

# Notas e Resenhas

## COMPLEXIDADE: PERCALÇOS E TRAJETÓRIAS

GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 30, n. 3, p. 599-609, set./dez. 2005.

### INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

O que é complexidade? Questão intrigante a que agora lançamos. Porém, antes de tentar responde-la, é importante enfatizar o caráter com que vem sendo utilizado este vernáculo. O que percebemos nos mais diversos trabalhos acadêmicos de hoje é a utilização a esmo do termo complexidade como sendo um reforço ao “modismo” conceitual.

Sem o devido aprofundamento, as discussões, muitas vezes, ficam apenas na esfera do uso léxico e comprometem, deste modo, a qualidade dos trabalhos ora referidos. Por certo, a atividade acadêmica e os ditos cientistas que lançam mão da complexidade apenas como reforço aos *slogans* científicos, sem, contudo referenciar sua escolha – não no sentido de escolha de autor – no aspecto de reconhecer que desde o seu surgimento até os dias atuais, negam assim a longa jornada por ela percorrida. Por isso mesmo, é relevante colocar sob que contexto e sob quais perspectivas se está utilizando-a.

Para isso, este ensaio se presta. É preciso, longe de lograr e reproduzir modismos acadêmicos, com efeito, refutá-los. E para o da complexidade, aqui buscamos demonstrar a correlação com o contexto histórico o qual surgiu; sua aplicabilidade naquele determinado momento e a trajetória por ela cursada, até chegar neste início de século XXI.

Percorremos então uma longa jornada que nos leva desde a consolidação da separação entre “homem” e natureza, passando pela objetivação do conhecimento, o reforço à dicotomização, até chegar na indagação: por uma “nova aliança”?

Diante disso recorremos ao diálogo com a geografia, como ciência do espaço, no sentido de que este – como produto e condição – reserva pelo seu entendimento a possibilidade de se reconhecer com maior evidência a complexidade. Isso porque é ele (o espaço) a materialidade e a materialização da relação que os homens realizam entre si e destes com a natureza, mesmo essa sendo manifesta ou não.

Para tudo isso, seguimos sob as tortuosidades trilhadas por um fazer científico que delimitamos temporalmente àquele que compreende a transição entre uma ciência clássica e uma moderna, a fim de retirar dali as substâncias necessárias para tentar suprir as deficiências e lacunas que hoje surgem no que diz respeito à utilização da complexidade, seja como termo, método ou pressuposto.

---

<sup>1</sup> Para um melhor entendimento do livro escolhido para orientar este ensaio, utilizamos leituras complementares que se fizeram indispensáveis. Dentre elas podemos citar Cindra (1998), Falceta Jr. (2004), Frangiotti (2004), Gazzo (2004), Gleiser (2004), Lopes (1995), Lütz (2004), Ronin (1991), Silva (2004), Nascimento (2004), Morin (1988), Li An (2005), Malanson (2005).

## HOMEM E NATUREZA: A CONSOLIDAÇÃO DA SEPARAÇÃO

A tentativa de se comunicar com a natureza muitas vezes parece com a de decifrar uma linguagem alienígena, no sentido de que reproduz o ideário de mundos diferentes, ou ainda, de uma certa estranheza. Assumindo isso como prerrogativa, eis que surge a ciência clássica que naquele instante vinha para fazer embate ao conhecimento tido por vulgar e banal representado por uma "vã filosofia". Era preciso romper com um conhecimento indutivo que não dava respostas às inquietudes humanas ou quando as fazia era somente ao nada. Não se queria mais "adivinhar" o que a natureza dizia aos homens. Era preciso decifrar seus segredos. Entender seu funcionamento objetivamente. Somente assim estaria constituída a diferença entre aquele que se dizia "Zoroastro" ou "Pandoro", do cientista, que veio para destrinçar a natureza e dela desvendar seus mais profundos mistérios.

Sob essa égide, protegeu-se a Física, que advogou por muito tempo a universalidade da natureza, ou seja, que esta obedece a leis gerais e cabe ao homem desvendá-las e entendê-las. Essa perspectiva abriu o precedente de que, se o mundo é como uma máquina, como um relógio, pode-se absolutamente manipulá-lo, dominá-lo e experimentá-lo.

A partir dessa acepção, tendo uma natureza cada vez mais distante, subjugada a leis frias, legitimou-se, pouco a pouco, mas de forma única, a consolidação de uma atividade científica como sendo isenta das contradições e incertezas que caracterizam outras cognições humanas, sejam elas afetivas, religiosas ou políticas.

A "partilha" (PRIGOGINE; STENGERS, 1984) teve seu principal auspício no período histórico denominado de Renascença, que perdurou durante os séculos XV e XVI. Nesta época o homem contesta velhas tradições e dá início a um processo que enceta uma nova forma de ver, e, por conseguinte, de fazer o mundo. Um de seus maiores representantes, Copérnico, também conhecido como o filósofo do céu, teve nas suas elucubrações sobre o movimento dos astros, em especial a relação entre Terra e Sol, a contribuição para o rompimento de um velho paradigma e a mudança de uma visão que os homens tinham do mundo à sua volta e de si mesmos. Eis que era postulado o heliocentrismo.

