UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Departamento de Geografia

**A NATUREZA COMPLEXA DA *POIÉISIS* CLIMÁTICA:
CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS AO ESTUDO
GEOGRÁFICO DO CLIMA**

Isorlanda Caracristi

TESE DE DOUTORADO

Orientador: Prof. Dr. José Bueno Conti

SÃO PAULO – 2007

**A NATUREZA COMPLEXA DA *POIÉISIS* CLIMÁTICA:
CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS AO ESTUDO
GEOGRÁFICO DO CLIMA**

ISORLANDA CARACRISTI

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Universidade de São Paulo, como parte dos procedimentos formais para a obtenção do Título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. José Bueno Conti

SÃO PAULO – 2007

Aos meus pais, Íris e Mario, pela minha poiésis ...
emoção e razão

Ao sentido de pertencimento universal que
compõe a minha espiritualidade

E, principalmente, ao meu companheiro Antonio,
pela sua solidariedade,
pelo seu amor,
por nós

Céu recheado de nuvens

Lívidas
régias
imagéticas
plásticas

Nuvens
Índigo ar
Reações químicas
fenômenos físicos
elucidações poéticas

Combinações
energia
aflar atmosférico
fluídos
umidade condensada
reflexões óticas
sistemas de serra
estrada

Contrastes
luzes irisadas
horizonte espectral
paisagem hipnótica

Subjetividade
Realidade
Movimento
Retinas

Concepção mental
o cérebro é romântico

Tradução sensitiva
o coração é músculo

Composição infinda
a escala é humana

O "sentimento do mundo"
é subatômico.

(DAS NUVENS, por mim.)

"A criança olha
para o céu azul.
Levanta a mãozinha.
Quer tocar o céu.

Não sente a criança
que o céu é ilusão:
Crê que o não alcança,
quando o tem na mão."

(Céu, por Manuel Bandeira.)

AGRADECIMENTOS

São tantas as pessoas a quem eu gostaria de agradecer, que não daria para citá-las nesse espaço, e muito menos para expressar suas contribuições profissionais, cotidianas, afetivas ... Tentarei uma síntese.

Agradeço à minha mãe, a dona Íris, pela sua amorosa sensibilidade para com a vida e ao meu pai, o “seu” Mario, por suas racionalidades tão emotivas, que, mesmo em sua ausência física, esteve presente na conservação da minha memória

Sou extremamente grata ao meu marido Antonio, pelo amor, dedicação e paciência. Mesmo quando eu própria não me suportava mais ... carinhosamente me trazia paz e confiança.

Agradeço aos meus irmãos e sobrinhos, pela alegria, apesar das eternas imaturidades familiares. É bom saber que, independentemente de qualquer coisa, nós nos amamos.

Por intermédio das minhas amigas Aldiva e Neide, agradeço a todos os que compõem meu ciclo de amizades ... o conforto emocional, a força motivadora, os churrascos e as festas ao lado dos amigos foi o melhor remédio antiestresse!

Não poderia deixar de realçar e agradecer as contribuições das idéias sempre tão iluminadoras da amiga Cláudia, e das indispensáveis dicas de formatação de texto da prestimosa Ana Paula.

Sou grata também aos amigos Johnson e Lenilton que, como coordenadores, deram-me grande apoio. Por meio deles, agradeço a todos os colegas de trabalho e à Universidade Estadual Vale do Acaraú, a Instituição de que faço parte.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Conti, pelo seu apoio e confiança em meu trabalho. A sua receptividade, desde o início, proporcionou-me grande afeição. E o seu exemplo de professor dedicado fez-me respeitá-lo ainda mais.

Por fim, agradeço à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio institucional, concedendo-me bolsa de estudo.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	iii
SUMÁRIO	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. O CONTEXTO E AS QUESTÕES MOTIVADORAS	01
2. AS PLURAIS SINGULARIDADES DOS ESTUDOS ATMOSFÉRICOS	09
2.1. Pintando o clima: a atmosfera na Geografia	09
2.2. Outras atmosferas	18
3. OS NOVOS PARADIGMAS CIENTÍFICOS E SUAS CORRELAÇÕES	29
3.1. Elucidações dos principais paradigmas/teorias	29
3.1.1. A teoria das Estruturas Dissipativas	29
3.1.2. A teoria Gaia	31
3.1.3. A Autopoiese	31
3.1.4. O paradigma da Complexidade	33
3.1.5. A abordagem <i>Bootstrap</i>	34
3.1.6. O paradigma Holográfico	35
3.2. A matriz multiversa: a unidade na diversidade	37

3.3. O Pensamento Sistêmico Contemporâneo	40
3.3.1. As principais revisões conceituais	40
3.3.2. Os princípios comuns aos estudos da natureza	46
4. A NATUREZA COMPLEXA DA <i>POIÉISIS</i> CLIMÁTICA	48
4.1. Os quesitos instigadores	48
4.2. No circuito espiral das idéias	56
4.2.1. O tempo do clima	58
4.2.2. Sem função	62
4.2.3. Um padrão a (per)seguir	67
4.2.4. Uma questão de ordem	71
4.3. O “si” do problema	88
4.3.1. O “ser enquanto ser”	88
4.3.2. O ser enquanto “devir a ser”	92
4.3.3. A razão do “ser” climático	94
5. AS IMPLICAÇÕES CONCLUSIVAS	110
5.1. Implicações epistêmicas e de práxis	110
5.2. Implicações nas inferências futuras	112
6. BIBLIOGRAFIA	115

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 – Conjuntos de Julia.....	4
Fig. 2 – Os diagramas dos Pensamentos Mecanicista e Sistêmico	6
Fig. 3 – A complexidade do sistema de relações que envolve a Atmosfera/Clima a partir do Fluxograma da Relação Sociedade-Natureza	10
Fig. 4 – Classificação Climática do Estado do Ceará segundo o Sistema de Köppen	12
Fig. 5 – Estruturação Espacial dos Geossistemas (1982 - Folha Ribeirão Preto – SP), onde o clima é inserido numa abordagem integrada do espaço geográfico	14
Fig. 6 – Geossistema	16
Fig. 7 - O Atrator de Lorenz	25
Fig. 8 – A Espiral Rítmica	28
Fig. 9 - Símbolo Primordial do Yi-King: Yin e Yan	38
Fig.10 - Círculo Recursivo entre o Todo e as Partes	41
Fig. 11 - Circuito Organizacional	46
Fig. 12 - Organização Ativa	57
Fig. 13 – Tempo Linear	58
Fig. 14 – Tempo Cíclico	58
Fig. 15 – Tempo Espiral	58
Fig. 16 – A sucessão como uma sequência de instantes	59
Fig. 17 - A sucessão como síntese progressiva	60
Fig. 18 - As Correntes e Ondas Espiraladas da Espiral Desenvolvimento	76
Fig. 19 – Imagens da Teia ou Rede	79

Fig. 20 – Noção de Hierarquia segundo ARTHUR KOESTLER	84
Fig. 21 – Caixa Chinesa	85
Fig. 22 – Estrutura aninhada e entrelaçada	85
Fig. 23 - Organização Hierárquica Ativa	86
Fig. 24 – Dinâmica de Auto-Organização Climática	95
Fig. 25 - O Comportamento Gráfico das Bifurcações	103
Fig. 26 - Células de Bénard	105
Fig. 27 – Constelação Generativa	108

RESUMO

O objetivo geral do trabalho foi o de produzir reflexões/proposições teóricas que possam auxiliar os estudos geográficos do clima, segundo o plano conceitual da complexidade sistêmica. Acreditar que a associação crítica e inventiva de pressupostos sistêmicos contemporâneos, envolvendo os aspectos ôntico-epistêmicos do pensamento complexo, às idéias de MONTEIRO sobre clima e o ritmo climático, poderia gerar especulações científicas inovadoras e eficazes a respeito da complexidade das relações climáticas, da natureza complexa da *poiésis* do clima, compôs a motivação específica que nos moveu a desenvolvê-lo.

Tem o clima realmente uma existência *per se*? E se tem, qual o fundamento teórico/epistemológico da ontologia/*poiésis* climática? A partir de quais paradigmas se processa a fenomenologia do ritmo climático? Dos tipos de tempo? E do próprio clima? Seriam o clima e os tipos de tempo unidades complexas? Emergências?

E ainda, no contexto do pensamento sistêmico complexo, como são considerados conceitos/enunciados como “hierarquia climática”, “organização funcional do clima”, o clima como “a série dos estados da atmosfera em sua sucessão habitual”?

Essas são as principais indagações que constituem o nosso fio da meada, por onde permeiam nossas revisitações filosóficas e flui o desenvolvimento de nossas reflexões teóricas mais exclusivas na busca pela compreensão dos fundamentos conceituais da *poiésis* climática.

Palavras Chave: 1. Clima – 2. Pensamento Sistêmico – 3. Complexidade – 4. Organização Ativa – 5. Entropia.

ABSTRACT

The aim of this work was produce theoretical reflections and propositions that could assist the geographic studies on climate, aligned with the conceptual plan of the systematic complexity. To believe that the critic and inventive association of contemporary systemic premises, involving ontological/epistemic aspects of complex thinking, and the MONTEIRO'S ideas about climate and climatic rhythm could generate innovative and effective scientific speculations with reference to the complexity of the climatic relationships, complex nature of climate *poiésis*, was the specific motivation to develop this work.

Does the climate have a *per se* existence, actually? If it has, what is the theoretical/epistemological foundation of the climatic ontology/*poiésis*? Which paradigms support the climatic rhythm phenomena occurrence? And weather types? And the climate itself? Should be the climate and the varieties of weather, complex units? Emergencies?

And again, in the context of the complex systemic thinking, how they are considered conceptions/enunciations like “climatic hierarchy”, “functional organization of the climate”, the climate as “the sequence of the atmosphere states in its habitual succession?

These are the mains questions which constitutes the line that guides the philosophic new readings and where the development of the most exclusive theoretical reflections flows.

Key words: 1. Climate; 2. Systematic Thinking; 3. Complexity; 4. Active Organization; 5. Entropy

1. O CONTEXTO E AS QUESTÕES MOTIVADORAS

Os estudos climáticos, tanto globais como temáticos, tiveram considerável avanço nas últimas décadas, principalmente em decorrência da implementação de computadores (monitoramento e tratamento gráfico-estatístico automáticos), imagens de satélites, radares e radiossondas. Esse progresso, hoje alcançado pela ciência no conhecimento da atmosfera, desde os conhecimentos relacionados à Física, à Matemática e à Química aos de cunho geográfico e ecológico, denuncia cada vez mais a necessidade de maiores aprofundamentos técnicos e, principalmente, teórico-metodológicos, pois inumeráveis lacunas e controvérsias ainda permanecem e são suscitadas.

Os temas relacionados à atmosfera e aos climas, atualmente, tangenciam ou são focalizados pelos mais variados ramos do conhecimento e sob as mais distintas orientações conceituais e epistemológicas, subsidiando e compondo diversas hipóteses científicas, político-econômicas e educacionais. Tal fato resulta da magnitude crescente das problemáticas de relação atmosfera-clima-ambiente, ou melhor, de relação sociedade-natureza.

As instituições internacionais e nacionais de estudos especificamente atmosféricos têm proporcionado grandes progressos científicos e vêm atendendo aos objetivos propostos, que fundamentalmente se fixam na compreensão do inter-relacionamento dos sistemas atmosféricos e oceânicos voltada à elaboração e aperfeiçoamento de modelos físico-matemáticos de previsões meteorológicas, ou seja, estudos predominantemente físicos.

No contexto dos centros e associações internacionais de estudos multi e interdisciplinares - os Institutos Solvay de Física e Química (Bruxelas), a Marine Biology Association (Londres), a Lindisfarne Association (Nova York), o Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS, Paris), o Centro de Eco-Alfabetização (Berkeley), o Centro de Estudos de Neurociências Cognitivas da Universidade do Chile (Santiago), a Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe/PNUMA (México), os estudos desenvolvidos a partir dos programas UNESCO/PNUMA, entre outros - muitas linhas de pesquisa voltadas ao estudo integrado dos sistemas naturais foram implantadas. A

compreensão dos sistemas atmosféricos/climáticos e suas inter-relações ambientais/ecológicas forma uma das áreas de investigação de grande prioridade junto a muitas dessas instituições, tanto no que diz respeito aos seus aspectos teórico-metodológicos e técnicos como às suas aplicações políticas e pedagógicas.

No que se refere ao tratamento geográfico desses temas/problemas, o conservadorismo metodológico e o isolamento disciplinar vêm predominar, principalmente quando nos voltamos para o contexto nacional, onde os esforços de novas construções teórico-metodológicas e de uma interlocução que vá além da meteorologia são minoria e centralizados, com algumas exceções, no eixo sudeste-sul do País. Esses esforços, apesar de representarem, muitas vezes, grandes contribuições científicas originais e fecundas, são, mesmo assim, pouco referenciados pelos centros oficiais de estudos climáticos e até mesmo pelos professores geógrafos de nossas instituições de ensino superior, como ainda ocorre com as incontestáveis contribuições do Prof. Carlos Augusto Monteiro (1962, 69, 71, 73, 74, 76, 88, 91). Essa minha constatação é definitivamente referendada pelo excelente trabalho de ZAVATTINI em seu *Estudo do Clima no Brasil* (2004), em que assinala:

“Neste momento, sinto-me frustrado ao constatar que, se por um lado a evolução do pensamento geográfico tem sido grande no Brasil, por outro lado, os progressos no campo da Climatologia Geográfica, poderiam ter sido maiores.” (P.10)

Os estudos geográficos/ambientais referentes aos processos de desertificação é que alcança maior abrangência nacional e interlocução mais multi/interdisciplinar, conseguindo, por isso mesmo, avançar mais nas tentativas de novas proposições técnico-metodológicas e conceituais. É o caso dos trabalhos de VASCONCELOS SOBRINHO (1978), SUERTEGARAY (1987), MONTEIRO (1988), FUNCEME/UFC/UFPI (1992), RODRIGUES (1992)/Núcleo DESERT, SOUZA (1993) e CONTI (1995) entre outros, para citar os mais relevantes, que tivemos a oportunidade de ler.

Seguramente outras produções, que ainda não tivemos o ensejo de conhecer mais detalhadamente, deram grandes contribuições, pois, direta ou indiretamente, temos nos inteirado e sabemos que, de 1995 até os dias atuais, muitas dissertações e teses sobre o tema foram defendidas e muitos de seus resultados apresentados e publicados em eventos e periódicos científicos.

Faz-se, portanto, necessário realizar estudos, tanto teórico-metodológicos como aplicados/empíricos, das inter-relações atmosféricas, numa escala apropriada, em que a complexidade ambiental geográfica local/regional não seja omitida em suas partes e nem muito menos em sua integridade, objetivo precípua da Climatologia Geográfica.

Por essas necessidades científicas específicas e pelo clamor do contexto científico geral, atualmente um dos mais férteis desafios na área da Climatologia Geográfica é revisar e desenvolver bases teórico-metodológicas através de um diálogo inter/transdisciplinar contínuo e não corporativista, indo além da simples absorção de informações multidisciplinares, sem diluir o caráter geográfico das relações que envolvem os sistemas atmosféricos/climáticos.

Para tanto é imprescindível rever criticamente e, muitas vezes, romper com usuais paradigmas e se abrir para novas fronteiras de conhecimento. Cada vez mais elucidações advindas de pensares mútuos entre a Física, a Química, a Biologia, a Neurociência e a Cibernética, por exemplo, estão se constituindo em suportes hábeis para a montagem de arcabouço metodológico dos estudos ambientais e dos sistemas naturais.

A Geografia brasileira vem ensaiando e efetivando aproximações com novos paradigmas como as idéias de caos, complexidade, desordem organizadora, auto-organização, fractais (Fig. 1).

Em Geografia Física, destacam-se os trabalhos de ANTONIO CHRISTOFOLETTI (1995a, 1995b) e ANDERSON L.H. CHRISTOFOLETTI (1995a, 1995b, 2003, 2004).

Fig. 1 – Conjuntos de Júlia (extraídos de CAPRA, 2000, p.124). Esses conjuntos de formas são “invariantes de escala” e fazem parte de uma geometria muito particular, a geometria fractal definida por Mandelbrot em 1975. Esse complexo sistema de padrões geométricos compõe a estrutura espacial de muitos sistemas naturais como os litorais muito recortados, os cristais de flocos de neve, as nuvens, as árvores, os pulmões, as esponjas naturais e etc.

Segundo ANDERSON L.H. CHRISTOFOLETTI (2003),

“A Geometria dos Fractais surge como controvérsia quando comparada com a tradicional Geometria Euclidiana. Essa abordagem vem ganhando importância na Matemática e nas ciências naturais, sociais e tecnológicas tendendo a explicar de forma mais precisa as origens da ordem e da desordem, baseando-se nos comportamentos caóticos dos sistemas, onde o determinismo restrito e o desenvolvimento aparentemente aleatório, de forma accidental andam juntos, formando a regra da natureza.” (P.165)

“... a Geometria Fractal também deve ser aplicada à Geografia, pois, esta se preocupa com a disposição e o arranjo das estruturas espaciais. (P.165)

Sendo os fenômenos climáticos parte dos sistemas geográficos, e contendo elementos que formam uma série temporal que são dotados de uma estrutura, estes fenômenos podem ser analisados segundo a abordagem fractal, com o intuito de provar que as estruturas desse sistema geográfico apresentam regularidade escalar e semelhança em suas estruturas.” (P. 165)

No âmbito da Geografia Ambiental, fazendo uma análise entre as mudanças climáticas/ambientais globais e a “ação da cultura humana” (relação sociedade-natureza) sob a ótica de novos paradigmas, podemos citar o livro de CAMARGO (2005) que,

“...tem como objetivo comprovar que o modelo de ciência clássica .. é ineficaz para responder aos graves problemas que têm afligido a sociedade planetária. E, assim propõe uma visão sistêmica a partir das teorias surgidas após o advento da teoria da mecânica quântica, como alternativa analítica à questão.” (P. 15)

Em *Geografia: Ciência do Complexus: Ensaio Transdisciplinares* (DANTAS DA SILVA e GALENO, 2004), num contexto, predominantemente, da Geografia Humana e da Epistemologia Geográfica, verificam-se “os sintomas de um novo paradigma”,

“Esses sintomas de um novo paradigma, que condiciona ou supõe práticas investigativas mais múltiplas e flexíveis, bem como um novo estilo de intelectual igualmente múltiplo e híbrido ... aparecem como manchas no interior dos diversos domínios e áreas do conhecimento científico ...” (P. 12)

“O cenário descrito por Prigogine para duas áreas da ciência pode ser estendido para outras tantas como as da saúde, da bioengenharia, do meio ambiente, dos estudos da biosfera, para citar algumas.” (P. 15)

Teorias como a das Estruturas Dissipativas (PRIGOGINE, 1996, 1997) e Gaia (LOVELOCK, 1991a, b), estão cada vez mais condizentes com os estudos geográficos da natureza. O próprio Prof. MONTEIRO (1991) já chamava a atenção para essas possibilidades do diálogo interdisciplinar e instigava os futuros geógrafos a se voltarem para esse desafio,

principalmente no que se refere às potencialidades daí advindas capazes de gerar revisões conceituais e novas reflexões teóricas e construções metodológicas em Climatologia; tentar “repensar para criar” “uma outra razão para um novo conhecimento”, entre “acaso e oportunidade”.

E o “novo conhecimento” em Climatologia só pode surgir quando nos apartamos da análise fragmentada das partes ou do modo mecanicista de pensar, que se tornou inadequado ao entendimento da complexa teia que produz não só o sistema climático, mas qualquer complexidade do mundo em que vivemos (Fig.2).

Fig. 2 – Os diagramas dos Pensamentos: (A) Mecanicista, onde as relações são lineares e minimizadas em detrimento dos elementos que se sobressaem, ou seja, as partes sobrepõem o todo, e; (B) Sistêmico, onde as inter-relações são evidenciadas numa complexa teia de retroalimentações recursivas e os “elementos” constituem padrões de relação., ou seja, o todo e as partes fazem parte de uma mesma dinâmica complementar. Com base em Capra (2000, p.47).

A compreensão sistêmica contemporânea de complementaridade recursiva, interagindo autonomia e interdependência como características da dinâmica natural, vem aumentando, cada vez mais, as possibilidades de interface dos estudos geográficos da natureza e as diversas áreas do conhecimento.

O diálogo entre os saberes, a prática da inter/transdisciplinaridade, repensando a fragmentação do conhecimento e pretendendo uma compreensão da complexidade integrativa e processual do mundo em que vivemos é um imperativo da ciência contemporânea. A

Ciência Geográfica não pode ficar à margem desse diálogo tão fecundo. É fundamental a ampliação de sua inserção tanto pela grande contribuição que pode oferecer como pelos avanços técnicos e metodológicos que pode desenvolver no processo de dialogar, repensar e operacionalizar.

A Geografia, mediante a integração de seus olhares físicos e humanos e produzindo um conhecimento original tanto da relação sociedade-natureza como dos sistemas sociais e naturais em suas especificidades geográficas, quem sabe, poderá ser uma conexão indispensável nessa complexa teia do conhecimento inter/transdisciplinar, ajudando a compor essa nova racionalidade que se instaura no processo científico de compreensão do mundo. O esforço é árduo, porém extremamente gratificante, pois não constitui apenas um grande desafio, mas também criativos e instigantes caminhos a se percorrer na busca de novas idealizações e realizações científicas.

Nessa perspectiva, colocamo-nos, para dar uma contribuição na trilha incitada pelo Prof. MONTEIRO, sem pretender, em nenhum momento nos equiparar, apenas ousar compartilhar de seu espírito criativo e intuitivo.

Há algum tempo estudamos as idéias referentes à concepção de uma dinâmica não-linear recursiva (complexa), interativa e auto-organizadora dos sistemas naturais, o que nos levou a vislumbrar possibilidades de aplicá-las às reflexões teóricas do estudo geográfico do clima.

Produzir reflexões/proposições teóricas que possam auxiliar os estudos geográficos do clima, segundo o plano conceitual da complexidade sistêmica, foi a busca que permeou o nosso escopo geral.

Acreditar que a associação crítica e inventiva de pressupostos sistêmicos contemporâneos, envolvendo os aspectos ôntico-epistêmicos do pensamento complexo, às idéias de MONTEIRO (op.cit.) sobre clima e o ritmo climático, poderia originar especulações científicas inovadoras e eficazes a respeito da complexidade das relações climáticas, da natureza complexa da *poiésis* do clima, compôs a motivação específica que nos moveu a desenvolver este trabalho.

Tem o clima realmente uma existência *per se*? E se tem, qual o fundamento teórico/epistemológico da ontologia/*poiésis* climática? A partir de quais paradigmas se

processa a fenomenologia do ritmo climático? Dos tipos de tempo? E do próprio clima? Seriam o clima e os tipos de tempo unidades complexas? Emergências?

E, ainda, no contexto do pensamento sistêmico complexo, como são considerados conceitos/enunciados como “hierarquia climática”, “organização funcional do clima”, o clima como “a série dos estados da atmosfera em sua sucessão habitual”?

Essas são as principais indagações que constituem o nosso fio da meada, por onde permeiam nossas revisitações filosóficas e flui o desenvolvimento de nossas reflexões teóricas mais exclusivas.

O historiador VICTOR LEONARDI em sua obra *Jazz em Jerusalém* (1999) tece algumas reflexões que traduzem de forma conclusiva o espírito do nosso trabalho:

“A noção de trabalho inventivo está ligada a de projeto, plano ou desígnio. Por isso esse tipo de trabalho é, ao mesmo tempo, ventura e aventura. Ventura, porque tem algo a ver com a sorte e com o acaso. E aventura, porque é sempre um empreendimento arriscado e incomum ...” (P.16).

“É o coração que leva a esse fogo de energia psíquica, ou fogo da criatividade, que torna um colorista genial e um poeta sublime. E qualquer homem pode chegar a esse maravilhamento possibilitado pela inventiva e pela sensibilidade. Esse estado de espírito não é domínio privilegiado ou propriedade particular ... Para encontrar o caminho, basta lembrar que o “coração” não é apenas uma parte do organismo ... Nenhum título de doutorado, ou bolsa de pós-doutorado, consegue transformar um homem competente num mestre, quando seu coração está atrofiado.” (P.515).

Eis aí nossa justificação pessoal: o estado de ampliação/maravilhamento gerado pelo fogo criativo do “coração”, a satisfação em exercitar em íntima interação vontade científica e liberdade intuitiva.

2. AS PLURAIS SINGULARIDADES DOS ESTUDOS ATMOSFÉRICOS

2.1. Pintando o clima: a atmosfera na Geografia

Em Geografia, a atmosfera é definida comumente como o envoltório gasoso da Terra, permanente devido à atração gravitacional, possuindo uma composição de gases que varia em pequena dimensão com a altitude e os diferentes lugares, podendo ser dividida verticalmente em três camadas gerais básicas: troposfera (da superfície a 10 km); estratosfera (de 10 a 80 km); e ionosfera (acima de 80 km). Tais camadas se inter-relacionam de forma gradual, formando entre si várias camadas de transição.

O Sistema Atmosférico Global é gerado pelo inter-relacionamento dos fatores astronômicos (movimento de rotação, energia solar...), geográficos propriamente ditos (latitude, longitude, distribuição das terras e águas, relevo...) e biogeográficos (distribuição e dinâmica dos biomas). Estes dois últimos influenciam comportamentos diferenciados na dinâmica atmosférica, criando subsistemas que definem condições climáticas específicas sobre as zonas do globo, compondo os diversos climas existentes. Nas últimas décadas, a influência das atividades humanas, principalmente aquelas relacionadas à emissão de gases industriais e desmatamento predatório, vem determinando alterações ambientais significativas atingindo desde a superfície terrestre até a alta troposfera, sendo, portanto, cada vez mais enquadrada também como um fator que encadeia transformações no comportamento do sistema atmosférico.

É essa conexidade e a intensa dinâmica daí produzida que caracterizam a atmosfera e suas interfaces, tornando o estudo atmosférico um dos mais complexos dentre as outras esferas que compõem o nosso Planeta.

A troposfera, que é a camada mais baixa da atmosfera, contém cerca de 75% da massa gasosa total e quase a totalidade de vapor d'água e aerossóis. É o estrato onde os fenômenos do tempo atmosférico e a turbulência são os mais marcantes, ou seja, é a camada

que estabelece predominantemente as condições do tempo. Por esta razão, seu conhecimento é importante para a sociedade humana e, conseqüentemente, para a investigação geográfica.

O estudo geográfico do sistema atmosférico se detém à troposfera, traduzindo-se na inter-relação desta com a superfície da terra, na influência dos processos atmosféricos sobre os processos biosféricos, hidrosféricos, litosféricos superiores e sociossférico e vice-versa, ou seja, na relação mútua entre a atmosfera e o estrato geográfico (Fig. 3, ROSS, 94, p.67).

Fig. 3 – A complexidade do sistema de relações que envolve a Atmosfera/Clima a partir do Fluxograma da Relação Sociedade-Natureza proposto por Ross (1994, p.67).

A Climatologia, que trata do estudo geográfico dos climas, passou por vários estágios de conhecimento e controvérsias teóricas para chegar às concepções metodológicas atuais, podendo ser agrupadas em duas linhas filosóficas fundamentais: a Separatista e a Dinâmica.

De modo bastante sumário, podemos dizer que a linha Separatista se caracterizou, principalmente, pelo fato de trabalhar os elementos climáticos de forma isolada, através de análises geralmente unidimensionais, ressaltando, basicamente, os aspectos quantitativos e descritivos do fenômeno climático, com o uso abusivo das “médias”, levando a formulações generalistas e a grandes abstrações. O vento, por exemplo, era tomado “por si só”, e a radiação solar como fator das diferenças de temperatura, umidade etc., sem considerar que, na realidade, representam a dinâmica do sistema atmosférico e as massas de ar.

Os trabalhos produzidos trouxeram grandes contribuições para o estudo climatológico, mas que já não satisfazem às necessidades requeridas pelo avanço tecnológico, teórico e prático atuais. São formulações generalistas, concebidas para uma escala mundial, cujas peculiaridades regionais e locais são subestimadas e os resultados obtidos são de reduzida aplicação prática e muitas vezes bastante contraditórios. A classificação climática de KÖPPEN, por exemplo, que ainda é a mais utilizada na literatura nacional, ao ser aplicada em nosso território enquadra num mesmo tipo climático áreas que possuem características naturais completamente opostas como é o caso no Estado do Ceará (Fig.4), onde Sobral (sertão nordeste), Fortaleza (litoral) e Região do Cariri (sertão sul), configuram-se como Aw’ (clima quente e úmido com chuvas de verão e outono), apenas para ilustrar.

