção de Capra para abordagens interdisciplinares	22
3.2.1 - Ecologia e Territorialidade	24
3.2.2 - Papel do Poder Político	25
3.2.3 - Implicações sociais para o ambiente	26
3.2.3.1 – Economia	27
3.2.3.2 - Energia	27
3.2.3.3 - Alimentação	28
3.2.3.4 – Arquitetura	29
4 - Considerações Finais	30
5 – Bibliografia	32

## 1 - INTRODUÇÃO

O livro *A Teia da Vida* (1996) de Fritjof Capra promoveu um debate de rico arcabouço científico, tratando da concepção sistêmica da Vida, unificando as dimensões biológicas, ecológicas, social e da cognição, centradas na percepção da necessidade de abordagens que sintetizem uma ampla variedade de saberes capazes de lidar com problemáticas ambientais e sociais de igual, senão de maior complexidade.

A proposta de Capra na obra *A Teia da Vida* (1996) busca elencar uma constelação de saberes que demonstram uma visão sobre a vida em suas distintas dimensões para oferecer um novo diálogo com a Natureza e a natureza humana, com implicações para uma percepção ecológica capazes de promover discussão sobre a sustentação da chamada Teia da Vida. Procuramos elencar algumas das implicações que as propostas de Capra podem gerar, trazendo um diálogo com sua obra *A Visão Sistêmica da Vida* (2014), escrita em parceria com P. L. Luisi, onde propôs pontuações finais para seu arcabouço teórico.

Capra procura identificar um elenco específico de atuações científicas buscando unificar uma visão distinta sobre as ciências da vida e da matemática. Procuramos identificar a relevância de sua elaborada discussão para promover um diálogo com as propostas e implicações sugeridas pelo autor – mas não desenvolvidas – retomando suas elaborações teóricas.

A primeira parte deste trabalho – que será elaborado em duas partes – procura definir a concepção teórica sobre as ciências da vida, elencando os principais legados que contribuem para a formulação da obra de Capra sobre o fenômeno da vida e da natureza, buscando identificar a proeminência de cada contribuição para a organização de pensamento, bem como as bases que sustentam sua visão. Utilizaremos do livro *A Teia da Vida* (1996) que primeiro apresenta uma organização geral de seu pensamento, analisando seus principais argumentos e colocações.

Na segunda parte, faremos um diálogo com a obra de Capra, *A Visão Sistêmica da Vida* (2014), onde Capra e o autor P. L. Luigi (cujo trabalho é mencionado no livro de 1996) propõem discutir as implicações sociais e políticas da sua primeira concepção, bem como demonstrar ao que almejam quando mencionam a extensão de suas propostas na relação entre o Homem e Natureza, portanto, de onde extraímos uma reflexão para as ciências socioambientais. Aprimorando a discussão proposta no livro de 1996 com a contribuição da obra de 2014,

identificamos como sua concepção da vida pode contribuir para o debate sobre Homem e Natureza.

Fritjof Capra é físico teórico de formação na Universidade de Viena onde desenvolveu grande parte de seu trabalho no campo da Física de Partículas e teorias de sistemas, estimulando discussões através de seminários com temas que variavam da filosofia até a física quântica. Seu primeiro grande trabalho enquanto autor, *O Tao da Física* (1975) causou um notável debate sobre o misticismo e metafísicas de correntes filosóficas asiáticas em contraponto com a consideração ocidental sobre a física quântica. Ao passo que esse posicionamento místico é utilizado, vemos uma argumentação que procura identificar algumas respostas possíveis para os problemas colocados sem aparente solução. Ainda que tenha sido recebido com tanto ceticismo, Capra possui equivalente admiração, tanto pela comunidade acadêmica quanto o público em geral.

Ainda que suas obras sejam controversas, é certo que provoca discussões que até então estavam afastadas do público geral, em função da complexidade e rigidez dos assuntos tratados, como Física Quântica, Biologia e Filosofia. Capra busca aproximar custosos assuntos de uma maneira simples e tratá-los para que o leigo nas ciências possa assimilar uma variedade de assuntos, sintetizando uma abordagem interdisciplinar que é comum em seus textos. É por isso também alvo para críticas que implicam com a falta de rigor científico em suas redações, uma mera organização de ideias sem um real âmago para utilizá-las ou incompletas para ambições pretendida. Por mais que sejam duras as críticas, é inegável que o esforço de Capra é louvável, na medida que compila uma vasta gama de trabalhos científicos e provoca novas percepções sobre o estudo científico. Mesmo com tanta controvérsia, há uma contribuição respeitável para ser observada na obra de Fritjof Capra

## **2 - JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS**

### **2.1 - Justificativa**

Esse trabalho se faz para oferecer uma revisão sobre a concepção proposta por Capra que foi aprimorada ao longo de 18 anos, uma interpretação de como essa teoria oferece implicações sociais e ambientais. A pesquisa se direciona a estudantes da Ciência e busca promover compreensões cabíveis para aqueles que atuem nos problemas complexos elencados por Capra. O trabalho se baseará na obra de Fritjof Capra, bem como nas leituras feitas por profissionais

que analisaram sua obra e exprimiram suas aferições, buscando relacionar um diálogo entre o autor e as implicações práticas de sua teoria

## **2.2 - Objetivos Gerais**

Procuramos apresentar uma leitura da concepção das ciências da vida em Capra, analisando seu amadurecimento em comunhão com as pontuações finais do autor sobre a teoria apresentada, a fim de apontar como a presente discussão pode ser utilizada para trazer contribuições para abordagens interdisciplinares no fazer científico das ciências elencadas.

Promover uma síntese do argumento do autor, apresentando algumas de suas implicações sociais e políticas adjacentes. Acreditamos que a análise do amadurecimento de sua teoria possa contribuir para acirrar os debates sobre as soluções e problemáticas da relação entre Homem e Natureza.

## **2.3 - Objetivos Específicos**

A partir de uma definição que discorra sobre a matriz do pensamento de Capra, procurar evidenciar uma síntese sobre a concepção unificada sobre as ciências da vida, elencando seus principais autores, atuação e contribuição para o arcabouço teórico. Fazendo diálogo com a sua obra posterior, *A Visão Sistêmica da Vida* (2014), apresentar algumas das implicações sociais e políticas que o autor propõe para o seu arcabouço teórico, tendo em vista elementos basilares para a sustentação de sua concepção.

## **3 – DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 - A concepção de sistemas vivos na obra *A Teia da Vida* (1996)**

#### **3.1.1 - As Partes do Todo**

Entre as diversas questões apresentadas pela filosofia, nenhuma é tão pertinente quanto: “o que é a Vida?”, com suas implicações quanto à origem, ao destino e à forma como se

manifesta. O livro *Teia da Vida* (1996) do austríaco-americano Fritjof Capra pretende elucidar diversas abordagens que propõem responder tal pertinente questão, de forma a sintetizar os esforços realizados em distintos campos de atuação da ciência, com o intuito de promover uma visão que interligue esses estudos em uma abordagem interdisciplinar.

A tradição cartesiana, tão revolucionária em sua origem, ao longo de 400 anos expandiu as concepções que tínhamos da Natureza, inaugurando uma nova metodologia para o estudo de fenômenos naturais bem como sobre a mecânica de tecnologias. Seu método de observação e experimentação apontou para a fatualidade dos objetos em estudos, numa tentativa de apreensão direta da realidade visível, em detrimento das práticas analíticas que alicerçaram em arcabouços teóricos infinitos, baseados na teorização, retórica e eloquência antes do acervo prático.

R. Descartes (1637) introduziu mais rigor teórico com implicações para experimentação que, até então, era baseada na enrijecida maneira de estudar quase que exclusivamente centrada na semântica e retórica, afastada da técnica que era considerada artesã e inferior aos grandes esquemas teóricos. Além de Descartes, Francis Bacon teve um papel fundamental na valorização e divulgação do método experimental. Com este método da experimentação, aprimorado ao longo do século XVI e XVII, a teoria se juntou à prática e à análise científica, tal qual a conhecemos hoje, começando a se firmar nos meios estudiosos e intelectuais. O papel fundamental de tal organização para que se estabelecesse o rigor da contemporânea análise científica reverbera com constância através das gerações após Descartes.

