

DETERMINISMO NATURAL: ORIGENS E CONSEQÜÊNCIAS NA GEOGRAFIA

Roberto Schmidt de ALMEIDA

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Resumo:

Esse trabalho tem como objetivo, avaliar a força do determinismo natural, considerada aqui como uma relação de causa e efeito entre os fenômenos naturais e as atividades humanas, enfatizando suas conseqüências na produção do saber geográfico, desde a antigüidade até o século XIX. Serão focalizadas as contribuições de alguns pensadores, poetas e cientistas que se utilizaram do determinismo natural para a construção de suas respectivas áreas de conhecimento. No contexto da Antigüidade serão analisadas as contribuições dos filósofos da natureza até Aristóteles, que recebeu um tratamento em separado, em virtude de sua importância e influência de seu sistema de pensamento nos séculos subsequentes. As idéias de Ptolomeu, Heródoto e Estrabão e suas concepções determinísticas tomadas como base para as origens da Geografia, também serão motivo de análise. A transição da Antigüidade para a Idade Média e o desenrolar desse período serão revistos a partir da análise de dois grupos de protagonistas, antagônicos em termos religiosos, mas altamente complementares em termos de concepções científicas: os muçulmanos e os cristãos. O determinismo com projeto divino será também motivo de exame no contexto das obras geográficas de Alberto o Grande e Robert Grosseteste. As repercussões desencadeadas pelo projeto das grandes navegações iniciam o trajeto das ciências desde a Renascença aos tempos modernos, em que as figuras de Galileu e Newton são destacadas. Os conflitos e superações acontecidos durante esse período, serão analisados a partir de ciências que apresentam forte correlação com a Geografia: a Astronomia, a Geologia e a Biologia.

Palavras Chave: Determinismo, Determinismo Natural, Antigüidade, Idade Média, Renascença, Muçulmanos, Cristianismo, Astronomia, Geologia, Biologia.

Abstract:

This paper has as objective to evaluate the force of natural determinism, considered here as a cause relationship and effect between the natural phenomena and human activities, emphasizing your consequences in the

production of the geographical knowledge, from the ancient world to the century XIX. The contributions will be focalized of some thinkers, poets and scientists that were used of the natural determinism for the construction of your respective knowledge areas. In the context of the ancient world, the nature's philosophers contributions will be analyzed to Aristotle, that received a treatment in separate, by virtue of your importance and influence of your thought system in the subsequent centuries. The ideas of Ptolemy, Herodotus and Strabo and yours deterministic's conceptions take as base for the origins of the Geography, they will also be analyzed. The transition of the ancient world to the middle ages and uncoiling of that period will be reviewed starting from the analysis of two groups of protagonists, antagonistic in terms religious, but highly complemented in terms of scientific conceptions: the Muslims and the Christians. The determinism with divine project will also be reason exam in the context of the works of the Albert the Great and Robert Grossetest. The repercussions unchained by the project of the great navigations it begins the itinerary of the sciences from Renaissance at the modern times, where the illustrations of Galileo and Newton are outstanding. The conflicts and overcome happened during correlation's whit the Geography and Astronomy, Geology and Biology.

Keywords: Determinism, Nature's determinism, Ancient World , Middle Age, Renaissance, Muslims, Christians, Astronomy, Geology, Biology.

Introdução

Determinismo *S. m. Filos.* - Relação entre fenômenos pala qual estes estão ligados de modo tão rigoroso que, a um dado momento, todo fenômeno está completamente condicionado pelos que os precedem e acompanham e condiciona com o mesmo rigor os que os sucedem. (Se relacionado a fenômenos naturais o determinismo constitui o princípio da ciência experimental que fundamenta a possibilidade de busca de relações constantes entre fenômenos; se refere a ações humanas e a decisões da vontade, entra em conflito com a possibilidade da liberdade). Novo Dicionário Aurélio, Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1981, pp.468.

A investigação da natureza e a exploração de suas potencialidades sempre foram atividades fundamentais dos seres humanos. A observação do ambiente próximo (quadro físico) e do externo à Terra (astronomia) estão sempre presentes nos fundamentos de conhecimento das civilizações.

Em seu primeiro capítulo que trata sobre determinismo e ordem, Bergevin (1992) alude sobre uma origem celeste do determinismo, usando os quatro principais motivos definidos por André Boisshot em seu verbete

(História da Astronomia) na *Encyclopaedia Universalis* (XVIII:721-722, 1985): 1-admiração ou temor que inspiram esses fenômenos. 2-a necessidade de referenciais para elaborar um calendário de atividades do grupo. 3-o desejo de antecipar os acontecimentos, de conhecer o futuro. 4-uma curiosidade que incita à tentar compreender a regularidade dos movimentos observados.

Esse trabalho terá como objetivo, avaliar a força dessa relação de causa e efeito entre os fenômenos naturais e as atividades humanas, enfatizando suas conseqüências no saber geográfico, desde a Antigüidade até o século XIX. Serão focalizadas as contribuições de alguns pensadores, poetas e cientistas que se utilizaram do determinismo natural para a construção de suas áreas de conhecimento.

No contexto da Antigüidade serão analisadas as contribuições dos Filósofos da Natureza até Aristóteles, que será analisado em separado, em virtude da importância e influência de suas idéias nos séculos subsequentes. O poder das idéias de Ptolomeu, Heródoto e Estrabão nas origens da geografia e nas concepções determinísticas, também será comentado nesta seção.

A transição da Antigüidade para a Idade Média e o desenrolar deste período, erroneamente conhecido como Idade das Trevas, serão revistos a partir da análise de dois atores, aparentemente antagônicos, mas altamente complementares em termos de concepções científicas: os muçulmanos e os cristãos. O determinismo como projeto divino será também motivo de exame no contexto das obras geográficas de Alberto o Grande e Robert Grosseteste.

As enormes repercussões desencadeadas pelo projeto das grandes navegações iniciam o trajeto das ciências desde a Renascença aos tempos modernos. Os conflitos e superações acontecidos durante esse período, serão analisados a partir de ciências que apresentam forte correlação com a geografia: a astronomia, a geologia e a biologia. A importância da observação dos fenômenos, suas relações de causa e efeito e o uso da linguagem matemática, passam a ter enorme relevância e o determinismo ambiental ganha uma legitimidade provisória até o advento da contingência, que será tratada nas conclusões.

O Determinismo na Antigüidade

O Papel dos Filósofos da Natureza

As civilizações mais antigas a perceberem a importância das linguagens, simbólica escrita e a cartográfica e a estruturar um corpo de

conhecimento astronômico, além do estabelecimento de tipologias para vegetais e animais, foram os egípcios e os povos da Mesopotâmia (Sumérios e Babilônicos), por volta de 3000 a.C. (Ronan, 1987, v.I: 31-38).

A primeira referência às relações entre a natureza e as atividades humanas no campo da agricultura, foi uma espécie de almanaque do agricultor em forma de poema, feito pelos Sumérios à mais ou menos 2500 a. C.", chamado "*Instruções de Suruppak*." (Lafer, 1991: 17).

Porém, foi Hesíodo no séc. VII a. C. na Grécia, que cria o trabalho de referência para a ciência, com o poema *Os Trabalhos e os Dias*, aludindo aos preceitos e regras que um agricultor deve ter, nas suas relações cotidianas com a natureza.

A noção de relação de tempo entre fases de semeadura e de colheita, com a posição dos astros, é um bom exemplo: "...quando as Plêiades, filhas de Atlas, estão surgindo, comece a sua colheita, e a lavar quando elas estão indo embora. Elas estarão escondidas durante quarenta noites e dias, e aparecerão novamente quando o ano se movimentar, quando você afiar pela primeira vez a sua foice. Esta é a lei das planícies e dos que vivem perto do mar". (Ronan, vol I, 1987: 67).

Se por um lado, o poema de Hesíodo pode ser classificado como *literatura sapiencial*, pela preocupação em coleccionar preceitos, conselhos e regras práticas e morais, usando a observação da natureza. Por outro, a contribuição dos *filósofos da natureza* foi o principal argumento para a gradual separação entre o que era mito e religião e o que seria ciência.

É importante considerar que nesse estágio cultural da humanidade, o domínio da *doxa* era preponderante, e que somente a partir do que se convencionou chamar de período dos *filósofos da natureza*, foi que o conceito de *epistémé* começa a se estruturar.

O mais antigo *filósofo da natureza* foi Tales de Mileto (624 - 547 a.C.), e sua contribuição na vinculação entre entendimento de um fenômeno natural e sua predição, é considerada como um dado importante na questão do determinismo.

O episódio da previsão de um eclipse total do Sol em 28 de maio de 525a.C. feita por Tales e posteriormente historiado por Herodoto (484-425 a. C.), ainda é motivo de dúvidas quanto a data, porém a suposição de que Tales tenha usado um ciclo de eclipses compilado pelos babilônios - o *saros* - e tenha desenvolvido os cálculos de tempo, a ponto de poder arriscar um prognóstico correto é o que conta nessa questão. (Moreira, 1995: 34) e (Ronan, vol I, 1987: 69).

Outro ponto importante no pensamento de Tales de Mileto foi a tentativa de definir que a água seria o elemento básico formador da terra.

Seu elaborado raciocínio sobre a origem dos terremotos, parte de um ponto de vista, que pode parecer ingênuo para nós hoje, mas altamente racional para o seu tempo, levando-se em consideração que ele era um observador da natureza que conhecia grande parte do litoral mediterrâneo. A Terra era um disco plano boiando na água. O encadeamento desse raciocínio para a explicação dos terremotos é, para aquela época, bastante lógico. As erupções de águas circundantes criavam os movimentos que originavam os terremotos.

Outro filósofo da natureza, Anaximandro (610-547), contemporâneo de Tales, também via a água como o elemento básico para a evolução biológica, pois defendia a origem dos animais a partir de substâncias do mar, e do ser humano a partir do peixe (Casini, 1975 : 25). Anaximandro foi o primeiro pensador a conceber a noção de infinito (*apeiron*), substância primitiva da qual derivavam todas as outras, à qual um dia retornariam e pela qual seriam absorvidos, já rejeitando as teorias de um só elemento. Além de apresentar uma cosmologia que, apesar de ser estranha a nós agora, na visão de Glacken (1990: 8-9) representava uma estrutura de universo ordenado, governada por uma lei geral. Também desenhou um mapa do mundo conhecido e escreveu um livro sobre a Terra e seus habitantes.

Na visão de Anaxímenes (550-526 a.C.), discípulo de Anaximandro, o elemento primitivo básico era o ar, sendo que a água seria o ar condensado em primeiro estágio, e a terra seria o ar altamente condensado, o fogo seria o ar rarefeito. Para Anaxímenes, o ar era composto de minúsculas partículas, que estavam em todos os lugares, penetrando em tudo. Essa noção de partícula minúscula será desenvolvida por Leucipo e Demócrito 130 anos depois, ao estabelecer os primeiros conceitos sobre o atomismo.

Heráclito (576-480 a. C.) elegeu o fogo como o principal elemento básico e argumentava que o universo era sustentado pelo equilíbrio de duas forças opostas em tensão perpétua e em constante mutação (*o fluxo*). A escolha do fogo como elemento transformador dinâmico e o argumento da fluidez, que modifica permanentemente todas as coisas, foram as sementes dos sistemas dinâmicos de hoje.

