

Emergência de uma ciência ambiental não linear e transdisciplinar

Francisco Pontes de Miranda Ferreira¹

Resumo

Na ciência contemporânea trabalhamos com os conceitos de complexidade, instabilidade e intersubjetividade que fazem parte do pensamento sistêmico. A separação cartesiana entre ciência (validação das verdades) e filosofia (epistemologia e ontologia) não existe mais. Toda pesquisa ambiental tem que considerar as forças de poder injustas e degradantes presentes na produção do território. Fato que ressalta mais ainda a necessidade que temos de transformar paradigmas. Assim a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são instrumentos importantes que procuram soluções criativas, justas e sustentáveis mais eficientes.

Palavras Chave: complexidade, interdisciplinaridade e justiça ambiental

Abstract

Contemporary Science works with concepts as complexity, instability, intersubjectivity that are part of a systemic thinking. The Cartesian separation between science (truths) and philosophy (epistemology and ontology) doesn't exist anymore. Any research in the environmental area has to consider all injustice and degrading forces present in the territory. All this brings us the necessity to change paradigms. Interdisciplinarity and transdisciplinarity are important methods for us to create creative, justiciable and sustainable efficient working tools.

Key words: complexity, interdisciplinarity and environmental justice

Introdução

A ciência moderna herdada de Galileu, Bacon, Descartes e Newton criou os símbolos da sociedade moderna e o modelo de desenvolvimento atual em que a natureza é dominada e destruída. Paradigma que separou sociedade da natureza e arte da ciência. Formou-se assim uma

¹ Mestre em Sociologia e Antropologia (UFRJ), Jornalista (PUC) e Geógrafo (UFRJ) - atualmente prestando serviços para o Instituto Tecnoarte (ONG)

sociedade desigual, competitiva e individualista. Para vários cientistas a teoria do caos representa uma das maiores conquistas contemporânea. A ciência sempre trabalhou com causa e efeito. Baseado nas leis da gravidade, por exemplo, vários fenômenos astronômicos podem ser previstos. No entanto, vários fenômenos naturais são extremamente difíceis de previsão. O clima é um dos aspectos mais imprevisível e extremamente complexo. A maré é um fenômeno complexo, mas fácil de ser prevista. Trata-se, portanto, de um fenômeno natural de ordem. O clima, entretanto, envolve variáveis que interagem de forma extremamente irregular e são imprevisíveis. O clima, portanto, é caótico.

Se considerarmos a história da humanidade podemos perceber que no início tudo era considerado caótico. Aos poucos as ciências naturais e físicas foram matematizando tudo. Acreditava-se que o caos seria completamente eliminado da experiência humana. Um marco disso foi a ciência de Newton e Leibniz. Apresentaram as leis relativas aos movimentos dos planetas que depois foram utilizadas para explicar populações, gases, eletricidade, clima. O determinismo se aproximou do poder e da previsão. As leis de causa e efeito se tornaram absolutas. Tudo funcionava como um relógio. Até que Heisenberg no início da década de 1920 iniciou uma forte contestação desta razão. Toda percepção é uma seleção entre várias possibilidades. O princípio da incerteza surgiu com o desenvolvimento da ciência quântica e as teorias deterministas entraram em questionamento. No entanto, o determinismo não acabou com as teorias de Heisenberg e quânticas e esse tipo de mentalidade ainda predomina até hoje. O principal argumento é que só podemos produzir máquinas que funcionam relativamente bem devido aos princípios de causa e efeito. Só que essa realidade não é universal, nem mesmo para as máquinas, e não serve para explicar grande parte dos fenômenos naturais e sociais ao longo do tempo. Nos anos 1960 Lorenz confirmou a deficiência de vários modelos e criou o chamado “efeito borboleta”. As possibilidades do caos se tronam mais prováveis. Caos e ordem estão presentes simultaneamente e atuam em vários sistemas observáveis. A instabilidade encontra-se presente em todos os sistemas. Na botânica ou na geomorfologia, por exemplo, existem uma complexidade e uma evolução dinâmica que devem ser consideradas. As montanhas sofrem efeitos tectônicos e de erosão ao mesmo tempo. Até os processos mais simples são complexos.

Sabemos que no mundo real os objetos estão sempre mudando: nações e cidades, por exemplo, crescem e entram em decadência. Mas será que somos capazes de compreender os processos que envolvem as mudanças? Será que são previsíveis?

Desde a infância somos treinados para um mundo de competição e muitas vezes antiético. O individualismo é privilegiado no lugar do coletivo e cooperativo. Assim trabalha geralmente também as ciências com suas segmentações e dificuldades de interação e diálogo. Reflexo disto está na própria gestão do território com ineficiente uso dos recursos humanos

científicos e técnicos. As comunidades são diretamente prejudicadas e os impactos ambientais negativos acentuados com esta prática.

O enfoque interdisciplinar e transdisciplinar tem enorme utilidade para mudarmos esta realidade e requer novas práticas e metodologias. As equipes trans e interdisciplinares devem estar em permanente contato e promovendo ações interativas e conjuntas (MALEIROS e PHILLIPI, 2000). A interdisciplinaridade é um termo recente nas ciências embora seu conceito seja antigo. Veio da epistemologia e hoje com o desenvolvimento das comunicações se espalha rapidamente. No entanto, novos paradigmas demoram muito a serem absorvidos pela ciência e pela sociedade. No entanto, o paradigma da especialização do conhecimento já se tornou completamente inviável. Fato demonstrado pela própria crise ambiental que presenciamos. A interdisciplinaridade torna-se um mecanismo essencial para esta transformação. Inter implica em comprometimento e cumplicidade e disciplina está ligado ao conceito de aprender. A prática de aprender sendo o seu atributo mais importante. Interdisciplinaridade está muito relacionado à produção cinematográfica ou a uma orquestra em que diversas partes compõem um todo.

Bertrand Russel em sua autobiografia (1998) afirmou ter tido três grandes objetivos para sua vida: o desejo pelo amor, a procura pelo conhecimento e a tremenda revolta contra o sofrimento humano. Estes também desafios que guiam o presente trabalho. Vamos argumentar a favor da construção de uma sociedade guiada pelo amor, a consideração, a troca e o uso dos conhecimentos e sem fome, dores, opressores, injustiças, degradação social e ambiental. Russel disse que amor e conhecimento nos elevam para os céus e o sofrimento nos coloca novamente no chão.

Previsibilidade e caos

Os pescadores artesanais e catadores de caranguejo da região de manguezais da baía de Guanabara no Rio de Janeiro servem como exemplo da ordem e do caos. Programam sua atividade de trabalho em função das marés que conhecem muito bem. Esses mesmos pescadores que dominam o território e têm longa experiência em seu trabalho relatam momentos de extrema dificuldade que passaram ao serem surpreendidos com tempestades vindas repentinamente. Alguns tiveram os barcos carregados há quilômetros de distância e quase morreram no mar. Existe o argumento de que se aumentarmos nossos pontos de monitoramento e aperfeiçoarmos os instrumentos e equipamentos podemos aumentar muito a previsão climática. Acontece que mesmo com essas conquistas técnicas e científicas o sistema continua sendo caótico. Neste tipo de mensuração um pequeno erro pode ser ampliado ao extremo. Cada

vez mais, a ciência identifica modelos matemáticos e percepções da realidade com comportamento caótico.

A nossa sociedade criou muita confiança nas máquinas e nos computadores. Fato extremamente perigoso. Utilizados nos cálculos e nas simulações na ciência, tecnologia, política, economia. Procuramos desenvolver máquinas cada vez mais potentes e velozes. Mesmo que possamos desenvolver sistemas de medidas de temperatura, umidade, pressão atmosférica a cada metro do planeta, os computadores seriam incapazes de prever instabilidades meteorológicas em vários casos. O bater da asa de uma borboleta na Amazônia pode ser o que faltava para desencadear um tornado no Texas (PINGEN, JÜRGENS e SAUPE, 1992).