De acordo com Capra, tal herança cartesiana ainda se mantém atualmente, promovendo uma visão baseada na descrição linear, na subdivisão do todo em partes que auxiliam a compreensão de um objeto de estudo. A dicotomia presente que separa as partes e o todo estabelece a ênfase Mecanicista do fazer científico e carrega consigo uma série de alicerces que promovem uma concepção já posta em contradição pelos mais recentes eventos, porém ainda capaz de se manifestar no senso comum (CAPRA, 1982). Capra enumera algumas dessas, que são agora presunções, até então muito utilizados na tradição científica anterior ao século XX com reverberações até os dias de hoje:

“... a visão do universo como um sistema mecânico composto de blocos de construção elementares, a visão do corpo humano como uma máquina, a visão da vida em sociedade como uma luta competitiva pela existência, a crença no progresso

material ilimitado, a ser obtido por intermédio de crescimento econômico e tecnológico, e — por fim, mas não menos importante — a crença em que uma sociedade na qual a mulher é, por toda a parte, classificada em posição inferior à do homem é uma sociedade que segue uma lei básica da natureza.”(Capra, 1996, pág.16)

Demos à Aristóteles o reconhecimento de primeiro associar a forma à matéria e ao contrário da tradição pitagórica e o discernimento de Platão, Aristóteles sustenta que forma e matéria são conjuntos inseparáveis, pois compõem dois lados do mesmo processo, e só poderiam ser separadas por meio de abstração. (WINDELBAND, 1901)

A influência de Aristóteles é realmente notável, medindo-se por quanto tempo vigorou nos meios filosóficos e ainda influencia desde os primeiros estudiosos do século XVI até os dias atuais. Vinda da tradição aristotélica, aprimorando seu método de análise e partindo para a experimentação, Galileu e Descartes se destacam por propor método que abre mão de estudar a substância e a qualidade de seu conteúdo para focar na forma e nos aspectos quantificáveis de um objeto; rompem com o sensorial para prezar a medição apenas daquilo que pode ser descrito por cálculo matemático. O pensamento analítico cartesiano esmiúça um fenômeno complexo em pedaços a fim de compreender o todo a partir do estudo de suas partes. (LAING, R. D. *apud* CAPRA, 1988)

A descrição do mundo, encabeçada pelo método cartesiano e que mais tarde se aprofundou com as postulações de I. Newton, descreve o mundo como uma mecânica matemática linear, previsível através do cálculo, simplificando o entendimento sobre, entre outros assuntos, a vida e os seres vivos. Nesse mundo governado por leis que aproximam a realidade de nossos cálculos simplistas, almeja-se grande poder para o homem que passa a ver razão em todo e cada fenômeno, amparado na descrição matemática, o que lhe confere grande confiança para julgar e caracterizar o todo a sua volta. Esse é, porém, um mundo sem contato sensorial, onde não se ouve, não se cheira e não se toca, onde toda e cada sensação ou emanção é mera representação daquilo que o cálculo descreverá. Ainda que a tradição mecanicista sirva com intento e seja capaz de aproximar a realidade com afinidade para a realização de obras e construções de objetos, é notável distinguir suas limitações no momento que tentava encaixar tal padrão de organização em fenômenos que não ocorrem dentro de um linearidade que a

mecânica newtoniana seria capaz de descrever. Por mais úteis que sejam as leis que regulam a mecânica de Newton, essa ainda falha miseravelmente para descrever os fenômenos que são em sua natureza demasiados complexos. (CAPRA, 1982).

A hegemonia newtoniana só fora devidamente refutada com o acirramento dos estudos em biologia molecular e física quântica, quando novos fenômenos pareciam contradizer os cálculos esmiuçados para dar lugar à uma nova ciência e tão logo, a nova matemática capaz de tentar apreender aquilo que só se tornou observável com o surgimento de novos equipamentos de medição (CAPRA, 1975). As novas descobertas do século XIX e as evidências trazidas no século XX acirraram a discussão entre aqueles que ainda defendiam um modelo mecanicista e aqueles que percebiam como ficava cada vez mais complexo a equalização de velhos paradigmas (HARAWAY, 1976).

Pouco a pouco, o modelo de analisar o todo a partir de suas partes individualizadas começou a dar lugar à análise das relações causais entre as partes que o compõem. É o começo da biologia orgânica, que se opunha ao modelo mecanicista e ao modelo vitalista<sup>1</sup> ao propor que o foco deveria ser dado especialmente na configuração da organização em oposição a individualização das partes. A organização é a concepção de padrão baseada na configuração e relação das partes, o que pode sustentar a compreensão da ideia de “sistemas”, tanto vivos quanto sociais, como um todo integrado onde as propriedades fundamentais surgem da relação entre suas partes (DRIESCH, 1908). Essa nova abordagem que vinha surgindo no início do século XX pretende analisar as coisas sistematicamente, procurando colocá-las dentro de um contexto temporal e estabelecer a natureza de suas relações, em si e no seu ambiente em volta (HARAWAY, 1976).

Partindo do princípio de que o paradigma cartesiano decompõe o todo para analisar a ínfima parte, parte por parte, segundo Capra, seria impossível para tal modelo conceber uma compreensão que alinha a análise individualizada com o contexto vigente do objeto em estudo. O pensamento sistêmico, por outro lado, não prima seu foco exclusivamente numa distinção individual, porém nos princípios que regem propriedades que compõem o sistema. A Física Quântica demonstra como as partículas subatômicas não representam coisas em si, pois comportam semelhantes a ondas que refletem, em última instância, os objetos materiais; essas partículas ocorrem como probabilidades, não de coisas, mas de interconexões. Interconexões

---

<sup>1</sup> Que em muito se assemelha ao mecanicista, entretanto lhe acrescenta uma causa externa ao ser vivo que lhe opera, o chamado “fantasma da máquina” (KOEHLER, 1967).

são em enfim a elementaridade mais fundamental da matéria, pois as partículas subatômicas não se constituem enquanto blocos maciços, porém como uma complexa teia de relações.

No início do século XX, Capra aponta para a comunhão que o movimento onde atuavam os biólogos organísmicos reverberou até o campo da psicologia, para o início da tradição da Gestalt. O termo Gestalt, nas palavras do filósofo C. von Ehrenfels, afirma que o todo corresponde a mais que a soma das suas partes; concepção que levaria ao aprofundamento da análise psicológica que compreende a existência de totalidades irreduzíveis enquanto condicionante para o fenômeno da percepção. Nesse sentido, a contribuição dessa escola da psicologia, refere-se à percepção humana como um fenômeno que busca integrar padrões perceptuais e não em termos de seus elementos isolados, uma vez que a sua organização exibe qualidade distinta da sua parcela (LILIENFELD, 1978).

Arraigados da visão da Biologia Organísmica, os ecologistas partiram da concepção de comunidades biológicas como organismos para aprimorar a definição de ecossistema, uma pioneira abordagem que busca descrever um sistema em função de sua interconexão, invés de uma decantação de suas partes individualizadas. Capra nos indica duas contribuições emergentes dessa categorização: as noções de comunidade e rede. Tal percepção aglutina-se ao fato de compreendermos que um organismo que faça parte de uma comunidade ecológica contém, nas palavras do autor, “uma multidão de organismos menores, dotados de uma considerável autonomia, e que, não obstante, estão harmoniosamente integrados no funcionamento do todo” (Capra, 1996 p. 34). A noção de rede e de inserção das partes que contribuem para erradicação de uma noção de hierarquia natural cede lugar à noção de uma teia de emaranhados nodos, formada de ligações múltiplas em redes aleatórias (HARAWAY, 1976).

Durante esse primeiro momento, Capra busca demonstrar como a tradição mecanicista que vigorou após a influência aristotélica deixou marcas permanentes no senso comum. A Física Quântica demonstra a probabilidade da matéria, a psicologia trouxesse iniquidade entre “a soma das partes e o todo” e a ecologia com suas noções de comunidade e rede;

Na nova abordagem teórica emergente sobre sistemas vivos de Capra, a relação complexa dos elementos fundamentais que compõem o meio ambiente interno e exterior da vida se revela no padrão intrincado de organização estrutural da qualidade e da quantidade que distingue cada ser vivo. Ao longo da tradição filosófica, a questão que opõem forma versus conteúdo, ou ainda, padrão versus estrutura, acirra a discussão ao postular duas distinções a princípio ambivalentes, mas que na nova abordagem sintetizada na geração de Capra,

complementam-se para demonstrar que são partes indispensáveis de um único processo, a atividade organizadora dos seres vivos. Não mais condiz com as observações recentes o velho tratamento que opunha em discussão a substância contra a forma de um ser vivo; o que antes soava independente é agora percebido como uma plena combinação de fatores que influenciam para a formação da vida.