Parmênides (544 -450 a.C.) criou o conceito de *Ser*, uma *realidade* que estaria para além dos fenômenos naturais. Para ele o *Ser* era a essência de tudo, tomava todo o espaço, e em vista disso, o universo deveria ser uno e ilimitado. Note-se que tanto a noção de *infinito* (*apeiron*) de Anaximandro, quanto a de *Ser* de Parmênides e a de *fluxo* de Heráclito, extrapolaram a

simples constatação dos fenômenos naturais, e de suas relações de causa e efeito mais diretas, ampliando o pensamento humano para níveis mais complexos, e criando novas possibilidades de argumentação.

Porém foi Empédocles (492 - 432 a. C.) de Agrigento (atual Agrigento na Sicília), o primeiro formulador da teoria dos quatro elementos (terra, ar, água e fogo), que posteriormente seria desenvolvida por Aristóteles. Essa teoria foi de grande significado para o pensamento científico e revelou-se dominante por toda a Idade Média e, em alguns segmentos do conhecimento, chegou a influenciar até o séc.XVIII. (Glacken, 1990: 9-10).

Empédocles foi um médico importante, citado por Galeno, o grande cirurgião romano do séc. II, como fundador da escola de medicina da Sicília. Possuía um agudo senso de observação dos elementos do clima, e sabia tirar proveito disso para controlar a propagação de epidemias. Além disso, foi também um importante pesquisador experimental, provando a existência do ar atmosférico, através de experiências na água. Especulou sobre a luz, chegando a conjecturar que ela possuía movimento e que viajava pelo espaço, fato somente confirmado 2 000 anos mais tarde. (Ronan, 1987, vol I: 81-83).

A cosmogonia de Empédocles conjugava os quatro elementos no interior de um universo esférico, submetidos as forças de repulsão (ódio) e de atração (amor) - luta entre opostos. Sua concepção de limite do universo se dava através da forma geométrica da esfera e da composição da esfera, cristal de rocha (único material de alta transparência conhecido na época). O movimento dos astros ocorria em função do movimento da esfera, já que as estrelas estavam fixadas no cristal. Apesar disso, afirmou que a lua recebia e refletia a luz do sol e dava uma explicação convincente para os eclipses.

Duas outras concepções importantes de Empédocles tratavam do conhecimento biológico. A primeira dizia respeito à evolução do reino animal, considerado por Empédocles como um dos estágios da evolução do universo. Em sua visão, nos estágios primitivos, várias partes dos animais foram reunidas sem muito critério, daí a criação de monstros (conhecidos pelas lendas antigas), porém algumas espécies não se adaptaram ao meio ambiente e desapareceram, enquanto outras se mostraram adaptadas, procriaram e se desenvolveram. A semelhança com a teoria da evolução das espécies de Charles Darwin é tão forte que o próprio Darwin fez uma citação a Empédocles no prefácio de sua principal obra.

A segunda concepção foi o desenvolvimento da teoria dos humores, a partir do conceito de fluxo, no caso, fluxo e refluxo do sangue, teoria essa que seria mais tarde descrita detalhadamente por Hipócrates de Cós (460-377) em sua obra *Ares, Águas e Lugares*.

A relação entre observação da natureza (seres vivos e meio ambiente) e posterior estabelecimento de um encadeamento de causalidades visando uma determinada explicação de um fenômeno pode ser bem percebida na atividade médica, como nos casos de Empédocles e Hipócrates na doutrina dos humores. O conhecimento precário de anatomia podia ser substituído pela observação da excreta líquida do corpo - *os humores*- e sua correlação com os sintomas mórbidos. Uma série de observações sistemáticas conduzia à elaboração de uma doutrina (*um corpo teórico, bem ao gosto grego, que já não se satisfazia apenas com a simplicidade da doxa (o senso comum), nem com a prática automatizada, sem um entendimento mais profundo. Além disso, para os pensadores gregos, o afastamento dos mitos religiosos era também fundamental para a estruturação da episteme*).

No exemplo do corpo doutrinário da teoria dos humores, a relação entre catarro e resfriado, vômito e distúrbios estomacais, diarreia e problemas intestinais, perda de sangue além do normal nas mulheres e perturbações ginecológicas, eram entendidas como determinantes de morbidez, por estar a pessoa em desequilíbrio entre *seus quatro humores e suas quatro qualidades - os humores eram: sangue, bilis negra, bilis amarela e catarro - as qualidades: secura, umidade, calor e frio*.

No século II, o cirurgião romano Galeno amplia a teoria com a inclusão de mais quatro temperamentos que corresponderiam às atitudes médias das pessoas e animais: *sangüíneas (calorosas e agradáveis), fleumáticas (calmas, apáticas), melancólicas (tristes, deprimidas) e coléricas (agressivas e explosivas)*.

Além das questões relacionadas ao meio ambiente terrestre e suas vinculações com a vida dos seres humanos, os estudos astronômicos também foram altamente considerados, sendo a escola de Alexandria, o seu principal ponto de referência. Essa escola concentrou os melhores cérebros do norte da África e da Grécia em diversas especialidades, tais como medicina, mecânica, matemática, astronomia e geografia.

No contexto geográfico, os principais nomes da Geografia Matemática ou Astronômica de Alexandria foram Eratóstenes (276 - 195 a.C.), nascido em Cirene (atual Shahhat na Líbia) e Claudius Ptolomeu (100 - 170), nascido em Ptolemais Hermiou (Alto Egito).

Os trabalhos de Eratóstenes no campo da matemática incluíram estudos geométricos visando a solução para a duplicação do cubo e os cálculos aritméticos para a descoberta de números primos, através de um método chamado “crivo de Eratóstenes” até hoje usado. No âmbito da Geografia, Eratóstenes desenvolveu os estudos geodésicos que aperfeiçoaram o que mais tarde foram chamadas de linhas de latitude e de longitude.

Sua obra mais conhecida, *Geografia* foi considerada como trabalho padrão até ser substituída pelo *Almagesto* de Ptolomeu. Era obra de consulta constante dos imperadores romanos, principalmente Júlio César, pois, dava informações sobre lugares e povos, como convinha a um tratado geográfico da época. A *Geografia* de Eratóstenes foi o primeiro livro a tentar dar aos estudos geográficos uma base matemática, referindo-se à Terra como um globo e dividindo-a em zonas. Eratóstenes descreveu ainda alguns processos geomorfológicos, mas enfatizou a cartografia, baseado principalmente nos estudos geodésicos que desenvolvia.

Como linha base para seu mapeamento, usou um paralelo que se estendia de Gibraltar, pelo meio do Mediterrâneo, até o Himalaia. Com isto, corrigiu os mapas anteriores, que tinham em Delfos o seu centro e que careciam de maior precisão. Seu mapa mostrava um oceano circular que envolvia toda a massa terrestre (argumento que Eratóstenes justificava através de observações das semelhanças entre as marés do Oceano Índico e do Mediterrâneo), enquanto sua linha imaginária de base bipartia o mundo então conhecido. Usando também informações de viajantes, criou uma nova malha de paralelos e meridianos e, com base nelas, dividiu a Terra em zonas frígida, temperada e tórrida. Seu trabalho de medição da circunferência da Terra utilizando-se da mensuração das projeções de sombras em latitudes diferentes na mesma hora, aumentou enormemente a precisão dos estudos anteriores feitos por Aristóteles e por Arquimedes.

O trabalho do segundo geógrafo, Claudius Ptolomeu consolidou uma corrente de estudos matemáticos com objetivos de precisão cartográfica, através de seus compêndios: um matemático que chegou à Idade Média com o nome árabe-latino de *Almagest*. Em grego, a obra foi primeiramente denominada de *Mathematike syntaxis (Compilação matemática)*, e depois, como *He megiste syntaxis (A maior compilação)*, que os árabes chamaram de *Al Majisti*; e outro, geográfico/cartográfico chamado *Geographike syntaxis*.

Ptolomeu também escreveu sobre astrologia em outra obra importantíssima, dividida em quatro seções ou *livros*, que ficou conhecido

como o *Tetrabiblos*, embora o título original grego fosse mais explícito quanto ao tema : *Apotelesmatika (Influências astrológicas)*. Glacken (1990: 111-112) em sua seção *Etnologia Ambiental e Astrológica* nos fala sobre a importância da Astrologia no pensamento ptolomáico e sobre as ligações entre ambientalismo e teorias astrológicas. Prognoses e relações de causa e efeito, são tratadas por Ptolomeu, em relação aos habitantes de diferentes regiões do mundo conhecido em virtude das condições ambientais e das influências astrológicas em seu *Tetrabiblos*.

O *Almagest* é uma obra que sintetiza o corpo de conhecimentos sobre a astronomia grega anterior a Ptolomeu, e o autor acrescenta novos resultados de seu trabalho original sobre a teoria dos movimentos planetários, assim como um catálogo das posições das estrelas. Embora mantendo a concepção aristotélica de geocentrismo, preocupa-se com o desenvolvimento matemático das órbitas planetárias. Seu trabalho sobre o movimento da lua foi considerado o mais completo da Antigüidade. Baseado em dados babilônicos, Ptolomeu melhorou sensivelmente a teoria de Hiparco e com isso, conseguiu calcular com muita precisão as datas de futuros eclipses do Sol e da Lua. Neste contexto, o livro de Kuhn (1990) sobre as conseqüências dos estudos de Nicolau Copérnico, mostra como a influência de Ptolomeu na Astronomia se estendeu para além da Idade Média.

Geographike syntaxis ou Geografia foi sua obra geográfica/cartográfica mais valiosa (Ronan, vol I, 1987:129). Ptolomeu tentou mapear todo o mundo conhecido, além de listar os lugares mais importantes, com suas respectivas localizações determinadas em latitude e longitude, um sistema de coordenadas que já existia desde os tempos de Eudoxio de Cnido (408-330 a.C.), mas que nunca havia sido tão amplamente aplicado. Seu mapeamento foi o mais completo da época (início da cristandade) e assim como o *Almagest*, sua representatividade estendeu-se por toda a Idade Média.

Determinismo e Geografia na Antigüidade

Assim como a observação do comportamento dos seres vivos criou procedimentos intelectuais deterministas que chegaram até o séc. XVII, como no caso da doutrina dos humores, também a observação do meio ambiente legou concepções de causa e efeito, que persistem até hoje, mesmo com todo o aparato teórico estatístico em constante avanço.

Para Vilá Valentí (1983: 64-66) os principais objetos de estudo dos geógrafos da antigüidade eram: *Cosmologia e Cosmogonia* - que tratavam das

origens e dos processos formadores do universo (uma área com fortes conotações mitológicas, mas também aberta a conjecturas e observações). *Astronomia* - observação das formas e movimentos dos astros, incluindo entendimento de suas respectivas grandezas. *Geografia Astronômica ou Matemática* - determinação dos cálculos dos movimentos dos astros, das distâncias astronômicas e terrestres. *Cartografia* - confecção de mapas sobre a superfície terrestre conhecida, com maior ou menor rigor matemático, conforme o apoio de conhecimentos da área anterior. *Geografia Física* - observações e especulações sobre determinados fatos que ocorrem na superfície da Terra, principalmente relacionados com processos geológicos e geomorfológicos, climáticos e ecológicos. *Corografia* - descrição de lugares, com as respectivas anotações escritas ou cartografadas, geralmente com comentários históricos, culturais, políticos e/ou econômicos.