Assim, o rompimento estava dado e a mudança compreendia "o modo pelo qual ele (homem) iria encarar sua ciência. Não colocaria mais a autoridade acima da observação; em vez disso, avançaria por si mesmo, testando cada nova hipótese contra a pedra de toque da experiência" (PRIGOGINE; STENGERS, 1984).

O sagrado, o místico, o obscuro agora é deixado de lado e o homem passa então a estar no centro de suas próprias ações e do universo, onde tudo seria posto à sua prova. O primeiro passo havia então sido dado.

## DO AUTÔMATO REDUCIONISTA À QUESTÃO DA COMPLEXIDADE

Admitindo um mundo inerte, um mundo máquina, como defendia Descartes, seria dizer o mesmo dos homens. Tendo-os como tal, onde ficariam as relações, os afetos, os desejos e as angústias? E não seriam eles também matéria, assim como os corpos celestes? Se, na época, pretenderam universalizar o mundo admitindo tal premissa, tentando descobrir seu "código de acesso", suas leis regentes, aquilo que tudo responde e serve, então esbarrariam nessas questões.

O homem, seja ele o que for, é produto de *processos físico-químicos extremamente complexos* e também indissociavelmente, produto de uma história, a do seu próprio desenvolvimento, mas igualmente a da

sua espécie, de suas sociedades entre as outras naturais, animais e vegetais. *Complexidade e história*: essas duas dimensões estão igualmente ausentes do mundo contemplado pelo “demônio de Laplace”<sup>2</sup>. (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 61 – grifos nossos)

No limite da capacidade elucidativa das explicações premidas pelo princípio mecanicista encontra-se o caráter biológico do homem, este, carrega em si a “aleatoriedade” de seus processos organizadores, ou seja, vê em elementos aparentemente inertes e sem vida uma possibilidade para o surgimento desta. Aquilo que os autores colocam como “desenvolvimento progressivo”.

É sob essa fenda, aberta diante da carapaça dura da mecânica racional, que surgem metodologicamente as primeiras grandes contraposições: trata-se, pois, da química e da medicina. Assim, é a partir das singularidades e particularidades cada vez mais percebidas que se começou a evidenciar a complexidade dos fatos e processos.

Apesar disso, a questão passa então a percorrer por uma trilha ainda mais tortuosa. Admite-se a multiplicidade dos processos, mas, de outro modo, defende-se que é daí que se deve retirar o que lhe é geral, o que lhe resume e define. E ainda, atribui a essa leitura dos fenômenos como sendo responsabilidade da ciência e deixa para a filosofia, aqueles mais subjetivos, como afetividade, valores morais, dentre outros.

Esse novo caráter atribuído ao fazer científico teve sobre os ombros de Newton o seu sólido pilar. Através de sua Teoria Universal ele fora aclamado como um “deus” por ter “revelado” com suas formulações um princípio supremo. Destarte, teve em seus enunciados a possibilidade de uma ciência “reconhecida e honrada por um estado poderoso, detentora de uma concepção global e coerente de mundo”.

No epitáfio de Pope, os versos do filho de Âmpere (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 52) diziam:

(...)  
O verbo se fez homem e se chamou Newton.  
Veio e revelou o princípio supremo,  
Constante universal, uno como o próprio Deus.  
(...)

Cada vez mais dilacerada essa objetivação do conhecimento, herança de Kant, trouxe à superfície um desarranjo ainda maior que nos remete à questão do que é “objetivo” e o que é “complexo”. Existe aí uma nova dicotomia? A natureza tida como autômato, reduzida às determinações práticas, tinha aí a legitimação de um esfacelamento que vinha se delineando por dois séculos. E a complexidade? Esta, assim como Copérnico, teve que buscar nos fundamentos daquilo que criticava o alicerce para sua própria consolidação.

## DA OBJETIVAÇÃO DO CONHECIMENTO À QUEBRA DA DICOTOMIZAÇÃO

Foi preciso impelir a natureza a falar, ditar-lhe a linguagem que deveria ser anunciada, de tal modo que a tentativa deveria prosseguir até encontrarem-se as falhas e consolidar-se o êxito. Assim sendo, tem-se a experimentação, como o caminho que levaria às descobertas das chamadas “verdades”. Prigogine; Stengers (1984, p. 69) falam sobre a Revolução Copernicana que então resumia:

[...] o sujeito não “gira” mais à volta do seu objeto, tentando descobrir a que lei está submetido, que espécie de linguagem permitirá decifrá-

<sup>2</sup> Entidade que poderia ter pleno conhecimento sobre todas as coisas. Para saber mais ver <http://www.estado.estadao.com.br/edicao/especial/ciencia/caos/cao17.html>

lo; é ele que está no centro, que impõe a lei, e o mundo, tal como o apercebe, fala sua própria linguagem.