Em janeiro de 2011 sofremos uma tragédia climática na Região Serrana do Rio de Janeiro. Foi um fenômeno raríssimo em que umidade extrema do Oceano Atlântico, da Amazônia e do Oceano Pacífico se concentraram e ficaram represadas na serra. A consequência foi o maior desastre climático da história do Brasil com mais de mil mortes e milhares de desabrigados. Logo após a tragédia, os cientistas afirmaram que a probabilidade do fenômeno se repetir é de um em 900. Ou seja, pode acontecer amanhã ou daqui a 900 anos. Na biologia a população de uma espécie pode evoluir em várias direções dependendo de alimentos, espaço, clima, presença de predadores, fertilidade. Um infinito de variações difíceis de serem agrupadas, calculadas e previstas. Mesmo um computador muito poderoso apresentará erros. As máquinas dependem muito das condições iniciais. Além disso, um pequeno erro se multiplica e os erros vão se acumulando e as previsões ficam ainda mais complicadas.

Como extrair ordem do caos? Hoje esta pergunta exige um novo diálogo da sociedade com a natureza. A civilização da fábrica espalhou-se, com suas máquinas, com as obras de engenharia, com a indústria do aço, do petróleo e do automóvel. O universo inteiro parecia funcionar de acordo com a dinâmica da máquina. Os cientistas tentam provar que a capacidade predatória do homem está se aproximando de um limite e que alguma ordem deve surgir do caos. Os cálculos são possíveis a partir do reconhecimento atual de que os recursos úteis são limitados (a capacidade do meio ambiente -K- através da equação logística da ecologia) (PRIOGOGINE, 1986). Para que a ordem surja do caos é necessário um caráter reflexivo (como o efeito do espelho).

O cientista Ludwig Von Bertalanfy contribuiu muito para a visão sistêmica. Ele não aceitava a visão de um universo dividido e sim o todo integrado. Este organismo que forma um todo é sempre maior do que a soma das partes. Não existem componentes isolados. Este sistema é dinâmico e está sempre criando novas propriedades. Os sistemas que não contemplam a complexidade sistêmica não são capazes de sobreviver e todo sistema é antes de tudo um

sistema de informações. Qualquer mudança em um dos elementos é capaz de provocar transformações em todos os demais do sistema ou no sistema como um todo. Todo sistema é um subsistema de um sistema maior. Heisenberg e Bohr constataram que o mundo é uma teia de relações. Outra importante novidade é o fato de que o observador interfere no fenômeno observado, seja na física quântica ou na antropologia. A verdade absoluta não existe e o observador é sempre parte do observado. O estudo de sistemas dinâmicos e complexos emergiu nos anos 1960 e 1970, mesmo período do auge da contracultura e das diversas manifestações sociais. Mesmo tempo em que os sistemas computacionais aceleram e a base energética do petróleo conhece sua primeira crise e começa a ser questionada. A ciência tradicional questionava a falta de rigor e de teorias sólidas. A sociedade e o território estão cada vez mais envolvidos com a complexidade e as redes. Sistemas complexos são compostos de diversas partes que interagem e constantemente geram novas qualidades e formas de comportamento coletivo. Propriedades e comportamentos emergem em uma relação não linear. É o caso das redes sociais e territoriais compostas por pessoas, organizações e objetos. As transformações nas redes são tão dinâmicas e abertas que nunca chegam a formar estruturas e sim movimentos. O sistema é um conjunto de objetos ou fenômenos com algum tipo de interação. Os ecossistemas são exemplos de sistemas complexos e dinâmicos. São sistemas que nunca estão em equilíbrio. Os sistemas não lineares não obedecem aos princípios da aditividade e da proporcionalidade entre excitação e resposta. Sistemas complexos exibem respostas caóticas e possuem uma sensibilidade crítica às condições iniciais. O caos é antes de tudo uma ferramenta de observação que serve para fenômenos químicos, físicos, biológicos, econômicos, sociais e territoriais. Os sistemas complexos são aperiódicos e imprevisíveis. Ao contrário da racionalidade iluminista e dos fatores modernos como o fordismo, as cidades planejadas e lineares, os escritórios e departamentos públicos hierárquicos e lineares.

Hoje surgem importantes questões sobre o papel da desordem, do inesperado e do acaso na organização das cidades. Uma discussão menos comprometida com a ordem lógica e estável parece emergir como uma alternativa à ciência extremamente racional. Questionamos, portanto, se a razão é o único e legítimo princípio de conhecimento científico. Afinal, a história da humanidade e de seus instrumentos técnicos, colocados no território, tem sido marcada por conflitos, contradições e incertezas. Desta forma, a ciência procura desenvolver novas referências que podem alcançar além da razão, observando a continuidade dinâmica dos acontecimentos socioambientais. Visualizar o espaço apenas por um ângulo objetivo e generalizado é correr o risco de deixar de lado fatores essenciais como a identidade, o imaginário e a estética. Fatores estes muito importantes na formação dos territórios urbanos e neo-rurais.

Ao observarmos uma cidade e considerarmos os objetos que compõem a paisagem, podemos construir uma árvore evolutiva do que se transformou ao longo do tempo e assim traçar a origem e possibilidades de evolução para o sistema. Mas, para traçarmos o futuro geralmente aplicamos um modelo matemático na tentativa de compreendermos os processos e os componentes.

ALLEN (1991, 1997), ao contrário, optou por representar a realidade como uma nuvem, já que se trata de uma figura indefinida e em constante metamorfose. Daí, podemos traçar uma árvore evolutiva com muitos tempos e comportamentos, onde objetos e formas aparecem e desaparecem constantemente. A nuvem representa, portanto, um modelo onde podemos identificar diferentes objetos e indivíduos em uma dinâmica, com interações operando dentro do próprio sistema e sendo introduzidas ou expelidas. A cidade contemporânea exige uma visão mais dinâmica e menos mecânica de suas interações e seu processo lembra o funcionamento de uma nuvem.

O modelo mecânico não é capaz de produzir novos objetos e variáveis. Portanto, as previsões continuam complicadas e limitadas. Alguns modelos dinâmicos já foram desenvolvidos, dando ênfase aos fenômenos não lineares. Estes modelos levam em consideração os fatores externos que foram introduzidos como variáveis novas e valores internos como o nível de tecnologia e as estratégias presentes no sistema.

No entanto, muitas vezes novos mecanismos de interação podem aparecer espontaneamente do interior do próprio sistema. Para traçarmos um sistema dinâmico e complexo temos que às vezes utilizarmos de modelos determinísticos, considerando comportamentos médios. Mas geralmente o sistema pode ultrapassar barreiras inesperadas e imprevisíveis. No caso dos sistemas químicos podemos até definir algumas reações possíveis e prováveis. Mas para seres vivos a lógica é bem diferente. ALLEN (1997) nos dá o exemplo do tráfego de veículos numa avenida. Embora as leis de Newton estejam presentes em quase todas as etapas dos movimentos destes indivíduos ninguém sabe quando um motorista pode frear e causar um acidente. As pessoas são capazes de trocas de energia e direção radicais e imprevisíveis. Neste caso é que as inovações são reflexos da diversidade presente nos sistemas. Mas as decisões dos indivíduos não são totalmente independentes, existe uma comunicação permanente e é esta troca permanente de informações e interesses que devemos identificar num espaço urbano dinâmico.