O maior exemplo disso, foram as observações sobre o clima e suas relações com as atividades humanas, relações essas, que preocupam os seres humanos desde a antigüidade babilônica e egípcia, até os nossos dias, culminando com as recentes pesquisas sobre o comportamento caótico da atmosfera, a partir das pesquisas de Edward Lorentz sobre o fenômeno do *El niño*, o efeito estufa e outros. (Pires & Costa, 1992:35). (*meteorologista americano, que em 1960, iniciou os estudos sobre o caos determinístico no comportamento atmosférico*), até os estudos ainda inconclusos sobre o fenômeno.

Na antigüidade, o mais completo estudo sobre as relações entre o clima e a saúde humana foi o tratado de Hipócrates de Cós chamado de *Ares, Aguas e Lugares*, que trata dos efeitos do clima e do meio ambiente sobre as condições médicas, especialmente sobre a difusão de epidemias. A qualidade da água e dos alimentos, condições de temperatura, umidade e suas vinculações com as atividades humanas e a saúde foram estudadas por Hipócrates e suas determinações são aceitas até hoje. (Glacken, 1990: 82-88 e Ronan, vol I, 1987: 98-100).

No contexto da observação do meio ambiente e de suas relações com as atividades humanas, pesquisadores com diferentes interesses estruturaram um acervo de conhecimentos sobre a geologia, o clima, os mares, a vegetação, os animais, a vida cultural e econômica das diversas civilizações conhecidas, e subsidiaram os governos e chefes militares com informações sobre os territórios conquistados ou ainda por conquistar.

Além dos exemplos já citados, de Tales de Mileto com a observação dos terremotos e do mapa de Anaximandro, podemos lembrar também a descrição geográfica de Hecateu (540-480 a.C.) sobre as terras próximas ao

Mediterrâneo, a percepção de Xenófanes (490-440 a.C.) pelos fósseis marinhos encontrados nas montanhas (*questão que nos séculos XVI e XVII ainda causavam polêmicas quanto a sua origem - ver Rossi, 1992 : 21-25*) e os estudos de mineralogia, botânica e zoologia de Teofrasto (371- 327 a.C.).

Na visão de Bergevin (1992), em sua obra sobre as relações entre o determinismo e a Geografia, os estudos geográficos de Heródoto (484 - 425a.C.) e Estrabão (63a.C. - 24d.C.), são os marcos de referência da concepção determinística na geografia da antiguidade.

Heródoto de Halicarnasso viveu durante a era de ouro da cultura clássica helenística e Estrabão de Amaséia acompanhou o início das fases da derrocada do Império Romano. Ambos foram geógrafos e historiadores, pois conjugaram o conhecimento dos fenômenos naturais aos movimentos políticos, militares e econômicos de seus respectivos períodos de observação. Na época de Heródoto o poderio persa já detinha o controle de todas as cidades gregas da Ásia e Halicarnasso era uma delas. Para Bergevin, Heródoto era um exilado que pesquisava o mundo.

Suas pesquisas ao longo do Mediterrâneo e no interior do Egito (Vale do Nilo) descrevem as condições naturais e explica os costumes culturais dos povos. Em particular, o estudo climático e hidrológico do Nilo é, para Bergevin:35-41 e Glacken :88-91, um referencial importante no determinismo natural, em virtude do encadeamento coerente de causas e efeitos, entre condições climáticas e volume d'água do grande rio africano e dos costumes agrícolas e religiosos das populações ribeirinhas.

No que concerne a Estrabão, Bergevin o distingue como um grego neo-estóico, descrevendo um mundo romano, preferindo os valores da cultura latina aos da cultura grega, seduzido particularmente pelo senso prático dos Romanos. Estrabão direciona seu trabalho para a descrição das regiões habitadas do mundo, que em sua época, grande parte pertencia ao Império Romano relacionando-as à características físicas da Terra, como forma, condições meteorológicas e movimento dos astros (Estrabón, 1980: 22-25). Seu projeto filosófico estava associado à tradição estóica, através da primazia dada às sensações e a intuição sobre o raciocínio, a crença que a Providência governava a natureza como Poder Maior. Para Moreira (1995:34) anteriormente, já no período helenístico, “os estóicos afirmavam um determinismo rigoroso da natureza, enquanto os epicuristas rejeitavam o determinismo estrito”.

Essas concepções deterministas afloram na obra de Estrabão, como por exemplo, ao definir um esquema geral do mundo habitado a partir de um critério climático baseado na incidência do sol, com uma zona

equatorial, zonas temperadas e glaciares (Estrabón,1980: XXXII). Os trabalhos anteriores de medição da Terra feitos por Eratóstenes, Possidônio e Hiparco que determinavam a circunferência do planeta, foram suas bases de referência, (Glacken, 1990 : 51-54 e104-105).

No entanto, além de Estrabão, um outro estudioso, esse sim, romano de nascimento, deve ser lembrado, Gaius Plinius Secundus (23-79) ou somente Plínio (também chamado de Plínio o Velho). Clément Rosset (1989: 259-265) nos faz uma importante avaliação da monumental obra de Plínio *Historia Naturalis* e mostra que ele foi o primeiro a ter preocupações ecológicas com a relação ser humano-terra. Sua obra, apesar de mostrar uma grande preocupação com o inventariamento de todas as espécies naturais conhecidas apresenta, nas palavras de Rosset...(referência completa – ano e página)(Rosset,1989:259-265) Já citado na terceira linha do parágrafo:

“um segundo elemento que dá às descrições de Plínio uma importância de ordem filosófica: a angústia, constantemente repetida, diante da degradação da natureza, a qual Plínio será o primeiro escritor conhecido a expressar com precisão. Plínio não sabe e não procura determinar o que é a natureza- supostamente conhecida e experimentada por todos os homens, mediante um “senso comum” que evoca Rousseau e Kant ,porém está penetrado do sentimento de que esta natureza caminha para a extinção.”

A preocupação de Plínio com o manutenção da qualidade dos solos para a agricultura, das águas, dos recursos minerais para a garantia da sobrevivência dos seres humanos, pode ser sintetizada na frase “*A natureza é a Terra, porque a Terra é o ambiente mais propício ao homem: o domínio do homem, como o céu é o domínio de Deus*” (citado em Rosset: 263).

Pode-se, com Plínio, antever determinadas questões ligadas ao determinismo natural que só viriam se estabelecer a partir dos séculos XVI-XVII com Bodin , Montesquieu e Rousseau e desaguar nas querelas ecológicas do final do século XX, como a hipótese de Gaia trabalhada por Lovejoy.

Entretanto, não é possível atravessar os limites da Antiguidade para a Idade Média sem nos deter no legado de Aristóteles, que constituiu o pré-requisito básico para o desenvolvimento do pensamento científico da Idade Média até a Renascença.

O Sistema Aristotélico: a natureza encarada como um processo integrado

Nas palavras de Alexandre Koyré (1991: 27), Aristóteles (384 - 322 a.C.) construiu uma obra que “*forma uma verdadeira enciclopédia do saber humano. Além da medicina e das matemáticas, ali se encontra de tudo: lógica - o que é*

de importância capital - física, astronomia, metafísica, ciências naturais, psicologia, ética, política...”

Aluno de Platão na Academia por vinte anos e, mais tarde, estruturador do Liceu, escola e centro de pesquisas, no qual deu aulas por mais treze anos até sua morte. O Liceu continuou sua obra sob a direção de Teofrasto.

A obra de Aristóteles pode ser dividida em dois períodos : o da Academia, sob influência de Platão e o do Liceu, onde se nota um estado de espírito mais independente. Aristóteles foi o sistematizador dos conhecimentos legados pelos filósofos da natureza, e tudo que se conhece hoje sobre o trabalho desses pensadores, deve-se unicamente a ele.

Seus principais trabalhos foram: *A Analítica Posterior, Física e Metafísica* que trataram de temas ligados à filosofia da ciência e aspectos do método científico. As principais linhas do pensamento de Aristóteles estão ligadas: à prevalência dos sentidos, pois não existe nada na consciência que já não tenha sido experimentado antes pelos sentidos, à questão da forma de uma coisa e da substância que a compõe. Para ele a forma de um objeto ou ser, era tão ou mais importante do que a substância que o compunha. Além disso, sua visão sobre as relações de causa e efeito na natureza levou-o a conjecturar sobre a noção de *causa final, finalidade ou propósito da natureza*. Propósito este, que estaria subjacente a todas as coisas, e que garantiria o encadeamento dos processos naturais.

O método pelo qual esse encadeamento seria entendido era a *lógica*, procedimentos de raciocínio que, por dedução, estabelecem a validade ou não de uma proposição ou argumentação formal (silogismo). O trabalho de Losee (1979: 15-21), dá uma boa mostra do que foi o método indutivo-dedutivo desenvolvido por Aristóteles.

A noção teleológica ou de finalidade acompanha o pensamento de Aristóteles em seu projeto ordenador da natureza, quando separa as coisas inanimadas, das criaturas vivas e quando admite um processo de continuidade na *escala da natureza* que, evolutivamente, direciona as coisas inanimadas à tornarem-se criaturas vivas (*visão inicial da idéia da grande cadeia do ser*), além de estabelecer uma classificação das criaturas vivas entre animais e seres humanos (Glacken, 1990 : 46-48).

Seus estudos astronômicos e os de física, estão relacionados com a teoria dos quatro elementos de Empédocles, que Aristóteles sistematizou e ampliou. Questões como os movimentos regulares do astros, determinação de distância, grandeza e forma, assim como o entendimento do movimento dos objetos na Terra eram encarados por ele como um

grande campo de conhecimento. Aristóteles considerava o universo como uma esfera finita, com a Terra no centro, estrelas e demais corpos celestes moviam-se em órbitas circulares impulsionadas por uma força motriz que dirigia todo o sistema (Casini,1975 : 47-48). No contexto terreno, a teoria dos quatro elementos passava a vigorar, para que fosse explicado a questão relativa aos movimentos dos corpos na Terra.

Para Aristóteles, não havia dúvida que a Terra era redonda, mas isso só não explicava esses movimentos. A solução engenhosa foi a argumentação de que tudo na Terra tinha o seu lugar natural. O dos materiais sólidos era o centro da Terra, e quanto mais material sólido um corpo contivesse, mais rápido ele tenderia a chegar lá. Com isso era possível explicar a queda mais ou menos rápida de diferentes corpos na superfície terrestre. O lugar natural da água era a superfície terrestre, por isso as águas formavam os mares e lagos e os rios conduziam essas águas de locais mais altos para os mais baixos. O local natural do elemento ar era em torno da Terra, cobrindo-a como um véu e o lugar natural do fogo era um nível um pouco acima de nossas cabeças e abaixo do ar. As chamas queimavam para cima pois procuravam retornar ao seu lugar natural.