Da mesma forma, Kant se contrapunha à idéia predominante naquele momento de que a relação que existe entre o “espírito” e a “experiência” era algo adquirido, ou seja, como se um fosse uma massa argilosa ou uma madeira crua, pronta para ser talhada e moldada pela espátula do outro. Replicou ele que não. Pois são determinadas estruturas, aquilo que ele chamou de *a priori*, que constroem a ordem universal. Dizia ele então:

[...] a ciência não dialoga com a natureza, ms lhe impõe sua linguagem; contudo, ela deve descobrir, em cada caso, o que as coisas dizem de particular nessa linguagem geral. O conhecimento dos conceitos *a priori* é, em si mesmo, vazio, sem conteúdo; o labor da ciência é necessário para submeter efetivamente o conjunto do mundo às categorias do conhecimento. (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p.69)

A categorização do conhecimento fez muitas ciências, a exemplo da química, a limitarem-se a práticas experimentais. Antes, o que era motivo de crítica agora era o reforço que candejava a afirmação da equivalência tanto dos processos físico-químicos inerentes aos seres vivos quanto das matérias inanimadas. Acreditando-se assim, não existiria objeção entre ambos e, por isso mesmo, deveriam ter o mesmo princípio explicativo e o mesmo método de análise.

Essa unificação dá autoridade para Hegel questionar sobre as diferenças existentes entre a natureza das coisas e seus processos. Da mesma forma, a tentativa de homogeneização e reducionismo impele à indagação partindo da existência de organismos vivos e comportamentos simples e complexos, o que a mecânica clássica não queria admitir. Surgia aí a idéia de uma heterogeneidade, que naquele instante, se fazia radical, mas que, de certa forma, serviu de embate às ciências matemáticas da natureza.

Aos poucos ia emergindo a necessidade de uma outra perspectiva para a ciência. De Diderot a Bergson, passando por Maurice Merleau-Ponty e também Whitehead, dentre outros a crítica continuou no sentido de se resgatar uma filosofia da natureza e que aos poucos estava se perdendo. Os claustros impostos pela repartição entre ciência e filosofia, entre sujeito e objeto e por fim, entre o homem (sociedade) e natureza necessitavam ser superados.

Assim resumiu Whitehead sobre a capacidade de abstração deixada pelo espírito matemático que predominou o fazer científico do século XVII:

No seguimento do enorme sucesso da abstração científica, que produz de um lado a matéria, com sua localização simples no espaço e no tempo e, doutro, o espírito, que percebe, sofre e raciocina, mas não interfere, a obrigação de aceitá-los como expressão mais concreta dos fatos viu-se despachada para a filosofia. Whitehead (*apud* PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 77)

É justamente na relação espaço-tempo e na forma como eram apreendidos pela mecânica clássica, que se consubstanciaram as primeiras etapas de um novo devenir. Era o questionamento dos processos reversíveis defendidos pela física do movimento que viriam a ser a porta de entrada para um caminho que levaria a muitos questionamentos, mas que certamente mudaria, sem precedentes, o fazer científico a partir dali.

Em especial, nenhuma teoria científica, como tal, deveria bastar para justificar uma redução do tempo parecida à que opera a dinâmica clássica. Negar o tempo, isto é, reduzi-lo ao desenvolvimento determinista duma lei reversível é renunciar à possibilidade de uma concepção da natureza que a defina como capaz de produzir os seres vivos e, singularmente, o homem; é, portanto, condenar-se à alternativa entre uma filosofia anticientífica e uma ciência alienante. (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 79)

## A CIÊNCIA DO COMPLEXO: DA DINÂMICA CLÁSSICA À TERMODINÂMICA

Para aqueles que ainda acreditam numa ciência pura, não aplicada, isolada e distante da sociedade (que a produz) a discussão a seguir serve como exemplo para demonstrar o contrário.

Estamos no século XVIII, contexto da Revolução Industrial. A necessidade cada vez maior de força motriz para movimentar as máquinas até então feitas de forma simples: por animais ou pelos ventos e água. No entanto, eis que surge a máquina a vapor e daí uma nova perspectiva: a do calor. Como este afeta os corpos? Que transformações proporciona? Eram questões que incitariam novas discussões e o aprofundamento de estudos cada vez mais comprometidos em desvendar os mistérios do fogo, do calor e sua relação mecânica, ou seja, de movimento. Surge então a termodinâmica.

A ciência do fogo (química) em diálogo com a física põe à prova os conhecimentos clássicos sobre o movimento evidenciando com isso sua deficiência primaz que era a de tentar, através de leis gerais, universalizar a natureza partindo de princípios que explicariam tudo, como se tentou pelas Leis da Gravitação.