A concepção do clima como “o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície” (HANN,1908, in MONTEIRO, 1962, p.29) é o conceito norteador dessa linha e as propostas de classificação climática¹ elaboradas por KÖPPEN (1901), DE MARTONNE (1926), THORNTHWAITE (1948) e GAUSSEN (1955) que, apesar de serem diferentes, possuem o mesmo eixo filosófico, são o que melhor representa o discurso climatológico tradicional.

A cartografia (Fig. 4), por exemplo, produzida a partir dessas classificações climáticas, centrava-se em demarcações espaciais, nos limites de ocorrência dos fenômenos,

¹ As datas que acompanham os autores referem-se ao ano de publicação da cada classificação. As fontes foram as seguintes: Köppen (1996), De Martonne (1953), Nimer (1972), Mota (1975) e Ayode (1986).

principalmente no delineamento territorial dos parâmetros do clima (temperatura, precipitação, pressão etc.).

Fig. 4 – Classificação Climática do Estado do Ceará segundo o Sistema de Köppen. Jacomine et al (1973, p.69).

Da insatisfação e limitações do discurso convencional e baseadas nas inovações teóricas da Meteorologia e nos princípios sistêmicos propostos por BERTALANFFY (in GREGORY, 1992), surgem proposições que levam ao início da elaboração de uma nova orientação filosófica, a da Climatologia Dinâmica.

WARD (1914, in TARIFA, 1975, p.21) definiu o clima como “ a totalidade dos tipos de tempo sobre determinado lugar”, dando uma idéia de integração à análise climática. A partir daí, com base na teoria das massas de ar e dos fenômenos frontogenéticos, decorrem novos métodos de análise, em que a compreensão dos processos climatogênicos revela a dinamicidade atmosférica e impõe um caráter explicativo às análises, passando estas de meramente quantitativas para fundamentalmente qualitativas.

Deve-se ressaltar, dentro dessa linha², a contribuição fundamental de MAX. SORRE (1951), que introduz o conceito de “ritmo” e “sucessão” à definição de clima, revisando a de WARD.

Para SORRE (1984, p.32), “o clima num determinado local é a série dos estados da atmosfera em sua sucessão habitual”, lançando, assim, um novo paradigma, que é o ritmo climático. Além das grandes contribuições de PEDELABORDE (1959), de STRAHLER (1951) e, no meio científico brasileiro, as de SERRA (1948) ligadas à Meteorologia e as do geógrafo MONTEIRO (1962).

As referidas contribuições também repercutiram na produção cartográfica que, diferentemente da cartografia tradicional exemplificada anteriormente, preocupava-se principalmente em especificar graficamente os processos e interações que produziam a dinâmica climática.

Os limites precisos de ocorrência foram substituídos por faixas de transição, e gráficos explicativos da gênese dos fenômenos foram integrados às representações convencionais, como, por exemplo, os gráficos de análise rítmica (Monteiro, 1962), que expressa a relação entre os tipos de tempo e as massas de ar geradoras desses tipos.

² Idem a nota anterior. As análises desse parágrafo foram feitas a partir das seguintes fontes: Monteiro (1962,71,91), Nimer (1972), Tarifa (1975), Sorre (1984), Strahler (1996).

Os mapas de síntese, a partir de estudos integrados (Fig. 5), tiveram grande desenvolvimento a partir dos paradigmas sistêmicos e dialéticos, inseridos por essa linha teórica.

TRADUÇÃO SINTÉTICA DA LEGENDA:

ORGANIZAÇÃO ESPACIAL DOS GEOSSISTEMAS

REGIÕES	GEOSSISTEMAS
II Planalto Cristalino	1, 2, 3
III Depressão Periférica	1, 2
IV Planalto Ocidental Arenítico-Basáltico	1, 2, 3, 4, 5, 6

Fig. 5 – Estruturação Espacial dos Geossistemas (1982 - Folha Ribeirão Preto – SP), onde o clima é inserido numa abordagem integrada do espaço geográfico (Monteiro, 2000). A pouca legibilidade da figura, principalmente da legenda, deve-se a grande redução sofrida a partir do mapa original, porém vale exibi-la, pois representa um exemplo clássico e pioneiro no contexto da cartografia geográfica brasileira.

A revisão conceitual a respeito do clima, a “análise rítmica dos tipos de tempo” e sua crítica ao tratamento estatístico convencionalmente dado aos parâmetros climáticos extremos, foram, dentre as inúmeras contribuições de MONTEIRO, o marco teórico-metodológico da moderna Climatologia Geográfica brasileira. Vejamos a sua observação a respeito da Região Nordeste:

“... chamei a atenção para a importância do problema da ‘irregularidade’ dos ritmos climáticos no Brasil.... O atributo climático básico numa região como o Nordeste Brasileiro é a irregularidade rítmica, responsável pelas oscilações extremas, produzindo ‘secas’ prolongadas e ‘inundações’ rápidas e igualmente catastróficas. Se é difícil apontar-se o ritmo ‘habitual’, os valores ‘médios’ dos elementos, então, são destituídos de qualquer significância.” (MONTEIRO, 1974).

Por meio da análise rítmica dos tipos de tempo, MONTEIRO (1962, 1969 e 1971) propõe um estudo do clima pelos seus elementos integrados na unidade “tempo”, mostrando toda a variabilidade do clima em sucessão diária. O ritmo dessa sucessão depende basicamente da atuação dos fluxos atmosféricos, os quais, por sua vez, são determinados por centros de pressão, revelando assim, a gênese dos fenômenos climáticos. “Anos-padrão”, representando os diversos níveis de aproximação do ritmo “habitual” correlacionados aos anos de irregularidade rítmica, constituem a “estratégia de projeção temporal”.

Seguindo essa mesma orientação, destacam-se, para a época, os trabalhos de TARIFA (1975) – procedendo a uma análise quantitativa dos processos genéticos - e de CONTI (1975) – que correlaciona a circulação secundária e o efeito orográfico na gênese das chuvas.

Em Climatologia, a análise rítmica (MONTEIRO, 1962, 1969 e 1971), baseia-se em pressupostos dinâmicos e sistêmicos, abrangendo as escalas regional e intra-regional de estudos, captando perfeitamente a essência geográfica do clima. E, quando essa análise se utiliza de uma rede integrada de informações climatológicas/meteorológicas, geográficas,

ecológicas, assim como de várias outras informações de caráter físico e socioeconômico, consegue revelar de forma bastante ampliada a complexidade da relação atmosfera – substrato ecológico - atividades humanas, quando comparada aos estudos convencionais.

O alcance geográfico é indiscutível, haja vista a proximidade com a realidade regional, possibilitando aplicações nos mais diversos setores do espaço geográfico, desde o meio rural ao urbano.

As controvérsias na área de Climatologia até agora expostas influenciaram e foram influenciadas por várias proposições metodológicas do contexto geral da Geografia Física, tais como as proposições de SOTCHAVA, BERTRAND e TRICART, que concebiam o clima como aspecto fundamental de suas construções conceituais, seja integrando o potencial ecológico, a paisagem ou a ecodinâmica.

SOTCHAVA (1962) traçou uma proposta metodológica para o estudo integrado da natureza: a Metodologia Geossistêmica, definindo um Geossistema (Fig. 6) como:

“formação natural que experimenta os impactos dos ambientes: social, econômico e técnico, constituindo-se num sistema dinâmico, aberto e hierarquicamente organizado, relacionado tanto ao meio terrestre como ao meio aquático”.

GEOSSISTEMA

Fig. 6

Em seguida, BERTRAND (1968) propôs o Estudo da Paisagem, revisando o tradicional conceito de paisagem geográfica como um “espaço de terreno que se abrange num lance de vista”. A partir de princípios sistêmicos/dialéticos definiu a Paisagem Geográfica como:

“uma proporção do espaço caracterizada por um tipo de combinação dinâmica, portanto instável, de elementos geográficos diferenciados – físicos, biológicos e antrópicos – que, ao reagir dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto geográfico indissociável que evolui em bloco, tanto sob o efeito das interações entre os elementos que o constituem como sob o efeito da dinâmica própria de cada um de seus elementos considerados separadamente.”

Posteriormente, TRICART (1977) lançou o Estudo Ecodinâmico, também baseado em princípios sistêmicos, porém mais próximo de uma análise ecológica dos impactos da relação homem-ecossistemas, por isso também chamada de Ecogeografia.

As análises sistêmicas vieram revolucionar os estudos na área da Geografia Física, atingindo seus diversos ramos de conhecimento (Climatologia, Geomorfologia, Biogeografia, Hidrogeografia etc.).

Em 1978, MONTEIRO propôs um modelo de estudo integrado do clima, no qual os pressupostos dinâmicos se incorporavam à metodologia geossistêmica, que ele denominou de “Modelo Espacial-Temporal para Estudos Climatológicos Integrados às Perspectivas Geo-Ecológicas e Geo-Econômicas”, para “conduzir pesquisas climatológicas dirigidas às escalas inferiores de organização espacial, integradas aos sistemas naturais - ecossistemas, geossistemas - e incorporando as derivações antropogênicas”. E, nessa mesma perspectiva, concebeu a paisagem geográfica a partir da seguinte definição:

“Entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultando da interação dinâmica,

portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre eles, que organizam um todo complexo (sistema) verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução.”

Ao nosso ver, MONTEIRO (op.cit.), mais uma vez, avançou e inovou conceitualmente, pois concebeu a paisagem como uma “entidade espacial” e não como “uma dada formação/proporção do espaço”, transpondo para a paisagem um princípio filosófico do ser/ente que se constitui num perpétuo devir: uma entidade em contínua transformação que constitui um sistema dinâmico aberto, cujo grau de complexidade é formado segundo a escala objetivada pelo pesquisador, inserindo, de modo mais explícito, a relação sujeito – objeto, os conceitos de sistema, interação, dinâmica, instabilidade, complexidade, autonomia complementar (solidário e único), organização, evolução (história/dimensão temporal).

Tal proposição possibilita tanto um maior grau de refinamento metodológico na identificação e análise de entidades espaciais, estabelecendo um nível de resolução possível à observação da interação dinâmica que envolve as relações de formação e evolução dos diversos sistemas de paisagens que compõem o espaço geográfico, como uma abertura mais ampla do objeto geográfico ao contexto interdisciplinar dos novos paradigmas da ciência contemporânea.

2.2. Outras atmosferas

O conceito clássico de atmosfera, como “a camada gasosa que envolve a atmosfera”, muito utilizado em Geografia e Meteorologia, torna-se bastante vulnerável e pouco revelador quando confrontamos com as concepções hoje adotadas por outras áreas de

conhecimento. O geoquímico JAMES LOVELOCK, em seu livro *As Eras de Gaia* (1991b) define a atmosfera como:

“um sistema aberto, afastado do equilíbrio, caracterizado por um fluxo constante de energia e de matéria... uma mistura extraordinária e instável de gases, que mesmo assim consegue manter uma composição constante ao longo de períodos de tempo muito longos.” (P.26)

Dentre as novas teorias e paradigmas que atualmente portam elementos conceituais que, direta ou indiretamente, podem ser transportados para o bojo das discussões dos sistemas atmosféricos/climáticos quanto sistemas naturais, podemos evidenciar as teorias das “Estruturas Dissipativas”, proposta por PRIGOGINE (1967), “Gaia”, formulada por LOVELOCK (1979), a “Autopoiese” de MATURANA (1987) e o ‘Paradigma da Complexidade’ de MORIN (2003) que, apesar de serem diferentes possuem um princípio comum: a concepção de uma dinâmica não-linear recursiva (complexa), interativa e auto-organizadora dos sistemas naturais.

As quatro teorias/paradigmas ligam-se empiricamente através da concepção da “espiral do tempo” (evolução/irreversibilidade/equilíbrio dinâmico/repetição com diferença), da relação complexa entre entropia-neguentropia como princípio fundamental do Universo; e metodologicamente através da lógica sistêmica/dialética, na qual a racionalidade da não-linearidade da retroalimentação recursiva produz a idéia de auto-organização. A noção de “auto-eco-organização” torna-se, assim base comum.

Para LOVELOCK (1991b, prefácio) “a teoria Gaia obriga a que se tenha uma visão planetária. ...trata-se de uma nova teoria da evolução ... As espécies e seu ambiente estão estreitamente associados e evoluem como um único sistema ... Gaia”. Para ele é o surgimento de uma nova ciência a “Geofisiologia”.

No escopo de Gaia a “atmosfera, os oceanos, o clima e a crosta terrestre são regulados” em uma íntima e complexa teia de relações de retroalimentação com os

organismos vivos. A atmosfera e sua composição química traduzem o fluxo da vida, sendo a própria “marca registrada” da vida, elucidando muitas questões ambientais atuais e levando-nos a fazer novas leituras a respeito de certas deduções convencionalmente aceitas, como “o clima determina o tipo de vegetação”. Será mesmo assim tão linear e unidirecional?

“A racionalidade não é mais sinônimo de certeza, nem a probabilidade, de ignorância, de modo que a complexidade e a imprevisibilidade se tornem características intrínsecas de fenômenos tão diversos quanto a turbulência dos fluídos, o clima ou a economia”. (EDWARD W. PLOMAN, 1984, in PESSIS-PASTERNAK, 1993, p.19).

Na conhecida analogia utilizada por LOVELOCK (op.cit.) entre a Árvore e o Planeta Terra (Árvore e Gaia), a atmosfera é como a casca de uma árvore que favorece e é favorecida pelo tecido vivo que ela envolve, ou seja, a atmosfera não só autolimita a Terra (Gaia) como participa dos mecanismos de auto-organização, assumindo um papel de “fronteira” ativa na dinâmica de nosso Planeta, assim como a membrana celular.

Ao tratar sobre *A Teia da Vida*, CAPRA (2000) faz a seguinte observação a respeito do papel da atmosfera, reforçando a proposição de Gaia,

“Tendemos a acreditar que as plantas crescem do solo, mas, na verdade, a maior parte de sua substância provém do ar. A maior parte da celulose e dos outros compostos orgânicos produzidos por meio da fotossíntese consiste em pesados átomos de carbono e de oxigênio, que as plantas tiram diretamente do ar sob a forma de CO₂. Assim, o peso de uma tora de madeira provém quase totalmente do ar.” (P.147)

A teoria da Autopoiese, de MATURANA (2000), pode ser considerada como uma nova teoria da evolução, revisando de forma radical as proposições (neo)darwinianas sobre a evolução das espécies. Para MATURANA (op.cit., p.52-55) a autopoiese é,

“... o padrão de organização dos sistemas vivos: a autocriação;

Todo sistema vivo é autopoietico, mas nem todo sistema autopoietico é ‘vivo’, ou seja, os sistemas não-vivos podem ser autopoieticos ...

Os sistemas autopoieticos constituem-se numa rede de interações contínuas, onde os componentes produzem a si próprios, num esquema denominado de ‘circularidade recursiva’.

Todo sistema determinado por sua estrutura existe em um meio, ou seja, surge em um meio ao ser distinguido Essa condição de existência é também, necessariamente, uma condição de complementaridade ...

Por um lado ... uma rede de transformações dinâmicas, que produz seus próprios componentes e é a condição de possibilidade de uma **fronteira**; de outra parte vemos uma **fronteira**, que é a condição de possibilidade para a operação da rede de transformações que a produziu como uma unidade.” (realces nossos).

A atmosfera não é uma simples fronteira passiva que só “envolve” e protege a Terra, mas também participa dos mecanismos de auto-organização, assumindo um papel de fluxo ativo na dinâmica de nosso Planeta, compondo um padrão complexo de comportamentos coletivos instáveis (dinâmica atmosférica geral) associados a comportamentos singulares estáveis (climas/dinâmicas regionais/locais) interconectantes.

Por isso a atmosfera possui um papel fundamental na “autopoiese” de “Gaia”. E GAIL FLEISCHAKER (in CAPRA, op.cit., p. 173-174) conseguiu explicitar essa importância de forma original ao mostrar que Gaia pode ser descrita como um sistema autopoietico a partir de três critérios básicos a seguir

“Autolimitação: Gaia é **autolimitante**. A **atmosfera** terrestre é semipermeável, como uma membrana celular, e constitui parte integral da rede planetária - sendo criada, transformada e mantida pelos processos metabólicos da biosfera;

Autogeração: Gaia se **autogera** através de um complexo entrelaçamento de sistemas vivos e não-vivos dentro de uma única teia global. Isso resulta em laços de realimentação que operam ao longo de escalas imensamente diferentes, resultando nos diversos climas do nosso Planeta. Todos os componentes da rede de Gaia, incluindo aqueles de sua **fronteira atmosférica**, produzem e são produzidos pelos processos internos a essa complexa rede;

Autoperpetuação: Gaia é **autoperpetuante**. Os componentes dos oceanos, do solo e do **ar**, bem como todos os organismos da biosfera, são continuamente repostos pelos processos planetários de produção e de transformação, mantendo continuamente a dinâmica de organização.”

Enquanto Gaia é uma teoria para um “todo planetário”, a Autopoiese é uma teoria para um “todo individual”. A “visão planetária” colocada por LOVELOCK (1991a, b), não implica estudos generalistas, subjugando os níveis mais detalhados de análise, e sim que se tenha uma visão contextual e integrada, seja qual for o nível de análise, assim como a visão de MATURANA não implica que ele pense o processo de evolução da vida como algo dedutível das partes para o todo, subjugando as relações em detrimento dos componentes.

Os dois “pensativos”, assim como MORIN (2003), defendem o princípio de uma unidade orgânica em evolução, da autonomia com interdependência, partindo do pressuposto de uma dinâmica não-linear, complexa e auto-organizadora dos sistemas naturais, negando a concepção fragmentadora e reducionista da visão mecanicista. Gaia e Autopoiese pertencem à

mesma fenomenologia da dinâmica circular e recursiva, à mesma dialógica da unidade na diversidade e da diversidade na unidade, onde se inscreve o Paradigma da Complexidade.

“... o pensamento complexo não é o contrário do pensamento simplificador, mas integra este; como diria Hegel, ele opera a união da simplicidade e da complexidade e, mesmo no metassistema constituído, faz aparecer a sua própria simplicidade. O paradigma da complexidade pode ser enunciado não menos simplesmente que o da simplificação: este impõe separar e reduzir; aquele une enquanto distingue. ...

... Não se trata de opor um holismo global vazio ao reducionismo mutilante. Trata-se de repor as partes na totalidade, de articular os princípios de ordem e de desordem, de separação e de união, de autonomia e de dependência, em dialógica (complementares, concorrentes e antagônicos) no universo.”
(MORIN, 2003, p.54,56)

A termodinâmica não-linear dos sistemas afastados do equilíbrio - a partir da qual se descrevem as estruturas dissipativas, defendida por PRIGOGINE (1996, 1997, 2002) também participa dessa fenomenologia. A identidade é significativa e pode ser evidenciada tanto pelas próprias palavras de PRIGOGINE como pelas de CAPRA,

“... O próprio universo, considerado como um todo, é um sistema termodinâmico altamente heterogêneo e afastado do equilíbrio.

... esse afastamento é também uma condição de nosso diálogo com a natureza. É o fluxo de energia que provém de reações nucleares no interior do sol que mantém o nosso ecossistema longe do equilíbrio e que, portanto, permitiu que a vida se desenvolvesse na Terra. O afastamento do equilíbrio leva a

comportamentos coletivos, a um regime de atividade coerente impossível no equilíbrio. ... E noções como a de auto-organização ... poderiam aplicar-se igualmente” (PRIGOGINE, 1996, p.163)

“Assim como Bertalanffy, combinara as concepções de fluxo e de equilíbrio para descrever sistemas abertos, Prigogine combinou “dissipativa” e “estrutura” ... a concepção de Prigogine de estruturas dissipativas vai muito além da de sistema aberto, uma vez que inclui a idéia de pontos de instabilidade, nos quais novas estruturas e novas formas de ordem podem emergir. ... uma mudança de percepção da estabilidade para instabilidade, da ordem para a desordem, do equilíbrio para o não-equilíbrio, do ser para o vir-a-ser.” (CAPRA, 2000, p.149)

As estruturas/sistemas dissipativos (Fig.7) constituem fenômenos irreversíveis, que se auto-organizam, recriando-se espontaneamente por flutuações e bifurcações (pontos de instabilidades), em ritmos imprevisíveis – possuindo íntima pertinência com os fenômenos climático-atmosféricos.

Os sistemas naturais são dinâmicos/abertos, ou seja, evoluem/interagem com o meio. Todo processo de evolução e interação implica dissipação de energia (produção de entropia), que é irreversível e gera instabilidade, afastando o sistema do equilíbrio. O não-equilíbrio, inerente aos sistemas naturais, é resultado desse contínuo evoluir/interagir. Isso implica que as estruturas dissipativas estão subjacentes à dinâmica de organização de todo sistema natural, seja ele um geossistema, uma paisagem natural, um ecossistema, um determinado clima ou simplesmente a atmosfera. MONTEIRO há tempos já fazia referência a essas idéias de PRIGOGINE,

“... suas idéias da Físico-química casam-se admiravelmente bem ao comportamento atmosférico. A ultrapassagem da soleira do ‘equilíbrio’ (estados médios produzidos por compensação

estatística) pode ‘engendrar a singularidade das estruturas dissipativas nascidas de um distanciamento do equilíbrio e, finalmente, a história, o caminho evolutivo singular que desencadeia uma sucessão de bifurcações’’. (1991, p.171)

O Atrator de Lorenz
(Capra, 2000, p.116)

Fig. 7 – O gráfico refere-se ao comportamento caótico com geometria fractal de uma estrutura dissipativa no espaço de fases (espaço matemático). Essas estruturas são chamadas de “atratores estranhos” e se auto-organizam segundo um fluxo dissipativo de energia. O atrator de Lorenz é o mais conhecido, e descreve o comportamento atmosférico.

Quando PRIGOGINE afirma que,

“a cerca das estruturas dissipativas, podemos falar de ‘auto-organização’. Mesmo que conheçamos o estado inicial do sistema, o processo de que ele se dá e as condições nos limites, não podemos prever qual dos regimes de atividade esse sistema vai escolher.” (1996, p.74).

“... a evolução acontece assim por meio de uma sucessão de estádios descritos pelas leis deterministas e probabilistas. Mesmo em nível macroscópico, probabilidade e determinismo não se contrapõem, mas se complementam. A existência de

bifurcações confere um caráter histórico à evolução de um sistema....

Uma propriedade notável dessas bifurcações é a sua sensibilidade, ou seja, o fato de pequenas variações nos casos dos sistemas conduzirem à escolha de um ramo em vez de outro”. (2002, p.24)

reforça a dedução de que os sistemas atmosféricos são sistemas dinâmicos instáveis dissipativos, pois não há previsibilidade determinista neles, apenas probabilidades de revisão. O acaso é evidente.

“... estruturas dissipativas de grande estabilidade surgem em trovoadas em condições atmosféricas especiais. Furacões e tornados são vórtices de ar em violento movimento giratório ... diferenças de temperatura, expansões e contrações do ar, efeitos da umidade, condensações e evaporações, e assim por diante. As estruturas resultantes são, desse modo, muito mais complexas ... e exibem uma maior variedade de comportamentos dinâmicos ... que podem converter-se em estruturas dissipativas ...” (CAPRA, 2000, p.143)

Outra afirmação fundamental é a de que “os processos de não-equilíbrio também podiam dar origem a sinais não periódicos, mais irregulares. Fala-se então de “caos dissipativo temporal” ou “caos espaciotemporal”, levando-nos a indagar: os ritmos climáticos e o próprio fenômeno El Niño não são, também, uma espécie de “caos dissipativo temporal”?!

“Longe do equilíbrio (*análise dinâmica*), a homogeneidade do tempo (*análise separatista*) é, com efeito, duplamente destruída: pela estrutura espaço-temporal ativa (*tipos de tempo, dinâmica atmosférica*), que confere ao sistema o comportamento de uma

totalidade organizada (*clima*), caracterizada por dimensões e um ritmo intrínsecos (*ritmo climático*), mas também pela história (*sucessão dos tipos de tempo, gênese e evolução do sistema*) que o aparecimento de tais estruturas implica.” (expressões em grifo foram por nós inseridas. Adaptado de PRIGOGINE, 1997, p.122)

Os elementos/atributos do clima interagem segundo as influências das massas de ar e do meio (fatores/controles ambientais e astronômicos). A sensibilidade desses elementos (Sensibilidade às Condições Iniciais - SCI) a essas influências origina processos instáveis (caos) de interações que produzem aleatoriamente (a partir de bifurcações) certos tipos de tempo (ordem), os quais se sucedem espaciotemporalmente, conforme as probabilidades determinadas pela SCI do sistema. O que significa dizer que o comportamento usual/habitual dessa sucessão de tipos de tempo produzirá probabilidades de um ritmo espaço-temporal específico/característico que determinará o clima do lugar.

Desta forma, caos e ordem são fenômenos complementares: estão em contínuo processo de mútua realimentação. E o retorno da “ordem” não implica o retorno da “mesma ordem”. Implica o retorno de um “estado de ordem”: são os paradigmas da “repetição com diferença” (PRIGOGINE, op.cit.), “constância com mudança” (MORIN, 2003) ou “deriva com conservação” (MATURANA, 2001), revelados na dinâmica atmosférica/climática, e que também podem ser traduzidos pela noção da “espiral do tempo rítmico” (Fig. 8), apontada por MONTEIRO (2001),

“Contudo a esfera gasosa – atmosfera – pela sua condição de fluido de grande sensibilidade – é a mais dinâmica de todas as esferas terrestres. Seu comportamento é constantemente oscilante e mutante, exprimindo seu comportamento em estados ‘momentâneos’. Não é assim, de admirar-se que, nas línguas latinas, estes estados momentâneos, tão variados sejam designados com o mesmo vocábulo – ‘tempo’ ...” (P.139)

Fig. 8 – A Espiral Rítmica
(Sistema de Alta Complexidade).

“Pela figura da espiral ascendente rítmica vislumbra-se a possibilidade de perceber-se que um tal dinamismo assume caráter de um sistema de alta complexidade, uma revelação relativamente recente na ciência e que requer mobilização de novas contribuições como a geometria fractal, energias dissipativas, teoria do caos, dentre outras aquisições”. (P.149)

“Em suma, em sua mutabilidade constante as condições atmosféricas são o movente por excelência, podendo associar-se ao próprio fluir do tempo que escoar, que flui ininterruptamente.” (P.140)

3. OS NOVOS PARADIGMAS CIENTÍFICOS E SUAS CORRELAÇÕES

A ciência hoje é composta pela convivência crítica e antagônica de duas formas gerais de conhecer e atuar no mundo: a mecanicista, fundada pelos princípios positivistas da Física clássica, e a não mecanicista, fundada pelos princípios sistêmicos e dialéticos.

Cada vez mais os princípios mecanicistas mostram-se causadores das principais problemáticas socioeconômicas, políticas e ambientais do mundo em que vivemos e, o pior, revelam-se totalmente ineficientes em suas soluções e sua capacidade autocrítica. Os princípios sistêmicos e dialéticos, ao contrário, configuram-se, a cada dia, como vias alternativas a um novo e eficiente modo de pensar e agir no mundo, diferenciando e consolidando o contemporâneo da ciência.

Dentre os principais paradigmas que participam dessa consolidação, podemos citar a Teoria das Estruturas Dissipativas, a Teoria Gaia, a Teoria da Autopoiese, o Paradigma da Complexidade, a Abordagem *Bootstrap* e o Paradigma Holográfico.