Capra chama a atenção para como a teorização sobre sistematizações em geral, seja de seres vivos ou inanimados, fora elaborada com distinção entre variadas abordagens ao longo do século XX. O autor aponta ainda para como as primeiras tentativas de realizar esquemas para agregar a semelhança de objetos de estudo em organizações sistemáticas estabeleceu a base para novas esquematizações que viriam a surgir. O caso mais notável está nos fundamentos lançados na visão de L. von Bertalanffy (1968), que primeiro teorizou sobre uma “ciência geral da totalidade” sem muito sucesso, porém serviu para lançar as bases para que mais tarde I. Prigogine aprimorasse sua definição sobre as Estruturas Dissipativas. Ainda que a tentativa de sistematizar uma ciência da totalidade já almeja uma demasiada grande ambição, é interessante notar como Capra destaca como a percepção de diversas condicionantes capazes de causar a impressão de que há, de fato, muitas semelhanças e paralelos na manifestação de diversos sistemas, sejam vivos ou não (PASLACK, 1991). Essa ambição, considerada louvável pelo físico, exprime parte da necessidade em se organizar uma grande gama de conhecimentos, para emitir uma sistematização contundente que seja prática e usual.

Outro tópico abordado por Capra com extensão devido ao papel importante em sua teoria, está no início da Cibernética (Wiener e von Neumann) em sua tentativa de entender os mecanismos neurais enquanto expressão matemática. A tentativa desses primeiros ciberneticistas consistia em estabelecer uma comparação entre o funcionamento da mente humana com uma máquina, fazendo paralelos entre a distribuição neural com um circuito elétrico em rede (WIENER, 1950). Por mais limitada que seja essa descrição, e ainda que certas funções cerebrais possuam uma sequência lógica e sensoriamento que ativa certas partes provocando a percepção, é imaturo dizer que a cognição humana é uma mera manipulação simbólica baseada em regras fixas tais como de um computador (HEIMS, 1980).

Devido a esse limite, a grande contribuição dessa linha científica na teoria de Capra reside nas considerações sobre Realimentação (feedback), um preceito básico nas máquinas autorreguladoras desde o século XVIII que ingressa na cibernética a partir de observações tanto do mundo natural quando dos homens. Além das tecnologias autorreguladoras, o fenômeno da

homeostase e de sistemas sociais percebidos enquanto organizações mantidas coesas por processos circulares, Capra, diante das limitações colocadas por essa linha de pesquisa percebe, porém, alguns destacamentos que considera relevantes para sua teoria. Capra percebe que cérebros:

“[...] parecem operar com base numa conexidade generalizada, armazenando distributivamente as informações e manifestando uma capacidade de auto-organização que jamais é encontrada nos computadores.” (Capra, 1996, pág. 60)

### **3.1.2 - Padrões e Estruturas Dissipativas**

Capra brevemente sumariza sua observação sobre a auto-organização baseada nas diversas pequenas contribuições e propõe três principais características sobre esses sistemas auto organizantes e tão logo, sobre os sistemas vivos: novos modos de comportamento no processo de auto-organização; todos os sistemas vivos estão expostos a trocas de energia e talvez matéria na fronteira do limite de sua unidade e por fim, a interconectividade entre os componentes do sistema, às vezes capaz de provocar a realimentação em repetição (BATESON, 1979; MATURANA e VARELA, 1987)

Nesse sentido, Capra busca compreender a velha discussão filosófica da Substância versus Forma (padrão), definindo essa última em função de um esquema que define sobre a organização da vida. Assim, percebe que o Padrão de uma organização reside nas relações em rede de seus componentes.

Uma das bases fundamentais da sua teoria reside nas descobertas do russo I. Prigogine (1917-2003), ao estudar sistemas que, indiferente do objeto de estudo até então, estariam em um estado afastado do equilíbrio. O fato da ciência clássica até então focar suas investigações em sistemas equilibrados e estáticos provocou a motivação de sua pesquisa, analisando principalmente a instabilidade de Bénard e os relógios químicos. O primeiro experimento analisa a mudança drástica de condução para convecção do calor de temperaturas críticas em um líquido quando aquecido uniformemente por baixo, formando padrões hexagonais tais quais de uma colmeia de abelhas. O segundo consiste em um encadeamento de reações que ocorrem em repetição como um efeito dominó constante, alternando a cor do composto em azul e vermelho dentro de intervalos regulares. Enquanto o primeiro experimento demonstrou como

um comportamento coerente pode emergir espontaneamente em pontos críticos de instabilidade longe do equilíbrio, o segundo evidenciou como um sistema químico pode atuar como um todo ao produzir elevado grau de ordem devido a atividade coerente de bilhões de moléculas (PRIGOGINE E STENGERS, 1984).

Tais embasamentos serviriam para Prigogine reconhecer a noção de estruturas dissipativas, onde Capra não a compara diretamente com sistemas vivos, porém utiliza do conceito formulado para explicar como certos sistemas que ocorrem em instabilidade afastada do equilíbrio, capazes de produzir excessivo grau de organização, nos serve enquanto modelo aplicável e está no baluarte de sua teoria sobre auto-organização e evidências da auto-regulação.

Na teorização de “Teia da Vida”, o autor baseia seu argumento principalmente nas teorias sobre cognição de Maturana/Varela, para tanto, utiliza da matemática complexa a fim de estabelecer bases para suas postulações e da teoria Gaia, por J. Lovelock e L. Margulis. Nos trabalhos desenvolvidos na Universidade de Santiago, Chile, Humberto Maturana formalizara a sua teoria sobre cognição humana, baseado no seu estudo de percepção de cores pelo olho, aferindo que se trata de um fenômeno biológico por se tratar de uma reação nervosa. A principal descoberta que deu origem à presente teorização afirma que o sistema nervoso opera dentro de operações onde cada mudança interativa provocada por um componente opera mudança em outros componentes devido a circularidade das reações e a evolução de seu conjunto. Nas palavras de Capra sobre Maturana, o sistema nervoso é um “padrão de rede, no qual a função de cada componente é ajudar a produzir e a transformar outros componentes enquanto mantém a circularidade global da rede” (Capra, 1996, página 77), intuindo a suposição de que tal modelo organizacional observado possa ser a “organização [básica] da Vida” (Idem); esse argumento é baseado no fato do sistema nervoso se auto-organizar dentro de sua circularidade. Mais ainda entre as aferições, Maturana compreende que o sistema nervoso ocorre dentro de uma “criação contínua de novas relações na rede neural” (Idem) e que por isso, a cognição não representa uma realidade exterior, porém percebe uma específica realizada pelo processo circular do sistema nervoso. Por razão desse postulado, a conclusão tirada é que a organização circular em seres vivos, onde a comunicação celular em rede é auto organizada e auto reguladora, se assemelha com o próprio processo da cognição (PASLACK, 1991).

Por conseguinte, na falta de termos previsíveis, a presente teoria de Santiago cunhou o termo autopoiese para designar a organização geral de todos seres vivos, onde a generalização da organização do sistema vivo é independente das propriedades corpóreas dos seus

componentes, considerando elementarmente sistemas vivos como sistemas cognitivos. Além disso, Maturana aponta como a unidade de um ser vivo é limitada pela fronteira da sua extensão e interação com ambiente ao seu redor, formando um sistema fechado, porém aberto para intervenções.

Capra admite a autopoiese como peça fundamental na sua sistematização e para complementar busca na teoria Gaia de J. Lovelock para estender o argumento em uma escala global, buscando identificar paralelos marcantes nas duas teorias como o impacto da ação de uma parte sobre o todo, o limite fronteiro que separa o ambiente interno do externo, a auto-organização e a auto regulação.

A principal descoberta que levaria ao embasamento da sua teoria consta nas observações da variação do calor do Sol, que aumentou a sua temperatura em 25% desde o período que marca o início da vida no planeta. Pelo fato da atmosfera do planeta e sua temperatura global terem se mantido em constante conforto para vida como a conhecemos durante bilhões de anos, Lovelock argumentou que a regulação da temperatura e a manutenção das condições da vida ocorreram exclusivamente desse sistema fechado e tão logo, teorizou sobre a possibilidade de tratar o planeta Terra enquanto um organismo vivo que se auto organiza e mais importante, se auto regula. Em suas experiências posteriores, com o chamado modelo Mundo das Margaridas, onde uma simulação da distribuição de biota no planeta estabelece variações na taxa de reflexão do calor solar, causando condições para que trocas gasosas entre as plantas e os animais estabeleçam uma atmosfera, capaz de sustentar vida no início primitivo do planeta. As simulações, ainda que realizadas em puro pragmatismo matemático, conseguem exprimir com alguma confiabilidade e servem para ricas discussões entre pesquisadores das geociências e da biologia (KELLEY, 1988). O resultado de efeito para esses experimentos revela que a auto regulação, inclusive presente em cenários de desastre, ocorre em função do aumento da complexidade da teia alimentar e da diversidade de espécies (LOVELOCK e MARGULIS, 1974; LOVELOCK, 1979). As simulações matemáticas de Lovelock e seus consequentes resultados são colocadas por Capra em comunhão com as evidências sobre o passado primitivo da vida no planeta, onde a pré-condição de elementos orgânicos que aumentavam sua complexidade em reações químicas, estimularam as primeiras condições atmosféricas favoráveis.