A ciência clássica tinha sua legítima representatividade nas leis da dinâmica e, por isso mesmo, viram através daquilo que tanto tentaram objetivar a constituição de sua própria decadência: a questão da reversibilidade dos processos. Defendendo tal ponto de vista, bem como da imutabilidade dos movimentos, as leis da dinâmica vêem-se diante de um mundo que contraria, ponto a ponto, sua própria regência. Se admitirmos que a reversibilidade é algo possível, então admitiríamos que voltar no tempo, objetivamente, também o é.

No início, a química cai na mesma armadilha de sua companheira por tentar fazer com o calor o mesmo que fizeram com a gravitação: torná-lo universal. Partindo dessa premissa, entendeu-se que ambos (calor e gravidade) tenderiam ao equilíbrio e partindo desse silogismo percebeu-se que existiria aí um paradoxo, pois, para que este aconteça, é necessário uma compensação do movimento produzido, para que ele retorne ao seu estado inicial. Isso quer dizer que é preciso “reverter” o processo, contrariando, desta forma, a noção de *irreversibilidade* introduzida pela física, através da dinâmica quântica.

A gravitação exerce-se sobre uma massa inerte que a *sofre* sem ser afetada de outra maneira que não seja pelo movimento que recebe ou transmite; o calor *transforma* a matéria, determina mudanças de estado, modificações de propriedades intrínsecas. (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 84)

Eis aí a grande questão. É sob o escopo de compreender a compensação entre esses dois processos em busca do equilíbrio perfeito que se descobriu o que poria em xeque a crença verdadeira da dinâmica clássica. Tem-se a entropia.

Num motor térmico, este segundo processo, simultaneamente equivale ao inverso do primeiro, sob o ponto de vista da transformação do sistema motor, é um *resfriamento* que permite recuperar sua temperatura, pressão e volume iniciais, **cedendo calor ao exterior**. (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 86 – grifos nossos)

Isso porque, ao contrário de um motor mecânico, um motor térmico não se limita apenas à transmissão de movimento. Ele além de *produzir* o movimento também provoca uma mudança de sua própria natureza, uma *mudança de estado*. Entretanto, com todas as transformações que vinham acontecendo, ainda não se havia consolidado, como reforçam os autores, uma “ciência do complexo”. Mas faltava pouco.

Diante da era das experiências e dos laboratórios como sendo os legítimos símbolos do fazer científico daquele momento, é que ocorre uma série de descobertas que movimentou a ciência daquele fim de século XVIII e início de século XIX. A começar por Galvani (*apud* PRIGOGINE; STENGERS, 1984) com seus estudos sobre eletricidade demonstrou a mobilidade das cargas elétricas através de um circuito elétrico experimental

feito com uma rã. Até então, se acreditava que as cargas elétricas eram imóveis. Depois veio Volta (*apud* PRIGOGINE; STENGERS, 1984), que construiu uma pilha química, evidenciando com isso que reações químicas podem produzir eletricidade. Muitas descobertas ainda foram feitas com relação à eletricidade e com elas aprendeu-se que uma corrente elétrica pode produzir luz e calor, provocar reações químicas e também tem efeitos magnéticos. Outros grandes desvendamentos mostraram que, ao contrário, o calor também pode produzir corrente e que a eletricidade pode ser utilizada para arrefecer um corpo.

Foi justamente a interligação dessas consecutivas descobertas que chamou a atenção de Joule<sup>3</sup>, físico inglês que percebe e interpreta a conexão entre a química – a ciência do calor – a eletricidade, o magnetismo e a biologia como uma espécie de *conversão* e estabelece o fio condutor do que estava por se tornar na ciência do complexo (PRIGOGINE; STENGERS, 1984).

A transformação daquilo que ele chamou de energia em calor – realizado por um trabalho – demonstra a relação existente entre os processos físico-químicos e consolidou naquele instante as bases da nova ciência.

A conservação de uma grandeza física, a energia, através das transformações que os sistemas físicos, químicos e biológicos podem sofrer, vai desde então ser colocada na base do que podemos chamar de a ciência do complexo, e vai constituir o fio condutor que permitirá explorar de maneira coerente a **multiplicidade** dos processos naturais. (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 88 – grifos nossos)

É diante deste contexto que surge a complexidade, ou pelo menos ela é apreendida. Como sinônimo de uma multiplicidade de processos e, mais ainda, de uma interligação de fenômenos que não se resumiam apenas nos experimentos realizados pelos cientistas daquela época, mas que essas eram características tidas como de toda a natureza.

No entanto, um erro foi cometido. Joule, mais uma vez, tenta fazer o mesmo que seus predecessores. Atribuiu à complexidade a condição de ordem do Universo, ou seja, como uma forma legítima de se chegar à “unidade” da natureza. Isso logo provocou os primeiros embates, não pela proposta de uma lei geral, mas pela idéia que contrariava principalmente os positivistas da época de que existe um princípio de causalidade único.

A grande diferença então não estava no fim, mas nos “meios”. Antes se tinha uma lei geral que para chegar-se a ela era preciso fragmentar e reduzir a natureza ao máximo. Agora é justamente o contrário. O princípio geral continua, no entanto, é a multiplicidade dos processos e suas interligações que o representam.