3.1. Elucidações dos principais paradigmas/teorias:

3.1.1. A teoria das Estruturas Dissipativas – Proposta em 1967 pelo químico russo Ilya Prigogine:

- A teoria implica uma revisão da termodinâmica clássica, validando uma termodinâmica dos sistemas afastados do equilíbrio: a termodinâmica não-linear dos sistemas afastados do equilíbrio - a partir da qual se descrevem as estruturas dissipativas;
- as estruturas dissipativas se constituem em fenômenos irreversíveis, que se auto-organizam, recriando-se espontaneamente por flutuações, em ritmos imprevisíveis. Os sistemas afastados do equilíbrio desenvolver-se-ão, portanto, por uma sucessão de

instabilidades e flutuações ampliadas (caos, desordem), percorrendo um diagrama de bifurcações, utilizando um caminho que constitui sua “história” (gênese e evolução). Chama-se bifurcação o ponto crítico a partir do qual um novo estado de ordem se torna possível;

- para além do primeiro ponto de bifurcação, produz-se um conjunto de fenômenos novos: podemos ter reações químicas oscilantes, estruturas espaciais de não-equilíbrio, ondas químicas. As “estruturas dissipativas” constituem-se nessas novas organizações espaciotemporais;
- todo sistema natural é dinâmico/aberto, ou seja, evolui/interage com o meio;
- todo processo de evolução e interação implica dissipação de energia (produção de entropia), que é irreversível e gera instabilidade, afastando o sistema do equilíbrio;
- o não-equilíbrio, inerente aos sistemas naturais, é resultado desse contínuo evoluir/interagir. Isso implica que as estruturas dissipativas estão subjacentes à dinâmica de organização de todo sistema natural;
- revela que todo sistema natural é um sistema dissipativo e, ao mesmo tempo, que desordem não é sinônimo de caos: a ordenação (organização) do sistema se processa através de dinâmicas caóticas, por flutuações ou instabilidades intermitentes (estruturas dissipativas), que se amplificam, dissipando energia, possibilitando a manutenção/retorno da “ordem”;
- caos e ordem são fenômenos complementares: estão em contínuo processo de mútua realimentação; e
- o retorno da “ordem” não implica o retorno da “mesma ordem”. Implica o retorno de um “estado de ordem”: o fenômeno da “repetição com diferença”, a condição do surgimento do novo, da criatividade espontânea e da auto-organização.

3.1.2. A teoria Gaia - proposta em 1979 pelo geoquímico inglês James Lovelock:

- Concebe o planeta Terra como um todo integrado, um grande sistema “autogerador e autoperpetuante”, semelhante ao princípio holístico da “deusa Gaia”, dos antigos místicos;
- a atmosfera, os oceanos, o clima e a crosta terrestre são regulados em íntima e complexa teia de relações de realimentação com os organismos vivos, ou seja, as espécies e seu ambiente estão estreitamente associados e co-evoluem como único sistema. É o surgimento de uma nova ciência - a “Geofisiologia”;
- a atmosfera é considerada um sistema aberto, afastado do equilíbrio, caracterizado por um fluxo constante de energia e de matéria, e sua composição química traduz o fluxo da vida, sendo a própria “marca registrada” da vida. A atmosfera não só autolimita e protege a Terra (Gaia) como participa dos mecanismos de auto-organização, assumindo um papel de fluxo ativo na dinâmica de nosso Planeta;
- o clima regula e é regulado por laços de realimentação espontâneos, como ocorre com o modelo matemático “Daisy’s World”, o que implica uma perspectiva não vitalista e não teleológica; e
- a “visão planetária” da teoria Gaia, não implica estudos generalistas, subjugando os níveis mais detalhados de análise, e sim que se tenha uma visão contextual e integrada, seja qual for o nível de investigação.

3.1.3. A Autopoiese - proposta em 1987 pelo neurocientista chileno Humberto Maturana:

- a autopoiese é o padrão de organização dos sistemas vivos: a autocriação;
- todo sistema vivo é autopoietico, mas nem todo sistema autopoietico é “vivo”, ou seja, os sistemas não vivos podem ser autopoieticos;

- os sistemas autopoieticos constituem uma rede de interações contínuas, onde os componentes produzem a si próprios, num esquema denominado de “circularidade recursiva” que produz o fenômeno da “deriva com conservação”;
- a dinâmica de organização dos sistemas autopoieticos é determinada pela sua estrutura interna, que definirá o tipo e o grau de derivações que ocorrerão na interação com o meio (sistema envolvente): autonomia sistêmica;
- a interação com o meio é não determinista, constituindo uma relação de complementaridade, onde o meio apenas desencadeia reações de mudanças: “acoplamento estrutural”;
- um sistema autopoietico é ao mesmo tempo autônomo e interdependente, porque ele só se realiza em contínua interação com outros sistemas e com o meio em que vive (acoplamento estrutural) - um influencia o outro, realizando mutuamente suas “existências”, dentro dos limites estruturais de cada um;
- o sistema envolvente e o sistema observado atuarão como fontes de perturbações mútuas e desencadearão mutuamente mudanças/derivações de estado, estabelecendo quatro domínios de mudanças/derivações de um sistema:

1. **Domínio das mudanças de estado** - isto é, as mudanças estruturais que um sistema pode sofrer sem que mude a sua organização, ou seja, mantendo a sua unidade de classe;
2. **Domínio das mudanças destrutivas** - todas as modificações estruturais que resultam na perda da organização do sistema e, portanto, em seu desaparecimento como unidade de uma certa classe;
3. **Domínio das perturbações** - ou seja, todas as interações que desencadeiam mudanças de estado; e
4. **Domínio de interações destrutivas** - todas as perturbações que resultam numa modificação destrutiva.

3.1.4. O paradigma da Complexidade - a natureza da natureza - proposto em 2003 pelo filósofo-epistemólogo francês Edgar Morin:

Segundo MORIN (2003), o pensamento complexo não é, de forma alguma, uma reflexão que expulsa a certeza com a incerteza, a separação com a inseparabilidade, a lógica para autorizar-se todas as transgressões. A *démarche* consiste, ao contrário, num ir-e-vir constantes entre certezas e incertezas, entre o elementar e o global, entre o separável e o inseparável. Ela utiliza a lógica clássica e os princípios de identidade, de não-contradição, de dedução, de indução, mas conhece-lhes os limites e sabe que, em certos casos, deve-se transgredi-los.

Não se trata, portanto, de abandonar os princípios de ordem, separabilidade e lógica - mas de integrá-los numa concepção mais rica. O Paradigma da Complexidade pode ser enunciado em sete princípios fundamentais:

1. Princípio sistêmico ou organizacional - liga o conhecimento das partes ao conhecimento do todo. A idéia sistêmica, oposta à reducionista, entende que "o todo é mais do que a soma das partes". A organização do todo produz qualidades ou propriedades novas em relação às partes consideradas isoladamente: as emergências;

2. Princípio hologramático - (inspirado no holograma, no qual cada ponto contém a quase totalidade da informação do objeto representado): evidencia o aparente paradoxo dos sistemas complexos, onde não somente a parte está no todo, mas o todo se inscreve na parte;

3. Princípio do anel retroativo - rompe com o princípio de causalidade linear - a causa age sobre o efeito e este sobre a causa. Esse mecanismo de regulação permite a autonomia do sistema. O anel de retroação (ou *feedback*) possibilita, na sua forma negativa, reduzir o desvio e, assim, estabilizar um sistema. Na sua forma mais positiva, o *feedback* é um mecanismo amplificador;

4. Princípio do anel recursivo - supera a idéia de regulação com a de autoprodução e auto-organização. É um anel gerador, no qual os produtos e os efeitos são produtores e causadores do que os produz, implicando o fenômeno da “constância com mudança”;

5. Princípio de auto-eco-organização (autonomia/dependência) - os sistemas são auto-organizadores quando se autoproduzem incessantemente e, através disso, despendem energia para salvaguardar a própria autonomia. Como têm necessidade de extrair energia, informação e organização no próprio meio ambiente, a autonomia deles é inseparável dessa dependência, e torna-se imperativo concebê-los como auto-eco-organizadores;

6. Princípio dialógico - deve-se conceber uma dialógica ordem/desordem/organização desde o nascimento do universo: a partir de uma agitação calorífica (desordem), na qual, em certas condições (encontros ao acaso), princípios de ordem permitirão a constituição de núcleos, átomos, galáxias e estrelas. Sob as formas mais diversas, a dialógica entre a ordem, a desordem e a organização, mediante inumeráveis inter-retroações, está constantemente em ação nos mundos físico, biológico e humano. A dialógica permite assumir racionalmente a associação de noções contraditórias para conceber um mesmo fenômeno complexo; e

7. Princípio da reintrodução daquele que conhece (sujeito) em todo conhecimento - opera a restauração do sujeito e ilumina a problemática cognitiva central - da percepção à teoria científica, todo conhecimento é uma reconstrução/tradução por um espírito/cérebro numa certa cultura e num determinado tempo.

3.1.5. A abordagem “*Bootstrap*”, proposta na década de 1960 pelo físico Geoffrey Chew e ampliada e defendida atualmente pelo físico austríaco Fritjof Capra:

- Geoffrey Chew, com sua teoria “*bootstrap*” das partículas subatômicas, unifica a Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade. “*Bootstrap*” significa literalmente, “presilha, cadarço de bota”, e metaforicamente significa “autoconsciência” ou “capacidade de se auto-organizar”;

- a noção-chave da filosofia *bootstrap* é a ideação de ordem como um aspecto novo e importante da física das partículas. A ordem, nesse contexto, significa ordem no estado de interligação dos processos subatômicos. Há várias maneiras pelas quais as reações das partículas podem se interligar e, de acordo com isso, definir várias categorias de ordem: ‘Cada partícula consiste em todas as outras partículas.’
- ou seja, o fundamento desta abordagem é “a idéia segundo a qual a natureza não pode ser reduzida às entidades fundamentais, como blocos de construção de base feitos de matéria, mas deve ser inteiramente compreendida como sendo uma autoconsistência” (CAPRA, 1997, p.87);
- a filosofia *bootstrap* não apenas abandona a idéia de uma construção de fundamentos feitos de blocos de matéria, mas ainda não aceita nenhuma entidade fundamental qualquer que seja — nenhuma lei, equação ou princípio fundamental. O universo é visto como um tecido dinâmico, de eventos inter-relacionados. Nenhuma das propriedades de nenhuma das partes deste tecido é fundamental; elas provêm todas das propriedades das outras partes e a consistência geral de suas inter-relações determina a estrutura do tecido em seu conjunto; e
- concebe a não-separatividade entre observador e evento observado. Esta idéia pode revolucionar o estudo da matéria, pelo fato de a própria presença do pesquisador implicar a mudança do objeto analisado;

3.1.6. O paradigma Holográfico - proposto inicialmente em 1982 pelo físico inglês DAVID BOHM e pelo neurocientista austríaco KARL PRIBAM:

- O Paradigma Holográfico trabalha com o “Domínio Implicado”, também chamado de “Domínio de Campo” ou “Domínio das Frequências Holísticas”, as quais transcendem fronteiras espaciais e temporais do domínio quadridimensional convencional da Física;
- o Domínio das Frequências Holísticas implica uma autoconsciência global transcendental à nossa realidade espaciotemporal objetiva;

- o termo “Holográfico” vem de Holografia, que é um método de fotografia sem lentes no qual o campo ondulatório da luz espalhado por um objeto é registrado numa chapa sob a forma de um padrão de interferência. E o holograma é esse registro fotográfico resultante. É o padrão de interferência registrado na chapa;
- quando o holograma é exposto a um feixe de luz coerente, como um *laser*, o padrão ondulatório original é regenerado e uma imagem tridimensional aparece;
- como não há focalizador, isto é, lentes focalizadoras, a chapa tem a aparência de um padrão de espirais destituído de qualquer significado. **Qualquer pedaço do holograma pode reconstruir a imagem inteira;**
- “A parte está no todo e o todo está em cada parte – um tipo de unidade-na-diversidade e de diversidade-na-unidade” (PRIBAM, in WILBER, p.8). Este é o ponto-chave do paradigma: **a parte tem acesso ao todo;**
- outra questão-chave é a idéia de que “nossos cérebros constroem matematicamente a realidade ‘concreta’ interpretando frequências provenientes de outra dimensão, um domínio de realidade primária, significativa e padronizada, que transcende tempo e espaço convencionais da física. O cérebro é um holograma interpretando um universo holográfico.”(Idem, p.26);
- “no **domínio explicado** ou manifesto do espaço e do tempo, as coisas e os eventos são de fato separadas e discretos. Mas debaixo da superfície, por assim dizer, no **domínio implicado**, ou domínio das frequências, todas as coisas e eventos são, independentemente do espaço e do tempo, e intrinsecamente, unos e indivisos” (Idem, p.8);
- o **Domínio Explicado** - domínio de nossa “realidade” representativa, de nosso campo visual construído no viver. É o domínio da **ordem explicada** ou das aparências (domínio secundário/derivante);
- o **Domínio Implicado** - domínio subjacente fundamental e não captado pelo nosso campo visual. É o domínio da **ordem implicada** ou da matriz invisível e indivisível das essências (domínio primário/original);
- **Ordem Implicada** é diferente de **Ordem Implícita**. O verbo “implicar” deriva de *plicar*, que vem do latim e significa 'dobrar', que é um conceito-chave para DAVID

BOHM. A **Ordem Implícada** carrega a idéia da existência de uma ordem interna, ou seja, uma ordem que se dobra para dentro; e a **Ordem Explicada** é o desdobramento para fora;

- a concepção de “dobrar”, de “dobramento”, é diferente da idéia de “envolver”, de “envolvimento”, pois, quando se diz “um sistema envolve outro”, significa “se aninha dentro do outro”, não ficando explícita a noção de padrão ou ordem interna, mas sim apenas de um “estado do sistema”, de caixas dentro de caixas; e
- quando, entretanto, se diz “um sistema se dobra dentro do outro” significa ordem interna, ou seja, a existência de padrão em movimento ou **holomovimento** (campos ou domínios de frequências inseridos e interconectados).

3.2. A matriz multiversa: a unidade na diversidade

Na realidade, os fundamentos epistêmicos e filosóficos das teorias/paradigmas anteriormente expostos possuem raízes remotas, que podem ser identificadas tanto em muitas correntes filosóficas da antiga Grécia como em muitos pensamentos tradicionais do misticismo oriental.

Vemos elementos do “fluxo perpétuo das mudanças”, do “devir”, da dialética de Heráclito; o “mito da caverna” de PLATÃO; a relação indivisível da “matéria-potência e a forma-ato” de ARISTÓTELES; a concepção do mundo/natureza como um grande organismo em evolução, traduzida pela mitologia grega de Gaia, a mãe Terra, como deusa primordial e latente de potencialidade geradora, considerada como a segunda divindade, nascendo após Caos. Verifica-se, então, a idéia de “desordem” como a primeira divindade a surgir no universo mitológico grego: Caos, a desordem, e Gaia, a grande ordem harmônica, em movimento antagônico e solidário; princípio este, também, encontrado na concepção dialética da mística oriental do “Yin e Yang” (fig. 9), segundo o qual duas forças complementares compõem tudo que existe, e do equilíbrio dinâmico entre elas surge todo movimento e mutação.

Fig. 9 – Símbolo Primordial do Yi-King: formado pela unidade complementar dos opostos, Yin e Yan. O S em seu interior expressa o turbilhão caótico subjacente ao todo harmônico representado pelo círculo externo.

A seiva de tais raízes fluiu numa longa e múltipla ramificação formada pelo próprio desenvolvimento do pensamento humano, a partir dos encontros das diversas dimensões do ser e do fazer humanos. Do inter-relacionamento das culturas, artes, mitos, misticismos, filosofias e técnicas ao longo da história, a sociedade desenvolveu o pensamento científico, distinguindo-o, como tal, das demais formas de conhecer o mundo. Por obra da racionalidade ocidental do século XIX, ocorreu a sistematização das áreas do conhecimento científico, compondo o que hoje denominamos de “ciência moderna”.

A ciência moderna é instaurada pela negação dos antigos princípios metafísicos, carregando nela própria os elementos do que é negado. Sob o pensamento positivista-mecanicista cria uma nova metafísica: a separatividade, a fragmentação, o dualismo não complementar entre corpo e espírito, matéria e essência, a substância e a forma, entre o ser e o não-ser, entre natureza e ser humano, entre o mundo a ser conhecido e o sujeito do conhecimento.

O mundo/natureza integrado e movido por uma força vital imanente, sempre mutável num eterno devir (tempo cíclico) em busca da inalcançável perfeição do Imutável (o “Ser” Divino) do antigo conhecimento, é suplantado pela metáfora do “Mundo como uma Máquina”, onde o tempo linear e absoluto reduz e homogeneiza tudo numa relação mecanicista de causa e efeito. As idéias de DESCARTES, NEWTON e LAPLACE formaram a tríade teórica sustentadora do modo de pensar e fazer científicos da moderna ciência, práxis esta ainda predominante na sociedade humana atual.

Da negação dialética do mecanicismo científico, nasce uma nova ciência, composta por um complexo, rico e engenhoso, filigrana de princípios e conceitos criados e

recriados, visitados e revisitados, permanecidos e transformados, construídos, desconstruídos, destruídos e reconstruídos.

Vemos a dialética de HERÁCLITO na lógica de HEGEL e na complexidade de MORIN, na qual vemos a “duração” de BERGSON; vemos a concepção orgânica evolutiva de HUMBOLDT em Gaia de LOVELOCK; divisamos a “ordem móvel” de GOETHE, os “instantes-pontos” e a “ordem emergente” de ALEXANDER ou os “padrões móveis” de WHITEHEAD na teoria quântica de HEISENBERG, nas estruturas dissipativas de PRIGOGINE e na abordagem *bootstrap* de CHEW e CAPRA. Observamos a noosfera de TEILHARD CHARDIN na teoria evolutiva de VLADIMIR VERNADSKY, no “reino das essências subjacentes à natureza” de GEORGE SANTAYANA e na ordem implicada de DAVID BOHM. Vislumbramos em todos eles o princípio autopoietico de MATURANA, que está no *logos* de HERÁCLITO.

O pensamento humano é realmente complexo e possui grande circularidade recursiva; a repetição com diferenças criativas e originais; a dinâmica e multiversa matriz da espiral do tempo envolvendo,volvendo, revolvendo, desenvolvendo e devolvendo em um eterno devir-a-ser.

Como produto dessa circularidade, dá-se o grande marco da ciência contemporânea: a Teoria da Relatividade de EINSTEIN, em 1905. Nada mais era absoluto, todavia, o rompimento mais radical com os velhos paradigmas mecanicistas ocorreu na década de 1930, com a Teoria Quântica de NIELS BOHR e WERNER K. HEISENBERG.

Com a Física Quântica, descobriu-se que a massa, antes considerada matéria, nada mais era do que uma forma de energia. Assim, a noção de substância e de objetos *per se* torna-se extremamente vulnerável. Houve uma dessubstancialização da matéria, que passou a ser considerada como um padrão de atividades, um padrão dinâmico no/do espaço-tempo:

“Em nível macroscópico, essa noção de substância é uma útil aproximação, mas no nível atômico deixa de ter qualquer sentido. Os átomos consistem em partículas, e estas partículas não são feitas de qualquer substância material. Quando as observamos, nunca

vemos qualquer substância; o que vemos são modelos dinâmicos que se convertem continuamente uns nos outros – a contínua dança da energia. ... Há movimento, mas não existem em última análise, objetos moventes; há atividade, mas não existem atores; não há dançarinos, somente a dança.” (CAPRA, 1994, p.86).

A Física Quântica rompe os velhos alicerces da ciência clássica, trazendo consigo princípios que põem por terra a visão causalista, determinista, da realidade *a priori*, da objetividade neutra, das leis imutáveis, da certeza absoluta, do tempo linear. Proclama como científicos a incerteza, o caos, a probabilidade, o contraditório, a complementaridade, a não-localidade, a não-linearidade, a instabilidade. E assim, credencia todos os demais princípios, conceitos, teoria e reflexões científicas, filosóficas, artísticas e culturais opostos do *status quo* hegemônico.

As portas para o inusitado e o diferente são abertas e daí emergem os chamados “novos paradigmas da ciência contemporânea” e com eles várias correntes teórico-metodológicas são criadas e também revisadas, dentre elas o próprio Pensamento Sistêmico.

3.3. O Pensamento Sistêmico Contemporâneo

3.3.1. As principais revisões conceituais

O Pensamento Sistêmico proposto pela Teoria Geral dos Sistemas – TGS (BERTALANFFY, 1975), apesar de ter revolucionado o método científico, participando da própria vanguarda da “nova ciência”, sofreu ao longo desses anos várias críticas e revisões conceituais, principalmente pela sua inserção no paradigma da complexidade proposto por MORIN.

O conceito de sistema, muito usado nas mais diversas áreas do conhecimento, é o de “um conjunto de elementos ou atributos e das suas relações, organizados para executar uma função particular” (CHRISTOFOLETTI, 1979). Tal concepção parte do princípio da funcionalidade do sistema e, por isso, tem como caracterização organizativa a relação entre estrutura, processo e função, podendo ser decomposta em elementos, relações, atributos, entrada e saída. Dessa forma, a organização é muito mais um produto das relações do que a formadora/mantenedora destas. Prevalece a idéia de retroação (*feedback*, circuito de causa e efeito) em detrimento do princípio dialógico contido na idéia de recursão.

Segundo MORIN (2003), o princípio tem que ser organizativo e não funcional. Função é uma categoria imanente fundamental do mecanicismo, onde a tríade “estrutura, forma e função” caracteriza o modo mecânico de pensar o mundo. A organização não é passiva e sim ativa, produzindo a dinâmica que a produz, indo além da retroação: a dinâmica sistêmica deve ser recursiva e dialógica, o que implicará a concepção de uma dinâmica não-linear recursiva (complexa), interativa e auto-organizadora dos sistemas naturais.

Tanto a visão fragmentária do mecanicismo como a visão holística da TGS ocultam não só a idéia de organização como, principalmente, seu caráter ativo, encobrendo o seguinte círculo recursivo (Fig. 10):

Círculo Recursivo entre o Todo e as Partes

Fig. 10

“Os objetos dão lugar ao sistema. Em vez de essências e de substâncias, a organização; em vez das unidades simples e elementares, as unidades complexas; em vez dos agregados formando corpos, os sistemas de sistemas de sistemas.” (MORIN, 2003, p.156).

A organização é um conceito crucial, o nó que liga a idéia de inter-relação à idéia de sistema. Saltar diretamente das inter-

relações ao sistema, retroceder do sistema às inter-relações, como fazem os sistemistas que ignoram a idéia de organização ativa, é mutilar e desvertebrar o próprio conceito de sistema ... A organização liga, transforma, produz, mantém. Ela liga, transforma os elementos em um sistema, produz e mantém este sistema.”. (MORIN, 2003, p.164).

Já é bem conhecido por todos os pesquisadores o princípio da Teoria Sistêmica em que **“o todo é mais que a soma das partes”**, princípio este que se constituiu na contraposição mais significativa diante da fragmentação mecanicista: as propriedades essenciais, ou “sistêmicas”, são propriedades de um todo, que nenhuma das partes possui isoladamente. As propriedades surgem (emergem) das “relações de organização” das partes, de uma configuração de relações ordenadas, isto é, em última análise, aquilo que convencionalmente denominamos de “parte” é apenas um padrão dentro da teia inseparável de relações. Para o pensamento sistêmico, as relações são fundamentais e as fronteiras dos padrões discerníveis (“objetos”) são secundárias, porém, o exagero holista dissolveu a diversidade na/da unidade sistêmica.

A teoria sistêmica promoveu um novo tipo de reducionismo: a redução de tudo ao todo. E suscitou, por isso, várias críticas por parte dos estudiosos não sistêmicos, como HENRIQUE LEFF (2002), que diz,

“A redução do sentido e a especificidade dos conceitos que integra uma teoria, privilegiando suas homologias estruturais, como propõe a Teoria Geral dos Sistemas ... Essa racionalidade científico-tecnológica constitui um projeto oposto à produtividade do heterogêneo, ao potencial do diferencial, à integridade do específico e à articulação do diverso, que é fundamental à racionalidade ambiental. ...” (P.170)

“Dessa forma, inverte-se o processo neguentrópico fundado na complexidade, produtividade e criatividade das estruturas

materiais constitutivas da matéria inerte, da substância viva e da ordem simbólica. ...

O pretendido ‘holismo’ se precipita em seu vazio ontológico antes de conseguir constituir-se num paradigma oníabragente, de alcançar seu ente totalizador, de se ver refletido em seu ser totalitário.” (P.171).

Assim como, suscitou autocrítica no próprio seio dos pensadores sistêmicos como MORIN (2003), que nas suas reflexões propõe que os princípios da teoria dos sistemas superem qualquer tipo de reducionismo, seja pela supremacia das partes ou do todo,

“Além do ‘holismo’ e do reducionismo ... A Teoria dos Sistemas reagiu ao reducionismo, não e pelo ‘holismo’ ou a idéia do ‘todo’ ... a creditando ultrapassar o reducionismo, o ‘holismo’ operou de fato uma redução ao todo: de onde vem não apenas a sua cegueira sobre as partes enquanto partes, mas sua miopia sobre organização enquanto organização, sua ignorância da complexidade no interior da unidade global ... o todo não é tudo...” (MORIN, 2003, p.157)

Emerge, então, um princípio inusitado e revelador das transformações conceituais do pensamento sistêmico: **“o todo, também, é menos do que a soma das partes”**. Partindo de uma premissa não funcional e sim organizativo, a complexidade sistêmica ocorre na/pela convivência simultânea entre a “liberdade” das partes e a integridade do todo.

As partes, ao se inserir no todo, ganham qualidades que só emergem no circuito horizontal da síntese, mas também perdem outras apenas reveladas no processo vertical da análise. Qualidades novas emergem em todos os níveis do sistema. Na análise da molécula de água, por exemplo, observamos propriedades que são subtraídas quando se somam na unidade celular. O mesmo acontece quando um tipo climático local é inserido num contexto regional

de observação. Daí o trocadilho, **o todo é, ao mesmo tempo, mais e menos que a soma das partes**.

CAPRA (2000, p.134,135) também revisa as proposições sistêmicas usuais e estabelece as seguintes características principais para o novo pensamento sistêmico:

- é **processual contextual/ambiental** - constrói explicações considerando o contexto ou o meio ambiente onde o evento/fenômeno se realiza, por isso diz-se que “todo pensamento sistêmico é pensamento ambientalista”;
- a inserção ativa do **sujeito/observador** no processo de conhecimento;
- a capacidade de deslocar a própria atenção de um lado para outro entre níveis sistêmicos - **diferentes níveis sistêmicos representam níveis diferentes de complexidade**. As propriedades sistêmicas de um determinado nível são denominadas “**emergentes**”, uma vez que emergem nesse nível em particular;
- concebe o mundo como uma rede de relações que se estabelece considerando os seguintes critérios fundamentais de um sistema, abaixo delineados.
 - ↳ **Padrão**: a incorporação/configuração de relações que determinam as características essenciais do sistema, ou seja, determinam a **organização** sistêmica;
 - ↳ **Estrutura**: a incorporação física de **organização** do sistema (componentes + relações); e
 - ↳ **Processo**: a dinâmica envolvida na incorporação contínua do padrão de **organização** do sistema.

Também refutando a categoria “função” como uma busca essencial ao entendimento sistêmico, CAPRA dá ênfase ao “**padrão de organização**” como aspecto principal do conhecimento da natureza. O padrão de organização como foco sistêmico não só está em consonância com a nova percepção científica, como também possibilita maior revelação da complexidade sistêmica inerente a toda dinâmica natural.

“Para compreender o fenômeno da auto-organização precisamos, em primeiro lugar, compreender a importância do padrão. ...

O estudo do padrão tem importância fundamental para a compreensão dos sistemas ... porque as propriedades sistêmicas ... surgem de uma configuração de padrões ordenados. Propriedades sistêmicas são propriedades de um padrão. [por exemplo] O que é destruído quando um sistema vivo é dissecado é seu padrão. Os componentes ainda estão lá, mas a configuração de relações entre eles – o padrão – é destruído, e desse modo o organismo morre.” (CAPRA, op.cit, 76,77)

De fato, o que existe é uma **relação de pertencimento mútuo** entre as partes e entre elas e o todo, visto que as partes e o todo **existem um por meio do outro**. As partes são padrões emergentes/observáveis, gerados pela integralidade dinâmica recursiva envolvente (o todo). Assim como o todo é um padrão de organização dinâmico e integral, que só existe por meio do inter-relacionamento recursivo das partes envolvidas: os padrões se envolvem uns nos outros, consistem uns nos outros, mas mantendo suas identidades como partes e como todo.

Como vemos, a Teoria dos Sistemas, que serviu como fundamento na constituição metodológica da ciência contemporânea, hoje se transforma e se recria nos e pelos paradigmas que ajudou a criar, adquirindo uma racionalidade mais complexa e dialógica, um suporte teórico com maior capacidade crítica, analítica/sintética e operacional.

Essa auto-renovação do pensamento sistêmico projeta-o, mais uma vez, como o melhor instrumento teórico-metodológico para a compreensão científica da natureza macroscópica, principalmente dos sistemas naturais de ordem geográfica e ecológica/ambiental, tais como os sistemas atmosféricos/climáticos.