É necessário prestarmos atenção no que ALLEN (1997) chama de “impulso evolutivo” onde tentamos estabelecer um diálogo entre as dinâmicas médias e padronizadas e os fatores imprevisíveis. Na prática os espaços são multidimensionais e as inovações são sempre possíveis. A própria diversidade da existência é o que gera a complexidade. Dentro desta visão, Allen e

outros cientistas desenvolveram modelos geográficos para estudar inovações espaciais como a emergência espontânea de novos centros econômicos ou de favelas. Por causa de cada situação espontânea surgem novos passos evolutivos dentro do sistema. Ou seja, um sistema dinâmico e complexo opera além do paradigma mecânico e está sempre respondendo às intervenções externas de forma articulada. Existe a possibilidade de importantes transformações na identidade dos participantes do sistema, provocando respostas complexas. A evolução envolve, portanto, um aumento das variedades e das complexidades e não o oposto. A própria diversidade não evita a possibilidade da instabilidade e do caos. A diversidade é, portanto, vital para o funcionamento de um sistema. A complexidade do mundo envolve justamente as estruturas coletivas que emergem de propriedades também complexas. São as complexidades, as estruturas coletivas, as instabilidades e as diversidades que mais caracterizam o território contemporâneo.

Os sistemas físicos são compostos por inúmeros átomos e moléculas. Mas tanto os sistemas físicos, químicos, biológicos e sociais são, antes de tudo, sistemas abertos com organizações que dependem da troca de energia com o ambiente em torno. Entre os elementos dos sistemas ocorrem mecanismos não lineares que refletem comportamentos coletivos que, por sua vez, vão afetar as moléculas individuais. Muitas vezes, o próprio sistema pode romper com simetrias iniciais. Existe, portanto, uma infinitabilidade de possibilidades espaciais e temporais que envolvem a interação entre sistemas complexos. Da mesma forma, cidades podem evoluir, através das interações entre os indivíduos e produzindo resultados extremamente inesperados.

A falta de habilidade flexível de adaptação, ou seja, a rigidez de um sistema pode provocar o seu colapso. Quando um sistema está em processo de bifurcação (criando novos galhos) está mais vulnerável aos distúrbios de acaso. Os acasos, por sua vez, poderão ser decisivos para a evolução do sistema. Um estado simples pode, através de sucessivas instabilidades, provocar uma extrema e complexa estrutura de fluxos. As sucessivas instabilidades têm um papel vital na evolução do sistema e na natureza da estrutura que emergirá. Ou seja, a característica principal na análise de um sistema são as diversidades. É, portanto, através de sucessivas instabilidades que os comportamentos complexos emergem. Desta forma, os atores sociais interagem tanto de forma competitiva quanto cooperativa, fazendo com que surjam sistemas complexos de padrões e fluxos. Nas cidades, por exemplo, as instabilidades espaciais são eventos extremamente importantes. Assim como os acontecimentos imprevisíveis terão um papel vital.

Até hoje, tem sido predominante a visão mecanicista e newtoniana do território. No entanto, reconhecemos que os sistemas humanos (assim como os físicos) não são tão mecânicos assim. Um dos exemplos da imprevisibilidade dos movimentos humanos, como o que colocamos acima, é o próprio tráfego de veículos nas grandes cidades. É necessário darmos mais importância aos sistemas abertos que trocam permanentemente energia e matéria com o

que está em volta do que com os sistemas fechados. Mas nos sistemas abertos a previsão torna-se muito complicada. Muito do que acontece num sistema aberto não pode ser explicado em termos racionais. Mas existe uma fundamental relevância da comunicação entre as partes. As pessoas interagem de forma complexa e evolutiva. Necessitamos, portanto, ultrapassar as interpretações clássicas e mecanicistas.

As visões deterministas conseguem estabelecer apenas previsões limitadas e são problemáticas quando existe a emergência de inovações nos sistemas. Por esta razão, uma interpretação que leva em consideração a evolução e as mudanças estruturais dos sistemas está em emergência, introduzindo modelos e funções com características não lineares e complexas, racionais e irracionais. Uma visão do espaço demasiadamente objetiva e geral pode ser altamente prejudicial. Assim como olharmos o espaço sem levarmos em consideração, por exemplo, os aspectos estéticos e a identidade é deixarmos de lado muitos elementos importantes. Mas, rompermos com os conceitos rígidos da modernidade como o positivismo e o mecanicismo não é uma tarefa simples. Além disso, jamais poderemos deixar de nos preocupar com a desigualdade econômica, a miséria humana, a “racionalidade” perversa de muitos atores poderosos e a degradação ambiental. A teoria do desenvolvimento desigual ainda fornece a principal chave para se determinar o que caracteriza a interpretação específica do capitalismo (SMITH, 1984). E, mais importante ainda, essa análise deve estar sintonizada com as lutas emancipatórias contra a marginalização e a opressão promovidas pelo sistema capitalista (SOJA, 1993).

As redes geográficas são formas com que as interações espaciais se verificam, revelando uma enorme complexidade dos padrões espaciais e das interações. Mas as elites econômicas se encontram nos centros nodais das redes. Precisamos desenvolver várias matrizes teóricas para a leitura do espaço e procurar entender as composições das interações. É necessário considerarmos as ações e as práticas sociais presentes no espaço. Nas redes acontecem relações de fragmentação, cooperação e exclusão.

Na ciência atual não separamos ordem de desordem. As incertezas e as contradições que estão presentes na física quântica fazem parte de qualquer análise da sociedade e do território. A objetividade é outra ilusão. As observações não são realizadas sem um observador que é um sujeito que produz subjetividades. Toda construção científica inclui o objeto e o observador que, por sua vez, é associado a uma cultura.

Todo o conhecimento, mesmo o mais físico, sofre uma determinação sociológica. Existe em toda ciência, mesmo na mais física, uma dimensão antropossocial (MORIN, 1977:15).

Não podemos mais conviver com a separação das ciências. Toda ciência é social e as ciências sociais incluem aspectos e elementos das ciências chamadas físicas e naturais. A fragmentação das ciências que se iniciou na Grécia clássica e se intensificou no Iluminismo não foi saudável e cabe agora desenvolvermos a integração sistêmica e dinâmica das ciências, sempre preocupados, antes de tudo, com a implementação da justiça socioambiental.

As grandes transformações de paradigma que estamos passando hoje na ciência e na sociedade nos fazem resgatar muito do que o pré-socrático, Heráclito, nos comunicava. Para ele o agente transformador é o fogo que une o material e o imaterial e processa assim harmonia. O movimento assim determina a harmonia. “Da luta dos contrários é que nasce a harmonia”; “Tudo que é fixo é ilusão”, disse o mestre. Confrontos, fluxos, desordens, catástrofes são elementos importantes para a construção de novas ordens.

A ideia de quantum foi introduzida por Max Planck no início do século XX ao afirmar que a energia emitida ou absorvida sob a forma de radiação é quantizada. No mesmo período cientistas concluíram que a luz se manifesta de forma dual. Manifesta-se como ondas ou como partículas, explicou Einstein em 1905. Essa dualidade se opõe às certezas deterministas do paradigma anterior. Os estudos em torno da teoria quântica foram essenciais para o desenvolvimento das telecomunicações e da informática. Influenciaram a própria visão do universo e do ser humano.

O nosso desafio científico hoje é encontrar um método que possa esclarecer as interdependências e as complexidades. O conhecimento científico passa por diversas dúvidas e incertezas. A ciência está em crise, numa fase extremamente confusa. Necessita encontrar um novo princípio de organização. As grandes transformações do pensamento acontecem justamente nas fases de extrema confusão e necessidade de mudança de paradigmas como a que estamos vivenciando no início do século XXI. Nosso desafio agora é reorganizar tudo de outra forma. A ciência clássica e a organização social que evoluiu até o século XX se tornou obsoleta e injusta. Ainda não temos um novo método definido, mas temos a recusa do atual.