Seria então a complexidade um objetivo final, uma forma de leitura para se conseguir desvendar a natureza e dela retirar seu tratado universal ou não, é a complexidade a própria natureza? Esta, talvez, seja uma questão para a vida toda.

<sup>3</sup> Suponha que você leve uma pedra ao alto de um edifício: você aumenta a energia potencial da pedra. Se você larga a pedra ela cai com velocidade crescente. Sua energia potencial diminuirá, a energia cinética crescerá. Quando a pedra atinge o solo ela parece perder bruscamente toda sua energia cinética. Na verdade isso não se dá porque as moléculas da pedra e as do solo passam a vibrar mais fortemente. A energia cinética da pedra é toda transformada em calor. Durante o ano de 1840, Joule montou várias experiências, com o intuito de demonstrar que uma diminuição da energia mecânica acarretaria a transferência de uma quantidade de energia, na forma de calor, em igual valor. Seu invento mais famoso foi um dispositivo no qual duas massas presas por um fio passavam por duas roldanas. A medida que as massas desciam, o sistema de haletas girava, fazendo aumentar a temperatura da água no interior do recipiente. Conhecendo as massas e as distâncias de queda ele determinou o trabalho feito; medindo com precisão o aumento da temperatura da água, ele determinou o calor produzido. Joule pôde, então, estabelecer a relação entre o trabalho e a quantidade de energia transferida na forma de calor. Determinou que cada 4180 J de energia correspondem a 1000 cal. (fonte: Sala de Física do Yahoo Geocities)

## O COMPLEXO DA COMPLEXIDADE

Aquilo que atenta a ciência para a complexidade – a conservação de energia – também provoca um novo emaranhado epistemológico. Ao mesmo tempo em que o princípio rompia com os postulados da dinâmica clássica ele reforçava a essência daquilo que queria refutar: as bases positivistas daquela ciência. E ainda, incitou a discussão sobre as *diferenças* que a *equivalência* do princípio da conservação de energia colocou. Ou seja, da relação entre criação e destruição da natureza e que o enunciado, teoricamente, tenta anular. Dessa natureza que tanto se tenta desvendar disseram Prigogine; Stengers, (1984, p. 90 – grifos nossos)

Antes do dispositivo experimental, onde a natureza produtora é dominada, submetida a uma *equivalência* preestabelecida, é preciso, para compreendê-la, evocar a fofalha crepitante das máquinas a vapor, a ofervescência das transformações num reator químico, a vida e a morte dos indivíduos e das espécies, outras experimentações onde se expande o seu poder criador e destruidor.

Os caminhos intempéricos percorridos pela ciência clássica resistiam ainda na termodinâmica sob os augúrios da descrição de uma situação que fosse a ideal, mas que, de certo, as fumaças saindo das laboriosas fábricas iriam mostrar que “máquina térmica nenhuma restituirá ao mundo o carvão que devorou” (PRIGOGINE; STENGERS, 1984). Assim dizia Lázaro Carnot que atribuiu os mesmos princípios do “movimento ideal” - aquele que evita ao máximo as perdas - à máquina térmica. Se num sistema “ideal” dois corpos de temperaturas diferentes tendem a uma situação de “perca-ganho” de calor entre eles, o objetivo então é evitar ao máximo o contato. É assim, diante dessa relação entre calor, trabalho, movimento, fluxos, enfim, que advém a termodinâmica. No entanto, não se pode esquecer que isso tudo parte de uma situação ideal e que para um motor real, as perdas são um fato e, contrariamente ao que Carnot (*apud* PRIGOGINE; STENGERS, 1984) havia dito, não somente o ideal deve ser objeto da ciência.

Mais uma vez retornamos a idéia dos processos irreversíveis. Se uma chama, ao queimar uma vela não a traz de volta, para onde ela vai? O que houve ali com o calor? Chegou ao seu fim? E o equilíbrio? Este não é a tendência natural das coisas?

## ENTROPIA: DA DEGENERAÇÃO À IRREVERSIBILIDADE

Diz-se que todo sistema ao completar seu ciclo retorna ao estado inicial. Isto seria o equilíbrio ou mesmo a tendência para este. No entanto, a entropia traz um novo arranjo e coloca a exemplo do calor a questão da relação entre os fluxos “úteis” e aqueles que são perdidos. Mas então esse calor que é dissipado não tem função? Não é útil ao sistema? Então qual é a função dele existir?

Na física, para um sistema isolado essa perca é crescente e coloca em risco a sua existência. No entanto, em um sistema real, não fechado, mesmo recebendo fluxos, este pode desaparecer. Isso porque esses podem ser ao mesmo tempo, benéficos ou não, dependendo da perspectiva e da escala. Por exemplo: um sistema lacustre que recebe certa quantidade de efluentes. Com o tempo a tendência desse sistema é desaparecer devido a intensificação e aceleração do processo de eutrofização. O que vai variar aí é o tempo, tendo em vista que, de qualquer forma o sistema terminaria no seu desaparecimento. O que houve foi uma aceleração desse processo. O que importa é que, independente da escala ou da perspectiva, esse sistema jamais retornará ao seu estado inicial. Isso é o que é enunciado como “diminuição de rendimento” (PRIGOGINE; STENGERS, 1984).