Antes de entrarmos na análise sobre a Matemática Complexa, será importante apanharmos os critérios fundamentais da auto-organização relacionados pelo autor como ponto

chave de seu argumento sobre o fenômeno da vida: continuidade do fluxo de energia e matéria através do sistema, a estabilidade afastada do equilíbrio, novos padrões de ordem, o papel central da realimentação e a descrição matemática por fatores não-lineares.

A matemática que Capra faz referência, chamada “matemática da complexidade” aponta para promulgação de resultados que não podem ser verificados em experimentos práticos devido ao grande número de variáveis tornando-se demasiados complexos para serem medidos senão por meio de computadores capazes. A principal influência de Capra nesse ramo em sua formulação está em H. Poincaré (1854-1912) com seu interesse na geometria não euclidiana utilizando de concepções topológicas, ou seja, preocupada com propriedades das figuras geométricas que não mudam quando essas figuras são transformadas, estendidas ou manipuladas. A constância de algumas dessas propriedades em situação de instabilidade é o ponto chave apreendido, que serviria como base para o aprofundamento dessa matemática Stewart (1989). Nas palavras do autor, no tocante a teoria do Caos, equações iterativas e geometria fractal, busca-se uma síntese da contribuição desses avanços na compreensão de sistemas vivos enquanto uma exemplificação, ainda que metafóricamente, da ideia de possibilidade do equilíbrio, percebido em função dos fatores constantes que delimitam esse fazer matemático, quando submetidos a variáveis sensíveis e/ou submetidos a repetição, ou seja, uma instabilidade em equilíbrio e em constância conjecturável (CAPRA, 1982)

### **3.1.3 - Síntese Da Vida/Natureza**

Assim como interrogado por E. Schrödinger em sua obra *O que é Vida?* (1944) cujo maior enunciado levou a culminar na formalização da pesquisa em Biologia Molecular, Capra busca responder tal indagação, ao identificar sua teoria, pois, em postulados fundamentais, os critérios de um Sistema Vivo: padrão de organização (Maturana/Varela), estrutura dissipativa viva (Prigogine) e o processo vital cognitivo (Bateson).

O primeiro postulado baseado na teoria de Santiago de Maturana e Varela em sua definição sobre redes autopoieticas para explicar como seus componentes que são produzidos por outros componentes da rede formam um sistema organizacionalmente fechado, enquanto aberto para fluxo de energia e matéria. Essa definição nas palavras de Capra, implica que sistemas vivos são em si auto organizadores frente às imposições do meio ambiente, conferindo autonomia ao processo. Como um organismo interage continuamente com o meio ambiente, novos fluxos energéticos e de matéria resulta em novas manutenções de rede poietica gerando novidades e instrumentos para adaptação de novas condições; essas adaptações ocorrem em

função da operação dos próprios componentes do sistema. Essa é uma descrição, portanto, de um sistema vivo onde seus componentes ocorrem em um conjunto de relações entre os processos de sua criação, onde a organização ocorre em função desses processos.

A segunda base de Capra é a definição de Estruturas Dissipativas vivas que ocorrem quando fluxos incessantes à beira do caos completo formam estruturas de intrincada complexidade e estabilidade, demonstrando um equilíbrio situacional em contrastes com a aparente desordem iminente. Capra cita como essas estruturas ocorrem em sistemas mecânicos e inanimados, citando de exemplo o funcionamento de um redemoinho de água e os relógios químicos. Ainda que a elucidação de Prigogine descreva um fenômeno em sua natureza mecânico e não-vivo, nos serve metaforicamente para explicar como um equilíbrio situacional pode ocorrer apesar de um estado aparente de instabilidade, aqui relacionado com os fluxos energéticos e de material que influem para o sistema.

O último dos seus fundamentos sobre noção de sistemas vivos aponta que o processo de “incorporação contínua de um padrão de organização autopoietico numa estrutura dissipativa” (CAPRA, 1996, página 130) trata-se de um processamento cognitivo; a atividade que organiza o sistema vivo é essencialmente mental. Assim sendo, o processo mental que interage com o meio ambiente, o faz através de interações cognitivas.

A principal pretensão de Capra ao eleger essas descobertas como fundamento para seu argumento procura descrever a mente em termos distintos ao *rés cogitans* de R. Descartes, procurando evidenciar que não se trata de objeto, coisa, porém de um processo que só existe enquanto ocorrer com continuidade. Tão logo, sistemas vivos ocorrem em função da interdependência entre padrão e estrutura, e operam em função de seu processamento cognitivo, tendo ou não um cérebro e sistema nervoso complexo. Assim sendo, a cognição, elemento chave para compreender um sistema vivo, não envolve transferência de informação nem representações mentais, porém ocorre a partir das reações com a percepção das condições em que o ser vivo está inserido. Não ocorre, portanto, em exclusividade nos organismos complexos, sendo que esses que são capazes de desenvolver complexidade de sua atividade mental o fazem a partir dessa atividade cognitiva primordial.

### 3.1.4 - Ecologia

O principal fio condutor da abordagem de Capra procura lidar com a dicotomia entre Homem e Natureza, respondendo a esse enunciado ao demonstrar uma natureza intransigível da vida, que ocorre em escala planetária, levantando a afirmação de que, enquanto a vida no planeta Terra seja um organismo único, a teia de relações e processos nele envolvidos ocorre a partir da interação de seus componentes vivos, sejam eles homens ou fungos. A ideia básica de relação entre espécies e suas reverberações é a fatualidade primordial no conceito de ecossistemas, que denominam essa relação não-linear como um fenômeno importante não só para sua automanutenção, mas também, como provado, para criação de novas relações e novas espécies.

O principal denominador de argumento é a crise ambiental e o começo de uma percepção que considere esses problemas ambientais em função de sua interconectividade, ao invés de tratá-los isoladamente sem perceber sua extensão real. A complexidade de problemas ambientais como pobreza, alimentação, nutricional, recursos finitos e a violência entre comunidades por oportunidades de desenvolvimento são só alguns dos problemas levantados por Capra e servem para demonstrar a urgência de soluções que atuem nas diversas relações entre tais problemas. Mais ainda, o austríaco argumenta que diversas soluções poderiam ser aplicadas, mas essas não ocorrem em função da percepção científica e social, em sua natureza pragmaticamente cartesiana e dicotômica quanto a relação entre Homem e Natureza, que é incapaz de acomodar o panorama interdisciplinar de conhecimento fundamental para a manutenção e sobrevivência da vida tal qual a conhecemos no futuro. Como enunciado por T. Kuhn (1962), o paradigma que Capra identifica como dominador ocorre tanto na ciência quanto na cultura; faz-se necessário então uma refutação baseada em novas evidências, capazes de demonstrar o que cientistas ambientais já sabem do fundo do coração por muitos anos: uma percepção ecológica capaz de reconhecer a interdependência fundamental de todos os fenômenos vivos, além do fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos encaixados nos processos cíclicos naturais e por conseguinte, somos dependentes desses.

*Deep Ecology*, como cunhado por Arne Næss na década de 1970, se refere ao valor intrínseco de todo ser vivo e coloca o seres humanos apenas como um fio na teia da vida; tal enunciado provoca a discussão e o questionamento da nossa visão de mundo e do nosso modo de vida modernos, científicos, industriais, orientados para o crescimento e materialistas. Essa

linha filosófica é utilizada por Capra para afirmar como a mudança de paradigma envolve essencialmente a mudança de uma relação linear e hierárquica da estrutura da sociedade para valores e pensamentos integrativos que culminou em uma organização em rede ao invés de hierarquias (DEVALL E SESSIONS, 1985).