3.3.2. Os princípios comuns aos estudos da Natureza

O pensamento sistêmico contemporâneo no âmbito específico dos estudos da natureza macroscópicos, configura-se, ele próprio, numa nova teoria dos sistemas naturais da ordem da percepção e do viver humanos, do “domínio explicado” da realidade representativa da humanidade em sua dimensão histórico-geográfica.

Nesse âmbito específico, não pode haver apenas a “dança” de frequências holística, como supõe o domínio microscópico da ordem subatômica. Na ordem geográfica de explicação, não existe dança sem bailarino nem bailarino sem dança, pois um pressupõe o outro numa explícita dialética de coexistência e coevolução.

A complexificação do pensamento sistêmico permite às diversas áreas de estudo da natureza, como a Climatologia Geográfica, ter uma compreensão mais profunda da *poïesis* dos sistemas naturais.

Podemos, então, inferir que, a partir desse contexto paradigmático, os estudos dos sistemas naturais, dentre eles os atmosféricos/climáticos, podem ter como base comum os seguintes princípios gerais:

- lidam com a idéia de sistemas abertos que operam afastados do equilíbrio - possuem um fluxo constante de energia e de matéria através do sistema (entropia) para que ocorra auto-organização (neguentropia);
- o sistema é definido em termos de sua organização ativa (não funcional) e de forma não reducionista, indo além do mecanicismo e do holismo, numa relação complementar recursiva entre as partes e o todo (Fig. 11).

Circuito Organizacional

Fig. 11

Fonte: MORIN (2003)

- a auto-organização é a emergência espontânea de novas estruturas e de novas formas de comportamento em sistemas abertos, afastados do equilíbrio, caracterizados por laços de realimentação internos;
- a interconexidade não-linear dos componentes do sistema - esse padrão não-linear resulta em laços de realimentação que vão além do circuito de causa e efeito da retroação e da correção de erro/desvio da regulação. São laços que formam anéis recursivos produtores da capacidade auto-organizativa;
- incluem a criação de novas estruturas e de novos modos de comportamento (emergências, padrões espaciotemporais) nos processos de desenvolvimento e evolução dos sistemas; e
- assumem as concepções da “espiral do tempo” (evolução/irreversibilidade/equilíbrio dinâmico/repetição com diferença) e da relação complexa entre entropia-neguentropia como princípios fundamentais do Universo (através da dialógica, em que a não-linearidade da retroalimentação recursiva produz autonomia com interdependência).

Em suma, os estudos da natureza, no novo contexto científico, tratam de sistemas que possuem um fluxo contínuo de energia e de matéria, através de laços recursivos de realimentação, implicando um estado estável afastado do equilíbrio, condição básica para a emergência de novos padrões de ordem/desordem/organização, e que só se legalizam teoricamente por uma dialógica complexa.

4. A NATUREZA COMPLEXA DA *POIÉISIS* CLIMÁTICA

4.1. Os quesitos instigadores

Algo de profundamente fértil e original sempre se efetiva quando revisitamos, à luz dos novos paradigmas questões e temáticas já postas pela comunidade científica. E essa experiência vem sendo realizada em diversas áreas do conhecimento, trazendo novas perspectivas e, muitas vezes, fazendo emergir inusitadas discussões e interpretações.

Pelo que tal prática possui de contributiva e instigante, decidimos também participar dessa experiência, desenvolvendo este difícil exercício de pesquisa, porém, sem pretender fazer qualquer tipo de confrontação ou superação conceitual, apenas com o desejo de contribuir com reflexões/proposições teóricas que possam auxiliar os estudos geográficos do clima, na perspectiva conceitual da complexidade sistêmica. Apenas mais um olhar, dentre tantos possíveis.

Poderíamos ter tentado fazer esse exercício, revisitando as clássicas concepções climáticas predominantemente utilizadas tanto pelos meteorologistas como pelos geógrafos, para os quais o clima é “a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos” (AYOADE, 1986) ou “uma generalização das condições do tempo para um certo período, em uma determinada área” (VIANELLO, 1991), todas baseadas na definição pioneira de HANN (1908, in MONTEIRO, 1962, p.29) em que o clima é “o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície”. Nosso trabalho, porém, não teria tanta “munição” teórica como por meio da revisão das idéias de MONTEIRO sobre clima e o ritmo climático. A riqueza e a profundidade conceituais aí encontradas são incomparavelmente maiores, sem falar na grande pertinência que possuem com a *episteme* novo-paradigmática. Daí a nossa opção por associar, crítica e cuidadosamente, os pressupostos sistêmicos contemporâneos, envolvendo as idéias de MONTEIRO, em nossa busca de melhor entender a natureza complexa da *poiésis* climática.

Não é foco de nosso interesse, nem caberia aqui, fazer uma análise detalhada da proposta de MONTEIRO acerca da Análise Rítmica dos Tipos de Tempo. Tal exame, por si só, já constituiria outra tese; isso sem exagero. Os aspectos técnicos e metodológicos propriamente ditos fogem aos nossos objetivos. O que de fato nos interessa e nos motiva são as questões teóricas/conceituais incitadas por MONTEIRO em seus trabalhos *Teoria e Clima Urbano* (1976) e *Clima e Excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico* (1991). Perscrutar essas questões buscando frestas através de outras lentes paradigmáticas, procurando novas leituras e, principalmente, demandando novas questões a serem discutidas no contexto de nossos objetivos, foi o caminho que trilhamos.

MONTEIRO (1991), defende a idéia de que o clima existe *per se*, contrapondo-se à posição de CURRY, o qual afirma que o clima “não é um fato, mas uma teoria”, ou seja, que o clima é uma resultante dos objetivos, critérios e dados utilizados pelo pesquisador, justificando as diferentes classificações climáticas estabelecidas muitas vezes para um mesmo espaço: concebe o clima como um conceito funcional, “regulador da produção econômica”, que é criado para servir aos propósitos de sua utilização econômica.

“Clima não é um fato mas uma teoria, dela tirando proveito cada investigador para implementar uma dada experiência de tempo (meteorológico: *Weather*) adequada a seus propósitos. Tal função hipotetizada dita os critérios a serem adotados tanto na seleção dos dados quanto na ilustração que se configurará em clima. A noção de que o clima existe *per se* e que a descrição de seu caráter deve preceder a avaliação de seu significado funcional só é viável para as grandes correlações, num nível de análise aquém das aspirações da geografia econômica.” (CURRY, 1963, in MONTEIRO, 1991, 16).

Para MONTEIRO, numa perspectiva separatista, a generalização das médias estatísticas dos elementos do clima, tomados isoladamente e desassociados da gênese e da

dinâmica dos fenômenos atmosféricos/climáticos, leva a um nível de abstração predominantemente quantitativa e tipológica que se distancia muito da real complexidade climática, razão por que, pensado o clima como uma abstração teórica, “Fica de fato difícil conferir ao clima o status de algo que existe *per se*”. Essa constatação foi pioneiramente afirmada no trabalho intitulado *Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática*, publicado em 1962, onde faz as seguintes observações,

“Como, então, partir da análise separada dos elementos de um clima local, compreender uma gênese e sobretudo proceder a uma classificação? Este problema, localizado na orientação analítica tradicional, baseada em índices mínimos, em dados médios que, mascara os valores máximos e mínimos, e mesmo aqueles menos ocasionais, que apesar disto ‘existem’ e se sucedem segundo uma pulsação e um ritmo próprio, nos fornece apenas algo descritivo.” (MONTEIRO, 1962, p.30, 31).

As classificações climáticas separatistas possuem caráter simplificador e redutível, que pode ser realmente manipulado segundo a “função hipotetizada” pela investigação. O que se agrava quando são reutilizadas diretamente ou adaptadas para diferentes territórios em diversas escalas para as quais não foram criadas, como é o caso já citado da classificação de KÖPPEN indiscriminadamente aplicada em todo o Brasil.

A partir dos pressupostos de MAX. SORRE (1951) - em que “o clima num determinado local, é a série dos estados da atmosfera em sua sucessão habitual” (SORRE, 1984, p.32), introduzindo os conceitos de ritmo e sucessão à concepção climática - MONTEIRO funda a “*Análise Rítmica dos Tipos de Tempo*: um estudo do clima pelos seus elementos integrados na unidade “tempo”, mostrando toda a variabilidade do clima em sua sucessão diária. O ritmo dessa sucessão depende basicamente da atuação dos fluxos atmosféricos, os quais, por sua vez, são determinados por centros de pressão, revelando, assim, a gênese dos fenômenos climáticos. “Anos-padrão” representando os diversos níveis de aproximação do ritmo “habitual” correlacionados aos anos de irregularidade rítmica é a “estratégia de projeção temporal”. Nessa perspectiva, monta-se um gráfico de análise rítmica,

que consiste numa técnica de representação integrada e simultânea dos elementos climáticos em sua variação diária, associados à sequência dos fluxos atmosféricos responsáveis pela referida variação, possibilitando a correlação entre os tipos de tempo e sua gênese e processos evolutivos.

A *Análise Rítmica dos Tipos de Tempo* – mediante os conceitos de “ritmo” e “sucessão” – segundo MONTEIRO (1991), pode revelar a existência *per se* do clima, pois se baseia em pressupostos dinâmicos/sistêmicos, conseguindo captar perfeitamente a essência genética e evolutiva do clima, “auscultar as suas pulsações vitais”.

“Tenho plena convicção da pertinência da análise rítmica não só para desvelar o clima na sua concepção geográfica e conferir-lhe os devidos foros de algo que, existindo *per se*, quando alcançado em sua dinâmica específica é passível de facilitar enormemente as integrações com as outras esferas geográficas.”
(P.52)

Mesmo acreditando na sua via metodológica como eficaz instrumento de interpretação climática, MONTEIRO (op.cit.) demonstra certo desapontamento pela impossibilidade de provar ou “legalizar”, através de uma formalização matemática, a existência *per se* do clima.

“A ‘existência’ de um clima, capaz de expressão concretamente demonstrável via matematização jamais foi conseguida, ao longo dessa trajetória de cerca de vinte anos – entre a publicação daqueles trabalhos (1963) até a minha saída voluntária do laboratório de Climatologia do Instituto de Geografia da USP (1982) – mas também jamais foi abandonada a esperança.”
(P.26)

Saindo do plano metodológico e entrando na argumentação filosófica, MONTEIRO (op.cit.) insere em suas reflexões vários trechos da obra *Crítica da Razão Pura* de KANT, especificamente da seção que trata do *Princípio da Permanência da Substância*. Apesar de reconhecer a “inaturalidade científica na permanência filosófica das formulações de

KANT”, MONTEIRO sente-se representado na busca kantiana pela existência em si da substância, pela “necessidade de investigar a possível existência de certos princípios *a priori*, importantes na elaboração da síntese dos dados empíricos ...”. Vejamos um dos trechos (P.27) retirados, em fac-símile, do trabalho:

“Todos os fenômenos são no tempo, no qual, como substrato (como forma permanente da intuição interna), podem unicamente ser representados tanto a simultaneidade como a sucessão. Portanto, o tempo, no qual toda a variação dos fenômenos deve ser pensada, permanece e não muda porque é aquilo em que a sucessão ou a simultaneidade só podem ser representadas como determinações dele. Ora, o tempo não pode ser percebido por si. Logo tem que ser encontrado nos objetos da percepção, isto é, nos fenômenos, o substrato que representa o tempo em geral e no qual toda a variação ou simultaneidade pode ser percebida na apreensão através da relação dos fenômenos com tal substrato. Mas o substrato de todo o real, isto é, do pertencente à existência das coisas, é a “substância”, na qual tudo o que pertence à existência só pode ser pensado como determinação. Por conseguinte, o permanente, unicamente em relação com o qual podem ser determinadas todas as relações de tempo dos fenômenos, é a substância no fenômeno, isto é, o real dele que enquanto substrato de toda a variação permanece sempre o mesmo. Portanto, visto que a substância não pode mudar na existência, o seu quantum não pode também nem aumentar nem diminuir na natureza.

A nossa “apreensão” do múltiplo dos fenômenos é sempre sucessiva, e portanto sempre “variável”. Por isso, apenas com ela não podemos jamais determinar se esse múltiplo enquanto objeto da experiência é simultâneo ou sucessivo caso não lhe subjaza algo que “sempre” é, isto é, algo “estável” e “permanente”, do qual toda a variação e simultaneidade não são senão outros tantos modos (*modi* do tempo) do permanente existir.”(KANT, Op. cit., pp. 124-125).

O autor fecha o capítulo do trabalho, expressando suas expectativas em torno das novas idéias advindas da “ciência pós-moderna”.

Quando do trabalho *Teoria e Clima Urbano*, MONTEIRO (1976) desenvolve de maneira brilhante uma proposta de como “a existência de um clima” (no caso, um clima urbano), pode ser “captada” por meio de um programa de pesquisa que tem como base teórico-metodológica a associação entre a análise rítmica e os princípios da Teoria Geral dos Sistemas - TGS. As “questões básicas de consistência” de sua teoria envolvem três aspectos fundamentais:

1º - Ordem de Grandeza e Graus de Organização (entre o táxon e o hólon) - que se refere aos critérios taxonômicos e aos níveis de organização (sistema hierárquico) do Sistema Climático;

2º - Padrões de comportamento e auto-regulação (entre o crescimento e o planejamento) - diz respeito às análises das configurações estruturais e do comportamento funcional, focalizando os circuitos de retroalimentação, de auto-regulação que caracterizam o sistema climático como um sistema adaptativo; e

3º - Dinâmica processual e padrões estruturais (entre o operador e o operando) - envolve a sucessão temporal ou encadeamento dos estados (variações através dos fluxos) do sistema e suas mudanças/relações espaciais.

Observa-se claramente a sua preocupação em apreender os padrões, seja de comportamento ou de relações espaciais dos estados do sistema, fato que o situa na ponta das reflexões propostas por CAPRA (2000): “O estudo do padrão tem importância fundamental para a compreensão dos sistemas ... porque as propriedades sistêmicas ... surgem de uma configuração de padrões ordenados. Propriedades sistêmicas são propriedades de um padrão” (P.77). Ao mesmo tempo, porém, diferentemente de CAPRA, o caráter funcional do sistema é direta e indiretamente enfatizado em todas as suas questões básicas de consistência.

Subjaz a essas questões o princípio da “funcionalidade”, onde a busca pela “organização funcional” do sistema climático se traduz na própria busca de sua condição de existência. Para MONTEIRO (1976), a abordagem sistêmica tem uma “visão espacial orgânica que procura as estruturas e as hierarquias funcionais que compõem a organização do sistema.” (P.146).

Extraímos dessa obra de MONTEIRO um trecho (P.114-118) que reflete o que escrevemos e ao mesmo tempo servirá para muitas de nossas reflexões posteriores. Apesar de um pouco extenso, ele é de suma importância pela grande carga conceitual que ele encerra:

Ao refletir sobre a profundidade do sistema, isto é, o número de níveis que, aliado ao espectro de hólons neles contidos, caracterizam-no, ocorre-me uma idéia não desenvolvida por Koestler (pelo menos no trabalho citado), mas que é muito importante para as articulações climáticas e que, por isso mesmo, ouso desenvolver.

Parece-me que, ao longo de um escalonamento taxonômico, os níveis que o atravessam e constituem a hierarquia de sua organização funcional, revestem-se, eles próprios, de um caráter peculiarmente variável em ordem crescente na organização funcional.

Num primeiro nível, parece-me que as propriedades agem no sentido de *diversificação* do todo, passando, num segundo nível, à *organização* propriamente dita, capaz de manter os hólons em missões e desempenhos de maior solidariedade funcional. Num terceiro, parece que se produz uma definição no sentido da *especialização*.

A própria seqüência entre zonal, regional e local parece servir bem a contento a essa idéia. No nível zonal, por obra da latitude, decisiva no próprio fenômeno de diversificação, produz-se uma variedade setorial que, se não se afirma em faixas contínuas, organiza-se em grandes células. Estas seriam a expressão do segundo nível, aquela da definição macrorregional. Nesta, os centros de ação e os sistemas meteorológicos vinculados a faixas zonais diferentes participariam no sentido de produzir uma organização climática, gerada pelos mecanismos da circulação atmosférica regional, capaz de manter a organização espacial através do ritmo de sucessão temporal dos seus estados.

Esse modo de suceder-se e evoluir no tempo conferiria aos sistemas atmosféricos a responsabilidade de organização espacial das unidades climáticas regionais. Os elos de ligação e afinidades espaciais estariam para ser encontrados, portanto, no ritmo, no modo de variação e no *quantum* expresso pelos elementos discretos em que se pode reduzir o tempo ou condições atmosféricas.

Esse fato parece-me extremamente importante na organização dos sistemas climáticos regionais, uma vez que a solidariedade espacial é mantida através do próprio comportamento atmosférico e de suas propriedades mais intensivas, tais como o espectro rítmico – isto é, as cadeias e famílias de tipos de tempos capazes de gerar as grandes características qualitativas sazonais: regimes térmicos, pluviais etc.

Dentro das regiões, os fatos geográficos, especialmente em suas associações ecológicas, poderiam, por sua vez, produzir nova gama de diversificações secundárias ou intermediárias (variações rítmicas associadas a grandes expressões quantitativas) até atingir os climas locais. Estes seriam graus de organização especializados, pelas íntimas integrações ecológicas no interior dos siste-

mas climáticos regionais, expressando-se, sobretudo, pelas variações quantitativas dos atributos.

Concordo plenamente com Pédelaborde (1959) quando atribui à escala de tratamento regional o “máximo de generalidade compatível com o máximo de verdade concreta”. Eu apenas transponho, em termos geográficos, para a seguinte proposição: o sistema climático regional é aquele no qual as ordens de grandeza taxonômicas superiores (acima do local), a organização espacial dos hólons que o constituem assegura-lhe um nível de organização fundamental.

Se o mesmo raciocínio for retomado para as escalas taxonômicas inferiores, a seqüência parece repetir-se na mesma proporção. Um clima local diversifica-se inicialmente ao nível de sua compartimentação geoecológica, base mesma da identificação dos mesoclimas, passando a organizar-se no nível dos topoclimas e especializar-se nos microclimas.

Essa argumentação poderia levar a uma sintonia com a proposta de Bertrand para geossistema, geofáceis e geotopo, não fosse a falta de uma unidade intermediária ou, pelo menos, à condição de que o geotopo não fosse delimitado rigidamente a dada ordem de grandeza taxonômica.

A organização funcional do sistema climático é tratada em termos hierárquicos, associando os critérios taxonômicos (ordem de grandeza entre as partes do sistema) aos critérios de níveis de organização ou graus de complexidade propostos pelo modelo *Self-Regulating Open Hierarchic Order - SOHO* de ARTHUR KOESTLER, traduzido como *Ordem hierárquica, aberta, auto-reguladora*. Dessa forma, elabora um esquema original de classificação dos níveis de organização climática, revisando a noção de hierarquia e introduzindo no contexto geográfico o conceito koestleriano de *hólons*: as classificações geográficas deixaram de ter somente a perspectiva estática e plana da taxonomia por ordem de grandeza espacial para ter também a perspectiva dinâmica e integrada, na qual a profundidade do sistema e seus graus de complexidade organizativa podem ser mais bem compreendidos.

O trabalho a que nos referimos está esgotado, porém os principais conteúdos metodológicos podem ser encontrados em *Clima Urbano*, uma publicação que tem como autores o próprio MONTEIRO e MENDONÇA (2003). A tradução gráfica (Fig. 20) dessas idéias que acabamos de referenciar é exposta também nessa publicação. A ilustração nos permite ter a visão global de *SOHO* e observar a sua pertinência com os níveis de organização dos sistemas climáticos.

Mais uma vez, MONTEIRO se coloca na frente, pois, ainda na década de 1970, insere em suas construções teóricas conceitos que fazem parte das discussões e hipóteses científicas mais recentes.

As primeiras leituras que fizemos desses trabalhos de MONTEIRO já nos suscitaram muito interesse nessas questões conceituais/filosóficas e, mais tarde, ao relê-los com uma bagagem teórica mais consistente, foi-nos possível maior aprofundamento de seus significados e o interesse configurou-se em uma proposta de pesquisa.

Começamos, então, a questionar: tem o clima realmente uma existência *per se*? E, se tem, qual o fundamento teórico/epistemológico da ontologia/*poíeses* climática? A partir de quais paradigmas se processa a fenomenologia do ritmo climático? Dos tipos de tempo? E do próprio clima? Seriam o clima e os tipos de tempo unidades complexas? Emergências?

E ainda, no contexto do pensamento sistêmico complexo, como são considerados conceitos/enunciados como “hierarquia climática”, “organização funcional do clima”, o clima como “a série dos estados da atmosfera em sua sucessão habitual”?

Esses são os principais quesitos que permeiam nossas revisitações filosóficas e flui o desenvolvimento de nossas reflexões teóricas mais exclusivas.

4.2. No circuito espiral das idéias

Se para nós os sistemas naturais devem ser compreendidos a partir de um pensamento sistêmico contemporâneo ou complexo (que passaremos a referir pela sigla PSC), então, na nossa concepção de sistema climático, deverão estar contidos os fundamentos gerais desse pensamento. E se é no conceito de “organização ativa” que estão imbuídos esses fundamentos, devemos também pensar o clima nesses termos.

A organização ativa produz a dinâmica que a produz: a dinâmica sistêmica é recursiva e dialógica. Ela não elimina os opostos, ela se recria na e pelas relações antagônicas. Vai além do circuito de “causa e efeito” da retroação (*feedback*) e da correção de

“erro/desvio” da regulação, o que implica a concepção de uma dinâmica não-linear recursiva (complexa), interativa e auto-organizadora dos sistemas naturais.

A organização ativa (Fig. 12) é que permite o estado estável aos sistemas afastados do equilíbrio, como os sistemas atmosféricos/climáticos. É na atividade organizativa que a relação entre a degradação (entropia) e a (re)construção (neguentropia) de um sistema se processa de forma simultânea e continuada, mantendo o sistema em estado estável de não-equilíbrio (equilíbrio dinâmico, relação dialógica e recursiva entre instabilidade e estabilidade, entre ordem e desordem: o fenômeno da repetição com diferença):

Organização Ativa

Fig. 12

Baseado em MORIN (2003)

Para o PSC, a natureza é pura atividade, mas não uma atividade obcecada que se dá no tempo linear (Fig. 13) da “máquina mundo” mecanicista, onde a seta do tempo aponta sempre para a mesma direção: o desgaste da máquina, a entropia sempre crescente; nem uma atividade viciosa ocorrente no tempo cíclico (Fig. 14) das formas eternas do finalismo teleológico, no qual reversibilidade temporal repete sempre a mesma história: ordem total, máxima regularidade, nada de novo acontece.

A atividade no PSC é organizacional. Tudo na natureza se desgasta ao se organizar e se organiza desgastando. É uma atividade que integra “seta” e “ciclo”, que ocorre num tempo espiral (Fig. 15) quando tudo pode acontecer. A manutenção de um sistema aberto se processa pela contínua transformação de seus próprios componentes no fluir da matéria e da energia: a permanência do sistema está na sua (re)transformação, na contínua atividade de se repetir diferentemente no tempo.

O tempo é parte intrínseca do conceito de organização ativa. E nesta a concepção temporal torna-se complexa, assumindo simultaneamente um caráter irreversível e recursivo:

o tempo sucessivo que atravessa todo o sistema aberto, fazendo-o evoluir e se degradar, e o tempo circular da organização interna do sistema, que, pela renovação contínua dos componentes ou de si mesmo, estabelece a duração do sistema.

Fig. 13 - Tempo Linear

Fig. 14 - Tempo Cíclico

Fig. 15 – Tempo Espiral

Interação seta e ciclo

=>

Espiral

A dupla face do mesmo tempo, o tempo do viver é o mesmo do morrer.

4.2.1 – O tempo do clima

Como então, pensar a definição de clima tendo que considerar os princípios da organização ativa? Devemos começar pela compreensão temporal subjacente à definição.

Se a série dos estados da atmosfera em sua sucessão habitual define um tipo climático, deduz-se que o clima deve sua própria estrutura a essa sucessão; mas, como entendemos essa sucessão?

A noção comumente utilizada pelas ciências naturais é matemática, a sucessão como uma seqüência de instantes ou estados (Fig. 16). O tempo da sucessão define-se de forma espacial, num processo de adição de intervalos que seguem um após o outro, ou seja, em fases que se seguem numa trajetória linear. O princípio é ordenador, de substituição no espaço, dando uma falsa impressão de continuidade pelo encadeamento de pontos num espaço *a priori*, infinito e vazio de possibilidades constitutivas; uma forma sem ato.

Fig. 16 - A sucessão como uma seqüência de instantes: noção matemática (seqüência estática de instantes que pontuam uma reta).

Seria a sucessão dos estados da atmosfera uma relação causal, de substituição contínua de um estado a outro? Ou melhor, teria o clima essa estrutura estática e fatorial, dada pela justaposição de distintos estados atmosféricos? Caso respondamos positivamente, estaremos negando a própria essência dinâmica da definição climática sorreana, reduzindo o ritmo climático ao somatório de uma seqüência de tipos de tempo distintos e indiferentes a si e à própria fluidez contínua da dinâmica atmosférica que os produziu.

Para que essa essência dinâmica seja contemplada, devemos pensar a sucessão em termos de conservação temporal. O tempo é fluir, é ação, é atividade contínua, e a conservação de qualquer coisa no tempo não pode contradizer essa dinâmica. A sucessão deve ter um caráter de síntese progressiva (Fig. 17), de uma contração de instantes interpenetrados que se conservam ao passar uns nos outros.

Conservar, não no sentido de reter, resguardar ou isolar, mas sim na acepção de ainda estar no outro num contínuo processo recursivo. Com efeito, a sucessão passa a ser “fusão” ininterrupta e recursiva: instantes/estados passando “uns nos outros” e não “uns pelos outros”. Nessa fusão ou contração de instantes, nessas relações instantâneas, produz-se a simultaneidade.

O instante como relação deixa de ser simplesmente espacial e passa a ser também temporal, uma relação espaciotemporal, uma simultaneidade, um (re)encontro no mesmo lugar e na mesma hora. Uma forma-ato.

Fig. 17 - A sucessão como síntese progressiva, “fusão” ininterrupta e recursiva: instantes/estados passando “uns nos outros”.

Cada estado da atmosfera, cada tipo de tempo, é uma simultaneidade, uma contração de relações quantitativas e qualitativas entre elementos e fatores climáticos que se conservam e se sucedem com diversas intensidades e amplitudes, num ritmo próprio percebido no espaço-tempo da observação.

A conservação de cada estado atmosférico ou tipo de tempo na habitualidade de sua sucessão produzirá um ritmo que, por sua vez, conservará a sucessão habitual. Dessa relação recursiva emerge o padrão climático.

A sucessão, assim pensada, vai além de um fluir linear, de uma atividade contínua, pois incorpora também um poder criativo: cria o ritmo que a (re)cria. O tempo da sucessão, ao voltar sobre si mesmo mediante a ação sincronizadora do ritmo que produziu, transforma-se em atividade autocriadora, faz emergir padrões de organização.

WORMS (2005), ao tratar sobre *A Concepção Bergsoniana do Tempo* faz umas reflexões bastante pertinentes às discussões que estamos fazendo.

“O tempo, mesmo definido pelo decorrer, ou justamente por essa razão, não pode ser uma pura e simples desapareição, de instante em instante.” (P.132)

“Mas o que nos prova que os momentos do tempo se fundem assim uns nos outros, que o presente não sucede ao passado, mas o prolonga e a ele se acrescenta por si mesmo, para formar um todo que é também um movimento contínuo?

O que vem prová-lo, segundo Bergson, é ... *o efeito sensível da sucessão temporal*, e a mudança radical que lhe é imposta por uma simbolização espacial do tipo da numeração ou da medida, que faz da sucessão uma série de objetos distintos num espaço exterior.” (P.135)

“.... Assim, aquilo que manifesta a interpenetração dos momentos do tempo não é o instante da sua soma, mas a *immediatez do seu efeito*, imanente à sua própria *sucessão*. O tempo não se representa como tal, a seco, como uma sucessão abstrata de “fases” ou períodos, mas se experimenta como conteúdo incessantemente cambiante: a continuidade desse conteúdo dá-lhe sempre uma nova forma, isto é, um novo sentido ...

a sucessão é sempre uma experiência é ao mesmo tempo um ato “se fazendo”...” (P.136)

... O que toma um novo alcance é, portanto a idéia de uma criação e de uma ação imanente ao tempo e ao próprio devir ...