A doutrina de Aristóteles, na medida em que se preocupa com a natureza dos seres, apresenta um encaminhamento qualitativo, não se utilizando da abstração matemática. Seu objetivo é delimitar essa natureza, entender a essência, pois é em função dela que os seres se comportam dessa ou daquela maneira. A argumentação do lugar natural é perfeitamente assimilada em sua época, e até bem depois. A gravidade fica sendo um mecanismo interno aos corpos sólidos, que os conduz em direção ao centro da Terra, seu lugar natural.

Para explicar os movimentos dos objetos, Aristóteles também se utilizava de três espécies distintas de movimentos: *natural*, quando era notado que um corpo caía em virtude de sua *procura por seu lugar natural o centro da Terra, ou por sua leveza, como a fumaça, procurando o lugar natural do ar*. O segundo movimento era o *movimento forçado*, causado por forças externas e que interferia no movimento natural, como levantar um peso ou atirar uma pedra. O terceiro era o *movimento voluntário* causado pelo movimento das criaturas vivas.

Essa concepção era tão coerente em sua época, que só perdeu a validade entre os séculos XVII e XVIII após os estudos de Isaac Newton.

Entretanto Koyré (1991:27 e 34), nos mostra que a *viagem de Aristóteles* da Antigüidade até a Idade Média, não foi tão simples assim. Aristóteles foi o único filósofo grego cuja obra completa foi traduzida para

o árabe e só, posteriormente, foi vertida para o latim. Nesse processo de transliteração, o aristotelismo sofreu modificações e Koyré argumenta que “...o aristotelismo, mesmo o de um Averróis (seu tradutor) e, a fortiori, o de um Avicena ou, para só falar dos filósofos da Idade Média ocidental, o aristotelismo de Santo Alberto Magno, de Santo Tomás ou de Sigério Brabante, não era tampouco, o de Aristóteles. Aliás, isso é normal. As doutrinas mudam e se modificam no curso de sua existência histórica... O aristotelismo medieval não podia ser o de Aristóteles, uma vez que vivia num mundo diferente: um mundo que se “sabia” que havia e só podia haver um único Deus. Os escritos aristotélicos chegam ao Ocidente-inicialmente através da Espanha, em traduções do árabe, depois, em traduções diretas do grego - no decorrer do século XII. Talvez, mesmo em fins do século XII. Com efeito, desde 1210 a autoridade eclesiástica proibiu a leitura -vale dizer, o estudo - da física de Aristóteles. Prova cabal de que era obra conhecida desde um tempo já suficientemente longo para que os efeitos nefastos de seu ensino se fizessem sentir. A proibição quedou letra morta: a difusão de Aristóteles caminha paralela à das escolas ou, mais exatamente, à das universidades.”

A argumentação de Koyré é importante, pois foi na universidade que o *saber científico* se fez presente na Idade Média. Além disso, a contrário de Platão, que centrava sua filosofia na noção de alma, Aristóteles centrava-se na natureza e, as questões sobre fatores naturais que ele desenvolveu, garantiam um avanço na ciência da Idade Média.

O Determinismo na Idade Média

O Legado Árabe

Além de Koyré, também na visão de Ronan (1987, vol II: 83), o legado da ciência Árabe foi muito mais importante para a ciência ocidental da Idade Média, do que se imagina normalmente, pois além de traduzir as obras gregas, combinou-as com as da Índia e China...

“Interpretaram a herança, comentaram-na e adicionaram análises valiosas de seu conteúdo; e, acima de tudo, contribuíram significativamente com suas observações. Na verdade, o mundo árabe produziu algumas mentes científicas originais; educou-as e encorajou-as a darem suas próprias contribuições. Assim, quando pensamos na dívida do Ocidente para com a cultura árabe, é importante apreciar ambos os aspectos - tanto o trabalho original quanto as idéias transmitidas em uma época anterior.”

Um fato importante nas relações entre estudiosos árabes e cristãos - a criação da escola de Edessa - no sul da Turquia, no século V, mostra que os contatos científicos e teológicos eram intensos e positivos entre sírios e cristãos nestorianos - seguidores dos ensinamentos do patriarca de Constantinopla, Nestório. O patriarca argumentava, que se deveria

distinguir em Cristo duas pessoas, assim como se distingue duas naturezas. Suas argumentações foram rejeitadas pelos cristãos ortodoxos no Concílio de Éfeso e, Nestório e seus seguidores foram considerados hereges. A Igreja Cristã do Irã, no entanto aceitou a doutrina nestoriana e rejeitou a ortodoxia de Éfeso. Com isso, Edessa foi transformada em centro de estudos que combinava os saberes dos cristãos nestorianos com os dos sírios. A importância dos nestorianos foi a de preservar a ciência grega e de difundir-la para os árabes, traduzindo as principais obras do grego para o siríaco (aramaico) e posteriormente para o Árabe.

Outro centro importante, foi a Casa da Sabedoria em Bagdá, criada pelo califa Al-Ma'mun, que considerava que a fé muçulmana deveria ser apoiada por argumentações racionais, como os faziam os filósofos gregos e os de Alexandria. A criação da Bayt al - Hikmah (Casa da Sabedoria), foi a sua maior obra cultural. O recrutamento de tradutores, filósofos e astrônomos, muitos deles cristãos, criou um clima de bom relacionamento entre cristãos e muçulmanos em torno das grandes obras gregas, principalmente as de Aristóteles. O maior cientista da Casa da Sabedoria foi Abu Yusuf al - Kindi, considerado o primeiro filósofo muçulmano. Seus amplos conhecimentos das ciências naturais, matemáticas, filologia e filosofia pura, criaram um legado importante para os cientistas ocidentais da Idade Média.

Porém, a região muçulmana que melhor representou a relevância da ciência árabe para o ocidente foi a Espanha entre 718 e 1492 (data da expulsão dos muçulmanos da Espanha para o norte da África). O contato intelectual foi intenso entre cristãos, judeus (como Moisés Maimônides, líder intelectual do judaísmo medieval e médico particular do sultão Saladino do Egito) e muçulmanos como o astrônomo Al-Battani, que corrigiu os cálculos angulares de Ptolomeu no Almagesto, Ibn Siná (Avicena), Abu'l - Walid ibn Ruchd (Averróis) médicos e filósofos que traduziram e explicaram a filosofia de Aristóteles e que foram considerados os verdadeiros divulgadores da ciência e filosofia grega na Idade Média, além de Ibn Khaldun, o maior historiador e filósofo do islamismo, conforme nos mostra Lacoste (1991).

No campo geográfico, a tradução da obra de Ptolomeu *Geografia* por Al- Farghani e a edição do *Livro da Forma da Terra* escrito por Al-Khwarizmi, que já corrigia o mapa de Ptolomeu, em função dos novos cálculos de latitude e longitude levantados e guardados na Casa da Sabedoria em Bagdá. Um outro tipo de trabalho geográfico de grande importância para o planejamento administrativo e militar dos governos da

época era a descrição das terras, dos povos e dos meios de comunicação entre eles, das atividades econômicas mais relevantes e rotas de comércio. Alguns geógrafos muçulmanos tornaram-se especialistas em obras como o *Livro das Estradas e Províncias* de Ibn Khurdadhbih e os estudos sobre as comunidades judaicas na Europa de Leste, feito por Ibn Ya'qub Ibraim, mercador judeu espanhol e diplomata de califas da Espanha muçulmana e do Magreb. O próprio Ibn Kaldun escreveu sobre o comércio do ouro entre o Sudão e o Magreb, e estudou a composição do poder social e econômico das comunidades do Magreb, além de Ibn Batuta que percorreu e descreveu com detalhes a geografia do norte da África.

O precursor do determinismo ambiental na geografia muçulmana foi Abu'l-Hassan al-Mas'udi, que viajou por todo o mundo islâmico entre 915 e 950. Foi historiador e geógrafo e tinha uma grande preocupação com os fatos da natureza, enfatizando o ponto de vista de que o meio ambiente afetava fortemente a vida animal e vegetal de uma área. Possuía uma perfeita noção de localização do mundo conhecido e não aceitava a noção religiosa de que a Meca era o centro do mundo, tampouco aceitava a noção de *terra incógnita* no sul do mapa de Ptolomeu e acatava as informações dos navegadores que diziam não ter limites para o oceano após o Mediterrâneo.

Foram os resultados desses contatos multi-raciais e religiosos que ocorreram em terras espanholas (principalmente em Toledo) e no Magreb norte-africano, que garantiram a continuidade da ciência grega (*agora incrementada pelos conhecimentos e revisões feitas pelos árabes, que se utilizaram também dos conhecimentos indianos e chineses*) no mundo ocidental, no período medieval.

A Ciência Cristã

Ao se levar em consideração que, tanto a religião muçulmana, quanto a judaica e, por conseguinte, o cristianismo tinham como referência principal a aceitação de um único Deus e que a natureza era a expressão organizacional máxima desse Deus. Fica claro que a noção de finalidade (teleologia) e a idéia de desenho divino da natureza (onde há lugar para tudo e tudo está em seu devido lugar), foram argumentos poderosos que tinham de ser trabalhados para uma adaptação das idéias aristotélicas, que foram concebidas em contexto muito diferente.

Os muçulmanos foram os primeiros a realizarem esses trabalhos e Koyré (1991: 38-43), nos informa sobre os grandes choques de idéias que ocorreram entre Avicena e Averóis ao traduzirem, com adaptações, as

idéias platônicas e aristotélicas para o árabe. No caso de Avicena, Koyré traça uma linha de comparação com Santo Tomás, analisando a concepção de eternidade ...

”Avicena não é, como Duns Scotto observa muito bem, um aristotélico de estrita observância: Avicena é um crente. Além disso, Avicena - tanto quanto Aristóteles - supõe expressamente um mundo eterno: é indispensável um motor infinito para manter eternamente o movimento. Mas, se o mundo não é eterno e se é finito, um motor finito é amplamente bastante...Enfim, mais lógico do que Avicena, Aristóteles não faz de seu Deus Motor um Deus Criador. Avicena e, também Santo Tomás, partem de um Deus Criador. É também por esse motivo que eles chegam a isso: um, sendo muçulmano, e o outro, cristão, transformam, conscientemente ou não, a verdadeira filosofia de Aristóteles.”

Entretanto, é de suma importância, entender que o primeiro filósofo cristão que se preocupou com a importância da ciência para a glorificação da obra divina, foi Santo Agostinho(354-430) . Considerado por Corbisier (1974:60) como um dos precursores do existencialismo, ao dar relevância ao aparecimento das noções de *interioridade do espírito e subjetividade infinita*, Santo Agostinho “descobre a alma”, o mundo interior e faz a distinção entre os dois reinos o de Cesar e o de Deus. Nas palavras de Corbisier, Agostinho “*não foi apenas um pensador, um grande filósofo e teólogo, mas um homem que fez a experiência do pecado e da morte, da incredulidade e da conversão, e cuja meditação sobre o tempo parece ter sido escrita nos dias que correm. No contexto histórico do cristianismo, inaugura a linguagem dos pensadores existenciais, que não separam a teoria da prática, a vida do pensamento*”.