A partir do entendimento de que os fatos científicos são evidenciados por motivo dos valores, concepções e ações idealizadas e ocorrem dependendo de nossa pretensão e/ou valor, Capra busca expressar sua teoria em igual distinção (BOOKCHIN, 1981). O principal alicerce da filosofia da *Deep Ecology* baseia-se na noção de que o “eu” seja concebida na fruição da Natureza e que a sua proteção é proteger a nós mesmo. Como clarifica:

“A tensão básica é a tensão entre as partes e o todo. A ênfase nas partes tem sido chamada de mecanicista, reducionista ou atomística; a ênfase no todo, de holística, organísmica ou ecológica. Na ciência do século XX, a perspectiva holística tornou-se conhecida como "sistêmica", e a maneira de pensar que ela implica passou a ser conhecida como "pensamento sistêmico". Neste livro, usarei "ecológico" e "sistêmico" como sinônimos, sendo que "sistêmico" é apenas o termo científico mais técnico.”  
(Capra, 1996, p. 23)

Ao analisar a configuração da vida, seja ela elementar ou complexa, a concepção de estudar as partes para compreender o todo formulou as primeiras aproximações de modelos capazes de descrever a natureza de maneira científica, seguindo a tradição de R. Descartes e F. Bacon; essa premissa revela-se limitada por conta da medição de novos instrumentos científicos que foram capazes de aprimorar a análise da factualidade que nos imporão a necessidade de novas concepções. É o que T. Kuhn chama de mudança de paradigma o acúmulo de tradições que concretizaram uma tendência no “modus operandi” do fazer científico sendo defrontada com uma carga de fatos que contestam e até rompem com essas tradições, dando lugar à um novo acúmulo de modos que por sua vez desencadeará um novo paradigma, de maneira cíclica. A nova tendência da matemática se baseia na complexidade e na busca para tentar aproximar um número cada vez maior de variáveis que podem ser consideradas em novos modelos,

trazendo algumas evidências que soam constantes nesses novos modelos. Essas evidências nos demonstram que abordar o todo a partir de sua parte individualizada pode ser desvantajoso uma vez que exaure a relevância de inúmeras variáveis não contidas nessa formulação (EISLER, 1987). É irrelevante estudar a organização do ambiente interno de um sistema vivo sem levar em conta o padrão da sua forma e sua interação com o ambiente externo. É o que percebemos em obras que sintetizam sobre as tendências científicas, tais como a de F. Capra, é o estabelecimento das relações das partes que formam o todo, bem como a interação entre organismos completos entre si e com seu planeta.

Tendo em vista trabalhos acadêmicos que buscam integrar os apontamentos de diferentes ramos das ciências para tratar sobre seres vivos e suas interações ambientais, é indispensável considerar como o comportamento da vida se detém a redes de sustentação onde a influência de uma única parte desdobra em consequências para todo o sistema. Igualmente, mudanças no sistema influenciam as partes de seu todo.

As implicações do pensamento sistêmico de Capra sobre a concepção do fenômeno da vida e sua manifestação na Natureza contribui para formação de uma perspectiva que alinhe as interpretações de diversas matrizes de pensamento, tentando englobá-las dentro de uma rede onde as relações entre as partes são causais. É a tentativa de integrar conhecimentos que passam da Biologia, Química e Física, através de demonstrações matemática que apontam uma leitura intrinsecamente complexa, para culminar em uma visão que oferece uma nova perspectiva não só sobre a manutenção da vida no planeta, mas demonstra também uma distinta relação com a Natureza (CAPRA, 1982).

No arcabouço de F. Capra, Natureza é concebida como o resultado da interação da vida com um planeta primitivo. De maneira geral, a configuração das relações entre os primeiros elementos que se fixaram na atmosfera forneceria as características essenciais para formação da vida; esse padrão pode ser reconhecido quando se estuda a relação entre as partes ínfimas para gerar um todo consistente. A origem da Natureza no Planeta Terra é essencialmente a manifestação da vida que gera padrões de organização e os altera baseado nas pressões e nas condições de onde se manifesta. A estruturação de um ser vivo ocorre a partir da incorporação física do padrão de organização do sistema.

### 3.2 - A interpretação da concepção de Capra para abordagens interdisciplinares

Em síntese, a obra de Capra busca demonstrar que muito dos problemas mundiais que envolvem questões ecológicas e políticas ocorrem em função de uma percepção limitada da interconectividade entre as diversas problemáticas, propondo, portanto, que soluções que almejam encarar tais demandas, precisam levar em conta uma sistemática apreensão do todo. Mudanças de paradigmas que levam a novas percepções, como elucidado por T. Kuhn, envolvem uma alteração de uma constelação de conceitos, valores, percepções e práticas de uma comunidade, que altera a maneira como a esta se organiza.

É o que Capra procura demonstrar ao evidenciar como o pensamento sistêmico invariavelmente aparece nas conclusões de diversos estudos em variadas áreas da ciência. As principais matrizes condutoras desse pensamento aparecem para o autor na proeminência da biologia em compreender os organismos vivos como parte de um todo integrado. Capra ainda enriqueceu seu argumento com a psicologia da Gestalt e a ciência da ecologia. Na análise das investigações em Física Quântica, apresenta que no nível subatômico não existem partes, que o que chamamos de parte é apenas um padrão em uma rede inseparável de relações.

A emergência da Matemática complexa e a formulação do conceito de auto-organização refinam a proposta de mudança do paradigma cartesiano, implicando grande complexidade aos estudiosos do porvir que almejavam descrever cientificamente a ascensão do pensamento sistêmico.

A principal crítica de Capra a tendência dos modelos científicos da tradição cartesiana refere-se ao fato dessas primarem por uma leitura estática e atemporal do mundo, onde uma lógica sequencial busca demonstrar como a parte de um todo interrompe a continuidade de um sistema vivo. Como demonstra Capra, utilizando em muito da teoria de complexidade de I. Prigogine, inferindo que “estruturas” que compõem um sistema não são em si inercialmente fixas, pelo contrário, são estruturas dissipativas que regulam a configuração de equilíbrio a partir de sua autocriação em um fluxo de mudanças e perpetuação. O “equilíbrio” é, portanto, uma continuação, indiferente de um estado, um ciclo de abastecimento de matéria e energia, capaz de criar formas e exaurir tudo aquilo que é dispensável; um sistema autorregulado.

Dentro desse breve panorama de sua teoria, iremos debruçar nas implicações que sugere o autor nos atentando para a proposta institucional do curso de Ciências Socioambientais que se interessa pelas “interfaces entre sociedades e ambientes, em suas dimensões econômicas, culturais, sociais, políticas, ecológicas, históricas e espaciais na promoção de um rompimento “com a perspectiva epistemológica que separa o social do ambiental, atribuindo a este último uma autonomia e uma objetividade em relação às dinâmicas sociais e políticas”. Assim, como já enunciado por Capra em seu livro de 1996, soluções para as problemáticas socioambientais serão construídas enumerando a sua tangível interdisciplinaridade e a necessidade de respostas que estendem para além de uma só perspectiva. Uma vez que os problemas políticos e ambientais que enfrentamos no terceiro milênio ultrapassam os limites locais e se estendem por países inteiros, é imprescindível percebermos que muitos desses problemas estão conectados e que a solução plausível para uma situação pode ser ineficaz por não atender para outras dimensões do mesmo problema.

Para esses problemas, as respostas existem em posturas distintas que optam por soluções erguidas em teorização e metodologias igualmente distinguíveis. Percebemos que o Meio Ambiente é, portanto, um campo político em que ocorre atuações de sujeitos que sustentam projetos para a sociedade; atuações essas em posições assimétricas e, muitas vezes, de discrepante influência. (DUPUY, 1981; SACHS, 1993; ZHOURI, LASCHEFSKI e PEREIRA, 2005). Capra propõem soluções pensadas dentro de seu arcabouço teórico, estabelecendo algumas ideias básicas para o desempenho esperado.

### **3.2.1 - Ecologia e Territorialidade**

Capra estende a sua obra iniciada em 1996 com o livro *A Visão Sistêmica da Vida* de 2014 que pretende pontuar práticas possíveis para a sua teorização. A primeira delas se refere à dimensão ecológica da vida que detém uma inerente multidisciplinaridade capaz de pensar a diversidade biológica de forma indissociável a da diversidade de modos de vida nas sociedades humanas (MILLER, G.T., 2007; STEFFEN *et al*, 2004).