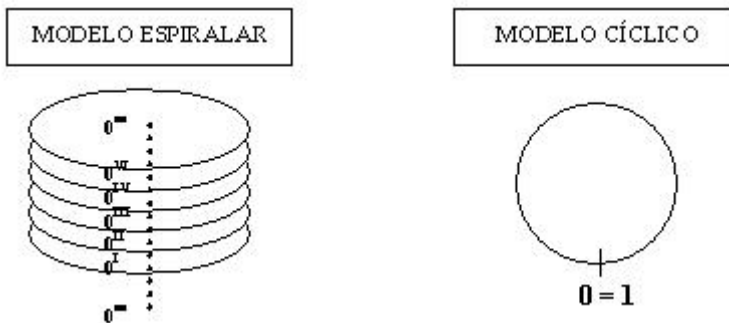
Acontece que, muitas vezes, a palavra entropia tem sido associada a um sentido negativo. Ao invés disso, esta deve ser entendida como sinônimo de *irreversibilidade* e não de destruição de um sistema, tendo em vista que mesmo se este for aberto ou fechado, é uma tendência natural o seu processo de degenerescência. A entropia não pode ser produzida. Intensificada ou não, ela sempre existirá.

Essa perspectiva, para muitos, pode fazer um aparente embate com a teoria evolucionista. Isso somente, se entendermos a entropia como sinônimo de degeneração e a complexidade como antônimo de simplicidade. Se admitirmos evolução como produção, o que é diferente de destruição, então estaremos contribuindo para a reprodução do mesmo discurso que tanto a complexidade veio calar: o da "dissociabilidade" (PRIGOGINE; STENGERS, 1984).

Transformações sempre existiram, sejam elas quantitativas ou qualitativas e é isso que o conceito de evolução deve comportar. Da mesma forma, o complexo deve admitir do múltiplo ao reduzido, porque são escalas diferentes que coexistem.

A "destruição" de um sistema não significa necessariamente o seu fim. Mas, com certeza uma nova etapa no seu processo de transformação, pois, se compreendermos que a cada momento nada é da mesma forma que antes, saberemos que a cada instante nos destruímos, mas também nos criamos. Desta forma, a vida não é somente cíclica, pois isso nos levaria a um estado inicial – anterior – que jamais conseguiremos alcançar, mesmo se pudéssemos voltar no tempo. Confira a figura 1.

Figura 1 - Modelos Espaço-Temporais



No modelo cíclico, o ponto inicial é igual ao final, admitindo-se  $0 = 1$ . Para o modelo espiralar, cada ponto "aprende" com seu anterior e isso comporta ao mesmo tempo o movimento de destruição e criação. No mesmo ponto onde é o  $0^I$  – como referência – não poderá haver um outro. Completado o movimento, o ponto  $0^{II}$  corresponde ao processo dialético da destruição parcial do anterior e que ao mesmo tempo lhe constrói. O ponto  $0^{II}$  é novo, mas também trás em si algo do seu anterior e levará, da mesma forma, para seu posterior. Assim sendo, o movimento tende ao infinito. Pode-se confundir esse processo como sendo uma sucessão de ciclos, mas isso traria na sua essência uma incoerência: a do movimento que sempre volta ao seu estado inicial.

Se pensarmos de forma reducionista, é claro que a cada ano têm-se, em determinados lugares, quatro estações. E isso demonstra que a natureza é cíclica? Apesar dessa aparência, temos lugares em que as estações não são tão definidas e sua relação, direta ou indireta, com os lugares têm significados diferentes. Pode então, o universo ser realmente cíclico como se tudo voltasse ao seu estado original? Não temos a



ousadia de querer encontrar respostas neste resumido trabalho. Apenas queremos levantar algumas questões que ainda nos colocam em dúvida e talvez nos acompanhem pela vida toda. Por exemplo:

Lo que está en juego, es el Retorno, bien sea del ciclo entero, de uno de sus momentos, o incluso de una relación inter-cíclica: *precisión de un proceso repitiendo la misma forma recurrente, eterna renovación de lo semejante, del otoño, de un otoño tras cada verano, y de la caída de las hojas, y del viento barriéndolas en el suelo.* (GUINARD, 1993, p. 4 – grifos nossos)

Há que se indagar: os ventos sempre sopram da mesma forma em todo o planeta? E as folhas, sempre caem iguais? O que se percebe é a influência objetiva da mecânica clássica, através de seus processos reversíveis sobre a concepção de um tempo que tentam fazê-lo igual.