Santo Agostinho não escreveu nenhuma obra científica, nem participou de experiências no campo das ciências, entretanto, suas obras marcaram um estágio decisivo no desenvolvimento do pensamento científico, que iria marcar fortemente a filosofia da ciência ocidental até o século XIII. É com Aurélio Agostinho que se harmoniza o dogma, com a razão. Para a ciência cristã, na visão de Agostinho, a razão se distingue da fé, embora, em princípio, o testemunho de uma não deva contrariar o da outra, na medida em que são ambas manifestações do mesmo Deus. É reconhecida a relativa autonomia da razão, mas as imposições do dogma continuam a ser as últimas instâncias da verdade. A teologia de Agostinho é a tentativa do reconhecimento racional de Deus. Uma solução de compromisso, em que a razão é utilizada como auxiliar da fé.

Sua teoria da natureza divina do conhecimento só começa a ser rompida no século XIII, por João Duns Scot e Guilherme de Occam, que separam a razão humana da Divina, colocando Deus em um patamar muito superior de entendimento. Para eles, Deus, em seu *ser infinito*, era

incognoscível pela observação física e poderia, se quisesse, sobrepujar as leis físicas e naturais. A única restrição, era que Deus não podia fazer coisa alguma que fosse autocontraditória.

No contexto das primeiras fases da Idade Média, o desenvolvimento científico cristão ocidental ficou restrito aos problemas de ordem prática, pois as questões teóricas foram deixadas de lado e, somente os muçulmanos lidavam com as antigas idéias gregas. Essas questões de ordem prática garantiram a continuidade do determinismo ambiental nessa época e os dois melhores exemplos foram os dois ingleses: Beda, o Venerável (673-735) e Robert Grosseteste (1168-1253). Beda, monge que se preocupou com os cálculos do calendário, foi o criador da data inicial da era cristã, que usa como referência o nascimento de Cristo como *Anno Domini* (ano do Senhor). No campo do determinismo ambiental, Beda estudou detalhadamente o comportamento das marés (a região das cidades de Jarrow e Wearmouth, onde se situava o mosteiro em que vivia o bispo, a amplitude das marés eram acontecimento notável). As anotações de Beda criaram técnicas de observação de amplitude das marés, que mesclavam leis gerais com particularidades locais, e que mais tarde foram adotadas como referência básica para a determinação do estabelecimento de um porto marítimo em todo o mundo.

Robert Grosseteste (1168-1253) foi bispo da cidade de Lincoln e professor em Oxford. Foi o maior incentivador cultural da ordem dos franciscanos, enfatizando o estudo das ciências naturais. Seu conhecimento dos trabalhos de Aristóteles, o estimulou a escrever sobre a sistemática da pesquisa científica. As palavras de Ronan (1987, vol II: 139), nos dão uma noção clara de suas concepções determinísticas.

“A ciência, dizia, começou com a experiência dos fenômenos pelo homem, que era usualmente complexa. A finalidade da ciência era descobrir as razões para a experiência - encontrar as suas causas. Então, tendo descoberto as causas - os agentes causais - , o próximo passo seria analisá-las, selecionando-as em suas partes ou princípios componentes. Depois disso, o fenômeno observado deveria ser reconstruído a partir desses princípios, com base numa hipótese, e finalmente a própria hipótese teria de ser testada e verificada - ou invalidada - pela observação. Esses eram pontos de vista importantes, e o procedimento recomendado era valioso, pois continha a base essencial de toda a ciência experimental. Ele fez também uma análise dos agentes causais como ponto de partida de um procedimento aristotélico, e a classificação das ciências para mostrar como algumas eram dependentes de outras. Declarava também que a ótica e a astronomia eram subordinadas à geometria, pois ambas usavam técnicas geométricas para explicar o comportamento dos raios de luz refletidos por espelhos ou refratados em vidro ou água, assim como o movimento dos corpos

celestes. Por outro lado, declarava que a própria matemática só poderia fornecer um agente causal para um fenômeno, pois as causas materiais e, em termos de Aristóteles, ‘eficientes’, só podiam ser fornecidas pelo próprio mundo físico.”

Colocações com essas no século XIII, só poderiam vir de religiosos muito especiais - os professores universitários - aos quais Koyré fez referência anteriormente. Esses homens foram os que iniciaram um processo lento e gradual, porém irreversível, de separação das questões da fé, dos conhecimentos adquiridos através do estudo das ciências naturais. E nesse contexto, o determinismo ambiental foi um poderoso emulo nesse processo.

Outras figuras importantes do século XIII foram Alberto de Lauingen ou Alberto o Grande ou ainda Alberto Magno (1193- 1280) e seu aluno Tomás de Aquino (1227-1274), ambos da ordem dos dominicanos e grandes lutadores por um avanço nas concepções religiosas da época, avanço esse que significava a aceitação das idéias aristotélicas no ensino universitário católico.

Para Bergevin (1992: 87) a figura de Alberto foi considerada como um marco no desenvolvimento do determinismo na geografia, assim como foram Heródoto, Strabão e Sebastião Münster. Glacken (1990: 265-270) define que a principal obra de Alberto, *De natura locorum* foi a mais importante e a mais elaborada discussão de um teoria geográfica relacionada à cultura humana e ao meio ambiente desde o tratado de Hipócrates *Ares, Águas e Lugares*.

Alberto o Grande foi um dos introdutores da ciência grega e muçulmana nas universidades da Europa Ocidental, apesar da forte oposição da alta hierarquia eclesiástica, que em 1210, já haviam condenado os trabalhos científicos de Aristóteles, condenação que se prolongou até 1234. A partir de 1240 Alberto inicia os trabalhos de sua grande obra *De natura locorum*, realizando um feito sem precedentes para a época, pois além de explicar Aristóteles em toda a sua obra científica e filosófica, comentou também os filósofos e cientistas árabes.

Suas observações da natureza cobriram a geologia, classificando mais de cem minerais, zoologia, seu tratado *Sobre os animais* contém algumas descrições de espécies imaginárias e de animais verdadeiros, inclusive retificando alguns mitos de época. Observou o comportamento dos insetos, peixes, mamíferos e aves, inclusive os mecanismos de acasalamento. Teceu considerações sobre a relação entre cor dos pêlos dos animais do extremo norte da Europa e a incidência de neve.

No campo da botânica, além do monumental trabalho de descrição, também iniciou uma classificação sistemática segundo a forma da planta e

dos frutos. Além de ter sido o primeiro estudioso a observar e correlacionar temperatura e luz no crescimento das árvores. Seu estudo sobre enxertia, foi o que houve de mais importante no campo da botânica da Idade Média.

Seus estudos sobre o clima convergem para uma teoria climática que, implicitamente agrega a noção de esfericidade da Terra.

Ronan (1987, vol II:153) alude as dificuldades que os teólogos cristãos se defrontaram para adaptar o conteúdo da filosofia grega ao contexto religioso da Idade Média, pois esse pensamento tinha uma ...

“perspectiva pagã e era inimigo da religião revelada, pois fora nutrido numa cultura em que se prestava a falsa reverência a deuses e deusas, sobre cuja existência os intelectuais tinham reservas. Além do mais, havia muitos aspectos na filosofia aristotélica que estavam em conflito com as Escrituras aceitas como autênticas pela Igreja cristã, como Grosseteste já verificara”.

Neste ambiente conturbado, um aluno de Alberto em Paris encampa a tarefa de amalgamar a doutrina cristã com o pensamento aristotélico. Seu nome Tomás de Aquino (1225-1274). A tarefa de Tomás foi colossal, pois mesmo não sendo um cientista, conseguiu modificar o pensamento acadêmico da teologia vigente, separando razão e fé. A consideração de que todo o conhecimento começa com a experiência sensível, sobre a qual se desdobram vários graus de abstração, e que o processo de conhecimento de Deus, também segue os caminhos da experiência, pois Deus é conhecido a partir de seus efeitos, foi fundamental no encaminhamento da reconciliação entre a ortodoxia cristã e a ciência grega. Tomás pagou um alto preço por sua luta, pois foi duas vezes condenado por seus escritos. De todas as sínteses escritas na Idade Média sua *Suma Teológica* foi a mais importante obra da filosofia escolástica. Morreu em 1274 sem ver os resultados de sua obra gigantesca. Cinquenta anos mais tarde, seus escritos tornam-se referência no pensamento teológico e sua canonização em 1323, o recoloca como um dos principais filósofos da época.

O trabalho de São Tomás de Aquino teve seguidores importantes: João Duns Scot (1266-1308) e Guilherme de Occam (1286-1350). Ambos iniciam uma corrente filosófica, definida por Corbisier (1974: 148) como neotomismo, pois apesar de representar um “*retorno ao platonismo augustiniano*” reforçam uma orientação de separação entre razão e fé e encaminham a filosofia em direção às ciências naturais.

Duas profundas e eruditas análises de Maurice de Gandillac (1995: 81-90 e 91-134) mostram as principais áreas de confronto e adoção nos pensamentos de Scot e Occam com os de São Tomás no campo filosófico.

No contexto das ciências naturais, John Losee (1979: 41-54) analisa os diferentes padrões explicativos por que passou o pensamento aristotélico na Idade Média, fazendo uma espécie de exposição comparativa dos métodos de cinco grandes filósofos da ciência da época: Robert Grosseteste (1168-1253), Roger Bacon (1214-1292), João Duns Scot (1266-1308), Guilherme de Occam (1286-1350) e Nicolau de Autrecourt (1300-1355). Questões sobre indução/dedução na ciência experimental, relações de causa e efeito, comprovação/refutação, generalizações/particularizações a partir de experiências são alguns dos temas que Losee compara, dando uma boa visão do pensamento científico da Idade Média.

O Determinismo da Renascença aos Tempos Modernos

O Início de uma Era de Revoluções e Descobertas

No contexto geográfico, o personagem que melhor delimita a fronteira entre a Idade Média e a Renascença foi Marco Polo (1254-1324), considerado o maior viajante da época e também o último geógrafo do lendário, através de sua obra *O Livro das Maravilhas* (1985), redigido por Rusticiano de Pisa em 1298, a partir de um relato de Marco Polo.

A incrível aventura de Nicola e Mafeu Polo, respectivamente pai e tio de Marco, inicia-se em 1260 com uma viagem partindo de Veneza em direção a Ásia central, chegando a China em 1266 e retornando a Europa em 1269, como embaixadores de Cublai Kan. Em 1272, os irmãos Polo novamente põem-se em marcha, agora acompanhado de Marco Polo, ainda um adolescente. Permanecem na China até 1291, quando retornam por mar, contornando o litoral do sudeste asiático, atravessando o Índico até a costa leste da Índia e bordejando seu litoral, seguem até a Arábia e daí por terra até Veneza, chegando em 1295. (referências...) (Polo, 1985:10)

Em 1298, Marco Polo é aprisionado por genoveses, em função das guerrilhas comuns que aconteciam entre venezianos e genoveses por conta do controle de rotas comerciais. Durante prisão, Marco dita suas memórias para Rusticiano, praticamente eliminando o pai e o tio da estrutura narrativa e construindo uma nova geografia, completamente diferente do padrão habitual da Idade Média, tanto em termos de quantidade de novidades, quanto em qualidade dessas novidades. Para Stéphane Yerasimos, que escreveu a introdução do livro de Polo (1985:17), ao informar sobre pavimentação das ruas nas cidades chinesas ou comentar sobre o carvão de pedra e sua utilização, Marco Polo inaugura um novo enfoque de descrição geográfica, centrado no que é diferente, mas calcado

na realidade isto é, com pouco espaço para a fantasia. Nas palavras de Yerasimos:

“Marco Polo não age como um geógrafo do legendário. Basta ler, por exemplo, Mandeville, para compreender a diferença. Utiliza seu espírito crítico -positivo- para refutar uma lenda, quando isto é possível. É o caso do amianto: com informações que tem de fonte segura sobre a extração e a fabricação deste produto, refuta suas origens animais a partir da legendária salamandra. Ou quando, aplicando a definição legendária do unicórnio ao rinoceronte de Sumatra, ele apercebe-se da diferença e constata que este nada tem a ver com o animal gracioso seduzido por uma donzela” (p.26-27).