Para estimular uma conformidade conceitual, Capra parte de sua categorização de ecologia para explicar que Sustentabilidade Ecológica é traçar planos de uma comunidade humana pautada nos ecossistemas na natureza. A sustentabilidade é discutida em sua visão como o planejamento inerente de sustentar a vida humana sem interferir na capacidade inerente da Natureza para sustentar os sistemas vivos. Tal qual postulado na teoria Gaia (Lovelock, Margulis), o planeta concebido enquanto rede global de processos de produção e transformação

que conferem a complexidade da vida na Terra e sua auto regulação, comunidades humanas desenvolvem continuamente a coevolução com outros sistemas vivos dinamicamente. É inerente apontar que a diversidade biológica deve ser pensada de maneira indissociada ao considerar a diversidade dos modos de vida (MOROWITZ, 1992); admite-se que as independências entre as diversas comunidades conferem especial intuito para se adaptar as situações de mudanças provocadas pelas diversas problemáticas ambientais.

A ecologia em seu ensino oferece um panorama robusto de investigações e requer um arcabouço conceitual multidisciplinar, é essencialmente uma ciência de relações. Capra aponta que interdependências pautam a rede de interações dos sistemas vivos que compõem ecossistemas; assim percebe que é a evolutiva complexidade da diversidade biológica que melhor se adapta às mudanças drásticas causadas pelo ambiente ou outros fatores. Podemos, pois, assimilar que comunidades humanas que percebem suas interdependências, locais e globais, melhor se adaptarão às mudanças ambientais e melhor se posicionarão para refletir criticamente as posturas mais hegemônicas e homogeneizadoras de ambiente (CAPRA, 2014).

### **3.2.2 - Papel do Poder Político**

Aos considerarmos a natureza cíclica dos processos ecológicos e biogeoquímicos, bem como a diversidade dos sistemas vivos e sua flexibilidade para adaptações, percebemos como o modo de vida acentuada pelo industrialismo tem ignorado esses processos e padrões ecológicos (ACSELRAD, 2004; LEFF, 2001; ZHOURI, A e LASCHEFSKI, K., 2010). Em sua análise, Capra aponta que a ilusão do crescimento econômico ilimitado reflete a plena desarmonia entre o pensamento linear e os padrões não lineares que constituem a teia da vida. Essa assimetria ocorre pelo fato de modelos econômicos pautados no crescimento infinito não consideram os custos sociais e ambientais em descontexto ecológico, que muitas vezes são relegadas a meras “externalidades”. Sendo assim para uma avaliação adequada da saúde de uma economia devemos incluir indicadores da pobreza, saúde, equidade ambiental e educação pautadas na experiência mútua entre os processos e relacionamentos humanos (HEINBERG,2011).

O desenvolvimento de comunidades humanas sustentáveis perpassará pelo aumento das capacidades do indivíduo, enriquecidas pela diversidade cultural para prover assistência para adaptações contínuas e estabelecimento de sociedades pautadas em processos

multidimensionais e sistêmicos. Essa noção se faz em contraponto ao modelo de “desenvolvimento sustentável” associado à noção puramente econômica, que trata a “compensação” de “impactos” como viés norteador de maneira, onde “impactos” são tratados enquanto objetificação quantificáveis, na avaliação de processos e dinâmicas na implementação de um dado empreendimento em certa localidade, naturalizando essas ocorrências na medida que se abstrai das concepções relativas às dimensões social, histórica, cultural e política como constitutivas da construção do meio ambiente (ESCOBAR, 2005; SACHS, 2000; LEROY, 2002).

A tendência pertinente para esse debate aponta para a necessidade de mobilização de recursos locais para o atendimento de necessidades locais, ao contrário de uma organização homogeneizadora do modo de vida em uma economia indiferente ao contexto. Parte-se do princípio de que a criatividade, capacidades cognitivas e adaptabilidade devem ser estimuladas para perceber como a interdependência entre as comunidades humanas está no âmago dos fundamentos que compõem soluções sistêmicos - tal qual pensado por Capra e pautadas em comum acordo com o compromisso com a pluralidade de muitos atores, o pensamento construído coletivamente e crítico, e não menos importante, a equidade ambiental de acesso e direitos..

O impacto da globalização de uma “metafísica do ambiente, que o reduz a um objeto material, uno e quantificável, numa causa universal sob forte direcionamento economicista” (UFMG, 2012, página 22), é sentido na inviabilidade da sustentabilidade ecológica e no detrimento da dignidade humana. É percebido que a capacidade de remodelamento da economia global existe e que as redes de fluxos financeiros poderiam ter outros valores embutidos. Responde-se essa questão com a consideração das três dimensões propostas: biológica, cognitiva e social. Essas se referem aproximadamente a soberania alimentar com acesso a um ambiente saudável, o acesso à educação e ao conhecimento, e a vasta ganha de direitos a justiça social e ambiental (ESTEVA, 2000).

Essa concepção nos ajuda a perceber, pois, que comunidades humanas deverão planejar suas interações com as outras comunidades - humanas e não-humanas - por meios que permitam viver e desenvolver de acordo com sua natureza, dado o seu direito básico de autodeterminação e auto-organização, para que se resolvam os problemas econômicos de degradação ambiental, energia, alterações climáticas, insegurança alimentar, entre outros.

### **3.2.3 - Implicações sociais para o ambiente**

O Meio Ambiente é um palco de atuações políticas distintas e espaço de contínua afirmação de modos de vida, emaranhado na teia de relações interdependentes dos sistemas vivos e seus aspectos morfológicos. Sendo assim, podemos destacar alguns princípios fundamentais que configuram a tendência da análise ambiental sugerida. Essa análise provém de pesquisas e estudos que existem dentro de um arcabouço com explícitos valores compartilhados (CARVALHO, 2001; THOMAS, 1989; HUTTON e GIDDENS, 2000; SHIVA, 2005).

Um desses valores corresponde ao desafio de remodelar as regras governantes e as instituições globais; outro valor pretende sensibilizar as pessoas sobre as mudanças ambientais, catalisando lideranças para o desenvolver planos de ação política aos problemas energéticos e climáticos; uma terceira preocupa-se com a soberania alimentar e a promoção da agricultura sustentável; e a última, preocupação com a arquitetura de nossas estruturas físicas, coordenando um planejamento ecologicamente viável. Desses direcionamentos evidentes, destacamos algumas propostas que pretendem contemplar posições possíveis, apontadas por Capra, às presentes problemáticas e que podem contribuir para o engajamento prático de estudos socioambientais (LUISI, 2014).

#### **3.2.3.1 - Economia**

Considera-se imprescindível a descentralização do poder de instituições globais em favor de sistemas pluralistas de organizações regionais e internacionais, sendo regulada por outras organizações, acordos e agrupamentos regionais. Isso só poderia ocorrer com a introdução de mudanças fundamentais na estrutura da legislação corporativa (corporação é entendida como entidade legal registrada que pertence a acionistas e controlada por diretores apontados pelos acionistas) para que se comprometa em garantir o servir ao bem público, sem abrir mão da crença em uma economia de mercado. Sob esse postulado, o planejamento de uma sustentabilidade praticável em seu viés econômico considera-se compromisso da propriedade corporativa o bem público e para tanto, seu propósito deve ser gerar condições para existência da vida antes da maximização do lucro acionista. Essas empresas, ao invés de proprietários desconectados, deverão estar nas mãos de membros arraigados e mantidos por mão humanas; garante-se assim uma governança controlada por uma missão, mantendo o controle direcionada

à missão social. Procura-se, pois, tornar o capital um parceiro ao trazer finanças das partes interessadas nesse compromisso, priorizando a negociação de mercadorias baseando o preço suportados por redes éticas, com suporte coletivo para normas sociais e ecológicas. O anúncio dessas diretrizes certamente apontam para um espaço de reflexão às alternativas ao modelo econômico que visa à mera extração infundável de riqueza financeira e não devem ser consideradas medidas coercitivas que contradizem o próprio motivo desses enunciados, e sim um lugar de alternativas capazes de obter sucesso inicial e preparar um terreno para conquistas futuras. A preocupação latente dessa proposta interessa-se em tratar a economia, de maneira, “coerente com o viver dentro e um ser vivo” (KELLY,2012 *apud* CAPRA, 2014, página 501)