Na origem, a palavra método significava caminho. Aqui temos que aceitar caminhar sem caminho, fazer o caminho no caminhar (...) O método só pode formar-se durante a investigação; só pode desprender-se e formular depois, no momento em que o termo se torna um novo ponto de partida, desta vez dotado de método (MORIN, 1977:25).

O segundo princípio da termodinâmica abriu espaço para as noções de desordem nos sistemas. Os sistemas fechados tendem à desordem e à desorganização. Contraditoriamente, a segunda lei da termodinâmica contribuiu para a evolução das máquinas que introduziram a era industrial. Entretanto, a evidência da ordem universal foi também derrubada. Descobriu-se então que as partículas se confundem com o olhar do observador. Não estão, portanto, fixas no tempo e no espaço. Ordem e organização agora necessitam conviver com desordem e desorganização. Atribuiu-se também ao universo a dispersão infinita como a catástrofe presente nas estrelas e nas galáxias. A ordem física assim foi corroída e a desordem passou a ser evidente. Mas, desordens, provocam novas ordens também. Não podemos mais desassociar organização de desorganização e ordem de desordem. As turbulências e as instabilidades são elementos essenciais para objetos e seres vivos. A própria noção de origem do universo se tronou uma incógnita. Não podemos por tudo isso continuar a trabalharmos com as noções clássicas de espaço e tempo. A ideia de evolução agora precisa ser compreendida em conjunto com degradação, dispersão e catástrofe. Através da desintegração é que o cosmo se organiza. É o fim das certezas. Desordens são essenciais para a criação de novas ordens e consequentemente novas desordens e nesse processo destacam-se as turbulências, rupturas e dispersões. Para que aconteçam novas organizações são necessárias interações e associações que é um processo de comunicação.

O número e a riqueza das interações aumentam quando passamos para o nível das interações, não já unicamente entre partículas, mas também entre sistemas organizados, átomos, moléculas e, sobretudo, seres vivos e sociedades, quanto mais cresce a diversidade e a complexidade dos fenômenos em interação, mais cresce a diversidade e a complexidade dos efeitos e das transformações saídas destas interações (MORIN, 1977: 53-54).

A diversidade aleatória que inclui ordem e desordem é essencial para a geração de organizações. Toda ordem produzida com a cooperação da diversidade e de desordens se torna mais estável. Por tudo isso é a monocultura mais instável do que a agroecologia e a permacultura; que a diversidade cultural é extremamente necessária para as sociedades; que conselhos e comitês são mais criativos e eficientes do que o Estado e o sistema Executivo, Legislativo e Judiciário presente nas sociedades modernas. A arquitetura de Hundertwasser e a bioconstrução são muito mais humanas e sustentáveis do que a arquitetura modernista imposta

por planejadores e pela máquina. A educação crítica e transformadora é uma necessidade urgente e precisamos formar redes de comunicação, tomada de decisões, gestão e ações. Quanto mais desenvolvida uma organização mais vai tolerar e trabalhar com as desordens. A turbulência e a desintegração presentes nos sistemas caóticos ajudam a construção de organizações criativas e eficientes. Isso representa não seguirmos mais o mundo desenvolvido por Kepler, Galileu e Newton. Temos que resgatar o universo quente de Heráclito presente nas bolas de fogo com desequilíbrios e movimentos irreversíveis. O novo paradigma abala os conceitos e não é racional. No entanto, a ciência clássica era ainda menos racional: mecanicista e determinista. Não podemos, entretanto, transformar a desordem num princípio absoluto e repetirmos os mesmos erros. Nada é absoluto, tudo é processo interativo, multidimensional, diverso, polimorfo. Improbabilidade e probabilidade se comunicam.

Não é só a humanidade que é subproduto do devir cósmico, é também o cosmo que é subproduto de devir antropossocial (MORIN, 1977: 90).

Não existe mais o sábio cientista. Somos produtos de nossa cultura e história que também não é possuidora de verdades.

A globalização gera desigualdades, exclusões, resistências, o que significa negação da ordem e da desordem. Temos hoje a necessidade de desenvolvermos o pensamento complexo para compreendermos sociedade e espaço.

A sociedade urbana e industrial passa por um momento de contradições marcantes entre o contexto multicultural que emerge e outro de homogeneização em queda. Fato que poderá transformar completamente as cidades e o campo. A lógica da produção e do consumo de massa e do individualismo está em crise. No lugar de terem proporcionado alegria e conforto estão provocando sofrimento e insatisfação. Aumenta muito, justamente nos locais mais urbanizados e ricos, o consumo de remédios antidepressivos, ansiolíticos, soníferos, neurolépticos e os contra as doenças do coração. O excesso de objetos também começa a complicar a vida cotidiana. O trânsito nas cidades é um exemplo. Projetos individuais estão sendo transformados pela comunicação e as redes sociais na *internet*. Novos arranjos simbólicos são apresentados e relações culturais múltiplas e complexas surgem. Fatores que afastam o indivíduo da esfera instrumentalizada. O sujeito independente, autônomo e competente incentivado pela modernidade está em crise existencial e já notou que não vai encontrar saída e libertação nas estruturas atuais urbanas, industriais e racionais. Esse indivíduo começa a resgatar formas de convivência social, ritos e mitos pré-modernos. Assim crescem, por exemplo, movimentos

como o *slow food* no lugar do *fast food* e o número de espaços urbanos que resgatam o rural. Indivíduos de classe média estão se mudando para o interior ou transformando completamente os espaços urbanos. A tradição é assim recriada em novas configurações sociais e territoriais. A uniformização do território moderno se tornou monótona, segregada, ineficiente.

A teoria dos sistemas ecológicos pode nos ser útil na compreensão de algumas transformações socioambientais e psicológicas que acontecem no território urbano. Na teoria dos sistemas ecológicos temos os seguintes elementos chave: Tempo, Pessoa, Processo e Contexto (ALVES, 2002). O tempo ou cronossistema é visto como um organizador emocional e social e envolve os grandes acontecimentos históricos e sociais como as guerras e o desenvolvimento dos espaços urbanos. O tempo serve para identificarmos as estabilidades e as instabilidades no ambiente ao longo da história.

Quem conheceu, por exemplo, o Rio de Janeiro na década de 1970 e especificamente o bairro da Barra da Tijuca pode perceber o grande impacto na transformação deste local nos últimos anos. Na década de 1970 a Barra da Tijuca era formada principalmente por areia, dunas, manguezais e mato com pequenos aglomerados de casas e comércio. Vinte anos depois já se tratava do bairro de mais intenso processo de urbanização e ocupação do Rio de Janeiro com centenas de condomínios de prédios altos, shoppings, hipermercados, estacionamentos, vias expressas e ocupações irregulares. O fator “pessoa” está relacionado com o ambiente social e emocional. Ligado às possibilidades dos indivíduos de modificar processos e à resiliência. O processo é o elemento essencial que inclui o significado dado às experiências vividas. No contexto, por sua vez, temos outras subdivisões: o microssistema que inclui o convívio social do indivíduo com pessoas, objetos e símbolos; o macrossistema que é o conjunto de ambientes que a pessoa frequenta e que forma a sua rede social; o exossistema que é a influência indireta (sem a presença física) da pessoa nos diversos ambientes. O macrossistema abrange os demais – é a composição que inclui valores, cultura, crenças, ideologias, influência das instituições e do Estado. Todos esses aspectos psicossociais afetam nossa visão e construção do território.