O contexto histórico da aventura da família Polo vincula-se a derrocada dos empreendimentos de conquista dos cruzados europeus no Oriente Médio que culminou com a perda da cidade de Acre para os muçulmanos em 1291. Yerasimos (Polo,1985:12) argumenta que para os católicos europeus do século XIII, o império mongol seria uma esperança capaz de deter a marcha avassaladora do Islam. Esperança essa que não se concretiza em termos políticos, mas que abre oportunidades para comerciantes e navegadores e, mais tarde, missionários tomarem conhecimento da Ásia e de suas potencialidades comerciais, culturais e científicas.

Entretanto, a aventura de Marco Polo começa hoje a ser questionada por estudiosos que contestam, além da inclusão de fatos absurdos, a não inclusão de fatos reais como: a Muralha da China, os caracteres da escrita chinesa, a deformação dos pés das mulheres como característica de beleza e muitas outras. Para Frances Wood, chefe do Departamento da China da British Library, provavelmente Polo não chegou a ir além de Constantinopla.

Alfred W. Crosby, em seu livro *Imperialismo Ecológico* (1993: 71) mostra que, da mesma forma, partir da tomada de Acre, os europeus iniciaram outro projeto de conquista, agora por mar, rumo ao oeste e sul pelo Oceano Atlântico, inaugurado pela aventura mortal dos irmãos genoveses Vadino e Ugolino Vivaldi em 1291 ao navegarem para além do estreito de Gibraltar e não mais retornando. Essa viagem inaugurou uma nova rota de conquistas que se iniciou com as ilhas Canárias, Madeira, Açores e Cabo Verde, estendeu-se pela África e alcançou a Ásia, mas também as Américas entre os séculos XIV e XV.

No capítulo Ventos, Crosby (1993: 99) mostra que esse novo projeto, só foi possível graças aos subsídios técnicos trazidos pelos cruzados que tiveram oportunidade de conhecer técnicas e equipamentos já utilizados pelos árabes e pelos asiáticos e descreve as diversas fases da

chamada era das grandes navegações em função das técnicas de domínio dos ventos. Período que vai caracterizar a Renascença do século XV.

A descoberta dessas novas rotas e o aparecimento de um inesperado *Novo Mundo* no hemisfério ocidental repercutiu profundamente no pensamento europeu.

Clarence Glacken (1990: 358) explora muito bem a conotação revolucionária desse novo tempo para a comunidade científica européia. A descoberta da existência de antípodas, de climas e ambientes naturais diferentes, e de outras concentrações humanas com características fisionômicas estranhas aos europeus, adquiriu uma escala ainda desconhecida no saber da época. Mas acabou criando uma nova consciência de que era possível ao ser humano modificar o meio ambiente. As bases para essa nova consciência eram sustentadas, de um lado, pelo desenvolvimento científico que estava ocorrendo nas universidades européias, e nas corporações de artesãos que criavam instrumentos que ampliavam essa nova consciência, conforme alude Paolo Rossi (1989: 17-19), por outro, pela imensidão das novas terras e pelas infinitas possibilidades de se testar toda e qualquer idéia modificadora desse novo ambiente. E isso foi avidamente tentado, apesar dos conflitos teológicos que advieram.

Cientistas, religiosos, comerciantes, militares e minorias perseguidas em vários contextos, tomaram os caminhos do oceano e foram vivenciar esses novos tempos nas novas terras. Porém, as tradições e os dogmas cristalizados nas instituições e na sociedade européia, ainda iriam causar muitas querelas no desenvolvimento científico do ocidente. E é justamente com a Renascença que acontece o surgimento das novas arenas de disputa científica. E novos discursos são postos a prova, ou para romper com a religião, pagando o preço, ou para criar soluções de compromisso.

Religiosos vão conhecer as novas terras e tentar adaptar os ensinamentos da religião às novas realidades culturais. Um exemplo interessante pode ser visto no livro de Jonathan Spence (1986), sobre a viagem do jesuíta italiano Matteo Ricci à Índia e a China entre 1578 e 1610, quando falece na cidade imperial de Pequim. Ricci era um erudito e foi enviado à China para apresentar à elite chinesa a religião cristã e ao mesmo tempo oferecer sua erudição e habilidades lingüísticas e de treinamento da memória. Suas informações subsidiaram os europeus no processo de entendimento de uma cultura antiga e de características muito diversas das ocidentais. Mas podem-se citar outros como Frei Bartolomé de las Casas, o primeiro religioso a condenar o processo de ocupação do novo mundo

levado a efeito pelos espanhóis na América Central, além de Antônio Vieira e José de Anchieta, que também se envolveram em conflitos com os objetivos materiais imediatos dos colonizadores portugueses no Brasil.

Crosby (1993) mostra os resultados da expansão da biota europeia nas novas terras, estudando um horizonte de tempo que vai do ano 900 ao 1900, mostrando que o papel dos animais, vegetais e doenças, representaram uma verdadeira revolução no desenvolvimento científico ocidental, pois as experiências estavam agora ocorrendo em um laboratório vivo e de escala real. Foi nesse contexto, que os geógrafos da Renascença deram sua contribuição para o entendimento e a ordenação desse novo mundo, que começa a se modificar com uma velocidade nunca vista antes.

Um geógrafo que representou bem essa época foi Sebastian Münster (1489-1552), teólogo, linguísta, filólogo e cosmógrafo de grande erudição, além de produzir obras como uma *Bíblia Hebraica (1534-1535)*, uma gramática e dicionário armênio. Em 1544 escreveu a *Cosmographia Universalis*, que foi considerada por Bergevin (1992: 119) como um verdadeiro monumento editorial da Renascença, com inúmeras traduções do alemão para o Latim (1550), Francês (1552), Inglês (1553), Tcheco (1554) e Italiano (1558). Foi uma das primeiras obras a utilizar os caracteres móveis de Gutemberg em suas mais de 1300 páginas. A obra de Münster foi considerada na Alemanha, por mais de um século, um verdadeiro tesouro da cultura germânica, uma espécie de *bíblia laica* que as famílias católicas e protestantes consultavam e ensinavam seus filhos.

Na visão de Clarence Glacken (1990 : 364-366) a obra de Münster é descritiva e não teórica, pois, para ele, conhecimento geográfico abarcava o ensino, e a informação sobre os lugares, para subsidiar os negócios ou os assuntos religiosos. Embora tenha sido publicada cinquenta anos após a descoberta de Colombo, o livro V que trata da Ásia e do Novo Mundo é considerado por Glacken como pobre, em virtude das esparsas informações sobre as viagens de Colombo e de Vespúcio e pela ausência de informações sobre as conquistas do México e Peru.

O fervor religioso de Münster é explicado por Bergevin (1992 : 156-163) quando trata da questão determinismo, alegando um determinismo a serviço da fé. A realidade terrestre para o geógrafo alemão é determinada pela realidade celeste e o sol tem um papel fundamental. É através dele que Deus organiza a distribuição do calor e determina a vida. Portanto, é um retorno a Estrabão (1980: XXXII), que colocava uma precedência da Providência Divina sobre os processos naturais e que também elegia o sol como a principal ferramenta divina de ordenação da natureza terrestre.

A Revolução Científica da Renascença aos Tempos Modernos: as contribuições da Astronomia, Geologia e Biologia

A escolha dessas três áreas do saber para servir como base de referência ao processo de desenvolvimento do pensamento científico da Renascença, vincula-se à afinidade com que essas disciplinas tiveram com a geografia durante esse período. O *discurso sobre a ordem do mundo* de que nos fala Paulo Cesar Gomes (1996:342) está fortemente atrelado às mudanças ocorridas nos campos da matemática e da física que trabalharam as principais questões da astronomia, assim como as mudanças de escala temporal nos estudos sobre a idade da terra, vincularam-se às descobertas geológicas (Stephen Jay Gould, 1991: 15 cita Paolo Rossi ao tentar mostrar essa violenta modificação no conceito de tempo geológico “*Os homens no tempo de Hooke tinham um passado de 6 000 anos; no tempo de Kant, estavam conscientes de um passado de milhões de anos*”); da mesma forma, é possível perceber também outra forte vinculação entre os avanços das observações nos mundos animal e vegetal, campo da biologia, com as novas concepções integradoras entre natureza e cultura que se desenvolveram na geografia do final da Renascença e alcançaram seu apogeu na Idade Moderna.

Astronomia

Colin Ronan (1987, vol III: 64-65) nos informa que as verdadeiras modificações que ocorreram no campo da astronomia, se deram após a segunda metade do século XVI, mas que ainda no século XV, um teólogo e filósofo alemão Nikolaus Krebs (1401-1464) ou Nicolau de Cusa (como ficou conhecido) alicerçou as bases dessas modificações. Profundo estudioso das obras de Platão, Aristóteles e de Averróis, Nicolau percebe a inadequação da lógica de Aristóteles para lidar com idéias que deveriam considerar o infinitamente grande e rejeita o sistema ptolomaico-aristotélico vigente, com a terra como centro de todas as coisas. Sua alusão à possibilidade de vida em outros astros é, sem dúvida, um grande salto para a época. Porém seus argumentos eram expressos em linguagem teológica, com circulação altamente restrita e, por isso, não foram devidamente discutidos em seu tempo. Maurice de Gandillac (1995: 183-200) escreveu um ensaio altamente erudito sobre as diferenças de Nicolau com os pensamentos de Platão e Aristóteles no contexto do século XV.

A mais importante revolução ocorrida no conhecimento astronômico da Renascença deve-se a Nicolau Copérnico (1473-1543), que no século XVI, derruba a concepção ptolomaica de geocentrismo e inaugura uma nova visão do sistema planetário com o heliocentrismo. O

livro de Thomas Kuhn (1990) *A Revolução Copernicana* revela, com muito detalhe, todo o processo de crítica ao antigo conceito ptolomaico do universo de duas esferas. No capítulo sobre a astronomia que vigia na época de Copérnico (pg.147), Kuhn mostra quão grandes eram as modificações políticas, culturais e filosóficas que abalavam a Renascença... "Inovações radicais na ciência têm acontecido repetidamente durante períodos de convulsão nacional ou internacional, e a vida de Copérnico ocorre durante um desses períodos. Mais uma vez, os Muçulmanos ameaçavam absorver vastas áreas de uma Europa agora convulsionada por rivalidades dinásticas através das quais a nação-Estado substituiu a monarquia feudal. Uma nova aristocracia comercial, acompanhada por mudanças rápidas nas instituições econômicas e na tecnologia, começou a rivalizar com as mais antigas aristocracias da Igreja, e com as nobrezas rurais." (pg.148)

Questões como as grandes navegações começaram a revelar os problemas da geografia de Ptolomeu e os preparativos para a reforma do calendário Juliano para o Gregoriano passaram a exigir reformas nos conceitos astronômicos e Copérnico foi o grande empreendedor da tarefa de preparar os cálculos para essa reforma que aconteceu em 1582.