### **3.2.3.2 - Energia**

A moderna sociedade industrial demanda incrível fluxo de energia elétrica que sustenta o próprio tecido da civilização dos dias de hoje, época que viu um aumento massivo no consumo de energia até então mínimo, ao comparar com o período pré-Revolução Industrial. Faz-se, pois, indispensável, a discussão da provisão dessa necessidade, que tende a crescer com o avanço do industrialismo ao redor do mundo, devendo considerar evidentemente a sua eficiência em escala cada vez maiores. Compreendemos que a transição para um futuro sem o uso de combustíveis fósseis é, econômica e tecnologicamente viável, porém depende da vontade política, onde a indústria desses combustíveis fósseis é capaz de gastar milhões de dólares para inviabilizar tais mudanças no *status quo*. É, portanto, indiscutível o fato de que romper com a lógica dos combustíveis fósseis causará profunda transformação tecnológica, econômica e cultural; entre elas, a oportunidade de compartilhar dessa eficiência priorizada em redes inteligentes de distribuição em massa - um sistema de produção e compartilhamento de energia limpa e renovável, com especial atenção para a eólica e a fotovoltaica. Esse objetivo final de compartilhamento pretende uma distribuição do poder, até então hierárquico, ao seus diversos provedores e usuários de maneira colaborativa, fortalecendo as capacidades de decisão, conhecimento e ação. Essa abordagem para uma rede extensiva de compartilhamento de energia que pretende pautar o avanço tecnológico que tenha por base as suas implicações sociais e ambientais, configurando uma proposta que prima pela democratização da energia e o desenvolvimento de autonomias locais. Aqui, se pretende uma discussão sobre a dependência de combustíveis exauríveis tendo no horizonte uma reflexão sobre praticabilidade possível,

porém ainda não priorizada (BUTLER, WUERTHNER e HEINBERG, 2012; STERN, 2006; LOVINS *et al*, 2011).

### **3.2.3.3 - Alimentação**

É basilar considerarmos uma agricultura que não imponha modelos padronizados diante da variabilidade ecológica e diversidade biológica nos diversos empreendimentos rurais. Desde as fundações da agricultura familiar até as grandes cadeias de produção latifundiárias, devemos considerar a sua prática alicerçada nos princípios ecológicos. Muitas técnicas agrícolas da Agroecologia, baseadas muitas vezes em práticas tradicionais, têm rompido com as barreiras que impedem um aprofundamento e extensão de suas capacidades inerentes (Gliessman, 2000; Leff, 2001).

A principal oposição a esse modelo alternativo ocorre por motivo do objetivo final de descentralização dos cultivos, onde prioriza-se a comunidade local. Porém essa descentralização vem juntamente com diversificação dos sistemas de produção agrícola, oferecendo uma variedade maior, energeticamente falando, em propriedades que até então despendiam mais energia do que eram capazes de produzir. O principal foco aqui é evitar que gigantes empresariais detenham poder suficiente para manipular as altas do preço dos alimentos; essa posição de poder baseia-se em parte na falácia de que a fome mundial é causada por escassez de alimento e que só engenharia genética é capaz de nos salvar (EHRENFELD, 1997; ALTIERI e ROSSET, 1999)

Ao contrário desse sistema agrícola vigente que se baseia-se no monopólio das empresas de sementes e biotecnologias para deter poder sobre a produção alimentar, a agroecologia utiliza de princípios básicos da ecologia para garantir uma produção viável economicamente, que seja benigna com o ambiente e promova uma experiências socialmente enriquecedora utilizando de muitas tradições. O fundamento primordial reside na contramão do modo de vida consumista e desperdiçador inerente à ideologia do crescimento econômico perpétuo. Estamos propondo a reavaliação dos sistemas de produção agropecuários e que tenha por objetivo final a redução da pobreza e exclusão social, bem como o direito irrevogável a um ambiente não poluído. A principal evidência da eficácia da Agroecologia está na sua resiliência contra as intempéries e situações severas em comparação com as monoculturas - tal capacidade é capaz de fornecer

grande parte da demanda brasileira, um dos países na liderança mundial em produção de alimentos. (GODFRAY *et al*, 2010; DEUMLING *et al*, 2003)

### **3.2.3.4 – Arquitetura e Engenharia**

Quanto à arquitetura e à engenharia das construções que admitem os princípios básicos ecológico, podemos identificar algumas tendências que têm sido praticadas, caracterizadas, principalmente, pelo acordo com a circularidade de bens e serviços, naturais ou não (HAWKEN, LOVINS e LOVINS, 1999). Ocorrem ainda em experimentação, porém provoca abrangente espaço de reflexão, atribuindo especial valor para iniciativas que buscam integrar a gestão de energia e resíduos, ao invés de isolá-los em gerenciamentos individuais.

Sistemas industriais que entrem em consórcio para a gestão de resíduos, elencando com uma cadeia de produção circular, ou seja, os resíduos de uma indústria serão utilizados como matéria prima para outra indústria, assim por diante. O objetivo aqui é o aproveitamento integral de um produto e do resíduo de sua produção através de um acordo entre as partes interessadas nessa circularidade. Tal proposta já se vê institucionalizada, em certa medida, na legislação federal brasileira sobre resíduos sólidos desde 2010, que igualmente prevê a circularidade da matéria prima, através utilização reciclada desse produto (HAWKEN, 1993; MCDONOUGH e BRAUNGART, 1998).

Outra proposta se refere ao design e engenharia de produtos que permitam que sejam trocados ou reformados pelo fabricante para que um uso contínuo desse produto seja praticável. Dentro dessa ideia, em que ocorre uma espécie de “aluguel”, prevê-se o retorno ao fabricante daquele produto já usado para ser incorporado na fabricação de novos produtos. O foco aqui é dado às embalagens, artigos móveis e variados (veículos, mobília, vestuário etc.), tendo em vista que o fabricante poderá economizar recursos ao reutilizar a matéria-prima confeccionada de produtos que oferecem reversibilidade e passíveis de reposição simplificada.(HAWKEN *et al*, 1999; MCDONOUGH e BRAUNGART 1998)

Tratando de construção civil propriamente dita, apontamos as variadas técnicas de aproveitamento de calor e energia através do planejamento arquitetônico de paredes, telhas, vidraças, portas e a disposição, de acordo com as incidências solares e dos ventos. A inserção de vidraças, principalmente em prédios, dotadas de camadas que promovem o isolamento

térmico, bem como a iluminação distribuída, podem economizar recursos garantindo a regulação de temperatura interna com grandes aproveitamentos, seja na extremidade de um inverno ou de um verão. O uso de células fotovoltaicas, que nos últimos anos tem apresentado notável adaptabilidade e, diferentes projetos, conseguem atender a demanda da unidade e podem ser colocadas ao longo das estruturas, em telhas e cobertura. Essas práticas têm oferecido economia de energia e materiais para atender as demandas de regulação térmica, energética e de consumo (MCDONOUGH e BRAUNGART, 1998; MOLLISON, 1979).

Por fim, há uma tendência que foi pensada em termos técnicos, porém é a fatualidade na experiência de diversas comunidades, principalmente tradicionais e/ou diminutas, ao redor do mundo. Refere-se ao planejamento urbano de cidades em que se prioriza a concentração de serviços e moradia em uma grande densidade, cercadas por espaços verdes para uso coletivo. É um modelo de bairro que atenda sua demanda primordial por serviços e ofereça moradia, “ilhados” por área de comum uso, sem construção civil nem tráfego. Esse modelo de aldeias urbanas oferecem uma vivência mais saudável, uma vez que níveis de poluição são drasticamente diminuídos e pode fomentar a coletividade pela conservação das áreas de uso comum (NEWMAN e KENWORTHY, 1998).

#### **4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para a composição desse trabalho, analisamos a obra de Capra desde a sua primeira formulação sobre sistemas vivos e ao longo dos anos em que se categorizou e se desenvolveu mais demasiadamente alguns dos argumentos. O objetivo foi encontrar um preâmbulo praticável ao tratar de problemáticas sociais e ambientais, de maneira a congregar diversos conhecimentos e descobertas em uma abordagem que promovesse interdisciplinaridade, partindo do princípio que essas problemáticas carregam em sua cerne dimensões de distintas naturezas.

Realizamos uma leitura crítica do arcabouço teórico primeiro sintetizado na obra *A Teia da Vida* (1996), procurando elencar seus pontos-chaves que formulariam a sua colocação principal de responder “o que é vida?”. Sua conclusão responde essa pergunta apontando para a organização da vida, ou seja, os “princípios subjacentes à vida são os mesmos em todos os níveis” (Capra, 2014, página 185), isto é, seu ambiente interno, a cognição com o ambiente externo e sua unidade autopoietica que é, ao mesmo tempo, limítrofe e aberta.