Assim, não somente o tempo é ação, mas ele é *criação*, não somente ele introduz num futuro indeterminado, mas é o sentido de suas três dimensões que se transforma profundamente: a *indeterminação* do futuro faz do presente uma *novidade*, tal como faz aliás do passado, por um efeito *retrospectivo* fundamental, uma *possibilidade*.” (P.141).

Em suma, a sucessão como forma organizativa é ato criativo. O ritmo como produto dessa dinâmica organizativa é ato autocriativo ao proceder a recursão, (re)produzindo a dinâmica que o produziu. A sucessão conduz o ritmo e o ritmo (re)conduz a sucessão, mantendo o caráter dinâmico da estrutura e padrão climáticos. Nessa perspectiva, introduzimos os princípios temporais e recursivos da organização ativa na definição climática.

Dessa introdução, decorre inevitavelmente a discussão sobre a negação do princípio funcional e sobre hierarquia, implícitos no pensamento sistêmico contemporâneo - PSC.

4.2.2. Sem função

Por que essa concepção temporal de sucessão nos leva a negar o princípio da funcionalidade sistêmica, tão enfaticamente defendido pela TGS? Tentaremos, então, explicar as nossas deduções, iniciando com uma interessantíssima observação de WHITEHEAD (1993), também encontrada em COLLINGWOOD (1986),

“Num instante não há natureza. A tendência de toda a ciência da natureza é reduzir a substância à função. Todas as funções naturais surgem assim como formas do movimento, e todo o movimento implica tempo. Dentro de um instante – não o ‘instante’ do ‘instantâneo’ fotográfico, que contém um lapso de tempo mensurável, mas um instante matemático, que não contém nenhum lapso de tempo – não pode haver movimento nem, portanto, função natural, o que por sua vez significa que não pode haver substância natural.” (P.29)

A busca pela “função”, seja através da organização como um todo ou pelos níveis de organização do sistema, é essencialmente mecanicista e, por isso, contraditória com os próprios princípios gerais da TGS. E essa contradição interna é revisada pelo PSC.

Para o pensamento mecanicista, o mundo é maquinal. E uma máquina é construída pela montagem de suas partes e só adquirirá movimento e função após sua estrutura estar completamente montada, ou seja, primeiro vem a estrutura, que depois de completamente montada, permite a forma ideal ao perfeito funcionamento da máquina. Dessa lógica instrumental, surge o famoso tripé conceitual mecanicista: Estrutura → Forma → Função.

A função, apesar de só se efetivar após a montagem de toda a máquina, é estabelecida *a priori*, pois é ela que determina o porquê da máquina: a estruturação das partes atingirá a forma apropriada para uma função predefinida, ou melhor, a função específica à essência do existir da máquina-mundo, reduzindo a substância de tudo o que existe no mundo à função. A racionalidade mecânica não eliminou a noção de substância metafísica, apenas a transferiu para a função, substancializou a função, que passou a ser o substrato a partir do qual se realizam todas as estruturas e formas. Nesse contexto racional, a “forma permanente da intuição interna” kantiana é traduzida pela função.

O conceito de função implica movimento, no sentido de processo específico para algo existir. Implica uma noção de movimento ou de processo como comportamento, ou seja, como movimento espacial de algo observável. Por isso, o objetivo da ciência, segundo essa racionalidade, é observar o funcionamento das coisas (mundo-coisa), observar e compreender as formas de comportamento dos fenômenos. Daí por que a pergunta principal do cientista mecanicista: como funciona? A resposta será inevitavelmente reducionista, pois sempre recairá nas partes e na estrutura do fenômeno e não nas suas relações organizativas.

Observar e compreender a função ou o comportamento de um fenômeno é apreendê-lo em seu movimento espacial, fato que revela a concepção de tempo como uma sucessão de instantes, pois, afinal, toda máquina possui um “tempo útil” de existência e sua existência se processa num formato linear, que se origina no início do seu funcionamento e termina quando não puder mais exercer suas devidas funções.

O foco funcionalista pressupõe o tempo da sucessão matemática, o que justifica a citação inicial de WHITEHEAD (op.cit.): “Num instante não há natureza ... Dentro de um instante matemático, que não contém nenhum lapso de tempo – não pode haver movimento

nem, portanto, função natural, o que por sua vez significa que não pode haver substância natural.”

Mesmo numa análise sistêmica, quando as relações são compreendidas pelas suas funcionalidades, entramos fatalmente numa perspectiva mecanicista/determinista de dinâmica como movimento espacial, pois as funções estabelecem relações de causa e efeito entre os componentes e o todo do sistema. E assim estamos criando no próprio sistema uma dicotomia interna: uma justaposição entre uma organização no espaço (estrutura) e outra no tempo (função). Como pode existir espaço separado do tempo? Por mais que teoricamente neguemos essa dualidade, na prática da pesquisa, ela se manifesta e nos surpreende e, então, nos culpamos pelas nossas deficiências técnicas e procedimentos metodológicos, quando o problema está em nossos pressupostos teóricos.

A busca pela “organização funcional” ou pelas “hierarquias funcionais” na TGS é um ranço do pensamento mecanicista. É um “mecanicismo orgânico”, no qual as relações do todo são reduzidas aos aspectos funcionais. Nessa busca, seremos obrigados a concordar com a visão utilitária/funcional de CURRY quando diz,

“A noção de que o clima existe *per se* e que a descrição de seu caráter deve preceder a avaliação de seu significado funcional só é viável para as grandes correlações, num nível de análise aquém das aspirações da geografia econômica.” (CURRY, 1963, in MONTEIRO, 1991, p.16).

Como funciona o clima? Qual a função própria de um clima? O pensamento sistêmico complexo não tem essas respostas. Não por incompetência teórica, mas por não as reconhecer, por elas não existirem no âmbito de suas preocupações, afinal, existe algum clima que não funciona?! Tem algum sentido dizermos que o clima semi-árido está funcionando ou não? Essas perguntas parecem estranhas e caricaturais porque quando as fazemos, transparece um sentido de “coisificação”, como se estivéssemos nos referindo a máquinas e não a sistemas naturais. É a estranheza da generalização e da homogeneização que a substancialização apriorística da função produz.

Como podemos, por exemplo, definir a função específica, particular, de um sistema climático num contexto regional de interações sistêmicas recursivas, onde não existem fronteiras orgânicas nem direções específicas de fluxos relacionais entre as partes e o todo? Simplesmente não podemos, a não ser que operemos algum reducionismo mecanicista. As relações sistêmicas não podem ser fisiologistas nem deterministas.

“É um erro hipostasiar-se as funções e convertê-las em metas servidas por órgãos ou organitos. Não há função sem órgão (ou organito), pois a função é o que ele faz. Mas pode haver órgão sem função (específica). Por exemplo, os olhos de gato recém-nascido e o sistema reprodutivo de um bebê não desempenham suas respectivas funções específicas. ...

O que diremos do segundo significado atribuído à expressão ‘função biológica’, senão que se trata de um vestígio de finalismo?” (BUNGE, 1980, p. 101).

No âmbito do PSC a organização climática deve ser entendida pela sua dinâmica recursiva de relações e não pelas estruturas espaciais e hierarquias funcionais. A organização climática é apreendida a partir de uma visão espaciotemporal integrada e não a partir de uma visão orgânica espacial.

A visão orgânica com foco espacial faz da organização sistêmica um padrão estrutural no espaço, um padrão de comportamento: a organização não é vista como as relações entre os componentes, mas como o arranjo espacial dos componentes, o qual determina e é determinado pelo seu comportamento funcional. Os processos são considerados como uma dinâmica subsequente às funções preestabelecidas dos componentes. Em última análise, a organização climática efetiva-se pela disposição dos seus componentes no exercício de suas funções. E os processos (ou a dinâmica) são o próprio exercício dessas funções: a dinâmica funcional se estabelece nos inter-relacionamentos horizontais e verticais dos componentes, seguindo/compondo/mantendo a organização hierárquica do sistema climático como um todo. Vale esclarecer que os componentes aqui referidos podem ser desde os atributos climáticos aos (sub)níveis de organização climática.

“A continuidade ... a memória interior à própria mudança, a memória que prolonga o antes no depois e os impede de ser puros instantes que aparecem e desaparecem num presente que renasceria sem cessar ... a relação entre o conteúdo e a forma do tempo, para além da função” (WORMS, 2005, p.134).

Em síntese, a organização na perspectiva funcional torna-se engessada. O tempo é o do movimento no espaço. A forma (o padrão) não tem ato. Na organização *a priori* e passiva das funções, não existe substrato para o novo, para a criatividade sistêmica. Não pode haver emergências nas ações fragmentadas das funções. E as noções de sucessão e de ritmo como dinâmicas organizativas, como atos criativos, tornam-se paradoxais no seio de uma análise funcional, um contra-senso teórico que emergirá cedo ou tarde.

“Pode-se chamar de emergências as qualidades ou propriedades de um sistema que apresentam um caráter de novidade com relação às qualidades ou propriedades de componentes considerados isoladamente ou dispostos diferentemente em um outro tipo de sistema” (MORIN, 2003, p.137).

“... a máquina se definirá pela precisão máxima de seus componentes, a regulação, a funcionalidade, a finalidade estrita segundo um modelo pré-fixado. Esses aspectos remetem ao que a organização biológica ou social é fundada na divisão ou na especialização do trabalho, na regulação, na funcionalidade, etc., excluindo e ocultando tudo que é ‘barulho’, desordens, ‘liberdades’, afuncional, excluindo todo aspecto de criatividade.” (MORIN, 2003, p.222).

O sistema climático está mais para um turbilhão de água escoando na pia do que para uma colméia. Eis as argumentações que compõem a resposta à pergunta que fizemos no começo desse tópico, e que darão base ao início das nossas reflexões sobre os níveis de organização sistêmica.

4.2.3. Um padrão a (per)seguir

Como se organiza? Essa é a pergunta que deve estar na base de toda investigação sistêmica, pois a resposta conduzirá à compreensão das relações essenciais que caracterizam o sistema, levará ao entendimento do padrão de organização sistêmico.

“Devo argumentar que a chave para uma teoria abrangente dos sistemas ... está na síntese dessas duas abordagens muito diferentes: o estudo da substância (ou estrutura) e o estudo da forma (ou padrão). No estudo da estrutura, medimos ou pesamos coisas. Os padrões, no entanto, não podem ser medidos nem pesados, eles devem ser mapeados. Para entender um padrão, temos que mapear uma configuração de relações. Em outras palavras, as estruturas envolvem quantidades, ao passo que o padrão envolve qualidades.

... O estudo do padrão tem importância fundamental para a compreensão dos sistemas ... porque as propriedades sistêmicas ... surgem de uma configuração de padrões ordenados. Propriedades sistêmicas são propriedades de um padrão.”
(CAPRA, 2000, p.77).

A ênfase no estudo da organização ou no padrão de organização produz uma perspectiva sistêmica não funcional, no qual os conceitos de padrão, estrutura e processo estão inter-relacionados num *continuum* espaciotemporal recursivo.

Diferentemente do mecanicismo, no pensamento sistêmico, a estrutura não é algo fixo, ela é uma manifestação dos processos, ou seja, os processos existem por meio da estrutura, a qual, por sua vez, só se constitui através dos processos operantes: processos e estrutura são aspectos indissociáveis de uma mesma dinâmica de organização. Os processos resultam da interação dinâmica das forças e mecanismos produzidos segundo as

possibilidades estruturais do sistema. A estrutura produz as possibilidades processuais e é por elas produzida em um ininterrupto dinamismo de retroatividade, implicando uma dinâmica recursiva (não-linear) e auto-organizativa.

Nessa perspectiva dinâmica, os componentes ou as partes do sistema deixam de existir “uma para a outra” e passam a existir “uma por meio da outra”,

“Em sua *Crítica ao Juízo*, KANT ... argumentou que os organismos, ao contrário das máquinas, são totalidades auto-reprodutoras e auto-organizadoras. De acordo com KANT, numa máquina, as partes apenas existem uma para a outra, no sentido de suportar a outra no âmbito de um todo funcional. Num organismo, as partes também existem *por meio de* cada outra, no sentido de produzirem uma outra.” (CAPRA, op. cit., p.36)

Existir “uma para a outra” significa somar as partes; as partes se auxiliam, mas não são co-participantes no processo mútuo de reprodução e desenvolvimento, ou seja, o todo ou o organismo é a soma de partes que se tocam, mas que são independentes e destacáveis uma das outras. Existir “uma por meio da outra” implica integração das partes; as partes são inextricavelmente co-participantes do processo de reprodução e desenvolvimento do organismo, formando uma dinâmica de auto-reprodução e auto-organização, em que autonomia e interdependência são complementares.

Segundo CAPRA (op.cit.), a **organização** sistêmica é a relação entre os componentes, ou seja, ela é constituída pelas relações que determinam as características essenciais do sistema. E os critérios fundamentais de um sistema são o padrão, a estrutura e os processos. Nessa seqüência, o **padrão** de organização é a configuração dessas relações determinantes; a **estrutura**, composta pelos componentes e suas relações, é a incorporação física de organização do sistema; e os **processos** são a dinâmica envolvida na incorporação contínua do padrão de organização do sistema.

Num sistema climático, os componentes mudam continuamente pelo incessante fluxo de matéria e energia, constituindo uma dinâmica de desenvolvimento e evolução do

sistema. Nesse processo contínuo, ocorre a incorporação do padrão organizacional do sistema climático, ou seja, o processo é a ligação entre padrão e estrutura climática.

Ora, se o processo é a ligação entre padrão e estrutura, isso significa que o processo é uma dinâmica conjuntiva, que associa, integra, ou seja, a dinâmica processual é organizativa, pois todo processo sistêmico é um processo de organização de um sistema. O padrão é uma configuração organizativa, enquanto a estrutura é a incorporação de uma organização sistêmica. Seja por qual critério enfatizemos o estudo sistêmico, sempre nos depararemos com o conceito de organização.

O fenômeno da organização se efetua em todos os níveis do sistema. É por isso que percebemos padrões por todos os lados e em todas as escalas de observação.

“A organização é ao mesmo tempo transformação e formação (morfogênese). Trata-se de transformações: os elementos transformados em partes de um todo perdem as qualidades e dele adquirem novas; a organização transforma uma diversidade separada em uma forma global (*Gestalt*). Ela cria um continuum, o todo inter-relacionado, ali onde havia o descontínuo; ela opera uma mudança de forma: ela forma (um todo) a partir da transformação (dos elementos).

Trata-se de morfogênese: uma organização dá forma, no espaço e no tempo, a uma realidade nova: a unidade complexa ou sistema.” (MORIN, 2003, p.164).

Nesse contexto, para compreendermos sistemicamente a dinâmica climática, temos que estudar os padrões que configuram a organização do clima. Se nos detivermos às análises de seus componentes (elementos climáticos), faremos apenas um estudo da estrutura ou “substância” climática, uma análise essencialmente quantitativa.

As propriedades sistêmicas do clima só emergem quando associamos a análise estrutural (análise dos componentes ou elementos climáticos) ao estudo do padrão (estudo qualitativo), ou seja, quando mapeamos a configuração de relações que forma a organização climática.

Segundo MONTEIRO (1991), não importa uma série extremamente longa para dar a confiabilidade das análises climáticas, e sim analisar séries que, mesmo de períodos mais curtos, possuam maior identidade e homogeneidade, a partir das quais se possam obter anos-padrão, “reveladores das tendências próximas do habitual e do acidental” (P.124), possibilitando assim, “auscultar a pulsação” do ritmo dos tipos de tempo, sem recorrer ao reducionismo dos parâmetros médios.

Com base nessa discussão, podemos inferir que, os tipos de tempo se configuram nos padrões fundamentais da análise geográfica do clima, e seu comportamento temporal ou “sucessão habitual” compõe o ritmo climático. O ritmo, por sua vez, configura-se como o padrão essencial sincronizador e revelador das conexões espaciotemporais que fazem emergir, diante do processo e da escala de observação geográfica, um padrão de organização integrador que definimos como clima, um todo unificado e identificável.

As conexões espaciotemporais representam, elas mesmas, um complexo padrão de relações entre eventos multinivelados que se integram na composição do que denominamos de paisagem natural.

As partes ou os elementos fundamentais do clima, por si, não interessam à análise rítmica do clima. Segundo o processo de conhecimento e a escala de observação geográfica, os tipos de tempo são os menores domínios de relações fundamentais à dinâmica de organização do sistema climático.

Essa é uma diferença crucial entre os estudos climáticos separatistas e dinâmicos. Como já nos referimos, a linha Separatista caracterizou-se principalmente pelo fato de trabalhar os elementos climáticos de forma isolada, através de análises geralmente unidimensionais, ressaltando basicamente os aspectos quantitativos e descritivos do fenômeno climático. A Climatologia Dinâmica, através da análise rítmica dos tipos de tempo, trata os elementos climáticos de forma integrada na unidade “tempo”.

Partes ou elementos fundamentais são entidades separadas, existindo por si sós, constituindo uma unidade isolada ou fragmento ínfimo de um bloco maior; padrões elementares ou fundamentais são domínios relacionais, respeitantes aos menores domínios de relações fundamentais à dinâmica de organização de um sistema, segundo o processo e a escala de estudo.

Os tipos de tempo são os padrões fundamentais da análise rítmica, os padrões móveis da sucessão; o ritmo é o padrão essencial que sincroniza e revela as conexões espaciotemporais; o clima é o padrão de organização integrador da sucessão temporal e das conexões rítmicas; a paisagem é a *Gestalt*, é o padrão de relações entre eventos multinivelados que se integram na dinâmica global definidora do padrão climático. É um circuito de padrões emergentes que, em última análise, não possui nem começo, nem meio, nem fim.

Essa complexa teia de padrões que se aninham e se entrelaçam uns nos outros, emergem uns por meio dos outros, expõe a superatividade morfogenética e morfodinâmica da organização sistêmica e, ao mesmo tempo, remete à dificuldade de classificação dos níveis de organização encontrada nos estudos dos sistemas naturais. Como e a partir de quais critérios podemos ordenar e integrar num esquema de classificação os vários níveis de organização de um sistema como o clima? Qual o método de classificação mais apropriado para um sistema tão complexo e dinâmico como o climático?

4.2.4. Uma questão de ordem

Um método de classificação deve não só considerar a complexidade e a dinâmica do sistema, como também deve estar de acordo com os pressupostos teóricos da investigação. Qual, então, o método mais adequado de classificação dos níveis de organização/ graus de complexidade do sistema climático segundo os pressupostos da organização ativa? Existem divergências, pois uns indicam o método hierárquico arborescente (multinivelado), outros uma estrutura plana em redes, outros uma holarquia, outros um método híbrido. Todos, porém, tratam de uma questão de ordem.

Essa preocupação classificatória surgiu também em MONTEIRO (1976), e a sua saída metodológica foi uma interessantíssima associação entre os critérios taxonômicos (ordem de grandeza entre as partes do sistema) e os critérios de níveis de organização ou graus de complexidade propostos pelo modelo *Self-Regulating Open Hierarchic Order - SOHO* de ARTHUR KOESTLER, traduzido como *Ordem hierárquica, aberta, auto-reguladora*, a qual expomos no início deste capítulo (p. 54 e 55).

“O problema básico das limitações e insatisfações que o tratamento taxonômico conduz está indissociavelmente ligado a uma falsa concepção de *hierarquia*. Nunca me convenceram os trabalhos da nova Geografia pela confusão reinante na escolha de classes e ordem hierárquica. E mais diretamente as *hierarquias urbanas* obtidas pelo simples agrupamento e fatorização de atributos extensivos. ...” (P.111)

“Torna-se, pois, de grande importância considerar os sistemas organizados, não apenas como simples agregados de partes elementares, refletindo-se, taxonomicamente, através do reticulado mas cumpre encará-los, acima de tudo, quanto ao aspecto organizacional, onde constituem subconjuntos em vários níveis de hierarquia.” (P.112)

O historiador WILLIAM I. THOMPSON (2000), ao criticar o princípio holográfico que refuta qualquer tipo de hierarquia, faz a seguinte afirmação,

“O segundo princípio de comunidade de enantiomorfos se expressa na idéia de hierarquia. A hierarquia é um sistema que retira a energia de um nível perigoso, ou não utilizável, e a transforma, tornando-a disponível para o trabalho em que um nível inferior e mais difundido. Por exemplo: a atmosfera terrestre capta a energia solar e a introduz numa forma acessível para uma vida sem câncer de pele. O oposto natural deste

princípio hierárquico é o holográfico: todo o microcosmo espelha o macrocosmo.” (P.26)

Com o intuito de melhor compreender essas questões taxonômicas e desenvolver nossas próprias reflexões, pesquisamos os conceitos de hierarquia segundo as mais diversas fontes. As mais elucidativas foram as idéias de ARTHUR KOESTLER revisadas por KEN WILBER, assim como as concepções de HENRI LEFEBVRE, BERTALANFFY e CAPRA, sobre “redes e hierarquias arborescentes”. Vamos, então, expor, em ordem de pesquisa, a sinopse textual dessa revisão conceitual.

- Segundo HENRI LEFEBVRE (1983), sobre a diferença entre “**árvore e rede**”:

“A árvore é uma grafia (imagem, símbolo); pode-se reencontrá-la na teoria dos conjuntos e das estruturas”. Em tantas outras áreas de conhecimento, porém, é mais apropriado o conceito de “redes” e percebe-se a “superioridade” científica da rede sobre a árvore, sua *validade* e seu valor de verdade mais elevados”.

“Numa árvore, o trajeto de um ponto a outro é obrigatório (coativo e único); passa inevitavelmente por esse ou por aquele cume e pela hierarquia dos cumes. Define-se apenas por relações binárias (bifurcações, dicotomias, etc.). Assim, o espaço é completamente *ordenado*. Em troca, as redes e semi-redes permitem múltiplos percursos para ir de cada ponto a cada ponto (e até mesmo um número ilimitado de percursos)”.

“A árvore é a figura (grafia) da organização burocrática; explicita a estrutura dela, ao mesmo tempo mental e social, prática e teórica; determina a ordem hierárquico-burocrática em múltiplos domínios ...”. Isso para LEFEBVRE implica uma lógica estruturalista.

Já “a rede implica e permite uma racionalização mais aguçada, mais *complexa*. A noção de complexidade, ou melhor, de *complexificação*, a idéia segundo a qual o pensamento vai do complexo (analisado por redução) ao mais complexo (captado por reprodução) ...”, que para o autor revela uma lógica dialética.

LEFEBVRE deixa bem clara a sua opção pela “rede” como imagem representativa de uma lógica dialética, que ele defende, opondo-se à “árvore”, que para ele é

uma imagem “burocrática” representante do modo estruturalista de pensar, da lógica formal que ele nega. O que MONTEIRO (op.cit.) vê de dinâmico e solidário na imagem arborescente, LEFEBVRE vê na imagem reticular.

- Sobre “**Ordem Hierárquica**”, BERTALANFFY (1975) faz as explicações abaixo:

“... um conceito, ou conjunto de conceitos, que indubitavelmente é fundamental na Teoria Geral dos Sistemas, a saber o de *ordem hierárquica*, ‘Vemos’ agora o universo como uma tremenda hierarquia, das partículas elementares ... até a riqueza de estruturas ... às células, organismos e, para além desses, as organizações supra-individuais. Um sugestivo esquema de ordem hierárquica (há outros) é o de Boulding. Uma hierarquia que encontra-se tanto na ‘estrutura’ como nas ‘funções’. Em última instância, estrutura (isto é, ordem das partes) e função (ordem dos processos) podem ser a mesma coisa. No mundo físico a matéria se dissolve num jogo de energias e no mundo biológico as estruturas são a expressão de um fluxo de processos”.

“Os princípios da ordem hierárquica podem ser enunciados em linguagem verbal, como em Koestler (1967). ... Na teoria dos gráficos a ordem hierárquica é expressa pela “árvore” podendo os aspectos relacionais das hierarquias ser representados dessa maneira. Mas o problema é muito mais amplo e profundo. A questão da ordem hierárquica está intimamente relacionada com as questões da diferenciação, da evolução e com a medida da organização Em última instância, conforme dissemos, a ordem hierárquica e a dinâmica podem ser a mesma coisa, conforme Koestler exprimiu graciosamente em sua imagem da ‘árvore e a vela’.”

Note-se no trecho acima, a importância que BERTALANFFY concede ao conceito de *ordem hierárquica* para a TGS, relacionando-o às questões da diferenciação, da evolução e da medida de organização dos sistemas. E, assim como MONTEIRO (op.cit.), ressalta a proposta kostleriana.

- KEN WILBER (2005) sobre “**Hierarquia**” e “**Holarquia**” não só ressalta as idéias de KOESTLER, como as toma como base em sua tentativa de enquadrar as diversas hierarquias em um sistema geral de classificação ou categorias de hierarquização. Observemos:

“... mesmo os críticos anti-hierárquicos têm suas próprias hierarquias (ou valores classificatórios), que são também muito fortes. Os pós-modernistas valorizam o pluralismo em detrimento do absolutismo – e essa é a sua hierarquia de valores. Mesmo os ecofilósofos, que abominam as hierarquias que colocam os seres humanos no topo da cadeia evolutiva, têm a sua própria hierarquia, que é: os elementos subatômicos são parte dos átomos, que são parte das moléculas, que são parte das células, que são parte dos organismos, que são parte dos ecossistemas, que são parte da biosfera. Desse modo, eles valorizam a biosfera que está acima de qualquer organismo particular, como o homem ... tudo isso deriva da sua própria hierarquia de valores.”

“Todo mundo parece ter alguma forma de hierarquia, mesmo aqueles que afirmam o contrário.” ... algumas dessas hierarquias referem-se a indivíduos, outras a coletividades, algumas se referem a realidades exteriores, outras a interiores ...”

Para WILBER, “Os ingredientes” para um sistema geral de classificação são os *hólons*. Um *hólon* é um todo que é uma parte de outros todos. Por exemplo, um átomo inteiro é parte de uma molécula inteira e assim por diante. A realidade não é composta nem de todos nem de partes, mas de todos/partes, ou seja, de *hólons*. “Em todos os domínios, a realidade é basicamente composta de *hólons*.”

“Como Arthur Koestler ressaltou, uma hierarquia em crescimento é, na realidade, uma *holarquia*, pois é composta de *hólons* (tais como átomos, moléculas, células e organismos) – o que também chamamos de hierarquias aninhadas ou hierarquias de realização” ... “O Kosmos é uma série de ninhos, dentro de ninhos e assim indefinidamente, expressando um abraço holístico cada vez maior – holarquias de *hólons* por todo o lado; é por isso que todos têm sua holarquia de valores e é por esse motivo que, ao final, todas essas holarquias se entrelaçam e se encaixam perfeitamente umas nas outras.”

“Se o universo é de fato um padrão de padrões e de processos que se relacionam entre si – holarquias de *hólons* – por que, então, tão poucas disciplinas admitem esse fato? ...

por que tantas pessoas o vêem fragmentado? ... aquilo que nos impede de ver o Kosmos holístico ... chamamos de *planura*. Num certo sentido, planura é simplesmente a incapacidade de compreender a espiral inteira de desenvolvimento ... o antídoto para a planura é a visão integral.” WILBER pensa a visão integrada como “uma visão dinâmica e ricamente texturizada” e totalmente diferente da visão relativista pluralista, onde tudo está junto, mas não integrado, como a diferença que se costuma fazer entre transdisciplinar e multidisciplinar. A “espiral desenvolvimento” (Fig. 18) que o autor cita tem natureza irregular e não-linear.

Fig. 18 – As Correntes e Ondas Espiraladas da Espiral Desenvolvimento

Fonte: WILBER, 2005

“... uma holarquia, ... todos transcendem e incluem seu antecessor, em ondas crescentes de abraço integral ...”

O que WILBER chama de “**Mapa Integral**” pode-se traduzir como “**Organização Holônica**”. O que essa organização deve incluir? Vejamos:

- **Múltiplos níveis ou ondas de existência**, uma grande holarquia que se estenda por todo o espectro. Passando ao longo desses níveis de desenvolvimento estão,

- **várias correntes, módulos ou linhas de desenvolvimento.** Em praticamente qualquer estágio de desenvolvimento **o sistema** pode estar **aberto** a
- **múltiplos estados** com seus **diversos fatores**,
- **todos integrados numa extensa rede** de tapeçaria, a partir da qual possa haver
- **uma efetiva prática transformativa integral** onde
- **as relações e as forças influenciadoras** sejam evidenciadas em
- **uma organização unificada, que é a espiral de desenvolvimento holônico.**

A “**Ecologia Profunda**”, defendida por CAPRA, em a *Teia da Vida* (2000) é criticada por WILBER, que propõe uma “**Ecologia Integral**”: uma ecologia que tenta combinar a unidade ecológica com a teoria dos sistemas e com a espiritualidade não dual, sem privilegiar a biosfera ou utilizar a noção de **Teia da Vida**, que é uma concepção reducionista e plana.