No período pré-moderno a rua era o ambiente social mais relevante no cotidiano. A convivência nas feiras e mercados era essencial para os relacionamentos sociais. Na Londres do século XIII e XIV a comercialização de alimentos era a atividade mais importante da cidade. As ruas eram verdadeiros mercados onde as pessoas adquiriam os alimentos e se socializavam. As ruas eram nomeadas de acordo com o alimento que comercializavam: Old Fish Street, Bread Street, Milk Street. No século XVII a cidade ganhou um mercado projetado para ordenar o comércio que continuou sendo o centro social e cultural da cidade. Até hoje a região de Convent Gardens é onde continuam se concentrando pubs, restaurantes, músicos de rua (ACKROYD, 2001).

Nas ilustrações do francês Debret do Rio de Janeiro colonial observamos que as ruas eram ocupadas principalmente por escravos e alguns “senhores” brancos. As crianças e as mulheres da elite não frequentavam as ruas. A rua era o espaço principal da população pobre enquanto que os mais ricos se socializavam em ambientes fechados e protegidos, como descreveu bem Charles Dickens em *Oliver Twist*. O automóvel na era moderna também afastou as pessoas das ruas. Hoje temos a tendência da volta da convivência nas ruas – um resgate da sociedade medieval. Isso acontece com a instalação cada vez mais comum de espaços para pedestres na reorganização urbana que acontece hoje.

Outro conceito introduzido pelas novas teorias científicas é o de fractais. Mandelbrot é considerado o pai da geometria dos fractais, mas muitos outros matemáticos contribuíram também. Mandelbrot provou que fractais matemáticos apresentam formas geométricas muito próximas das encontradas nos elementos da natureza – na biologia e na geomorfologia por exemplo. Seu trabalho com fractais envolve matemática, linguística, economia, física, medicina, comunicação. Auto semelhança é um dos princípios da teoria dos fractais. O exemplo mais típico é o da couve-flor que ao ser dessecada os pedaços menores se parecem com os pedaços maiores e com a couve-flor inteira. O sistema decimal é outro exemplo: metro, decímetro, centímetro, milímetro.... Reproduzem semelhanças e a mesma lógica e forma. A escala deste sistema não foi inventada por acidente. Foi buscada na estrutura presente nas árvores e é muito mais lógica e elegante e fácil de ser trabalhado do que o sistema de milhas, pés e polegadas. O sistema binário dos computadores pode ser cortado ou ampliado infinitamente possibilitando um número extraordinário de informações. Forma-se também fractais e sistemas de auto semelhança. A escala de triângulos desenvolvida pelo matemático polonês Sierpinski é outro clássico da teoria dos fractais. Trata-se de uma composição infinita de triângulos sendo cada reprodução do anterior. Composições geométricas altamente complexas surgem dos triângulos. Semelhante trabalho ele realizou com quadrados presentes no *Sierprinski carpet*. Novamente, encontramos semelhanças com a estrutura das árvores. Outro exemplo importante é o triângulo de Pascal, inspirado em trabalhos chineses do século XIV. Todos os exemplos matemáticos apresentam belíssimas regularidades e auto semelhanças presentes também na natureza. As curvas de Koch que levaram a sua composição conhecida como floco de neve são extremamente semelhantes às linhas do litoral da costa dos continentes. Nos seres vivos as estruturas são extremamente importantes. Um órgão necessita ser abastecido por água e oxigênio e sistemas complexos e regulares, como os exemplos matemáticos citados, são formados para o transporte desses elementos vitais. Os sistemas fractais estão presentes na composição das veias e artérias (PINGEN, JÜRGENS e SAUPE, 1992). Muito parecido com as folhas e árvores e alguns minerais. Ao contrário do que se acreditava na razão clássica a ciência vem se aproximando da natureza e da arte. Não do domínio da natureza, mas de sua parceria e semelhança. A ciência

deixa de ser exata, linear e absoluta e passa a ser criativa, multidimensional, complexa e imprevisível. Como a natureza e a arte. É importante ressaltarmos que as formas dos fractais não são absolutas e perfeitas. A auto semelhança presente na couve-flor possui imperfeições e limites. O litoral dos continentes não é tão lógico e repetitivo assim. Os corpos dos animais e as formas presentes nas árvores não são exatas e apresentam rupturas e desencaixes. Os fractais são modelos interessantes e demonstram a complexidade da imaginação, da ciência e da natureza.

O conceito de resiliência também merece destaque. Trata principalmente da capacidade dos sistemas de absorverem as alterações. Muito relacionado às teorias da complexidade. Hoje passamos por condições ecológicas, econômicas e políticas que podem se tornarem insustentáveis. Estamos numa situação em que será necessário criar um novo sistema e isso requer uma capacidade de transformação. As crises atuais ecológicas e sociais devem ser utilizadas como caminhos e possibilidades para novas oportunidades e evitar-se assim o colapso total do planeta e da civilização. Perturbações são absorvidas em diferentes graus e provocam diversas reações na complexidade dos sistemas. FARRAL (2012: 50-51) define resiliência como “a capacidade para um sistema regressar a um estado de equilíbrio após uma perturbação”. A resiliência está mais próxima da adaptação do que da estabilidade. Os sistemas resilientes apresentam múltiplas partes de equilíbrio que podem alternar rapidamente. São alterações de processos e de variáveis em escalas interligadas. No contexto socioambiental envolve um conjunto de pessoas, comunidades e infraestruturas que reduzem a vulnerabilidade. Trata-se da gestão dos impactos sofridos e da capacidade de se absorver perturbações e se auto organizar. Envolve, portanto, o potencial para o surgimento de outros sistemas futuros. Fato que está diretamente relacionado às capacidades humanas, às redes sociais e às relações de confiança recíprocas. O conceito de resiliência inclui a capacidade de aprendizagem e adaptação. São sempre relações não lineares. Neste complexo estão incluídas as relações políticas e de poder presentes num sistema. A comunicação exerce um papel fundamental. Os sistemas humanos, no entanto, são imprevisíveis e os fatores históricos e culturais influenciam diretamente. O inesperado é sempre uma possibilidade e os sistemas têm que absorver e reagir às mudanças.

Se as condições ecológicas, econômicas e políticas tornarem insustentável o regime do sistema, será necessário criar um novo sistema recorrendo à capacidade de transformação (FARRAL, 2012: 59).

As crises devem ser utilizadas como janelas para novas oportunidades e o colapso deve ser evitado.

O sistema dissipativo é um sistema aberto que opera fora e às vezes distantes de qualquer equilíbrio. Prigogine trouxe para a ciência os conceitos de irreversibilidade e de indeterminismo, obrigando à ciência clássica a rever suas concepções de tempo e de espaço. Trazemos para a nossa observação do urbano, do rural e da sociedade estas contribuições. As visões clássicas não servem mais para explicarem as dinâmicas complexas que envolvem o território hoje. São sistemas instáveis que derrubam as certezas que a ciência clássica consolidou. O mundo é construído por movimentos irregulares e caóticos. Mudanças imprevisíveis em sistemas caóticos podem conduzir a novos padrões. A auto-organização e a emergência espontânea resultam dos efeitos do não equilíbrio e da irreversibilidade. Mudanças imprevisíveis nos sistemas caóticos urbanos de hoje podem conduzir à emergência de novos padrões de ordem e estabilidade. As transformações acontecem num processo dinâmico de troca de informações. Sistemas sociais contribuem continuamente com essas mudanças sendo fonte para as renovações, o caos e a auto-organização. Trata-se de um processo contínuo de adaptações que dissipam energia, matéria e informação. As cidades precisam criar uma nova ordem complexa e mais harmônica. Não há dúvida que a *internet* e os meios de comunicação atuais aceleram esse processo. Assim como a internacionalização do mundo com as trocas culturais. A imigração e a migração têm um papel extraordinário neste contexto. O aumento da complexidade e da diversidade acelera a criação de novas organizações. As cidades assim estão se transformando para uma realidade mais ecológica e socialmente harmônica. Abrimos também mais espaço para a contemplação, o relaxamento e a meditação. A hierarquização é rompida e a criatividade incentivada.