O que a entropia, através da idéia de irreversibilidade, em conjunto com a complexidade nos traz de novo é a concepção de uma natureza em que o homem não detém mais o poder de controle, nem absoluto, nem relativo. E não como alguns querem colocar: um neocatastrofismo.

#### POR UMA “NOVA ALIANÇA”?

Para as questões ambientais – que precedem este início de século XXI – mas que agora se fazem mais enfáticas, tem-se na herança deixada por Newton, Descartes, dentre outros um grande entrave. A pretérita “aliança orgânica” foi desfeita e seu elo rompido de tal forma que, processualmente, séculos se passaram até que a relação entre sociedade e natureza chegasse a uma situação de total assombro. A forma de ver e fazer um mundo sempre e mais orientado pelo periscópio da ciência clássica, mesmo que essa esteja camuflada em falsas novidades e pseudo-revoluções, resultam num estado de degradação que, por vezes, dá voz ao mais pessimista dos mortais e silencia os poucos otimistas que ainda restam.

Soa então o alarme e com ele o som da necessidade de, não somente resgatar a pregressa aliança, evidenciada pelos autores ora referenciados, mas também de conferir-lhe um novo significado. O “determinismo dinâmico” deve dar lugar à “dialética complexa” entre sociedade e natureza, onde muitas vezes a dualidade das ações não corresponde a caminhos opostos. Pelo contrário, se complementam e daí retira-se o sustentáculo de sua subsistência. Isso seria admitir que uma “não-ação” é da mesma forma, uma ação.

A complexidade não serve de oposição aos processos simples. Estes, em conjunto com os eventos complexos coexistem e se complementam. Diferente do reducionismo, que chegou até a admitir a existência num mesmo objeto de ambos os processos, mas, incoerentemente, fez da simplicidade a sua essência. Isso a complexidade pôs e põe à prova. O fogo serviu para a ciência do complexo da mesma forma que o fez para Prometeu e Minerva<sup>4</sup> quando da criação do homem.

As relações sociais são, com efeito, múltiplas, muitas vezes carregadas de subjetivismo, valores qualitativos outrem, que a complexidade comporta. Deste modo, nesse sulco é que a geografia se insere. Ciência do espaço, esta tem nas suas atribuições uma grande responsabilidade: a de tentar compreender os interstícios oriundos de

<sup>4</sup> Em todas as representações antigas, Prometeu aparece como artesão que faz o homem materialmente, mas não como o deus que o anima. Esse papel cabe a Minerva (a Sabedoria divina): vários monumentos nos apresentam nitidamente a parte que cabe a cada um na criação da espécie humana. (fonte: Mundo dos Filósofos – página da web)

um modo de produzir o mundo cada vez mais degradado, seja ambiental ou social e, com isso, contribuir cada vez mais com a legitimação de um “novo” trilhar.

Como? Pode-se perguntar. Transformações muitas ocorreram desde o século XVII até este início de século XXI. A forma como o mundo era visto, pensado e, acima de tudo, como se agia sobre ele sofreu inúmeras transformações. Hoje, na interface sociedade-natureza, espaço-tempo, outros vislumbres estão na alça de mira. Decerto, ainda permanecem fortemente incrustados os augúrios de um mundo cientificamente medieval, ao mesmo tempo em que convive com este mesmo, um outro, chamado de pós-moderno. A geografia, contudo, navega por tais firmamentos e traz em si as nervuras dessas transformações.

Com a reorganização dos espaços e grupos sociais emergem outras necessidades, ampliando os questionamentos e o descrédito à concepção Cartesiana de mundo, proporcionando rupturas. O universo passa de “máquina construída pelo criador” a sistema evolutivo e mutável [...] (KOZEL, 2004, 165)

O espaço agora é visto com outros olhos. Antes, de tábua rasa, passa então a ser um fervilhão de ações-possibilidades, de incertezas, subjetividades, de percepções e dialogismos, enfim. Esse é o novo significado geográfico que a complexidade possibilitou. Desde preocupações e reflexões sobre a estética (percepção) com o ambiente, das relações topofílicas, perpassando pelas novas geo-tecnologias, cartografias do mundo e da mente, até mesmo a dialética sócio-espacial.

As geografias atuais são múltiplas, adotam múltiplos métodos, constroem múltiplas visões / leituras, valorizam as singularidades, as identidades. Porém, a geografia não se limita ao único, pois ao indicar a necessidade de uma análise em múltiplas escalas, concebe o local no global, o lugar no mundo, a parte no todo, o singular no plural, o diverso no múltiplo. (SUERTEGARAY, 2004, p. 188)

Por outro lado, se complexidade é uma cognição humana ou a própria essência do universo é uma questão que ainda está sem respostas e talvez perdure por muito tempo. Porém, é indubitável a resignificação do olhar geográfico trazido pelas lentes da complexidade. Lentes essas que não são focais (leiam-se limitantes) mas, inversamente, facultam a coalescência antes execrada, justamente por não se enquadrarem no calabouço do pretérito fazer científico.