A Ecologia Integral de WILBER permite-nos elucidar a relação entre a fisiosfera, a biosfera, a noosfera e a teosfera, dentro do *Kósmos* como um todo, e também enfatizar a importância crucial da biosfera, sem ter que reduzir tudo a ela.

WILBER afirma isso porque o que comumente chamamos de “**natureza**” é o mundo sensorial exterior (composto pelas fisiosfera e biosfera); para ele, existe também o mundo não sensorial interior (composto pelas noosfera ou esfera mental e teosfera ou esfera espiritual): “Mas note que cada evento interior possui um correlato no mundo sensorial exterior – o mundo que comumente chamamos de ‘natureza’. Desse modo, muitos ecoteóricos olham para o mundo sensorial exterior e empírico e concluem que “*tudo* faz parte da natureza”.

“... vemos que a natureza – ou as dimensões sensoriais, percebidas ou empíricas é somente uma pequena parte da história, um pedaço da Grande Torta, uma Torta que inclui a fisiosfera, a biosfera, a noosfera e a teosfera.”

Por pensar assim, WILBER diferencia “**Cosmos**” (o mundo sensorial exterior composto pelas fisiosfera e biosfera) de “**Kósmos**” (o mundo que integra a fisiosfera, a biosfera, a noosfera e a teosfera).

Para o autor, reduzir tudo a uma dessas esferas é uma forma de planura, e toda planura é reducionista. E classifica duas formas de Reduccionismo Plano:

- **Reduccionismo Sutil** - reduz tudo a Sistemas de Processos Dinâmicos, Teoria do Caos e da Complexidade, Teoria dos Sistemas Tradicional, Autopoiesis Social, a Teia da Vida e etc. É um Holismo Exterior ou Holismo Plano, ou seja, **a realidade é formada por totalidades objetivas ou fenomenais**; e
- **Reduccionismo Grosso** - reduz esses sistemas objetivos/fenômenos a unidades atomísticas, ou seja, **a realidade é composta de partes (mecanicismo)**.

Dessa discussão WILBER estabelece a diferença entre **visão holística** (a realidade é formada de todos) e **visão holônica** (a realidade é formada de todos/partes, ou hólons), aproximando-se bastante das idéias de MORIN (2003), quando critica o exagero holista que reduz tudo ao todo.

O autor deixa muito clara a sua opção pela idéia hierárquica holônica e sua oposição à imagem da Teia ou Redes defendida por CAPRA, onde tudo faz parte da Natureza, dando-se ênfase à biosfera (assim como faz a Teoria Gaia de LOVELOCK). Para ele, é uma visão que tenta negar o antropocentrismo e a racionalidade patriarcal capitalista, mas que opera um reduccionismo plano sutil.

Seu pensamento reforça nossas afirmações anteriores de que o fenômeno da organização se efetua em todos os níveis do sistema. É por isso que percebemos padrões por todos os lados e em todas as escalas de observação; e que não existem partículas elementares/fundamentais e sim organizações/padrões fundamentais, que, no caso, são os hólons.

- Para concluir essa revisão, observemos, então, as elucidações de CAPRA (1994), defendendo sua concepção de **Sistema, Rede/Teia e Árvore Sistêmica**:

“A mais importante consequência da nova estrutura relativista foi a compreensão de que a massa é uma forma de energia, pois possibilitou uma profunda transformação no

conceito de matéria: a massa deixou de estar associada a uma substância material e as partículas não consistem mais em ‘substâncias básicas’ e sim em ‘feixes de energia’ ou padrões dinâmicos”.

“A energia é pura atividade, que significa que a natureza subatômica é intrinsecamente dinâmica e que o espaço e o tempo estão fundidos num *continuum* quadridimensional, implicando em padrões dinâmicos ou padrões de atividade espaço-temporal: o *ser* da matéria e sua atividade não podem ser separados, são diferentes aspectos da mesma realidade espaço-tempo”.

“... nunca vemos qualquer substância; o que vemos são modelos dinâmicos que se convertem continuamente uns nos outros ... as ‘partículas’ subatômicas não são grãos isolados de matéria, mas modelos de probabilidade, interconexões numa inseparável **teia** (Fig. 19) cósmica que inclui o observador humano e sua consciência ... não há dançarinos, somente dança.”

Fig. 19 - Imagens da Teia ou Rede

“A filosofia *bootstrap* (originada da Teoria da Matriz S, de Geoffrey Chew) não só abandona a idéia de constituintes fundamentais, como também não aceita quaisquer espécies de entidades fundamentais ... O universo é visto como uma **teia dinâmica de eventos inter-relacionados**. Nenhuma das propriedades de qualquer parte dessa **teia** é

fundamental; todas elas decorrem das propriedades das outras partes do todo, e a coerência total de suas inter-relações determina **a estrutura da teia.**”

“A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores. Em vez de se concentrar nos elementos ou substâncias básicas, a abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização. ... O princípio de auto-organização tem relação direta com a plasticidade e flexibilidade de sistemas controlados por relações dinâmicas e não por rígidas estruturas mecânicas.”

“**A tendência dos sistemas para formar estruturas de múltiplos níveis**, que diferem em sua complexidade, é comum a toda a natureza e tem que ser vista como **princípio básico de auto-organização**. ... os *hólons* atuam como postos de revezamento entre os vários níveis sistêmicos.”

“Tal como numa **árvore** real, existem interligações e interdependências entre todos os níveis do sistema; cada nível interage e comunica-se com seu ambiente total”. A “**árvore sistêmica**” é uma organização com multiníveis e por isso evolui mais rapidamente e tem maior capacidade de regeneração, fato que não acontece com os sistemas homogêneos ou não estratificados: um multinivelamento holístico associa de forma complementar adaptação e criatividade.

“... a evolução é basicamente aberta e indeterminada. Não existe meta ou finalidade nela e, no entanto, há um padrão reconhecível de desenvolvimento.” Isto é, acaso e necessidade como princípios complementares

“Tudo isso implica na dessubstancialização da matéria, a qual passa a ser “padrão de atividade” ou padrão dinâmico espaço-temporal ou a “dança da energia”.

Esse parágrafo acima evidencia a visão holística (a realidade é formada de todos) de CAPRA: uma visão desubstancializadora tanto quanto a holônica, só que o todo homogeinizador oculta/anula a diversidade das partes. Como pode haver “dançarinos sem dança” e vice-versa? Ao nosso ver, temos que buscar uma nova visão sistêmica generativa/organizacional (MORIN, 2003), em que a unidade e a diversidade coexistam de forma complementar e recursiva: a diversidade na unidade e a unidade na diversidade, onde o “ser” e a “existência” emergem. Concluimos aqui a nossa sinopse.

Antes de lermos MONTEIRO e todos esses pensadores a quem recorremos, pensávamos em hierarquia como uma forma de organização mecanicista e linear, totalmente oposta e inconciliável com os pressupostos sistêmicos de organização. Imaginávamos logo a Pirâmide Alimentar ou a Cadeia Trófica como exemplo da visão hierárquica. Tínhamos um forte preconceito em relação às imagens hierarquizadas. Tudo isso porque, tradicionalmente falando, hierarquia pressupõe escalas de subordinação ou níveis de controle, sempre a partir de um princípio ideológico de poder (auto-afirmativo) ou de “superlativação”: uma classificação de valores na qual algo é superior (mais importante) ou inferior (menos importante) em relação a outro algo que está em outro nível. Cada nível representa uma parte destacável do conjunto, como gavetas (partes) de uma cômoda (o conjunto ou totalidade), onde a interação representa a soma dos níveis. O fluxo de relações se processa, em geral, unidirecionalmente ou, no máximo, de forma bidirecional (quando se admite alguma realimentação) e sempre numa perspectiva vertical (de cima para baixo ou ao contrário).

Após o exercício de revisão que fizemos, passamos a entender a hierarquia num contexto não-linear e integrativo, no âmbito do qual não existe classificação de valores e sim níveis de observação ou escalas de cooperação observadas. Tais níveis e escalas se realizam a partir de referências circunstanciais dadas pelo observador, ou seja, a hierarquização não é uma representação da realidade observada e sim uma abstração segundo os pressupostos do pesquisador e os objetivos da pesquisa: o centro das atenções hierárquicas é móvel e relativo, representando apenas uma das possibilidades de ordenação, podendo estar na periferia ou simplesmente desaparecer em outras circunstâncias de observação.

Cada nível hierárquico possui suas especificidades, uma diversidade na unidade, ou seja, cada nível de análise é uma realidade diferente, pois traz à tona diferentes níveis de relações. O que é único e igual em qualquer nível é a fenomenologia da dinâmica circular e recursiva, de uma dinâmica complexa (não-linear e interconexa): diferentes realidades regidas pelo mesmo princípio de coevolução.

Não existem controles, mas ações cooperantes influenciadoras. Nenhum nível determina o outro, pois cada nível possui estrutura interna que definirá o tipo e o grau de derivações possíveis no processo de interação com os outros níveis de organização: não existem determinações e sim acoplamentos estruturais (um influencia o outro, realizando

mutuamente suas “existências”, dentro dos limites estruturais de cada um). Cada nível, assim como toda a estrutura global, possui, simultaneamente, autonomia e interdependência.

A hierarquia, dessa forma, é uma estrutura multinivelada criada e mantida por uma dinâmica de organização complementar e recursiva, à semelhança de uma estrutura autopoietica (ver cap. 3, p. 31). Esse seria o método mais adequado de classificação dos níveis de organização/graus de complexidade do sistema climático, segundo os pressupostos da organização ativa. Qual seria, porém, a imagem desse método de classificação? Rede, Árvore, Hólons? Uma coisa e outra juntas?

A imagem de MONTEIRO se aproxima muito das nossas deduções sobre hierarquia. Não entramos no mérito do escalonamento climático por ele proposto, nem em suas conclusões teóricas referentes aos graus de complexidade organizativa, que para nós são contribuições originais e fecundas, de incontestável pertinência metodológica. Apenas mencionamos analisar a plástica dada por ele, e, a partir desse foco, desenvolver algumas reflexões e proposições.

Para entendermos melhor os aspectos a que estamos nos referindo, incluiremos um trecho fac-similado de MONTEIRO (1976, p.112) onde descreve a sua imagem hierárquica para a representação gráfica dos níveis de organização climática. Ele inicia esclarecendo as idéias de KOESTLER.

Para melhor esclarecer a idéia, recorre a uma representação gráfica associativa em que arborescência e reticulado se completam. Na figura 1, procurei reproduzir tal representação, acrescentando-lhe outros conceitos desenvolvidos pelo autor no seu texto, por considerar o desenho e a idéia que procura servir como extremamente importantes para a consistência do S.C.U. por mim proposto.

O desenho da árvore mostra a relação entre os troncos e os galhos, entre os galhos e os ramos, ramos e brotos. Fazendo um corte transversal e projetando-o no plano horizontal, a visão dinâmica da arborescência transforma-se na visão estática do reticulado, reveladora da estrutura, em termos de embutimento das partes em dado conjunto. Assim, a árvore é transformada numa espécie de *caixa-chinesa*; esta é uma visão taxonômica, estática, que informa como as partes estão contidas no todo, sendo, entretanto, desajeitada e contendo menos informações. A idéia da árvore é mais dinâmica, mais rica, por revelar as relações entre as partes e, sobretudo, por admitir implicitamente a noção de crescimento e evolução do sistema.

Torna-se, pois, de grande importância considerar os sistemas organizados, não apenas como simples agregados de partes elementares, refletindo-se, taxonomicamente, através do reticulado mas cumpre encará-los, acima de tudo, quanto ao aspecto organizacional, onde constituem subconjuntos em vários níveis de hierarquia.

Para encontrar o elo perdido entre a parte elementar mais discreta (átomo) e o sistema integral (o todo, na visão holística), Koestler propõe o conceito de *hólon*. Esse termo (cujo mecanismo de formação é o mesmo usado para *electron*, *neutron* etc.) designa as formas intermediárias de organização que participam tanto das propriedades autônomas do todo quanto das propriedades dependentes das partes.

Num sistema, o número de níveis hierárquicos é muito importante para sua caracterização, revelando-lhe a profundidade. Eles são obtidos no plano vertical, aquele da evolução e do dinamismo do sistema.

A figura 1, a que MONTEIRO se refere no texto acima, está neste trabalho exposta com o número 20. Nessa figura, são representados de forma bastante esclarecedora os princípios holônicos propostos por KOESTLER.

A proposta hierárquica holônica é uma das mais bem elaboradas representações sistêmicas. Tanto é, que se tornou referência para os mais diversos segmentos do conhecimento científico. Na própria sinopse que apresentamos, ela é constantemente citada, compondo a básica metodológica de quase todos os pensadores revisados.

Assim como WILBER e CAPRA fizeram, no entanto, é necessário atenuar a perspectiva espacial e deixar emergir uma dimensão mais temporal das relações. A holarquia não é somente uma hierarquia de embutimento ou de crescimento espacial, pois é também uma hierarquia de realização. O “abraço holônico” é um abraço que se dá no tempo e no espaço, ou seja, a organicidade holônica é temporal-espacial. As holarquias não só se encaixam mas também de entrelaçam em contínua dinâmica sucessiva: elas criam simultaneidades.

Da interação dinâmica entre extensividade, profundidade e sucessão (dinâmica circular recursiva), emerge a densidade sistêmica. A densidade é a dimensão híbrida que integra a *physis* do sistema e completa a *gestalt* que imaginamos.

Na noção de hierarquia kostleriana (Fig. 20), a dimensão temporal é representada pela arborescência, que, como disse MONTEIRO (1976, p.113), revela a profundidade do sistema, a sua evolução e dinâmica. Percebe-se, entretanto, que, mesmo em KOESTLER

subjaz um certo funcionalismo, pois a forma temporal da arborescência possui uma interioridade espacial estática, que é a “caixa chinesa” (Fig. 21). Dessa forma, a própria estrutura arbórea torna-se um *dégradé* espacial e a dimensão temporal da evolução, da dinâmica, perde sua legitimidade interna. A exterioridade temporal só se legitima pela temporalidade interior.

NOÇÃO DE HIERARQUIA
Segundo Arthur Koestler
(*Beyond Atomism and Holism – The Concept of Holon*)

Fig. 20

Duas maneiras de diagramação de uma Hierarquia:

(a) a Árvore; (b) a Caixa Chinesa (derivada de um corte transversal no nível 4).

Para que os níveis de organização climática integrem uma perspectiva dinâmica relacional, baseada nos princípios da organização ativa, é necessário que a dimensão temporal interna à estrutura organizacional seja de síntese progressiva. A imagem dessa estrutura deve ser uma estrutura aninhada e entrelaçada (Fig. 22): uma forma-ato quadridimensional.

Fig. 21 – Caixa Chinesa

A invariância de escala, nesse contexto, produz uma idéia hologramática, onde “o micro cosmo espelha o macro cosmo”. uma homogeneidade independente das circunstâncias de observação: repetição sem diferença.

Cada hólón encerra em si uma proporcionalidade unicamente extensiva.

A morfogênese é sempre a mesma, como se em cada nível os processos fossem os mesmos (uma mesma morfodinâmica).

Toda hierarquia que tem por base essa estrutura terá sempre esse caráter extensivo de seqüência espacial: aninhamento sem entrelaçamento.

Fig. 22 - Estrutura aninhada e entrelaçada

Complexa teia de padrões que se aninham e se entrelaçam uns nos outros, emergem uns por meio dos outros, conservando-se e sucedendo-se com diversas intensidades e amplitudes.

Cada parte é uma parte/todo ou hólons, constituindo padrões ou domínios relacionais. A menor parte/todo será o menor domínio de relações fundamentais à dinâmica de organização do sistema.

Fusão ininterrupta e recursiva: instantes/estados passando “uns nos outros”, criando simultaneidades.

Cada hólón encerra em si uma sucessão e uma simultaneidade específica: repetição com diferença.

Uma *gestalt* que integra multiníveis numa complexa rede recursiva é a que melhor contempla os nossos pressupostos conceituais: a imagem de uma organização hierárquica ativa (Fig. 23).

ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA ATIVA

Fig. 23

Numa citação em que faz referência à visão da árvore, CAPRA (2003) traduz de forma delicada e profunda o espírito de nossa imagem,

“No velho paradigma, eu diria que a árvore consiste em certas estruturas fundamentais – o troco, os ramos, as folhas, as raízes – e eu as descreveria tão bem quando eu pudesse. Então, eu diria que elas também interagem, e a seguir descreveria esses processos de interação, mas as estruturas vêm em primeiro lugar. No novo paradigma, eu diria que a árvore é um fenômeno que interliga o céu e a terra. Ele assim o faz graças ao processo de fotossíntese, que ocorre nas folhas. Para a sua máxima eficiência, as folhas se distribuem de uma certa maneira sobre o ramo, fazendo com que todas se voltem para o sol. Elas precisam receber alimento, e é por isso que você precisa de um tronco, é por isso que você precisa das raízes. Você tem o alimento que provem da terra e do Sol, e os dois se misturam na árvore. Há muitos processos envolvidos, e esses processos precisam de estruturas, e é isso que vemos quando olhamos para a árvore ...” (P.121)

O escalonamento climático estabelecido por MONTEIRO (ver p. 54 e 55 deste capítulo) é completamente pertinente à Organização Hierárquica Ativa, apenas desconsideramos as intenções funcionais, por contradizerem os nossos pressupostos classificatórios, ou seja, os “desempenhos” holônicos não se realizam por “solidariedade funcional”, mas por solidariedade organizacional.

4.3. O “si” do problema

4.3.1. O “ser enquanto ser”

Ao procurarmos no dicionário (Novo Aurélio Eletrônico Século XXI, versão 3.0), a denotação da palavra “si” vemos que pode ser, dentre outros significados, um pronome, ou seja, um “vocábulo que pode substituir um **substantivo**”, e mais especificamente uma “**forma** que assumem os pronomes ele (s), ela (s), quando antecidos de preposição, e que se **refere ao sujeito** da oração”. Percebe-se, então, que se trata de uma palavra diretamente ligada a substantivo, a forma, a sujeito. Ela possui um caráter substantival que designa a própria **substância de um ser** real ou metafísico.

Quando compõe expressões como “*de per si*”, “**Em si**” ou “**Por si**” assume uma conotação muito especial, vejamos:

De per si: considerado em si mesmo, sem relação com outros; isoladamente; em si;

Em si = “*de per si*” = desacompanhado de quaisquer circunstâncias; num plano absoluto; absolutamente; abstratamente;

Por si: sem auxílio ou influência externa; espontaneamente; de si; dependentemente da natureza ou da essência de um ser, e não dos acidentes dele ou das circunstâncias que o cercam.

Nessas expressões ela integra um dos mais importantes problemas filosóficos desde ARISTÓTELES, passando por KANT e chegando até os dias atuais: **o conceito de substância**.

Não pretendemos entrar numa profunda discussão filosófica sobre substância, tanto por não ser necessário às nossas pretensões como por não termos fôlego teórico para tal. Vamos fazer um pequeno e rápido mergulho, apenas o suficiente, ao prefácio de nossas reflexões.

A Filosofia ocidental originou-se e desenvolveu-se a partir da reflexão sobre o “ser e o não ser”, da discussão sobre a substância das coisas do mundo. Na Grécia antiga, ARISTÓTELES fundava a Metafísica, a Filosofia Primeira que estudava o “ser enquanto ser”. A ontologia aristotélica estabelecia três princípios lógicos: identidade, não-contradição e o terceiro excluído, os quais garantiam a realidade e a racionalidade do ser. Centrava seus estudos nas “causas primeiras” da essência das coisas, tentando explicar o que é a essência, a sua origem e seu motivo de existência. As causas primeiras podiam se referir à matéria, à forma, à eficiência ou à finalidade de uma essência. Os principais conceitos intrínsecos ao estudo das causas primeiras eram:

- Matéria - o elemento de que as coisas da natureza são feitas; possui em si mesma possibilidades de transformação, de mudança;
- Forma - o que individualiza e determina uma matéria; é aquilo que uma essência é num determinado momento; a forma atualiza as possibilidades da matéria;
- Potência - é o que está contido numa matéria e pode vir a existir;
- Ato - é a atualidade de uma matéria num dado instante, ou seja, a forma da matéria num dado instante. O ato é a forma que atualizou uma potência contida numa matéria;
- Essência - é a unidade interna indissociável entre uma matéria e uma forma;
- Acidente - é uma propriedade ou atributo que uma essência pode ter ou deixar de ter sem perder seu ser próprio; e
- **Substância** - é o “**ser**” ou a “**realidade**”; é o substrato ou suporte onde se realizam a matéria-potência e a forma-ato, onde estão os atributos essenciais e acidentais. **Existe em si mesma** e se oferece tal como é ao pensamento.

Na lição de CHAUI (1995),

“Com esse conjunto de conceitos forma-se o quadro da ontologia ou da metafísica aristotélica como explicação geral, universal e necessária do Ser, isto é, da realidade. Esse quadro conceitual será herdado pelos filósofos posteriores, que problematizaram alguns dos seus aspectos, estabelecerão novos

conceitos, suprimirão alguns outros, desenvolvendo o que conhecemos como metafísica ocidental.” (P.221)

A Metafísica tal qual ARISTÓTELES formulou, chamada de metafísica clássica, chegou ao fim com o “Idealismo Crítico” de KANT. Enquanto a metafísica clássica era realista, afirmando a existência por si mesma da realidade, e por isso podiam ser conhecidas pela razão humana tal como eram; o Idealismo Crítico afirmava a existência de um “Sujeito Transcendental” que se constituía numa faculdade *a priori* de conhecer, ou seja, a razão era uma estrutura universal, idêntica para todos os seres racionais.

“Nunca saberemos o que é e como é a realidade em si mesma, separada e independente de nós. Conhecemos a realidade como fenômeno, isto é, organizada pelo sujeito do conhecimento segundo as formas do espaço e do tempo e segundo os conceitos do entendimento. A realidade conhecível e conhecida, é aquela posta pela objetividade estabelecida pela razão ou pelo Sujeito Transcendental.” (CHAUÍ, op. cit., p.235)

Para KANT, o espaço e o tempo são as formas *a priori* da sensibilidade, e as categorias de substância, causalidade, relação, quantidade, qualidade etc são as formas *a priori* do entendimento. As formas *a priori* são conceitos, estruturas mentais, que independem da experiência, mas que se realizam na experiência com os objetos (fenômenos/realidade) que experienciamos.

Dessa maneira, KANT estabeleceu duas formas de entendimento: o empírico, o dos fenômenos; e o puro, o dos nômenos:

Fenômeno - é a realidade que se oferece a nós na experiência, ou seja, que é dado pela sensibilidade e conceituado pelo entendimento. Isso implica que os fenômenos são os eventos da natureza, isto é, o oposto de mental/espiritual/abstrato.

Nôumeno - é a *coisa em si*; é a realidade que não se oferece a nós na experiência; o que é dado para o pensamento puro. É a *coisa em si* que não pode ser conhecida (cientificamente), apenas pensada (filosoficamente). São as formas *a priori* da sensibilidade e as formas *a priori* do entendimento. As *coisas em si* são subjacentes aos fenômenos da natureza e possuem um caráter mental/espiritual (no sentido oposto ao material), sendo a causa (origem) dos fenômenos.

Kant, ao mesmo tempo em que garante que “a coisa em si” é impossível ao nosso conhecimento, afirma, que ela existe e que a sua existência é transcendental, independente de nós. “A coisa em si” é substancial, uma substância nos mesmos moldes de ARISTÓTELES.

O conhecimento se realiza pela combinação/mediação de nossos sentidos e de nosso entendimento. O conhecimento é uma percepção inteligente ou refletida daquilo que nos é dado pela experiência, ou seja, tudo o que conseguimos conhecer são fenômenos: essas afirmações kantianas refletem uma concepção de natureza ou mundo material como uma ‘coleção de fenômenos’ construída no ato de conhecer, levando ao entendimento de um mundo fragmentado. Tal concepção reforçou as bases do mecanicismo científico que se consolidava na época.

Essa dicotomia entre fenômenos e “coisas em si”, implícita em tantas outras dicotomias (corpo-espírito, homem-natureza, razão-emoção, tempo-espço), não só deu bases ao mecanicismo, ao empirismo, como também, de modo mais amplo, fundamentou todo o pensamento positivista, que, por sua vez, reduziu todo o conhecimento ao experimentável. Eis a base da ciência moderna, dos pressupostos da ciência clássica.

4.3.2. O ser enquanto “devir a ser”

Foi com HEIDEGGER que o “si” metafísico das coisas deixou de existir. Observemos o pensamento heideggeriano através das reflexões de CHAUÍ (op. cit.):

Nem o **Realismo**, que afirma que se eliminarmos o sujeito do conhecimento ou a consciência, restam *as coisas em si mesmas*, a realidade verdadeira, *o ser em si*.

Nem o **Idealismo**, que afirma que se eliminarmos **as coisas em si** o **nômeno**, resta o **sujeito** ou a **consciência**, que através das operações do conhecimento, põe a realidade, o objeto.

Na verdade, se eliminarmos a consciência, não sobra nada, pois as coisas existem para nós, para uma consciência que as percebe, as imagina, as transforma e etc; Da mesma forma, se eliminarmos as coisas, não sobra nada, pois não podemos viver sem o mundo ou fora dele, afinal, por exemplo, não criamos o planeta em que vivemos, e sim, vivemos nele: estamos no mundo, ele é mais do que nós, mas nós somos capazes de dar sentido a ele, conhecê-lo e transformá-lo.

Significa dizer que o mundo e o sujeito do conhecimento possuem **autonomia existencial** e, ao mesmo tempo, **interdependência de significações**. O mundo é sempre “um mundo para nós”, apesar de existir sem nós.

O mundo não é um conjunto de coisas e fatos estudados pela ciência segundo relações de causa e efeito e leis naturais, pois, além do mundo racional de fatos científicos, há o mundo como lugar onde vivemos com os outros e rodeados de coisas, um mundo qualitativo de cores, sons, odores ... mundo afetivo de pessoas, lugares, lembranças, esperanças, conflitos. ...

A Realidade é justamente a existência do mundo material, natural, ideal, cultural e a nossa existência nele. A Realidade é o campo formado por seres e entes diferenciados e relacionados entre si, que possuem um sentido em si mesmos e que também recebem de nós outros e novos sentidos. A Realidade ou o Ser não é um Objeto-Coisa, sem consciência, mas, também, não é o Sujeito-Consciência, sem as coisas e os outros. **A Realidade ou o Ser é o cruzamento e a diferenciação** entre o sensível e o inteligível,

entre material-natural e o ideal-cultural, entre o qualitativo e o quantitativo, entre o fato e o sentido, entre o psíquico e o corporal etc.

No **Realismo**, a noção de tempo é espacial, uma sucessão de pontos: **só existe o tempo exterior** a nós (essa é a noção usada pela ciência positivista).

No **Idealismo**, o tempo não existe, é apenas uma forma ou uma idealidade produzida pela razão: uma forma criada pelo sujeito do conhecimento ou pela consciência reflexiva para organizar a experiência subjetiva da sucessão - **só existe o tempo interior** a nós.

Para o **Existencialismo**, o tempo é um escoamento interno e externo, um fluir contínuo, que vai produzindo diferenças em si mesmo.

Assim como, é uma contração e uma dilatação de si mesmo: um juntar-se a si mesmo e consigo mesmo (na lembrança) e um expandir-se a si mesmo e consigo mesmo (na esperança).

O tempo é a produção da identidade e da diferença consigo mesmo e, nesse sentido, é uma dimensão do meu ser (não estou no tempo, mas sou temporal (**dimensão interior**)) e uma dimensão de todos os entes (não estão no tempo, mas são temporais: **dimensão exterior**).

O tempo não um receptáculo de instantes, não uma linha de momentos sucessivos, não é a distância entre um ‘agora’, um ‘antes’ e um ‘depois’, mas é um movimento interno dos entes para reunirem-se consigo mesmos (o presente com centro que busca o passado e o futuro) e para diferenciarem de si mesmos (o presente como diferença qualitativa em face do passado e do futuro). **O Ser é tempo.**

O passado e o futuro nunca são os mesmos. O passado é lembrado a partir do presente e, a cada vez, este é diferente.