Ciência ambiental inter e transdisciplinar

As articulações sociedade/natureza vão além do acadêmico e incluem valores éticos e os conhecimentos e práticas dos povos tradicionais que habitam no território. As equipes interdisciplinares devem se preocupar com a garantia dos recursos naturais e com a melhoria da qualidade de vida das populações. Explorando-se ao máximo o que cada setor científico tem para colaborar. Para este objetivo é necessário construir uma técnica inter e transdisciplinar em busca de uma linguagem comum. Trata-se de um processo de decodificação e recodificação em que o pesquisador se libera de sua linguagem específica (VARGAS, 2000).

Hoje temos extrema necessidade de um diálogo maior entre os diversos campos do saber. A especialização fortalecida no Iluminismo precisa ser transformada já que os problemas

atuais são complexos e interligados. Precisamos, portanto, desenvolver estratégias de colaboração entre as ciências. As relações sociedade/natureza são compostas por interações complexas. Quando falamos de recursos hídricos, tão essenciais para a vida, estamos dando um excelente exemplo da interdisciplinaridade. A melhoria da qualidade ambiental e a garantia da sustentabilidade do planeta exige a integração e a colaboração das diversas áreas do conhecimento. A dinâmica socioambiental é uma realidade sistêmica aberta e complexa visando a manutenção e a recuperação dos recursos naturais. Revertendo assim os processos predatórios antrópicos.

Ainda são poucas as instituições de pesquisa interdisciplinares dedicadas às questões socioambientais. Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (Rio 92) através da Agenda 21 Global (capítulos 34 e 35) foi dado destaque internacional à necessidade da inclusão da ciência e da tecnologia no processo chamado de desenvolvimento sustentável. Já apontando as necessidades das práticas inter e multidisciplinares e interinstitucionais de pesquisa na área ambiental. Foram criados também diversos cursos de pós-graduação com enfoque multi e interdisciplinares. Fato que impulsionou a criação de editais e encontros com esta perspectiva. Cada vez mais precisamos um avanço epistemológico para consolidarmos esta visão para a ciência contemporânea. Exigindo, portanto, uma mudança ontológica na própria sociedade onde a educação ambiental crítica tem papel fundamental (PHILIPPI, 2000).

A própria degradação ambiental foi acompanhada de uma crise da ciência fragmentada. Fato agravado pelo predomínio da economia de mercado e a globalização. A reversão deste processo exige cada vez mais a inter e a transdisciplinaridade das ciências e seu maior diálogo com os povos. O desenvolvimento das ciências complexas e quânticas impulsionou esta demanda. De grande importância foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de Estocolmo (1972) que criou nos anos seguintes o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA/UNESCO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). A dimensão ambiental foi em ambas as instituições tratada de forma multi e interdisciplinares. Reconhece-se assim a complexidade e a visão holística presentes nos sistemas socioambientais. As transformações culturais e econômicas se tornam de extrema relevância para as mudanças necessárias nas relações sociedade/natureza. A própria entrada da humanidade em uma nova era civilizatória fortalecida pela cibernética e a informática constrói um novo paradigma científico, técnico e social. Período histórico marcado pelo conhecimento, mas também pela alienação generalizada, a desterritorialização, a perda de identidades e o aumento de riscos e incertezas. O excesso de ciência, tecnologia e informação baseadas na racionalidade econômica intensifica o desrespeito aos povos tradicionais e suas culturas e territórios. Para revertermos isto precisamos investir numa estratégia de fortalecimento da inter e

das transdisciplinaridades científicas para o setor socioambiental. Necessitamos como essência deste processo promover uma revisão das relações sociais de poder e produção. As pesquisas socioambientais podem ser a vanguarda deste novo pensamento crítico e transformador que leva em consideração os aspectos simbólicos, materiais e naturais. Criação de uma nova estrutura epistemológica que exige um rompimento com o positivismo lógico, o idealismo empirista e a subjetividade. Uma visão solidária e sistêmica socioambiental que pode ser um dos caminhos necessários para a valorização dos povos e para a emergência de um novo paradigma econômico e político. Rompendo-se assim necessariamente com a lógica do mercado, principal causa da degradação ambiental e das injustiças sociais. Uma nova racionalidade científica precisa ser construída para enfrentarmos os problemas socioambientais complexos. Fato que demanda a interdisciplinaridade e o respeito aos saberes populares. A comunicação se torna um processo essencial para esta transformação. Uma nova ciência que precisa se comunicar com os diversos atores envolvidos nos conflitos sociais que se manifestam no território. Promover de todas as formas a gestão participativa do território e dos processos produtivos. Apresentar assim novas relações de poder, produção e apropriação do espaço geográfico. Ressaltando-se a construção da diversidade e da valorização do diálogo com os diversos saberes (LEFF, 2000).

A interdisciplinaridade nas ciências ambientais deve ter alguns cuidados. Não se trata da busca por linguagens comuns e de generalidades e não basta ligar várias disciplinas. São necessários as trocas e os confrontos entre saberes em que a problemática das relações sociedade/natureza deve merecer destaque. Estratégias de pesquisa devem ser elaboradas diferentes daquelas que faria cada disciplina. A procura por uma interação e permuta de subjetividades e o debate epistemológico devem ser incentivados. Criando-se uma nova concepção de ciência, uma nova abordagem teórica e outras formas de intervenção no mundo. Esta obra coletiva certamente criará tensões pessoais e institucionais. O pesquisador deve ter a capacidade de criar uma certa destituição de sua segurança disciplinar para em seguida procurar uma nova estabilidade. Fortalecendo-se assim a construção coletiva. Tendo consciência de que os sistemas naturais e sociais inseridos nas pesquisas ambientais são intelectualmente construídos. Estabelece-se necessariamente uma problematização e um confronto de dados e das dinâmicas encontradas onde uma matriz pode ser formada. Estes são insumos necessários para a realização de uma problemática comum de pesquisa.

Um novo saber é desta forma alcançado através do confronto de saberes. “Uma nova síntese integrada da multiplicidade do real” (FLORIANI, 2000: 106). ASSIS (2000) aponta argumentos da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) para a necessidade atual da interdisciplinaridade (p. 172):

1. Aumento da especialização X Demanda pela complexidade dos temas;
2. Solicitação dos estudantes;
3. Problemas operacionais e administrativos das universidades;
4. Necessidade de treinamento;
5. Demandas sociais.

O autor descreve também algumas etapas importantes para a aproximação interdisciplinar (p. 175):

1. Aceitação de uma metodologia comum;
2. Formulação interdisciplinar de uma questão maior;
3. Linguagem;
4. Capacidade de resposta;
5. Acordo sobre resposta à questão maior.