Kuhn também alude uma certa conjunção de objetivos entre a tradição humanista que existia fora das universidades (que fazia críticas à esta instituição durante a Idade Média) e o esforço de introdução de novas idéias nos estudos científicos afetos à academia, que começou a ocorrer na Renascença ...

"Em consequência, o primeiro efeito científico do dogma humanístico anti-aristotélico foi facilitar para outros o corte com os conceitos de raiz da ciência de Aristóteles. Um segundo efeito, mas mais importante foi a surpreendente fertilização da ciência devido ao forte impulso para o exterior que caracterizava o pensamento humanístico..." "cientistas renascentistas, como Copérnico, Galileu e Kepler, parece terem esboçado decididamente duas idéias não aristotélicas: uma nova crença na possibilidade e importância da descoberta de regularidades aritméticas e geométricas simples da natureza, e uma nova visão do Sol como fonte de todos os princípios vitais e forças do universo." (pg.151).

A teoria copernicana foi um produto típico da renascença, pois foi um enfoque totalmente novo de se encarar a natureza. A observação vinha em primeiro lugar, e sua resposta era mais forte que o dogma e estava acima da autoridade. Ao abraçá-la, alguns cientistas da época pagaram um alto preço por tal decisão, Giordano Bruno (1548-1600) foi queimado vivo em Roma, após longo processo e mais tarde Galileu Galilei (1564-1642) teve de se retratar perante a inquisição para não sofrer o mesmo destino.

O primado da observação emerge com todo o vigor nas relações entre dois astrônomos que viveram a transição dos séculos XVI e XVII.

Tycho Brahe (1546-1601) e Johannes Kepler (1571-1630). O dinamarquês Brahe foi o introdutor da precisão nas observações astronômicas, através do projeto e construção de instrumentos de medição altamente precisos para a época. Suas observações sobre a supernova de 1572 e do cometa de 1577 incrementa o processo de descrédito nas concepções aristotélicas das esferas de Aristóteles que havia se iniciado com Copérnico. Tycho Brahe trabalhou como principal astrônomo de Rodolfo II, sacro imperador romano germânico em Praga, e seu principal assistente foi Johannes Kepler um extraordinário matemático, que conviveu apenas um ano com Brahe (1600 -1601) e que nesse período, ganhou a confiança e o respeito de seu tutor, que lhe deixou um novo conjunto de tabelas sobre o movimentos dos planetas.

O trabalho de Kepler sobre a órbita de Marte, a partir das tabelas de Brahe e de suas próprias observações, começa a demonstrar que a teoria planetária de Brahe não era aceitável. Kepler, em 1609, lança sua *nova astronomia*, concluindo que os planetas giram em torno do Sol e entre 1619 e 1621 completa seu trabalho sobre o movimento planetário com a publicação de *Epítome da Astronomia Copernicana*.

Mas se Brahe e Kepler tiveram apoio institucional para suas pesquisas, Galileu Galilei (1564-1642), assim como Bruno anteriormente, sofreu pressões fortíssimas da Igreja católica, que era contra a divulgação de tais pesquisas para o grande público, isto é, os de fora da academia.

Galileu era, como Kepler, um extraordinário matemático que se dedicou ao estudo dos movimentos dos corpos. As técnicas matemáticas utilizadas por Galileu nesses trabalhos eram tão inovadoras, que o que se convencionou chamar de nova física, que iria despontar nos séculos XVII e XVIII, somente teve segmento em função de seus estudos pioneiros e por isso é conhecido como pai da física matemática. Estudiosos do pensamento científico como Koyré (1991), Kuhn (1973 e 1990), Rossi (1989 e 1992) e até críticos literários como Ítalo Calvino (1993) escreveram sobre sua importância no processo de ruptura conceitual entre as concepções aristotélicas-ptolomaicas e as novas teorias advindas da observação, da experimentação e do apoio lógico-matemático que eram as marcas registradas da Renascença.

O uso científico do telescópio, (não descoberto por ele) mais a base matemática e as experimentações com pêndulos e demais corpos, garantiram a Galileu um lugar de excepcional destaque na história da ciência. Suas principais obras: *O Ensaíador (Il Saggiatore) 1623, Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo - o ptolomaico e o copernicano 1632 e Discursos*

referentes a duas novas ciências 1638 são ainda hoje peças de referência nos estudos de história da física (ver, por exemplo, Carneiro, 1989).

O contexto histórico do mundo de Galileu mostra uma inflexão em direção à ciência experimental, e a ciência tornou-se experimental porque os práticos (vide Rossi, 1989) passaram a ocupar um lugar importante nesse mundo, anteriormente ocupado por filósofos religiosos. A noção de eficácia passa a dominar essa nova sociedade, que precisava de um outro sistema de mundo, que não o da religião. A prova da eficácia era agora mais importante e já não podia mais se satisfazer com o milagre sem explicações ou somente com a fé. É nesse contexto que a importância de Galileu melhor se apresenta, pelo seu gosto pela experiência e pela aplicação da matemática.

A Revolução copernicana continuou seu curso pelo século XVII com René Descartes (1596-1650) deduzindo outras leis do movimento dos corpos, precursoras do conjunto de *Leis da Inércia*, definidas mais tarde por Isaac Newton. Descartes apoiava a teoria copernicana e, em função de seu prestígio, visitava muitas universidades e, em Cambridge, transmitiu seus conhecimentos a um grupo de alunos, um dos quais era Isaac Newton. Os estudos de Descartes sobre evolução dos planetas, cometas e estrelas, mais tarde se revelaram equivocados, mas para o século XVII, a filosofia cartesiana constituía uma doutrina revolucionária. Sua grande aceitação foi incentivada mais pela sofisticação de seus escritos sobre o método, do que pelos resultados práticos de suas experiências.

A relação entre método e experimentação atingiu níveis nunca alcançados com a obra de Isaac Newton (1642-1727). Para ele, o processo científico deveria incluir tanto um estágio indutivo quanto outro dedutivo, que chamou de *“método da análise e da síntese”*. Suas habilidades manuais, somadas ao seu enorme conhecimento matemático o auxiliaram na confecção de numerosos instrumentos de experimentação e de medição dos fenômenos, e essa combinação de habilidade com inteligência abriu uma nova era nas ciências naturais, da qual a mecânica e a ótica são os maiores marcos de referência.

O livro de Westfall (1995) detalha pormenorizadamente a vida de Newton, desde suas pesquisas científicas até suas experiências com a alquimia e seus estudos sobre a Arte Hermética, prática que ocorria paralelamente com suas geniais descobertas, como a da gravitação universal, a formulação das leis da inércia, da refração da luz, do cálculo diferencial e integral (trabalhando independentemente de Leibniz, que também criara um método equivalente).

A publicação do *Philosophiae naturalis principia mathematica* em 1687, causou um impacto tão forte, que foi considerado o maior livro científico de todos os tempos. Nas palavras de Ronan (1987: 99)...

“... Newton rescrevera toda a ciência dos corpos em movimento com uma incrível precisão matemática. Ele completou o que os físicos do fim da Idade Média haviam começado e Galileu tentara trazer à realidade; suas três leis do movimento formam a base de todo o trabalho posterior. Newton tinha também resolvido um problema astronômico de 2 000 anos- o do movimento dos planetas no espaço. Com uma análise matemática que era assombrosa em perfeição, mostrou como uma lei do inverso do quadrado resultava em um movimento em elipse e forçava os planetas a obedecer às leis que Kepler tinha deduzido com tanto esmero a partir das observações de Tycho Brahe.”

Geologia

Se na astronomia, o grande empecilho para o desenvolvimento das idéias copernicanas e newtonianas foi a crença que a terra era a principal referência na existência humana e que o ser humano, feito à imagem e semelhança de Deus, não poderia habitar um mero planeta do sistema solar. Na geologia do século XVII, os obstáculos eram outros, e estavam vinculados às crenças da formação original e completa das espécies no momento da Criação e do dilúvio como acontecimento histórico, agregando a questão da preservação das espécies através de Noé e sua Arca.

Gould (1991) em seu *Seta do Tempo Ciclo do Tempo* e Rossi (1992), com *Os Sinais do Tempo* trataram brilhantemente dessas questões geológicas, que abalaram os dogmas cristãos criacionistas entre os séculos XVII e XVIII.

Gould nos mostra as tremendas dificuldades por que passaram os cientistas que estudavam a crosta terrestre para aceitar a noção de *tempo profundo* ou tempo geológico, na concepção entendida hoje. Em sua explanação, o autor confessa-se paroquial, pois analisa tão somente o exemplo inglês, através dos trabalhos de três pesquisadores: Thomas Burnet (1623-1691), James Hutton (1726-1797) e Charles Lyell (1797-1875) o primeiro, encarado como vilão, e os outros dois como heróis. Nas palavras de Gould (1991:16)...

”Brunet, vilão porque infectado de dogmatismo teológico, escreveu sua Sacred theory of the Earth na década de 1680. O primeiro herói, James Hutton, trabalhou exatamente cem anos mais tarde, escrevendo a versão inicial de Theory of the Earth na década de 1780. Charles Lyell, o segundo herói e codificador da modernidade, escreveu então o influentíssimo tratado Principles of Geology não mais de cinquenta anos depois, por volta de 1830. (A ciência, afinal, parece

realmente avançar por aceleração, como sugere esta redução pela metade da distância temporal).”

O pressuposto fundamental para Brunet era que sua fonte documental - a Bíblia- não podia ser contestada. Com isso, questões como a do dilúvio e a Arca de Noé e a infalibilidade de Deus ao criar todas as coisas em um só momento, suscitaram argumentações que, claramente ferem a lógica que geralmente acompanha a observação. No caso do dilúvio, a determinação divina inundou todo o planeta de uma só vez, daí a necessidade da Arca. Se assim não fosse, Noé poderia ter levado seus animais para qualquer outra região seca, caso o dilúvio tivesse sido apenas regionalizado. Mas em termos de ciência natural, o texto sagrado conflitava-se com uma realidade, que era do conhecimento de Brunet: a quantidade de chuva dos quarenta dias e quarentas noites, era muito aquém da demanda necessária para inundar o planeta. A solução proposta foi especular sobre uma camada subterrânea de água, que existiria abaixo da superfície, proposta já colocada por Descartes em 1617 em *Princípios de filosofia*.

Outro exemplo de conflito entre as escrituras, e o que Brunet verifica, situa-se no dilema entre a imposição, pelas escrituras, de um vetor de história que não aceita grandes modificações estruturais, pois seria reconhecer um erro divino. Entretanto, a noção de ciclo era fundamental para Brunet, e ele adapta uma explicação engenhosa alternando os ciclos da água em primeiro e prevendo um futuro ciclo de fogo (Gould,1991: 55-58). Essas soluções de compromisso seriam a marca registrada de inúmeros trabalhos das ciências naturais nos séculos XVII e XVIII, principalmente na geologia e na biologia (Glacken, 1990: 407-415). No caso da Geologia gerou uma corrente de pensamento chamada de Catastrofismo. Uma catástrofe divina era sempre empregada quando surgia um impasse que não poderia ser resolvido por causas normais.