O presente é uma contração temporal que arranca o passado do esquecimento e abre o futuro para o possível. O passado e o futuro são dilatações temporais, distensões do presente.

Com HEIDEGGER o “ser” ou o “si” deixou de ser substancial e passou a ser atividade, o ser tornou-se temporal. A existência passou a ser um *continuum* repetir-se

diferentemente no tempo simultâneo a outras existências: tudo o que existe, existe para si mesmo na convivência com os outros.

4.3.3. A razão do “ser” climático

A Análise Rítmica dos Tipos de Tempo proposta por MONTEIRO é uma metodologia intrinsecamente dinâmica. Percebe-se claramente a constante preocupação em estabelecer critérios e procedimentos que resguardecam e revelem o caráter dinâmico do sistema climático,

“Acreditamos que a abordagem alcança o nível geográfico quando colocamos a **análise dos tipos de tempo em seqüência contínua**. Apesar das diferentes escalas de tempo e de espaço [...] será necessária a **continuidade da seqüência**. Por coerência com a noção de “**sucessão**” de que se reveste o caráter geográfico do clima. Porque só **o encadeamento dos estados atmosféricos** mostra os “tipos” esquematizados na análise meteorológica precedente, em suas perspectivas reais, revestidas em suas infinitas gradações e facetas. Também, é pela **sucessão** que se percebem as diferentes combinações dos elementos climáticos entre si e suas relações com os demais elementos do quadro geográfico. É a **seqüência que conduz ao ritmo**, e o **ritmo é a essência da análise dinâmica**.” (MONTEIRO, 1969, p.13).

As palavras e frases por nós realçadas são para demonstrar a importância que MONTEIRO dá à “sucessão” e ao “ritmo” como conceitos básicos à concepção dinâmica do clima. Se entendemos a sucessão como uma síntese progressiva e o ritmo como a recursão contínua dessa síntese - fazendo da sucessão um padrão que se repete diferentemente no

tempo, mantendo e evoluindo o sistema climático - chegaremos indubitavelmente à dedução de que o clima é um padrão de atividades, que sua “essência” é móvel, é um simultâneo fluxo-influxo-(re)fluxo. Dessa forma, a existência de um tipo climático constitui-se pela especificação de uma atividade organizativa: o modo de ser climático é um devir-a-ser, ou seja, o ser climático não é substancial, pois toda substância pressupõe uma essência imóvel, transcendental e auto-suficiente, seja na metafísica aristotélica ou kantiana.

A busca da existência *per se* do clima é uma busca pelo seu padrão de organização, “padrão” entendido não no sentido de modelo ou base fixa de imitação, pois seria uma incoerência teórica. O sentido a que nos referimos é o da sua raiz etimológica: padrão vem da palavra latina *patronu*, que significa “protetor”, e nessa conotação, o padrão é o que protege, que preserva, que mantém. O padrão, como configuração de relações “protetoras”, é dinâmico. O padrão de organização climática é o que protege, preserva e mantém a identidade do “ser” climático.

O padrão de organização climática é auto-organizativo (Fig. 24): efetua-se na e pela interação recursiva entre a **sucessão** dos estados atmosféricos e o **ritmo** dos tipos de tempo. O ritmo é a conexão entre os processos e a estabilidade climática: o padrão rítmico-recursivo é o que mantém o sistema climático auto-organizado, é o que protege sua autonomia operacional e o que preserva suas dependências (interações) ambientais:

Dinâmica de Auto-Organização Climática (Padrão Auto-Organizativo)

Fig. 24

A auto-organização é uma organização ativa e, nesse sentido, o “auto” da organização climática perde o sentido metafísico, deixando de ser autista para ser interativo.

O fenômeno da auto-organização é uma atividade de produção-de-**si**, de reorganização permanente de **si** mesmo, de regeneração sistêmica. Assim como o “auto” da auto-organização, o “**si**” perde a referência auto-afirmativa da substância e torna-se reflexivo, relacional, um “**si**” como recursão sobre **si** mesmo.

Essa contínua atividade auto-organizadora não se efetiva em sistemas fechados da Física clássica, pois nestes só existe dissipação de energia sem realimentação, o que os impele para uma desordem (entropia) que cresce até o equilíbrio estacionário, onde não existirá mais atividade, mais nada para dissipar e a ação temporal será nula.

Somente os sistemas abertos como o clima, possuem capacidade auto-organizadora, pois os processos entrópicos de dissipação de energia são associados aos processos neguentrópicos de realimentação, pelas trocas com o meio: o sistema torna-se complexo pela associação antagônica e complementar entre desordem (entropia) e ordem (neguentropia), isto é, entre desorganização e organização, entre degeneração e regeneração. Um sistema aberto, como o climático, é um sistema estável afastado do equilíbrio. Mediante essa complexa associação, dá-se a auto-(re)organização sistêmica.

“Estar afastado do equilíbrio” não significa “estar em desequilíbrio”. Afastado do equilíbrio é um estado de não-equilíbrio, um distanciamento (“afastamento”) complementar do equilíbrio, um estado de vir-a-ser, que, ao mesmo tempo, determina e é determinado pelo estado oposto, ao passo que o estado de desequilíbrio é o oposto excludente do estado de equilíbrio, uma negação do oponente.

Como vimos, a noção de entropia é fundamental à concepção científica do conceito de auto-organização. Sendo assim, como a noção de entropia pode “legalizar cientificamente” o conceito de auto-organização? Quais os fundamentos científicos que comprovam que o fenômeno da auto-organização não é mais uma teleologia, mais uma metafísica? Tem legitimidade científica o “auto” da organização climática? Para responder a essas indagações desenvolvemos as seguintes elucidações a respeito da noção de entropia. Vejamos:

A origem da noção de entropia ocorreu no século XIX pelo físico e matemático alemão RUDOLF CLAUSIUS. Na tentativa de medir a dissipação de energia em calor e

atrito, CLAUSIUS introduziu o conceito de entropia e formulou o enunciado da Segunda Lei da Termodinâmica: a energia dissipada nunca pode ser recuperada.

Com tal enunciado, passou-se a afirmar uma tendência dos fenômenos físicos da ordem para a desordem, para uma entropia sempre crescente. A direção da entropia definia a flecha do tempo.

Segundo CLAUSIUS, a entropia é definida pela razão entre a energia dissipada e a temperatura:

$$\text{Entropia} = \frac{\text{Energia Dissipada}}{\text{Temperatura}}$$

Esse **conceito clássico de entropia**, no qual a desordem é sempre crescente, levando o sistema ao equilíbrio térmico (relação excludente entre desordem e ordem), faz da entropia um processo não criativo e linear/unidirecional. É a entropia dos sistemas isolados, sem processos de realimentação.

A segunda Lei, porém, trouxe uma novidade importantíssima para a dinâmica dos sistemas: a flecha do tempo, a irreversibilidade no nível macroscópico. Restava, então, verificar a pertinência da irreversibilidade no microcosmo das partículas atômicas e responder o que causava a irreversibilidade.

Foi nesse momento, que o físico austríaco LUDWIG BOLTZMANN, ao estabelecer a ligação entre entropia e ordem, trouxe uma nova concepção de entropia e, ao mesmo tempo, inseriu a segunda Lei no nível microscópico das moléculas. Conseguiu tal façanha pelo seguinte experimento que iremos esquematizar:

Com caixas divididas em dois compartimentos iguais por uma divisória imaginária no centro, e oito moléculas numeradas, estabeleceu a pergunta: quantas maneiras existem para distribuir essas partículas na caixa, de tal modo que um certo número fique do lado esquerdo e as outras restantes do lado direito?

Experimento de Pensamento de BOLTZMANN

Disposições das Partículas

* * ** * * * *	
-----------------------------	--

Somente 01 arranjo => máxima ordem (mínima desordem) =>
Menor possibilidade de compleições => menor probabilidade.

* * ** * * *	*
-------------------------	---

08 arranjos diferentes.

* * ** * *	* *
---------------------	------------

28 arranjos diferentes.

* *	* *
* *	* *

70 diferentes arranjos => máxima desordem (mínima ordem) =>
Maior possibilidade de compleições => maior probabilidade.

O número de possibilidades aumenta à medida que a diferença entre o número de partículas à esquerda e à direita se torna menor.

Para tornar mais didático, vamos mostrar como se formaram os 28 arranjos. Vejamos:

1 2	2 3	3 4	4 5	5 6	6 7	7 8
1 3	2 4	3 5	4 6	5 7	7 8	
1 4	2 5	3 6	4 7	5 8		
1 5	2 6	3 7	4 8			
1 6	2 7	3 8				
1 7	2 8					
1 8						

A esses diferentes arranjos, BOLTZMANN deu o nome de “compleições” e as associou à concepção de ordem – quanto menor for o número de compleições, mais elevada será a ordem.

Compleição significa “constituição”, “organização” e tem a mesma raiz etimológica de “complexo”.

Com esse experimento, BOLTZMANN percebeu que o número de compleições possíveis de qualquer estado mede a probabilidade de o gás se encontrar nesse estado. É desse modo que **a probabilidade é definida. Quanto maior for o número de compleições para**

um certo arranjo [disposição das partículas], mais provável será a ocorrência desse estado num gás com moléculas em movimento aleatório, ou seja, o número de compleições possíveis de um certo tipo de arranjo (disposição das partículas) mede tanto o grau de ordem desse estado como a probabilidade de sua ocorrência.

O arranjo/estado (ou, nesse caso, uma determinada disposição das partículas), que mais favorecer a formação de um número maior de compleições, será o arranjo/estado mais provável do sistema, isto é, quanto maior a desordem maior será a probabilidade de o sistema assumir aquele estado de organização: os estados afastados do equilíbrio geram maiores possibilidades de organização do sistema.

Assim como, quanto maior for a ordem, menor será a probabilidade do sistema assumir aquele estado de organização: os estados próximos do equilíbrio geram poucas possibilidades de organização do sistema.

Isso tudo implica que: o estado presente de desordem proporciona maiores possibilidades futuras de ordem (organização) do sistema, numa relação íntima complementar entre desordem/ordem, ou instabilidade/estabilidade, ou caos/organização; e que a seta do tempo reflete o processo histórico do sistema.

A nova concepção de entropia relaciona-se a uma ordem “flutuando na desordem”. Deu *status* científico à improbabilidade, à imprevisibilidade. A entropia passou a ser a condição básica para a provável estabilidade do sistema, visto que as possibilidades de organização do sistema são proporcionais à dissipação de energia.

Finalmente, podemos deduzir: quanto mais instável ou afastado do equilíbrio maior é a dissipação de energia do sistema => maior entropia, pois:

Entropia é o grau de dissipação (distribuição) de energia:

↑ Dissipação (Distribuição) de energia => ↑ Entropia

↓ Dissipação (Distribuição) de energia => ↓ Entropia

ou

↑ Concentração de energia => ↓ Entropia

Dessa forma, a entropia se insere no contexto do pensamento sistêmico, onde todo sistema se relaciona com seu meio - o contexto dos sistemas abertos, onde existe realimentação (relação não-linear/recursiva) - e assume uma concepção de fenômeno básico do processo de organização de um sistema real, existente na natureza.

O termo “entropia” passa de fato a fazer jus à sua origem, que é a combinação de “energia” e “*tropos*”, que em grego significa “transformação ou evolução”, ou seja, mede o grau de evolução de sistema físico.

O historiador VICTOR LEONARDI, em seu livro *Jazz em Jerusalém* (1999) cita entropia como o **“grau de organização e liberdade de ação que os componentes da matéria e da energia possuem.”**

Essa concepção é bastante elucidativa, pois revela de forma clara a essência criadora da entropia: **quanto maior (↑) Dissipação (Distribuição) de energia implica (=>) uma ↑ liberdade de ação da matéria/energia que => ↑ grau de organização e ↑ capacidade criadora.**

Este fato é comprovado estatisticamente por meio do crescente número de compleições possíveis, proporcionais ao crescimento de entropia: as probabilidades de organização/reorganização da matéria/energia são proporcionais à entropia.

Outra correlação importante que podemos fazer é: quanto ↑ a diversidade natural (biodiversidade) de um ecossistema => ↑ entropia (↑ dissipação de energia), pois ↑ é o grau de realimentações para a manutenção do padrão de organização do ecossistema => ↑ grau de complexidade.

Quanto ↑ a biodiversidade, ↑ a entropia e o aumento de entropia favorece a manutenção/ampliação da diversidade natural, porém, se não fosse essa circularidade recursiva (laços de realimentação), a entropia dentro do sistema seria crescente e o levaria à destruição, isto é, a entropia interna ao sistema aberto tende a manter-se em situação estável de não-equilíbrio e a inverter-se em neguentropia (neguentropia/equilíbrio dinâmico), renovando-se constantemente - o que reflete a relação antagônica, complementar e recursiva entre entropia e neguentropia.

Esse processo contínuo de renovação/manutenção (processos homeostáticos) se faz internamente ao sistema a partir de trocas com o meio ambiente. Os processos entrópicos apontam a direção da flecha do tempo e, simultaneamente, se enrola nela e se desdobra em dois movimentos dialógicos. Isso pode ser traduzido pela esquematização que elaboramos:

“Tudo ao Mesmo Tempo Agora”

A degradação e a (re)construção do sistema se processa de forma simultânea e continuada na/pela Transformação ↔ Evolução

Eis a comprovação da relação entre entropia e organização. Falta-nos, agora, legalizar o “**auto**”, o **círculo recursivo** de que tanto falamos ao longo deste trabalho. Existe algum experimento que comprove a recursividade? Ou processo que faz da organização uma “produção-de-si”? Creio que os processos iterativos encontrados nos sistemas não-lineares, como o sistema climático, podem ser um caminho explicativo.

Os sistemas não-lineares possuem uma característica peculiar; pequenas alterações podem ter grandes efeitos, pois podem ser amplificados repetidamente por meio de realimentações. Esses processos não-lineares originam uma dinâmica instável e de súbitas emergências de novas formas de organização ou ordem: uma dinâmica de auto-organização.

A iteração é o processo matemático dos laços de realimentação. A iteração é um processo não-linear, onde uma dada função se repete continuamente sobre si mesma. Observemos no esquema (baseado em CAPRA, 2000, p.107) a seguir como isso ocorre:

Pegamos uma função “x”, assim representada: $f(x) = x$;

onde k pode ser qualquer constante de multiplicação, por exemplo: $f(3) = 3x$;

cada passo de multiplicação é chamado de “mapeamento”;

esse tipo de mapeamento é chamado de “mapeamento logístico” ou “equação do crescimento”. Vejamos como se processa usando o exemplo acima:

$$x \rightarrow 3x(1 - x)$$

A variável x pode ser visualizada como um segmento de reta que vai de 0 a 1, e é fácil calcular os mapeamentos para alguns pontos, como se segue:

“Transformação do Padeiro”: iteração que resulta em repetidas operações de estender e dobrar.

Dessa maneira, os mínimos erros de arredondamento irão se acumular e se amplificar, produzindo grande incerteza de previsões. A iteração proporciona o que tecnicamente é chamado de “Sensibilidade às Condições Iniciais” (SCI). Esse efeito amplificar (quantitativo), que leva a uma transformação (qualitativo) do sistema, constitui-se na própria efetivação do princípio dialético da “passagem da quantidade para a qualidade”.

Esse é um exemplo simples de processos não-lineares, altamente imprevisíveis e complexos, que se constituem em processos caóticos. **A iteração é uma explicação científica para o fenômeno da recursão, que é um processo auto-organizador.**

Quando as amplificações atingem um limite ou um ponto de instabilidade, a dinâmica do sistema se torna caótica e totalmente imprevisível. Esse é o chamado ponto de bifurcação (fig. 25), a partir do qual a estrutura do sistema pode se dividir e seguir uma trajetória de organização imprevisível, emergindo assim um novo estado de ordem. Esse é o comportamento de estruturas dissipativas, como as chama PRIGOGINE (1996, 2002).

O Comportamento Gráfico das Bifurcações

Fig. 25

Baseado em: Prigogine, 2002, p. 23

Nos sistemas não-lineares, afastados do equilíbrio, a auto-organização se processa de uma forma dialética, em que o caos faz emergir a ordem e a ordem faz emergir a organização, a qual produz recursão e uma nova instabilidade, num círculo criativo que se repete diferentemente, sem fim.

“Outro elo importante entre a teoria do caos e a geometria fractal é mudança da quantidade para a qualidade. ... De maneira semelhante, é impossível calcular o comprimento ou a área de uma forma fractal, mas podemos definir o grau de “denteamento” de uma maneira qualitativa.

... A técnica principal para se construir essas fractais matemáticas é a **iteração** – isto é, a repetição incessante de uma certa operação geométrica. O processo da iteração ... (a característica matemática subjacente aos atratores estranhos), revela-se ... como o aspecto matemático central que liga a teoria do caos à geometria fractal.” (CAPRA, 2000, p.119)

O comportamento visual dessa dinâmica pode ser observado a partir de um espaço matemático abstrato, denominado de “espaço de fase”, que é um espaço abstrato, onde cada ponto descreve uma trajetória do sistema. Para cada estado inicial, uma trajetória diferente. Alguns pontos atraem as trajetórias, fazendo com que elas se repitam sucessivamente no espaço de fase. Desse processo surgem os “atratores estranhos”, que pelo efeito da repetição exibem uma forma fractal.

“...as estruturas dissipativas são ilhas de ordem num mar de desordem, mantendo e até mesmo aumentando sua ordem às expensas da desordem maior de seus ambientes. ... a ordem “flutua na desordem” ... embora a entropia global continue aumentando de acordo com segunda lei.

... Os fluxos turbulentos de água e de ar, embora pareçam caóticos, são na verdade altamente organizados, exibindo complexos padrões de vórtices dividindo-se e subdividindo-se incessantes vezes em escalas cada vez menores. Nos sistemas vivos, a ordem proveniente do não-equilíbrio é muito mais evidente ... o caos é transformado em ordem.” (PRIGOGINE, in CAPRA, 2000, p.155,156)

As “Células de Bénard” ou “Instabilidades de Bénard” constituem um exemplo categórico do fenômeno espontâneo da auto-organização: o sistema ao se afastar do

equilíbrio, chega a um ponto crítico de instabilidade, a partir do qual emerge um ordenado padrão hexagonal. Na descrição de CAPRA (2000),

“... o não-equilíbrio que é mantido pelo fluxo contínuo de calor através do sistema gera um complexo padrão espacial em que milhões de molécula se movem coerentemente para formar as células de convecção hexagonais. As células de Bénard ... também ocorrem na natureza numa ampla variedade de circunstâncias. Por exemplo, o fluxo de ar quente que provém da superfície da Terra em direção ao espaço exterior pode gerar vórtices de circulação hexagonais que deixam suas marcas em dunas de areia e em campos de neve árticos.” (P.81)

Células de Bénard

Fig. 26

Podemos inferir que o sistema atmosférico é um sistema caótico com alta SCI: um sistema com contínuas instabilidades estruturais (sistema afastado do equilíbrio), desenvolvendo sucessivos pontos críticos de instabilidade (bifurcações). A estrutura atmosférica é dissipativa (estruturas estáveis afastadas do equilíbrio): O sistema atmosférico é

composto por um padrão complexo de comportamentos coletivos instáveis associados a comportamentos singulares estáveis interconectantes. E o clima é um desses padrões “singulares estáveis interconectantes”, uma estrutura espaciotemporal ativa.

A associação dos conceitos de entropia e de recursão (iteração) fundamenta cientificamente o fenômeno da auto-organização e, conseqüentemente, o paradigma da organização ativa, da autopoiesis dos sistemas naturais (e portanto, abertos) afastados do equilíbrio.

“A idéia do ser não é uma noção substancial. É uma idéia organizacional. Não há ser onde há dispersão, há emergência de ser ali onde há organização. Mas a idéia de ser só toma sua identidade fenomenal onde há organização ativa, ou seja, autonomia e práxis...” (MORIN, 2003, p.260)

Todos esses complexos fenômenos que envolvem a auto-organização só se realizam em sistemas abertos, fazendo com que tenhamos muito bem esclarecidas as noções de “abertura” e “fechamento” no contexto da organização ativa.

As noções de abertura e fechamento não são noções opostas que se excluem, pois elas estão inseridas num contexto organizacional recursivo: a abertura é aquela que alimenta o sistema e o fechamento é o que mantém sua fronteira operacional: autonomia operacional (fechamento) com dependência ecológica (abertura).

A abertura expõe o sistema à entropia geral, que faz o sistema evoluir e se degradar, e o fechamento opera a neguentropia, que se espirala no sistema, fazendo-o renovar-se: o sistema é aberto na medida em que é fechado; o fechamento organizacional, não é o mesmo fechamento da Física clássica. Na concepção clássica, fechar significa interditar, isolar, excluir suas dimensões espaciotemporais.

Todo sistema organizado opera um fechamento, o qual se processa pela recursão, como ocorre com o citado fenômeno da “Transformação do Padeiro”: uma iteração que resulta em repetidas operações de se estender (entropia geral) e se dobrar sobre si mesmo (neguentropia), mantendo os limites de atividade do sistema (sua fronteira operacional). A

recursividade circular mantém a configuração do sistema, conservando, assim, o seu padrão de organização.

“... as organizações ativas dos sistemas ditos abertos asseguram as trocas, as transformações que alimentam e operam a sua própria sobrevivência: a abertura lhes permite se re-formar sem para; eles se re-formam se fechando, por circuitos múltiplos, retroações negativas, ciclos recursivos ininterruptos [...] Assim, se impõe o paradoxo: um sistema aberto é aberto para se fechar outra vez, mas é fechado para se abrir e se fecha novamente se abrindo. O fechamento de um ‘sistema aberto’ é o fechamento em **si**.” (MORIN, op. cit., p.170)

Nesse contexto teórico, a abertura cria a possibilidade de existência do sistema e o fechamento a sua especificação existencial: a abertura produz “o” sistema, a generalidade de todo sistema aberto, e o fechamento o transforma em “um” sistema, a singularidade de cada sistema.

“O circuito espiral do redemoinho é na verdade o circuito que se refecha ao se abrir e, por isso, se forma e se reforma ... é por ser aberto – alimentado – que ele é produtor, é por ele se fechar que ele existe como produtor. ...” (MORIN, Ib., P.260)

“Assim, a abertura [do sistema] produz a existência; o circuito generativo/recursivo [o fechamento] produz o ser [do sistema].

Ser, existência, *si*, são emergências de uma totalidade retroagindo recursivamente sobre si mesma enquanto totalidade; são, ao mesmo tempo, produtos-produtores da produção-de-si.” (MORIN, Ib., p.261)

Nossa posição teórica é a de que a existência do clima se produz pela abertura. Ao tomar essa posição, estamos expressando o caráter geográfico da concepção de sistema

climático, pois os aspectos climáticos que interessam à perspectiva da Geografia são aqueles de sua interação com a paisagem geográfica. Da mesma maneira procedo com a especificação de um tipo climático. O “ser” de um clima é produzido pelo seu fechamento recursivo, e assim o sistema climático adquire uma natureza **autopoiética** (Fig. 27).

“....O mistério do ser e da existência não é resoluto ... Mas podemos conceber que no mesmo movimento sejam gerados pela práxis o ser, pela abertura, a existência, pela organização, a autonomia, pela recursão o *si*. (Ib., p.264)

A *poiésis* climática se processa, simultaneamente, *per se* e pela interação com outras *poiésis*. Uma *poiésis* puramente *per se* é uma ontologia metafísica, do mesmo modo é uma *poiésis* que não integra a si mesma, vazia de organização interna, um substrato etéreo.

Fig. 27
Constelação Generativa:
circuito recursivo,
abertura/fechamento,
poiésis.
Morin (2003, p.263).

A razão do “ser” climático provém de uma racionalidade complexa, principalmente por se tratar de um sistema que “não se oferece a nós na experiência sensível”, como uma árvore ou um rio. Ele está na árvore e no rio e estes estão nele. Só podemos sabê-lo através de uma abstração teórica, que são seus elementos e fatores. Isso quer dizer que o clima é uma teoria? O sistema climático, assim como todo sistema, é ao mesmo tempo uma abstração e um fato. O clima é um sistema definido por um sistema metodológico, que

pressupõe um sistema de procedimentos e técnicas, que definem o sistema climático. Nesse sentido conceitual, o clima é uma teoria. Todo sistema que é conceituado e passa a fazer parte de uma práxis científica, social e cultural torna-se um fato. Nesse sentido “prático”, o clima assume uma existência efetiva. A *poiésis* climática é complexa em todos os sentidos. Um pensamento de MORIN (Ib.) expõe bem essa nossa reflexão.

“O conceito de sistema só pode ser construído na e pela transformação sujeito/objeto, e não na eliminação de um pelo outro.

O realismo ingênuo que toma o sistema por objeto real elimina o problema do sujeito; o nominalismo ingênuo que toma o sistema por um esquema ideal elimina o objeto. Mas ele elimina também o problema do sujeito, já que ele considera no modelo ideal não a sua estrutura subjetiva, e até cultural, mas o seu valor de eficiência na manipulação e na previsão.

De fato, o objeto, seja ele ‘real’ ou ‘ideal’, é também um objeto que depende de um *sujeito*.” (P.178-179)

O que existe de “fato”, independentemente de nossas abstrações, é o Cosmos. O nosso mesocosmos é Gaia, que não é simplesmente sensível, é uma matriz processual e não uma síntese (uma coisa). É uma força ativa auto-organizadora, subjacente a todo e qualquer padrão que emerge em nossas circunstâncias de observação.

Essa matriz cósmica que chamamos de Natureza existe, independentemente de nossa existência, porém a apreensão de sua existência depende do observador. Um homem e um coelho possuem apreensões diferenciadas da natureza, constituindo seus mundos de percepção (razões biológicas), assim como ocorre entre homens de culturas diversas (razões culturais). Na verdade, nunca saberemos como de “fato” a natureza é realmente. Somos da/na natureza: a natureza é ao mesmo tempo “em si” e uma construção cognitiva. E esta visão não antropocêntrica e não mecanicista/determinista é que devemos ter diante dos sistemas que estudamos. A textura climática é uma realidade para nós, apesar de sua infratextura existir antes e sem nós.

5. AS IMPLICAÇÕES CONCLUSIVAS

5.1. Implicações epistêmicas e de práxis

Acreditamos que as implicações da renovação do pensamento sistêmico pela inserção dos princípios da complexidade, sejam muitas, indo desde os aspectos epistemológicos e metodológicos até aqueles técnicos e práticos. Se pensamos a realidade em que vivemos como complexa, os instrumentos de estudo desta realidade também devem se “complexificar”.

A inserção do sujeito no processo de conhecimento é um diferencial fundamental do novo pensamento, porque é uma participação ativa, indo além do observador instrumental da Física Quântica. O sujeito agora é um sujeito-cognoscente que se transforma pelo conhecimento que ele forma e, também, é sujeito social que vive num determinado espaço-tempo. Nenhum sujeito é isento e nenhum conhecimento é absoluto.

Podemos reafirmar, sem sensacionalismos, que essa fase (re)visionária do pensamento sistêmico o revela, mais uma vez, como o melhor instrumento teórico-metodológico para a compreensão científica da Natureza, principalmente dos sistemas naturais de ordem geográfica e ecológica/ambiental, tais como os sistemas atmosféricos/climáticos.

Essa nova “sistematização” do pensamento sistêmico traz consigo uma nova perspectiva da relação entre a sociedade e a natureza. Uma perspectiva que relativiza as hierarquias de valores e elimina a visão determinista que costuma ser feita entre as áreas sociais e naturais do conhecimento.

Quando vemos a relação sociedade-NATUREZA dessa forma, produz-se um “determinismo natural”. Esse determinismo é resultado de um método de reflexão cartesiano e “representacionista”, onde o reducionismo da relação direta “causa ↔ efeito” desconsidera tanto a complexidade das relações que geram as estruturas sociais como a própria autonomia

da dinâmica interna da sociedade. Um exemplo clássico são as deduções “científicas” de um determinismo climático diante das diversidades culturais dos povos.

O mesmo vale ao pensarmos a relação SOCIEDADE-natureza assim, ocorre o inverso, o “determinismo socioeconômico”. Este pretende-se dialético, ao adotar um método de ênfase histórica, porém nega os princípios da “diversidade na unidade”, “da oposição complementar”, auto-afirmando as relações socioeconômicas como determinantes e não como desencadeadoras. É uma visão antropocêntrica, que também é uma forma reducionista, pois considera a complexidade socioeconômica como o centro analítico determinante do meio, negando a complexidade complementar dos sistemas naturais.