É verdade que ainda engatinha a geografia por esses “novos” campos. A ciência do complexo consolida-se aos poucos. Adversidades e tormentas são, talvez, as únicas certezas. Porém, o primeiro passo fora dado. O *complexus* não mais é especulação artificiosa, antes de tudo, é uma possibilidade.

Com efeito, muito ainda estar por vir. Porém, deixamos para momentos outros estas reflexões, que por ora estão apenas em “descanso”, como se maturassem na adega do saber pelo aguardo que faz o tempo, para assim saboreá-lo. Despedimo-nos, validamente, com Prigogine; Stengers (1984, p. 144-145):

Como transpor o abismo que separa o tempo dos processos complexos e o tempo reduzido à identidade da lei, a ciência do devir e a ciência do ser, duas ciências que tudo opõe e que, no entanto, descrevem o mesmo mundo?

Questão para a vida toda?

## REFERÊNCIAS

AN, Li *et al* Exploring Complexity in a Human-Environment System: an agent-based spatial model for multidisciplinary and multiscale integration. **Annals of the Association of American Geographers**. Oxford, v. 95, n. 1, p. 57-79, 2005.

CINDRA, J. Lourenço. A Física e as leis da Dialética. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 155-159, 1998.

DANTAS, Aldo A. da e GALENO, Alex. (Org.) **Geografia: ciência do complexus: ensaios transdisciplinares**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

FALCETA JR, Walter. **Viagem ao mundo do caos: navegando pelos mares do infinito mistério**. Disponível em: <<http://www.estado.estadao.com.br/edicao/especial/ciencia/caos/cao0.html>> Acesso em: 18/11/2004.

FRANGIOTTI, Marco A. Copérnico e a tradição Aristotélica. **Jornal A Notícia**. 15 de dezembro. Disponível em: <<http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/cope.htm>> Acesso em: 12/12/2004.

GAZZO, Bruno Virgílio. **Tempo lineare e tempo cíclico**. Disponível em: <<http://www.freemasons-freemasonry.com/tempo.html>> Acesso em: 25/11/2004.

GLEISER, Marcelo. Tempo, vida e entropia. **Folha de São Paulo**. 19 de maio de 2002. Disponível em: <[http://www.fisicabrasil.hpg.ig.com.br/tempo\\_entropia.html](http://www.fisicabrasil.hpg.ig.com.br/tempo_entropia.html)> Acesso em: 12/12/2004.

GUINARD, Patrice. **El orden cíclico temporal**. Trad. Angeles Rocamora. Disponível em: <<http://cura.free.fr/esp/28orden.html>> Acesso em: 16/12/2004.

LOPES, J. Leite. **Novos horizontes para a Física no fim do Século XIX: notas sumárias**. Rio de Janeiro: CBPF, 1995.

LÜTZ, Eduardo. **O que é Entropia?** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs/~lutz/entropia.pdf>> Acesso em: 17/12/2004.

MALANSON, George P. Considering Complexity. **Annals of the Association of American Geographers**. Oxford, v. 89, n. 4, p. 746-753, 1999.

MORIN, Edgar. Lê défi de la complexité. **Revue Chimères**. n. 5-6, 1988. Disponível em: <<http://www.revue-chimeres.org/chimeres/framechi.html>> Acesso em: 20/05/2005.

NASCIMENTO, Cássius K., *et al* Reflexões sobre a contribuição da Carnot à primeira lei da termodinâmica. **Quim. Nova**, v. 27, n. 3, p. 513-515, 2004.

PRIGOGINE, Ilya; STENGERS, Isabelle. **A Nova Aliança: a metamorfose da ciência**. Trad. Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: UNB, 1984.

PROMETEU E PANDORA. **Prometeu forma o homem**. Disponível em: <<http://www.mundodosfilosofos.com.br/prometeu.htm>> Acesso em 28/09/2004

RONIN, Colin. **História ilustrada da ciência**. Vol. III. São Paulo: Circulo do Livro, 1991.

SALA DE FÍSICA – GEOCITIES / YAHOO. **Experiência Joule**. Disponível em: <<http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica3/laboratorio/expjoule/expjoule.htm>> Acesso em: 15/12/2004.

SILVA, Luiz Carlos Marques. **Sala de Física**. Disponível em: <<http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica>> Acesso em: 10/12/2004.

TRATADO DE FILOSOFIA. **Renascença**. Disponível em: <<http://www.mundodosfilosofos.com.br/renascenca.htm>> Acesso em: 27/09/2004.

**ANTÔNIO CARLOS QUEIROZ FILHO**

(Geógrafo, Doutorando em Geografia (IG / UNICAMP). E-mail: [cqueiroz@ige.unicamp.br](mailto:cqueiroz@ige.unicamp.br) - *Endereço para correspondência*: Instituto de Geociências – R. João Pandiá Calógeras, 51. Univ. Estadual de Campinas – Cidade Universitária “Zeferino Vaz” – Distrito de Barão Geraldo – Caixa Postal: 6152 – CEP: 13.083-970)