ASSIS (2000) destaca alguns temas atuais em que a interdisciplinaridade é destaque:

- Gestão integrada de bacias hidrográficas: exigem sempre a atuação e a busca por soluções interdisciplinares;
- Gestão da biodiversidade: os componentes físico-naturais, socioeconômicos e culturais agem de forma integrada. A procura por produtos da biodiversidade impacta comunidades tradicionais e acontece a valorização econômica cada vez mais acentuada da biodiversidade;
- Mudanças climáticas: a redução dos gases de efeito estufa exige atuação integrada. Uma das problemáticas das questões relacionadas com as mudanças climáticas é o distanciamento entre os discursos e as práticas. Trata-se de um desafio das ciências que tem que ser abordado de forma interdisciplinar;
- Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE): as diversas opções de desenvolvimento para os territórios são um desafio interdisciplinar. As ciências devem reconhecer as diversidades socioambientais presentes no território para os ZEE serem mais eficientes;
- Indicadores ambientais: cabe às ciências ambientais de forma interdisciplinar analisar as pressões das atividades humanas no meio ambiente. Assim como aperfeiçoar o estudo de estado do ambiente físico-natural decorrentes das atividades antrópicas. Cientistas de forma interdisciplinar devem avaliar e apresentar as ações preventivas e mitigadoras necessárias. Envolve o princípio PER (Pressão, Estado, Resposta);

- Revisão dos processos de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA): identificamos muitas carências nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e dos AIA. Falta incorporação dos valores culturais e do bem-estar das populações atingidas pelo empreendimento. Os estudos devem ressaltar as oportunidades de transformações e criar políticas preventivas participativas. Os cientistas devem se preocupar com a minimização da racionalidade empresarial e enfatizar as alternativas para a gestão ambiental;
- Análise do ciclo de vida dos produtos: a gestão empresarial conta com o ISO 14.000 que é um inventário da avaliação do ciclo de vida dos produtos e seus impactos. Outra atividade que deve ser integrada e interdisciplinar ainda realizada de forma limitada.

Para o conhecimento e o tratamento das questões ambientais é impossível um tratamento fragmentário. O processo trans e interdisciplinar deve ser dialético, sistêmico, interativo e aberto. Na busca de um aperfeiçoamento mútuo entre os conhecimentos. Os paradigmas de base para esta transformação são a própria transdisciplinaridade presente em Morin e da autopoiesis de Maturana e Varela. Outra base importante é o saber quântico: difuso e espontâneo. O objeto transdisciplinar deve ser assim multidimensional. A cada nível existe também a percepção do observador. Trata-se, portanto, de um fluxo de informação. Segundo SILVA (2000) o sujeito transdisciplinar é aquele que consegue sua inserção no espaço de não-resistência com os demais pesquisadores e transitar sem resistência pelas demais pertinências oriundas das outras disciplinas. O avanço da ciência inter e transdisciplinares exige discussões teóricas, trocas de experiências, uma nova cultura e um novo arranjo institucional.

O fato é que não temos como resolver os complexos problemas ambientais e sociais urgentes com os paradigmas atuais. A cooperação tem que superar a competição. O racional não é suficiente e necessitamos de emoções e da capacidade autopoietica que inclui o amor e a aceitação do outro na convivência. Superando-se assim a disjunção entre pessoas e ambiente, responsável pela degradação e as injustiças. Temos que urgentemente nos integrar com esta realidade complexa de pessoas e natureza (SILVA, 2000).

A sociedade é fruto das interações entre indivíduos e o ser humano produz uma sociedade que o produz. A visão humana da natureza é construída socialmente e a própria ciência é uma construção social. Hoje a ciência vive um momento de incertezas onde os “acontecimentos trágicos, como as últimas guerras e as armas químicas e nucleares, somado à crise ecológica global contribuíram para diminuir o grau de confiança no progresso técnico” (FLORIANI, 2000: 97). Estamos, portanto, demandando uma nova racionalidade ambiental. Um procedimento diferente da racionalidade instrumental da modernidade precisa emergir. Fato que inclui os conhecimentos espontâneos e o resgate da cultura dos povos. Não se trata de um

retorno impossível, mas de um reconhecimento dos valores e das capacidades tradicionais e de uma autocrítica aos erros cometidos pelo modelo da modernidade. Trata-se também de um respeito às diferenças e de uma valorização maior das emoções. A multiplicidade do real e as incertezas devem ser consideradas. Onde o observador é “perturbado e perturbador” (FLORIANI, 2000: 99).

No início a solução para os impactos ambientais privilegiava as ciências da natureza. A partir dos anos 1970 a problemática passou a inserir o questionamento dos modelos de desenvolvimento. As dinâmicas sociais são assim ressaltadas. Exemplo deste enfoque foi a criação do Programa da UNESCO Man and the Biosphere (MAB). As pesquisas ambientais exigem este foco interdisciplinar em que as dimensões sociais e naturais devem ser consideradas. Nesta dinâmica temos as interações entre os grupos sociais e o espaço geográfico e as interações provocadas pelo próprio sistema de desenvolvimento industrial, agrícola, urbano, estrutural. Tornando-se a pesquisa complexa e de intensa discussão e intercâmbio. A prática interdisciplinar na área ambiental enfatiza as interações entre as atividades humanas e o meio natural e as transformações consequentes. Provoca-se então um confronto de linguagens, procedimentos e conhecimentos científicos. Sem invalidar as diversas identidades das disciplinas envolvidas. Uma problemática que surge é o objeto que se torna híbrido e complexo, situado na interface entre o social e o natural. As reflexões que emergem também devem ter foco interdisciplinar. A complexidade está presente na própria construção de uma problemática comum. A prática interdisciplinar emerge da confrontação das diversas visões que, por sua vez, também provoca uma mudança das visões, dos métodos, dos instrumentos e das estratégias particulares. Surgem daí as convergências e o amadurecimento da própria problemática. Fato que inclui os diálogos epistemológicos e os trabalhos de campo em conjunto.

Daí surgem os agrupamentos e a seleção dos métodos, instrumentos, formas de abordagem e indicadores. No decorrer da pesquisa novas questões emergem. As propriedades imateriais, como as que explicam os sistemas sociais, se inter-relacionam com os aspectos físicos naturais. Algumas dificuldades metodológicas podem surgir. Fato que exige uma organização rigorosa e coletiva. Trata-se de um processo criativo em um espaço geográfico comum. A colaboração entre as disciplinas provocará o surgimento de algumas questões centrais e a formulação de conceitos e hipóteses. Um momento extremamente importante é a construção coletiva dos instrumentos de análise que inclui os Sistemas de Informação Geográficas, os bancos de dados, os modelos, os questionários, as grades interpretativas. Observatórios também devem ser desenvolvidos coletivamente. Destacamos os aspectos organizacionais – um planejamento eficiente da pesquisa interdisciplinar. Cabe à equipe de pesquisa integrar-se bem com as comunidades sociais envolvidas. Finalmente, enfatizamos a

escolha do coordenador da pesquisa que deve ter qualidades dinâmicas e o reconhecimento de todos. Além de ter capacidade de síntese e de gerenciamento das relações sociais. Outro fator relevante é a busca por uma linguagem comum, escabelando-se formas de comunicação interativas. Uma escrita comum deve ser exercitada – momento que provocará novos debates.

VARGAS (2000) afirma que a integração de uma equipe se inicia na elaboração da proposta e no planejamento do projeto. A equipe assim se integra para estabelecer metas e objetivos. Além disso os pesquisadores podem se envolver através da promoção de cursos de nivelamento técnico, participação em encontros, cursos diversos, seminários de integração, palestras e reuniões de planejamento e avaliação. Relatórios e mapas temáticos podem ser realizados em conjunto. As atividades de comunicação interna e externa são extremamente importantes. Neste processo novas questões e novas metodologias emergem. A equipe não pode ter gente demais e nem de menos visando a eficiência na integração e a agilidade. A opinião e as dificuldades de cada membro devem ser respeitadas com um bom trabalho de coordenação.