Tendo em vista a necessidade de identificar os apontamentos mais relevantes, selecionamos na obra de Capra aquilo que nos é mais interessante, baseado na proposta pedagógica do curso de Ciências Socioambientais/UFMG, bem como na miríade de trabalhos técnicos e educativos que inspiraram os princípios teóricos e metodológicos que pautam a sua missão legal. Mais ainda, buscamos oferecer àqueles interessados em utilizar da obra de Capra, uma seleção crítica das principais oportunidades enumeradas pelo físico, partindo de uma base científica e humanística para tratar o Meio Ambiente.

Vemos, portanto, a obra *A Teia da Vida* (1996) como um arcabouço teórico, essencialmente, uma leitura de muitas das descobertas que impulsionaram a teorização de sistemas vivos auto organizadores. Sendo, pois, uma eleição de consoantes conclusões sobre propriedades emergentes, capaz de sofisticar e enriquecer a conceituação sobre Vida e tão logo, a ideia de Natureza, que implica não só em um rompimento teórico de paradigmas como também uma epidemiologia. A sua própria legitimação parte da exposição perene ao julgamento do real e contínua evolução teórica dessa avaliação. Ao mesmo tempo que fornece os instrumentos para a avaliação de seu arcabouço, Capra oferece uma teorização sobre a sua avaliação, devido principalmente ao seu objetivo último que é exposição educativa sobre Ecologia. Vemos que Capra não almeja o tanto que seus críticos pressupõem tal qual desenvolver uma fórmula einsteiniana, equacionando as variáveis para um resultado esperado. Pelo contrário, vê-se um estudo dessas variáveis e como esses resultados podem variar, ocorrendo dentro de uma lógica que Capra tenta apreender, não sintetizando-a, porém, colocando enquanto objeto de reflexão. Partindo da discrepância da lógica econômica frente a finitude de recursos naturais, salvo para produção de energia, percebemos que a missão de Capra é análoga a prerrogativa da análise socioambiental dos inúmeros conflitos e crises dos modos de vidas humanos no ambiente. Torna-se, pois, relevante considerarmos esse arcabouço, que parte da capacidade inerente da Natureza de se auto organizar individualmente e a interdependência dessas partes para continuidade da Vida. Não só porque confere uma autonomia que destoa de uma objetificação quantificável, mas também por perceber que as comunidades humanas também tomam parte nesse processo e são afetados por ele. É necessário rompermos com a imagem inata da Natureza estática para refletirmos sobre os modos de conhecer e perceber os processos que poderão, ou não, culminar na extinção das condições favoráveis para o florescimento humano, e como atuar sobre eles.

## 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H. Conflitos Ambientais no Brasil. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2004.

ALTIERI, M. e ROSSET, P. Ten reasons why biotechnology will not ensure food security, protect the environment and reduce poverty in the developing world. *Agbioforum*, 2: 3-4

BATESON, G. *Mind and Nature: A Necessary Unity*, Dutton, Nova York, 1979.

BUTLER, T., WUERHNER, G. e HEINBERG, R. (orgs). *Energy*. Sausalito, CA: Watershed Media, 2012.

CAPRA, F. *O ponto de mutação*. Editora Cultrix, São Paulo, 1982.

\_\_\_\_\_. *Sabedoria Incomum*. Editora Cultrix, São Paulo, 1988

\_\_\_\_\_. *O Tao da Física*. Editora Cultrix, São Paulo, 1991

\_\_\_\_\_. *The Web of Life*. Anchor/Doubleday: Nova York, 1996

CAPRA, F. e LUISI, P. L. *A Visão Sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas*; Tradução: Mayara Teruya Eichenberg, Newton Roberval Eichenberg – São Paulo: Cultrix, 2014.

CARVALHO, M. I. *A Invenção Ecológica*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. Cap. 2

DEVAL, B. e SESSIONS, G. *Deep Ecology*, Peregrine Smith, Salt Lake City, Utah, 1985.

DEUMLING, D., WACKERNAGEL, M. e MONFREDA, C. *Eating up the Earth*. Agriculture Footprint Brief, Redefining Progress, julho, 2003

DRIESCH, H. *The Science and Philosophy of the Organism*, Aberdeen University Press, Aberdeen, 1908.

- DUPUY, J. Introdução à crítica da Ecologia Política. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1981
- EHRENFELD, D. A techno-pox upon the land. Harper Magazine, outubro, 1997.
- EISLER, R. The Chalice and the Blade, Harper & Row, San Francisco, 1987.
- ESCOBAR, A. O lugar da natureza e a natureza do lugar: globalização ou pós-desenvolvimento? in LANDER, E. (org.). A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latino-americanas. Colección Sur Sur, CLACSO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Setembro de 2005. pp. 133-168. Disponível: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lander/pt/Escobar.rtf> .
- ESTEVA, G. Desenvolvimento. In. W. Sachs (org.) O Dicionário do Desenvolvimento. São Paulo: Editora Vozes, 2000.
- GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processo ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.
- GODFRAY, C., et al. Food Security: the challenge of feeding 9 billion people. Science, 327: the Global Economy.
- HARAWAY, D. J. Crystals, Fabrics and Fields: Metaphors of Organicism in Twentieth-Century Developmental Biology. Yale University Press, New Haven, 1976
- HAWKEN, P., LOVINS, A. e LOVINS, H. Natural Capitalism. Nova York: Little Brown, 1999.
- HEIMS, STEVE J., John von Neumann and Norbert Wiener, MIT Press, Cambridge, Mass., 1980.
- HEINBERG, R. The End of Growth. Gabriola Island, Canadá: New Society Publishers.
- HUTTON, W. e GIDDENS, A. (orgs). Global Capitalism. Nova York: The New Press, 2000.
- MATURANA, H. e VARELA, F. The Tree of Knowledge, Shambhala, Boston, 1987.
- MCDONOUGH, W. e BRAUNGART, M. The Next Industrial Revolution. Atlantic Monthly, outubro de 1998.
- MILLER, G. T. Living in the Environment, 15ª ed. Belmont, CA: Brooks/ Cole.
- MOROWITZ, H. Beginnings of Cellular Life. New Haven, CT: Yale University Press.

- MOLLISON, B. Permaculture II: Practical Design and Further Theory in Permanent Agriculture. National Library of Australia, 1979.
- LEFF, E. Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. Petrópolis, Vozes, 343 p., 2001
- \_\_\_\_\_. Agroecologia e saber ambiental. II Seminário Internacional sobre Agroecologia, Porto Alegre, 26 a 28 de novembro de 2001.
- LEROY, J. et al. Tudo ao mesmo tempo Agora. Desenvolvimento, sustentabilidade, democracia: o que isso tem a ver com você? Petrópolis: Vozes, 2002.
- LILIENFELD, R. The Rise of Systems Theory, John Wiley, Nova York, 1978.
- LOVELOCK, JAMES, Gaia, Oxford University Press, Nova York, 1979.
- LOVELOCK, J. e MARGULIS, L. Biological Modulation of the Earth's Atmosphere. Icarus, vol. 21, 1974.
- LOVINS, A., et al. Reinventing Fire. White River Junction, VT: Chelsea Green, 2011.
- KELLEY, K. (org.). The Home Planet, Addison-Wesley, Nova York, 1988.
- KOESTLER, A. The Ghost in the Machine. Hutchinson, Londres, 1967.
- PASLACK, R, Urgeschichte der Selbstorganisation, Vieweg, Braunschweig, Alemanha, 1991.
- SACHS, I. Estratégias de Transição para o Século XXI. Desenvolvimento e Meio Ambiente. São Paulo, Studio Nobel, 1993
- SACHS, W. Dicionário do Desenvolvimento. Petrópolis: Vozes, 2000.
- SHIVA, V. Earth Democracy. Cambridge, MA: South End Press, 2005
- STEFFEN, W. A. S., TYSON, P., et al. Global Change and the Earth System. Berlim: Springer.
- STERN, N. The Stern Review on the Economics of Climate Change. Londres: HM Treasury, 2006.
- STEWART, I. Does God Play Dice?, Blackwell, Cambridge, Mass., 1989.
- THOMAS, K. O homem e o mundo natural. Mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais. São Paulo: Companhia das Letras, 1989

UFMG. Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Ciências Socioambientais. 2005.

WINDELBAND, W. A History of Philosophy. Macmillan, Nova York, 1901), p. 139

ZHOURI, A., LASCHEFSKI, K. e PEREIRA, D. (orgs) A Insustentável leveza da Política Ambiental. Desenvolvimento e Conflitos Socioambientais. Belo Horizonte, Autêntica, 2005.

ZHOURI, A e LASCHEFSKI, K. Desenvolvimento e Conflitos Ambientais. Belo Horizonte, Ed UFMG, 2010.