Para o pensamento sistêmico, não existe “centro determinante”. O que há é uma teia, uma rede de relações que se processam mutuamente: a abstração analítica no processo de conhecimento gera artificialmente um “centro” e uma dimensão ou escala de observação, ou seja, a sociedade e o meio interagem entre si, de forma autônoma e interdependente, numa espécie de acoplamento estrutural (interações com autonomia operacional).

A visão antropocêntrica, quando associada ao modo de pensar capitalista, opera um reducionismo extremo, concebendo a Natureza como um “recurso natural”. E o clima não escapa a essa redução. É por isso que refutamos a busca pelas funções climáticas, pois ela decorre de um contexto mais amplo de implicações ideológicas que acabam sendo legitimados pelos conceitos funcionalistas da ciência. A função da natureza não é “servir” à sociedade humana. Os processos climáticos globais encontram-se alterados em sua dinâmica recursiva exatamente porque o “ser” humano não se percebe no “ser” climático; a percepção é fragmentada e excludente pelo modo de pensar utilitário.

O clima não é um recurso natural. Ele é um elo, um hólon, na imensa, complexa e recursiva teia de relações multiniveladas que forma e (re)forma o mundo em que vivemos. O clima não é uma fonte de riqueza a ser explorada pela atividade econômica humana. O clima, assim como nós, é uma emergência do fenômeno global de auto-organização, que nos torna complementares, numa solidária dinâmica de existir uns por meio dos outros. A compreensão da complexidade da *poiésis* climática é um nível de compreensão do padrão autopoietico universal que produz Gaia, que nos produz.

5.2. Implicações nas inferências futuras

Nossa percepção climática cotidiana ocorre pelas nossas sensações térmicas e visuais, e essa forma perceptiva não é menos real do que a percepção científica. A Climatologia Geográfica define o clima pela “série dos estados da atmosfera em sua sucessão habitual”. Determinar um clima pela sua sucessão habitual dos estados da atmosfera é apenas uma das formas de especificação; e só tem validade para os climas atuais. Sabemos que os oceanos e os biomas exercem grande influência na dinâmica atmosférica e nos tipos climáticos, mas seus parâmetros não entram na definição climática, apenas muito indiretamente, como por meio das características das massas de ar, dos parâmetros meteorológicos. Da mesma forma como determinar os paleoclimas pelos anéis do tronco de árvores fossilizadas ou pelas camadas remotas do gelo polar, por exemplo, um dia desenvolveremos métodos e técnicas para determinarmos os climas atuais pela associação de parâmetros atmosféricos e não-atmosféricos, estando estes explícitos na sua definição científica.

O padrão de organização de um clima pode ser reconhecido através da sua incorporação nos aspectos físicos, químicos e biológicos da paisagem, porque os componentes naturais da paisagem estão em processo contínuo e simultâneo de relações entre si e com a dinâmica solar/cósmica mantendo o padrão climático.

A Análise Rítmica dos Tipos de Tempo se aproxima muito dessa perspectiva, mas a definição sorreana só explicita a dimensão atmosférica do clima.

A dinâmica atmosférica é também um evento da paisagem, que participa ativamente de sua composição, o que exclui a idéia da atmosfera como um simples “pano de fundo” da paisagem.

O clima é, portanto, um desdobramento das conexões espaciotemporais transcendendo o domínio atmosférico: é um padrão de interconexões, um evento emergente. O clima contém e está contido na paisagem como um todo.

As conexões espaciotemporais representam a complexa teia de relações entre eventos multinivelados que se integram na composição do que denominamos de paisagem natural.

Consideramos como “eventos” os domínios de relações físicas, químicas e biológicas que costumeiramente denominamos de “elementos e fatores” da paisagem, que em nosso contexto de estudo constituem padrões de organização que se interconectam e se aninham, emergindo quando especificamos em nossos procedimentos de análises disciplinares.

A estrutura climática ou incorporação física da organização de um sistema climático - que se revela através da paisagem - em qualquer ponto do seu desenvolvimento, é um registro de suas mudanças estruturais anteriores (mudanças em seus elementos constitutivos), e cada mudança estrutural influencia o comportamento futuro do sistema. Isto implica que o comportamento do sistema climático é determinado pelo seu padrão de organização, pela sua estrutura e pelas suas inter-relações com o meio. O padrão de organização determina a identidade do sistema (suas características essenciais); a estrutura - formada por uma seqüência de mudanças estruturais, associadas ao acoplamento com o meio - determina o comportamento do sistema.

As mudanças climáticas, incluindo o aquecimento global, são bons exemplos disso. Elas podem refletir a passagem por um ponto de instabilidade, o rompimento das condições estruturais, inviabilizando a manutenção do padrão de organização climático atual, fazendo emergir uma nova ordem/padrão, uma nova dinâmica de organização.

As contínuas alterações no fluxo de matéria e energia (alterações quantitativas) dos sistemas que co-participam da dinâmica climática produzirão instabilidades que se amplificarão ao longo do tempo (efeito das realimentações ou iterações), chegando a um ponto crítico (ponto de bifurcação) a partir do qual ocorrerá uma alteração na dinâmica de relações do sistema climático (alterações qualitativas): as mudanças quantitativas contínuas se amplificam e produzem transformações qualitativas (passagem da quantidade para a qualidade).

Podemos inferir, a partir desse contexto, que os estados da atmosfera são padrões que emergem sucessivamente, tornando os tipos de tempo semelhantes quando submetidos a

domínios estruturais semelhantes, como, por exemplo: dentro de um domínio invernos, a dinâmica estrutural especificará padrões sucessivos de estados atmosféricos que farão emergir tipos de tempo semelhantes entre si, porém com diferenças oscilantes/flutuantes (repetição com diferença): todos os domínios invernos de um clima especificarão sucessivamente um tipo de tempo inerente a sua dinâmica estrutural.

A estação climática, por conseguinte, representa um padrão de comportamento atmosférico especificado pela teia de inter-relações regionais/zonais/globais que faz emergir o clima envolvente.

As estações se sucedem anualmente de forma semelhante (pois estão num mesmo domínio de relações) mas nunca são iguais umas às outras. Tanto as estações como os estados atmosféricos e seus respectivos tipos de tempo podem ser considerados como padrões emergentes de um processo de iteração sob determinada intensidade rítmica/dinâmica estrutural da referida teia de relações: as flutuações dessa intensidade rítmica geram amplificações até atingir um ponto crítico, produzindo um novo padrão, ou seja, a passagem de uma estação para outra pode ser produzida a partir de um ponto de instabilidade que restabelece uma nova ordem/padrão/domínio estrutural.

Em suma, os ritmos vão se acoplando sucessivamente e formando uma dinâmica recursiva que integra a fenomenologia natural da autopoiesis. Acreditamos que num tempo futuro teremos condições teóricas, metodológicas e técnicas para inserirmos de modo mais evidente os parâmetros, tanto quantitativos como qualitativos, dessa infratextura subjacente aos sistemas naturais autopoieticos. E, assim, será senso comum o entendimento da organização que gera e ativa essa complexa *poiesis* sistêmica em que o clima está inserido, o que refletirá de forma radical em nossas percepções, concepções e ações científicas, sociais e culturais diante do mundo em que vivemos e, principalmente, diante de nós mesmos como co-participantes autopoieticos dessa harmoniosa ritmopéia cósmica.

6. BIBLIOGRAFIA:

- AGB – *Mudanças Climáticas: Repercussões Globais e Locais* – São Paulo: Terra Livre, 20, 2003.
- ANDRADE, Gilberto O. de e LINS, Rachel C. – *Climas do Nordeste* – in Revista de Geografia, Edição Especial/IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, UFPE, Recife: 2001.
- AYOADE, J.O. – *Introdução à Climatologia para os Trópicos* – Trad. de Maria J. Z. dos Santos; São Paulo: DIFEL, 1986.
- BERNARDES, Lysia M.C. – *Aplicação de Classificação Climática ao Brasil* – Rio de Janeiro: Boletim Geográfico/IBGE, ano 17, nº 149, p.108 – 113, 1959.
- BERTALANFFY, Von Ludwig – *Teoria Geral dos Sistemas* – Trad. de Francisco M. Guimarães, Brasília: Ed. Petrópolis/Vozes, 1975.
- BERTRAND, G. - *Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico* - Cadernos de Ciências da Terra, vol. 13, São Paulo: IGEUSP, 1972.
- BERGÉ et alii, Pierre - *Dos Ritmos ao Caos*; Trad. De Roberto L. Ferreira - São Paulo: UNESP, 1996.
- BERGSON, Henri - *Duração e Simultaneidade* - São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- BRANCO, Samuel M. – *Ecossistêmica: uma Abordagem Integrada dos Problemas do Meio Ambiente* – 2ª Ed., São Paulo: Edgar Blücher,., 1999.
- BUNGE, Mario – *Epistemologia: curso de atualização* – Trad. de Cláudio Navarra, São Paulo: T.A. Queiroz Editor/EDUSP, 1980.
- CAMARGO, Luís H.R. – *A Ruptura do Meio Ambiente: Conhecendo as Mudanças Ambientais do Planeta Através de uma Nova Percepção da Ciência - A Geografia da Complexidade* - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- CAPRA, Fritjof – *O Tao da Física: um Paralelo entre a Física Moderna e o Misticismo Oriental* – Trad. José F. Dias; 16ª ed., São Paulo: Cultrix, 1995.
- _____ - *Sabedoria Incomum* – Trad. Carlos A. Malferrari, São Paulo: Cultrix, 1995.

_____ - *O Ponto de Mutação: a Ciência, a Sociedade e a Cultura Emergente* – Trad. Álvares Cabral; 20ª ed., São Paulo: Cultrix, 1997.

_____ - *A Teia da Vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos* – Trad. de Newton R. Eichenberg; 9ª ed., São Paulo: Cultrix, 2000.

_____ - *Pertencendo ao Universo: explorações nas fronteiras da ciência e da espiritualidade* - Trad. de Newton R. Eichenberg, São Paulo: Cultrix/Amana, 2003.

CASINI, Paolo - *As Filosofias da Natureza* – Lisboa/São Paulo: Presença/Martins Fontes, 1987.

CHAUÍ, Marilena – *Convite à Filosofia* – 3ª Ed., São Paulo: Ática, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. - *Análise de Sistemas em Geografia* – São Paulo: Hucitec/Edusp, 1979.

_____ - *O Desenvolvimento Analítico e Conceitual nos Estudos das Bacias Hidrográficas: da Análise Morfométrica à Abordagem Fractal* – Boletim de Resumos Expandidos, VI Simpósio de Quantificação em Geociências, 1995a, pp. 49-54.

_____ - *Concepções Analíticas e Teóricas em Geomorfologia relacionadas ao Uso da Abordagem Fractal* – Resumos VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 1995b, p. 123.

CHRISTOFOLETTI, A.L.H. – *As Pesquisas Utilizando a Fractal Cantor em Climatologia* – Boletim de Resumos Expandidos, VI Simpósio de Quantificação em Geociências, 1995a, pp. 45-47.

_____ - *Técnicas de Análise Fractal Aplicadas ao Estudo da Precipitação: exemplos da Estação Chuvosa de Rio Claro* – Resumos V Encuentro de Geografos de America Latina, Havana, 1995a, p. 106.

_____ - *Análise Fractal dos Períodos Secos e Chuvosos de 1983 a 1985 no Estado de São Paulo* – Anais do X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - UERJ, Rio de Janeiro: 2003.

_____ - *Sistemas Dinâmicos: as Abordagens da Teoria do Caos e da Geometria Fractal em Geografia* – in Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 89 – 110.

CHRISTOFOLETTI, A. & CHRISTOFOLETTI, A.L.H. – *O Uso das Fractais e Multifractais na Análise Geográfica* – Lisboa: IICT/Garcia de Orta, Série de Geografia, 16 (1-2), 1998, 1-48.

CIDADE, Lúcia C. F. – *Visões de Mundo, Visões de Natureza e a Formação de Paradigmas Geográficos* - São Paulo: Terra Livre, 17, AGB, 2001.

COLLINGWOOD, R.G. - *Ciência e Filosofia: A Idéia de Natureza* – Lisboa/São Paulo: Presença/Martins Fontes, 1986.

CONTI, José Bueno - *Circulação Secundária e Efeito Orográfico na Gênese da Chuva da Região LesNordeste Paulista* - Tese de Doutorado - Série Teses e Monografias N^o 18, São Paulo: IGEOUSP, 1975.

_____ - *Objeto e Método da Climatologia*: texto para discussão em sala de aula – São Paulo: Depart^o de Geografia da USP, s/d.

_____ - *Os Problemas de Método da Climatologia*: texto para discussão em sala de aula – São Paulo: Depart^o de Geografia da USP, s/d.

_____ - *Desertificação nos Trópicos*: proposta e metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro – Tese de Livre Docência, São Paulo: Depto. De Geografia – FFLCH/USP, 1995.

_____ - *Geografia e Climatologia* – GEOUSP, N^o 9, São Paulo: Humanitas Publicações, 2001.

_____ - *A Geografia Física e as Relações Sociedade/Natureza no Mundo Tropical* – Humanitas Publicações, FFLCH/USP, São Paulo: 2002.

CONTI, José Bueno e FURLAN, Sueli A. – *Geoecologia: O Clima, os Solos e a Biota* – in Geografia do Brasil – São Paulo: EDUSP, 1995.

CORRÊA, Robert L. e ROSENDAHL, Zeny (orgs.)– *Paisagem, Tempo e Cultura* – Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2004.

CORSON, Walter H. (editor) - *Manual Global de Ecologia: O que você pode fazer a respeito da crise do Meio Ambiente* - Tradução: Camaru, Alexandre G; São Paulo: Ed. Augustus, 1993.

DE MARTONNE, E. - *Geografia Física* - in *Panorama da Geografia*, Trad. Vitorino M. Godinho, Lisboa: Vol. I, Edições Cosmos, 1953.

DREW, David - *Processos Interativos Homem-Meio Ambiente* - Trad.: Santos, J. Alves - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

EMBRAPA - *Zoneamento Agroecológico do Nordeste*. Brasil - Brasília: MARA-EMBRAPA-CPTSA/SNLCS, 1991.

ENGELS, F. - *A Dialética da Natureza* - Rio de Janeiro: 6ª ed, Paz e Terra, 2000.

FIGUEIREDO, Vinicius - *Kant & A Crítica da Razão Pura* - Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

FÓRUM, da Sociedade Civil Cearense sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - *Diagnóstico Sócio-Ambiental do Estado do Ceará: O Olhar da Sociedade Civil* - Fortaleza: BNB, 1993.

FUNCEME - *Áreas Degradadas Suscetíveis aos processos de Desertificação no Estado do Ceará* - Brasil - Fortaleza: ICID/UFC/UFPI, 1992.

_____ - *Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará* - Recursos Naturais e Meio Ambiente - Projeto Áridas - V. 2 / GT 1, Fortaleza: SEPLAN-CE, 1994.

_____ - *Boletins de Monitoramento Climático* - CPTEC/INPE/INMET, Fortaleza: 1987 - 1998.

GEIGER, Rudolf - *Manual de Microclimatologia*- Trad. Ivone Gouveia e Francisco C. Cabral; Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1980.

GERARDI, Lúcia Helena de O. e SILVA, Barbara-Christine N. - *Quantificação em Geografia* - São Paulo: DIFEL, 1981.

GLEICK, J - *Caos: a criação de uma nova ciência*. Rio de Janeiro: Editora Campus. 1990

- GONDOLO, Graciela C. F. – *Desafios de um Sistema Complexo à Gestão Ambiental: Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo* – São Paulo: FAPESP/Annablume, 1999.
- GREGORY, K.J. - *A Natureza da Geografia Física* – Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1992.
- GRINGS, Dadeus – *O Homem diante do Universo* – Porto Alegre: EDIPUCRS, 1995.
- GUERRA, Alba G. e CARVALHO, G. – *Interpretação e Método: Repetição com Diferença* – Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- JACOMINE, P. K. T. et al – *Levantamento Exploratório de Solos: Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará* – vol. 1, Recife: SUDENE, 1973.
- KANT, Immanuel - *Crítica da Razão Pura* – São Paulo: Martin Claret, 2001.
- KÖEPPEN, Wilhelm - *Sistema Geográfico dos Climas* - Trad. Corrêa, Antônio C. de Barros - Série B: Textos Didáticos, nº 13 - Departº de Ciências Geográficas, Recife: UFPE, 1996.
- LAKATOS, Eva Maria et al – *Metodologia Científica* – 2ª ed., São Paulo: Atlas, 1991.
- LEFEBVRE, Henri – *Lógica Formal/Lógica Dialética* – Trad. de Carlos N. Coutinho, 3ª ed., Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1983.
- LEFF, E. – *Epistemologia Ambiental* – Trad. S. Valenzuela, São Paulo: Cortez, 2002.
- LEONARDI, V. - *Jazz em Jerusalém: Inventividade e Tradição na História Cultural* – São Paulo: Nankin Editorial, 1999.
- LIMA, L. C. (org.) – *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará* – Fortaleza: FUNECE, 2000.
- LORENZ, E .N. – *A Essência do Caos* – Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1996.
- LOVELOCK, James – *Gaia: a Prática Científica da Medicina Planetar* – Trad. de Jorge D. Nogueira; Lisboa: Instituto Piaget, 1991a.
- _____ – *As Eras de Gaia: a Biografia da nossa Terra Viva* – Trad. de Beatriz Sidou; Rio de Janeiro: Campus, 1991b.
- MAGLIOCA, Argeo – *Glossário de Oceanografia* – São Paulo: Nova Stella/EDUSP, 1987.
- MANDELBROT, Benoit - *Os Objetos Fractais* - Rio de Janeiro: Contraponto, 2001

MATURANA, Humberto R e VARELA, Francisco – *A Árvore do Conhecimento*: as bases biológicas da compreensão humana – São Paulo: Ed. Palas Athenas, 2000.

MATURANA, Humberto R. – *A Ontologia da Realidade* – Org. Cristina Magro et alii; 2ª ed., Belo Horizonte: UFMG, 2001.

MENDONÇA, F. e MONTEIRO, C.A.F. (orgs.) – *Clima Urbano* – São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, Carlos Augusto de F. - *Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática* - Revista Geográfica, São Paulo: Instituto Pan-Americano de Geografia e História - Rio Claro, 1962.

_____ - *A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil Oriental* (Contribuição Metodológica à Análise Rítmica dos Tipos de Tempo no Brasil) - Tese de Doutorado - Série Teses e Monografias nº 1, São Paulo: IGEOUSP, 1969.

_____ - *Análise Rítmica em Climatologia* - Climatologia nº 1, São Paulo: IGEOUSP, 1971.

_____ - *A Climatologia do Brasil ante a Renovação Atual da Geografia: Um Depoimento* - Métodos em Questão Nº 6, São Paulo: IGEOUSP, 1973a.

_____ - *A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo*: estudo geográfico sob a forma de atlas – São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1973b.

_____ - *A Compreensão do Sistema Climático Regional do Nordeste Brasileiro*: uma proposta preliminar de pesquisa vinculado a um programa de Estudo Ecológico da Caatinga. – Fortaleza: Academia Brasileira de Ciências, SUDENE, 1974.

_____ - *Teoria e Clima Urbano* – Série “Teses e Monografias”, nº 25. São Paulo: IGEOUSP, 1976.

_____ - *Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas* – Anais do Simpósio sobre a Comunidade Vegetal como Unidade Biológica, São Paulo: ACIESP, nº 15, 1978.

_____ - *On the "Desertification" in Northeast Brazil and Man's Role in this Process* – Latin American Studies, nº 9, Tsukuba: Japan, 1988.

_____ - *Clima e Excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico* – Florianópolis: UFSC, 1991.

_____ - *O Físico da Geografia: Mensageiros e Portadores* – Fortaleza: AGB/FUNCEME/UVA, 1995.

_____ - *Geossistemas: a história de uma procura* – São Paulo: Contexto, 2000.

_____ - *De Tempos e Ritmos: Entre o Cronológico e o Meteorológico para a Compreensão Geográfica dos Climas* – Rio Claro: Geografia, vol. 26(3), 2001, p. 132 – 154.

MOTA, Fernandes S. da - *Meteorologia Agrícola* - São Paulo: Ed. Nobel - 1975.

MORIN, Edgar - *Ciência com Consciência* – Trad. Maria D. Alexandre e Maria Alice S. Dória, 4ª Ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

_____ - *O Método I: A Natureza da Natureza* – Trad. Ilana Heinberg, 2ª Ed., Porto Alegre: Sulina, 2003.

MORIN, Edgar et al – *Educar na Era Planetária: O Pensamento Complexo como Método de Aprendizagem pelo Erro e Incerteza Humana* – Trad. Sandra T. Valenzuela, São Paulo, Cortez; Brasília, UNESCO, 2003.

NAVARRA, Cláudio T. – *Sistemas Reais e Sistemas Conceituais* – São Paulo: Métodos em Questão, 5, IGEOUSP, 1973.

NIMER, Edmon – *Ensaio de um Novo Método de Classificação Climática* – Rio de Janeiro: Boletim Geográfico/IBGE, ano 31, nº 227, p.141 – 153, 1972.

_____ - *Climatologia do Brasil* – Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

_____ - *Clima*, in *Geografia do Brasil* - vol. 2/ Região Nordeste, Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

PESSIS-PASTERNAK, Guitta - *Do Caos à Inteligência Artificial*: quando os cientistas se interrogam – Entrevistas de Guitta Pessis-Pasternak.; Tradução de Luiz P. Rouanet - 2ª ed., São Paulo: UNESP, 1993.

POLITZER, G et al – *Princípios Fundamentais de Filosofia* – Trad. de João C. Andrade; São Paulo: Hemus Editora Ltda., s/d.

PRIGOGINE, Ilya – *O Fim das Certezas*: tempo, caos e as leis da Natureza – Trad. de Roberto L. Ferreira; 3ª ed., São Paulo: UNESP, 1996.

_____ - *As Leis do Caos* – Trad. Roberto L. Ferreira; São Paulo: UNESP, 2002.

PRIGOGINE, Ilya e STENBERS, Isabelle – *A Nova Aliança: Metamorfose da Ciência* – Trad. de Miguel Faria e Maria J.M. Trinchiera; 3ª ed., Brasília: UNB, 1997.

RODRIGUES, Mateo J.M. et al – *Geoeecologia das Paisagens*: uma visão geossistêmica da análise ambiental – Fortaleza, Ed. UFC, 2004.

RODRIGUES, V. – *Avaliação do Quadro de Desertificação no Nordeste do Brasil*: Diagnósticos e Perspectivas – Fortaleza: ICID, 1992.

ROSS, Jurandyr L. S. – *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados* – Revista do Departamento de Geografia, nº 8, São Paulo: FFLCH/USP, 1994.

SANT'ANNA NETO, J. L. et al – *Variabilidade e Mudanças Climáticas*: implicações ambientais e socioeconômicas – Maringá/SP: EDUEM, 2000.

SANT'ANNA NETO, J. L. – *Por uma Geografia do Clima*: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento – São Paulo: Terra Livre, 17, AGB, 2001.

SANTOS, Douglas – *A Reinvenção do Espaço*: Diálogos em Torno da Construção do Significado de uma Categoria – São Paulo: Ed. UNESP, 2002.

SANTOS, Milton – *Por Uma Geografia Nova* – São Paulo: Hucitec, 3ª Ed. 1986.

_____ - *Metamorfoses do Espaço Habitado* - São Paulo: Hucitec, 1988.

_____ - *Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio Técnico-Científico Informacional* - 2ª Ed., São Paulo: Hucitec, 1996.

SETTE, Denise M. – *O Holorritmo e as Interações Trópico-Extratropical na Gênese do Clima e as Paisagens do Mato Grosso* – São Paulo: Tese de Doutorado, Depto. De Geografia, FFLCH/USP, 2000.

SILVA, Aldo A. D. da e Galeno, Alex (org.) – *Geografia: Ciência do Complexus: Ensaio Transdisciplinares* – Porto Alegre: Sulina, 2004.

SILVA, Jorge Xavier da e SOUZA, Marcelo J. L. – *Análise Ambiental* – Rio de Janeiro: UFRJ, 1987.

SORRE, Maximilien - *Objeto e Método da Climatologia* - Texto Introdutório da Obra “*Traité de Climatologie Biologique et Médicale*” (Publicado sob a Direção de M. Piery M. Et Cie Éditeurs - Paris - 1934 - vol. 1, pp 1-9) Tradução Prof. José B. Conti, São Paulo: USP, s/d.

_____ - *Geografia* - Tradução: Megale, Januário F. - Col. Grandes Cientistas Sociais, nº 46 – São Paulo: Ed. Ativa, 1984.

SOTCHAVA, V. B. - *Os Estudos de Geossistemas* - Col. Métodos em Questão - Bol. nº 16, São Paulo: IGEOUSP, 1977.

SOUZA, M. José Nogueira de - *Consideração sobre a Dinâmica das Paisagens na Porção Norte-Occidental do Ceará: Vale do Acaraú - Coreaú* - Revista de Geografia, Recife: UFPE, 1985.

SOUZA, Marcos J. N. et al - *Redimensionamento da Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil* - FUNCEME – Fortaleza: 1993.

SPOSITO, S. E. – *Geografia e Filosofia: Contribuição para o Ensino do Pensamento Geográfico* – São Paulo: Ed. UNESP, 2004.

STRAHLER, Arthur N. - *Classificação dos Climas e Regimes Climáticos* - Trad. Sena, J. de A. e Lima, R. C. de - Série B: Textos Didáticos, nº 14 - Departº de Ciências Geográficas, Recife: UFPE, 1996.

SUERTEGARAY, D.M. – *A Trajetória da Natureza: um Estudo Geomorfológico dos Aíais de Quaraí* – Tese de Doutorado/USP, São Paulo: 1987.

TARIFA, José Roberto - *Fluxos Polares e as Chuvas de Primavera-Verão no Estado de São Paulo* (Uma Análise Quantitativa do Processo Genético) - Tese de Doutorado - Série Teses e Monografias nº 19, São Paulo: IGEOUSP, 1975.

_____ - *O Ritmo e a Prática do Estudo dos Climas de São Paulo* (1970 – 2000) – São Paulo: FFLCH – USP, GEOUSP, nº 4, 2001.

_____ - *Os Climas nos Maciços Litorâneos da Juréia-Itatins*: um ensaio de ritmanálise – Tese de Livre Docência, São Paulo: Depto. De Geografia – FFLCH/USP, 2002.

THOMPSON, W. Irwin (org) – *Gaia, uma Teoria do Conhecimento* – Trad. de Sílvio C. Leite; 2ª ed., São Paulo: Gaia Ltda, 2000.

TRICART, Jean - *A Terra Planeta Vivo* - Lisboa/São Paulo: Presença/Martins Fontes.

_____ - *Ecodinâmica* – Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TUBELIS, Antônio e Nascimento, Fernando J.L. do - *Meteorologia Descritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras* - São Paulo: Ed. Nobel, 1992.

VASCONCELOS, Maria J. E. de – *Pensamento Sistêmico: O Novo Paradigma da Ciência* – 3ª Ed., Campinas: Papirus, 2003.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. – *Identificação de Processos de Desertificação no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro* – Recife: SUDENE, 1978.

VIANELLO, Rubens L. e Alves, Adil R - *Meteorologia Básica e Aplicações* – Viçosa/MG: Ed. da UFV, 1991.

VITTE, Antonio Carlos e Guerra, A. J. T. (org.) – *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil* – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

WHITEHEAD, A.N. – *O Conceito de Natureza* – Trad. de Júlio B. Fischer, São Paulo: Martins Fontes, 1993.

WILBER, Ken (org.) – *O Paradigma Holográfico e Outros Paradoxos*: Explorando o Flanco Dianteiro da Ciência – Trad. Maria de L. E. e Newton R. E., São Paulo: Cultrix, 4ª Ed., 2003.

WILBER, Ken – *Uma Teoria de Tudo*: uma visão integral para os negócios, a política, a ciências e a espiritualidade – Trad. de Denise de C.R.D. e Rogério T.C.de L.L., São Paulo: Cultrix, 2005.

WORMS, F. - *A Concepção Bergsoniana do Tempo* - DoisPontos, UFPR, América do Sul, 18 03 2005.

ZAVATTINI, João A. – *Estudos do Clima no Brasil* - Campinas: Ed. Alínea, 2004.

ZAVATTINI, João A – *O Paradigma da Análise Rítmica e a Climatologia Geográfica Brasileira* – Rio Claro: Geografia, vol. 25(3): 25-43, 2000.