PAULA (2000) cita o exemplo de um trabalho interdisciplinar concreto que resultou na elaboração de dissertações, uma tese, monografias, publicações científicas e um programa de educação ambiental. Como resultado também uma efetiva interação interdisciplinar e interinstitucional. O autor afirma que mesmo assim não existe um método interdisciplinar constituído e aprovado. Desafios continuam sendo a hiperespecialização positivista e a construção de uma totalidade complexa. Kant é mencionado como exemplo de estudioso que abrangeu geografia, história, matemática, filosofia e antropologia de forma eficiente. A interdisciplinaridade envolve necessariamente a poíesis e a práxis. O momento primeiro é o da construção de conceitos, condições e processos. Onde ressalta-se a capacidade criativa e as incertezas com três elementos: objeto, equipe e processo (planejamento, treinamento, execução e acompanhamento). A práxis envolve a criação da realidade prática e teórica. No exemplo de PAULA (2000) a totalidade unificadora foi uma bacia hidrográfica no Estado de Minas Gerais. Diversas atividades antrópicas e seus impactos compõem a realidade da bacia. A partir de mediações partiu-se para a práxis que incluiu pesquisas demográficas, dos serviços, da infraestrutura, das estruturas produtivas educacionais e políticas. O resultado foi uma síntese onde os pesquisadores criaram um rio ideal, atual e possível. A interdisciplinaridade é um aspecto essencial quando abordamos bacias hidrográficas.

A Lei 9.433 do Brasil exige em seu texto a utilização racional e integrada dos recursos hídricos. Fato que requer estudos e gerenciamento integrados. Além disso, existe a preocupação com os grupos sociais presentes na bacia e com a sustentabilidade ambiental. As equipes interdisciplinares de pesquisa devem trabalhar em conjunto com as demandas dos comitês de bacia e as instituições de ensino e pesquisa precisam investir neste campo integrado e inter e

transdisciplinar das bacias hidrográficas (ASSIS, 2000). O autor aponta algumas exigências para o desenvolvimento definitivo das pesquisas e ações interdisciplinares (p. 183):

- Organização da cooperação técnico-científica com formação de redes de pesquisa;
- Consolidação de bases de dados e compartilhamento de informações;
- Cooperação universidade-órgãos ambientais e universidade-indústria – oferta dos conhecimentos.

Os pesquisadores da área ambiental devem se preocupar cada vez mais com os altos níveis de degradação ambiental e com as injustiças sociais manifestadas no território. Entretanto, a atuação interdisciplinar vem sendo muito mais adotada por Organizações Não Governamentais (ONGs) do que pelos centros de pesquisa. Muitas utilizam os argumentos técnicos e científicos como instrumento de pressão política. Os projetos das ONGs são várias vezes direcionados aos povos tradicionais. O importante é ressaltarmos que “não há mais condições sociais favoráveis à velha prepotência disciplinar” (FERREIRA, 2000: 200). A autora ressalta que a preocupação interdisciplinar recente se iniciou nos EUA no período pós Segunda Guerra quando surgiram diversas pesquisas definidas por regiões geográficas. Tendência que se espalhou logo depois para várias universidades do mundo, agrupando cientistas sociais e naturais. Foi, certamente, um impulso importante. “Mas há hoje uma tendência, a cada dia mais aceita, de que a interdisciplinaridade veio resgatar a capacidade científica de desenhar algum tipo de inteligibilidade do mundo” (FERREIRA, 2000: 203). Acrescentamos o aspecto político em que vivemos as enormes ameaças socioambientais provocadas pelo modelo econômico urbano, industrial e capitalista.

Considerações finais

Os diversos encontros internacionais e as inúmeras publicações relacionadas às questões ambientais nos últimos anos demonstram a relevância do assunto para a sociedade, governos, academia e setores produtivos. Os reflexos globais dos problemas ambientais são marcantes e o enfrentamento é urgente. No entanto, nosso conhecimento e nossos mecanismos institucionais são ainda bem insuficientes. De forma integrada precisamos buscar novos sistemas de produção e de intervenção humana no território. Fato que ultrapassa a academia. As desigualdades sociais e econômicas acentuam os problemas e as diversidades territoriais e culturais necessitam serem

mais consideradas. Alguns avanços estão ocorrendo devido aos novos programas interdisciplinares.

A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são elementos do futuro que visam superar as enormes dificuldades de nossa realidade ainda excessivamente especializada na área científica. Cursos de pós-graduação devem investir nesta superação. As ciências ambientais possuem dúvidas teóricas, metodológicas e epistemológicas importantes que devem ser debatidas. Temos que consolidar assim a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade nas ciências ambientais. Não se trata da busca de uma nova ciência, mas sim de uma nova perspectiva, um complemento às disciplinas diversas. As próprias disciplinas vão se enriquecer através do diálogo interdisciplinar e transdisciplinar e da maior interface com a sociedade.

Não são todos os problemas que são interdisciplinares, mas sem dúvida para ecologia, ciências da Terra e cosmologia a interdisciplinaridade é exigência devido à alta complexidade envolvida. Exige-se um novo comportamento científico, tecnológico, acadêmico, pedagógico, cultural e social. Não se trata de uma proposta, mas de uma demanda urgente. A interdisciplinaridade é revolucionária no sentido de ser uma ruptura radical com a ciência consolidada. Há necessidade de um rompimento com estruturas institucionais como os presentes nas universidades e nos órgãos de fomento. As discussões de método, epistemológicas e teóricas devem ser altamente incentivadas. Sabendo-se da era de incertezas que vivemos. A sociedade demanda não apenas conhecimento, mas transformações das questões ambientais. A academia tem que dialogar cada vez mais com os diversos setores públicos, produtivos, populares, organizados e incorporar definitivamente a ciência não-linear.

Referências

ACKROYD, P. **London: The Biography**. London: Vintage, 2001.

ALLEN, P. **Cities and Regions as Self-Organizing Systems. Models of Complexity**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 1997.

ALLEN, P. M. **Evolutionary Complex Systems**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 1991.

ALVES, P.B. **Infância, Tempo e Atividades do Cotidiano de Crianças de Rua: Contribuições da Teoria dos sistemas Ecológicos**, (Tese de Doutorado) PGPD. UFRGS, 2002.

ASSIS, L. F. S. “Interdisciplinaridade: necessidade das ciências modernas e imperativo das questões ambientais in **Interdisciplinaridade em Ciências sociais**, SP: Signus, 2000.

FARRAL, M.H. *O conceito de resiliência no contexto dos sistemas sócio-ecológicos* in **Revista Ecológica** 6. Lisboa, 2012.

LEFF, E. “Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental in **Interdisciplinaridade em Ciências sociais**, SP: Signus, 2000.

MORIN, E. **O Método I: a natureza da natureza**, Mira-Sintra: Europa-América, 1977.

PAULA, J. A. “Sobre o processo de pesquisa interdisciplinar” in **Interdisciplinaridade em Ciências sociais**, SP: Signus, 2000.

PHILIPPI, Jr, A. “Interdisciplinaridade como atributo da C&T” in **Interdisciplinaridade em Ciências sociais**, SP: Signus, 2000.

PIGEN, H.O. JÜRGENS, H. e SAUPE, D. **Chaos and Fractals: new frontiers of science**, Berlin New York: Springer-Verlag, 1992.

PRIGOGINE, I. **Order out of Chaos**. London: Bantam Books, 1984.

RUSSEL, B. **Autobiography**. London: Routledge, 1998.

SILVA, D. J. “O Paradigma Transdisciplinar: uma perspectiva metodológica para a pesquisa ambiental” in **Interdisciplinaridade em Ciências sociais**, SP: Signus, 2000.

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual**, RJ: Bertrand Brasil, 1988.

SOJA, E. W. **Geografias Pós-Modernas**, RJ: Jorge Zahar, 1993.

VARGAS, V. M. F. “Projetos em ciências ambientais: relato de caos” in **Interdisciplinaridade em Ciências sociais**, SP: Signus, 2000.