Cem anos mais tarde, o conceito de ciclo é recolocado por James Hutton, não como sucessão de cataclismos determinados por Deus, e sim através de uma concepção de *machina mundi* onde estava embutido um contínuo processo de mudanças cíclicas. Nas palavras de Gould (1991: 72-73)...

“A *machina mundi* auto-renovável de Hutton opera em um ciclo de três estágios que se repetem eternamente. Primeiro, a topografia da Terra se decompõe à medida que os rios e as ondas desagregam as rochas, formando solos nos continentes e transportando os produtos da erosão para os oceanos. Segundo, os fragmentos erodidos dos continentes antigos são depositados em estratos horizontais nas bacias dos oceanos. À medida que os estratos vão se acumulando,

seu próprio peso gera calor e pressão suficientes para movimentar as camadas inferiores. Terceiro, o calor de sedimentos em processo de liquefação e de intrusão de magmas faz com que a matéria se expanda - com espantosa força -(1788,226), produzindo extensos soerguimentos e gerando novos continentes onde antes havia oceanos (enquanto as áreas erodidas dos antigos continentes se tornam novos oceanos). Cada estágio provoca automaticamente o seguinte. O peso e o acúmulo de sedimentos gera calor suficiente para consolidar, e em seguida soerguer, os estratos; a topografia íngreme do levantamento irá então forçosamente ser erodida sob a ação das ondas e dos rios. o ciclo do tempo rege a *machina mundi* da erosão, deposição, consolidação e soerguimento; continentes e oceanos trocam de lugar numa lenta coreografia que jamais poderá ter fim, nem sequer envelhecer, enquanto poderes superiores mantiverem a atual ordem das leis da natureza.”

James Hutton passou a ser considerado o pai da geologia, em função de sua teoria sobre os processos formadores da terra e influenciou muitas gerações de geólogos e de geomorfólogos, um exemplo importante foi o geomorfólogo americano Willian M. Davis(1850-1934) e o seu famoso ciclo geomórfico apresentado em seu livro *The rivers and valleys of Pennsylvania* (1909). A diferença está apenas no ampliado conhecimento das eras geológicas, e no detalhamento das explicações sobre os processos de peneplanização, mas na base, a *machina mundi* de Hutton sinaliza a referência primeira (Thornbury, 1966: 6-13 e 245-6).

Entretanto Rossi (1992: 335-363), em surpreendente ensaio, nos apresenta ao conjunto revolucionário de idéias sobre os processos geológicos desenvolvidos por um pesquisador italiano chamado Anton Lazzaro Moro, que nas palavras de Rossi “*era um fervoroso adepto de Newton*”. Suas teorias foram publicadas em 1740 na obra *De'crostacei e degli altri corpi marini che si truovano su'monti*, portanto 48 anos antes de Hutton e republicadas em língua alemã em 1751(Leipzig) e 1765 (Bremen).

A questão de Moro era explicar o processo de aparecimento de... “*produções marinhas, aqueles peixes, crustáceos e os outros empedrados produtos do mar que se encontram sobre os montes*”. Suas respostas foram divididas em duas negativas e numa terceira afirmação. A primeira rejeita o já tradicional recurso do dilúvio universal para explicar esses fósseis, a segunda também não aceita as teorias, até então vigentes, sobre o recobrimento total da crosta pelo mar, e que por isso, tais fósseis teriam aparecido nas montanhas. A terceira e surpreendente afirmação, aponta para um processo de soerguimento da crosta, que teria se elevado “*saindo do seio da terra coberta de água se elevando àquelas alturas em que agora os vemos*”.

Para Moro, não foi o mar que se elevou e sim as montanhas que emergiram do leito marinho. É importante assinalar que Moro havia

pesquisado sobre a súbita emergência de uma ilha no mar Egeu (Néa Kaiméni), que pertencia ao conjunto vulcânico de Santorini em 1707. Além disso, faz uma investigação histórica sobre processos semelhantes como em Pozzuoli, onde em 1538 ocorreria o soerguimento do monte Novo, além das referências de Plínio e Estrabão ao aparecimento de novas ilhas no Mediterrâneo (Delos é um dos exemplos).

Considerações como essas, em meados do século XVIII, revelam-se revolucionárias aos nossos olhos, particularmente se lembrarmos que as questões sobre a geologia ainda eram um amálgama de dogmas e teorias que envolviam... “a narração do Gênese, com temas cosmológicos da formação e da destruição do Universo, com o milenarismo¹ e o catastrofismo, com os grandes princípios teológico-naturais da plenitude e da cadeia dos seres, com os problemas relativos ao Dilúvio e a existência dos primeiros homens sobre a Terra”.

Rossi descreve com muitos detalhes as refutações de Moro às teorias vigentes, e com isso, percebe-se que Moro trabalhou com uma combinação entre observação e dedução. A não aceitação gradual de um determinismo divino, para uma incorporação gradual de um determinismo orientado por processos emanados dos próprios elementos da natureza. A concepção newtoniana de Ordem, claramente, mostrava sua força treze anos após sua morte.

No século XIX, mais precisamente 1830, outro personagem entra em cena, para dar sua contribuição à noção de tempo geológico, Charles Lyell publica sua obra *Principles of Geology*, lutando contra um contexto que ainda trabalha com o catastrofismo, como solução para os inúmeros problemas que a geologia se debatia. A noção de *uniformidade* trabalhada por Lyell, consistia em quatro princípios básicos:

- *Uniformidade das leis*. As leis naturais são constantes no espaço e no tempo.
- *Uniformidade dos processos*. Se um fenômeno passado pode ser representado como o resultado de um processo hoje atuante, não se deve inventar uma causa extinta ou desconhecida para explicá-lo.
- *Uniformidade de grau*. A taxa de mudança é geralmente lenta, constante e gradual (catástrofes ocorrem, mas são estritamente de escala local)
- *Uniformidade de estado*. As mudanças ocorrem, mas a Terra está em equilíbrio dinâmico, portanto, não era possível aludir a uma teleologia em termos geológicos.

¹ Doutrina herética defendida por Joaquim de Flora (séc.XIII) e que desenvolveu-se ao longo do Cristianismo e que determinava que a existência do mundo conhecido teria apenas a duração de um milênio ou milenário, conforme a interpretação do Apocalipse de São João.

É possível perceber a importância das colocações de Lyell, num contexto em que as sagradas escrituras ainda tinham uma relativa força. Sua concepção do *ciclo imponente do tempo* conforme nos fala Gould (1991:145), pode não ser hoje totalmente aceita, em virtude do advento da contingência de fatores externos, como no caso da extinção dos dinossauros, ou mesmo quando nos reportamos à teoria da translação continental de Alfred Wegener (1880-1930), mas para época em que foi apresentada, representou uma ferramenta teórica importante para a aceitação de uma escala de tempo de dimensão ainda não compreensível pela maioria das pessoas.

Sua importância pode ser também medida pela influência que causou em Darwin, que usou suas teorias para desenvolver sua teoria da evolução.

Biologia

A expansão das ciências biológicas durante o período que vai da Renascença aos tempos modernos foi considerável por duas razões: o aperfeiçoamento dos instrumentos óticos como o microscópio e a incrível ampliação do espaço de pesquisa na botânica e na zoologia, em função da ocupação por europeus, de vastas áreas dos novos continentes. Com isso, dois tipos de biólogos tomam posição de destaque nas ciências naturais: os *microbiologistas*, que vão ampliar o desenvolvimento da medicina, auxiliando os médicos no entendimento dos processos biológicos dos seres humanos e dos animais e os *naturalistas*, que sistematizaram o mundo vegetal e animal que se abriu, após o século XVI.

Clarence Glacken (1990), Numa Broc (1974) e Alfred W. Crosby (1993), embora apresentando visões diferentes dessa epopéia científica de reconhecimento da Terra, conseguem dar uma noção de escala razoável desse empreendimento científico e das dificuldades enfrentadas pelos naturalistas europeus no novo mundo e das querelas intelectuais decorrentes das inúmeras possibilidades de avaliação desse material que vinha do Novo Mundo.

Glacken trata dessa fase, na parte quatro de sua ciclópica obra, no Ensaio Introdutório (501-503) e no cap. 14 A Época do Homem na História da Natureza (655-705); Broc, principalmente, no livro III As Grandes Revelações (101-150) e Crosby, ao analisar o caminho inverso: a biota européia chegando ao Novo Mundo, as vantagens e catástrofes ocorridas com essa invasão, nos capítulos: 6-Fácil de Alcançar, Difícil de Agarrar, 7- Ervas, 8- Animais e 9- Doenças.

A estreita relação entre os naturalistas, geólogos e cartógrafos no trabalho de reconhecimento das novas terras acaba criando um profissional eclético: o geógrafo explorador, diferente de Estrabão ou de Ibn Kaldun, em virtude de sua maior bagagem de conhecimentos específicos, normalmente adquirida em grandes universidades européias. Os dois melhores exemplos desse profissional foram Charles - Marie de La Condamine (1701-1774) e Alexandre von Humboldt (1760 - 1859).

La Condamine participou de uma expedição de medição geodésica sob a linha do equador na América do Sul e depois retornou a Europa, cruzando latitudinalmente o continente através do Rio Amazonas até sua foz, rumando para Caiena e de lá para Paris. O livro que derivou de seu relatório *Viagem pelo Amazonas: 1735-1745* (La Condamine, 1992), em particular a introdução histórica escrita por Hélène Minguet, que fez também a seleção de textos, apresenta dois quadros bem interessantes, Um do ambiente científico europeu no século XVIII, e outro, que mescla de curiosidade científica, ganância e pretensões gerenciais dos europeus que estavam conquistando esse mundo novo. O relatório de La Condamine apresentado em 28 de abril de 1745 para a Academia de Ciências da França mostra a extensão de seus interesses intelectuais: cartografia, lingüística, botânica, antropologia, zoologia, mineralogia e hidrologia.

Alexandre von Humboldt também viajou pela América do Sul no período entre 1799 e 1804 e pela Ásia em 1829. Excelente botânico e geomorfólogo, Humboldt, porém não sente nenhuma dificuldade em escrever sobre as relações entre população e atividades agrárias em seu *Ensaio Político sobre o Reino de Nova Espanha (1811)*. Na visão de Mendoza, Jiménez & Cantero (1982: 25-31), Humboldt foi muito mais do que um geógrafo naturalista explorador, foi o sistematizador da relação entre natureza e ocupação humana. Gomes (1996: 151) nos fala que, quem lê a *Viagem às regiões equinociais do novo continente*, publicado em 1799...

“não deixa de ficar impressionado com a capacidade de Humboldt em ligar diferentes fenômenos levando em conta aquilo que havia então de mais recente nas ciências naturais, e isso a propósito de uma região muito pouco conhecida. Seu olhar tinha por objeto os elementos mais variados do meio físico, mas não se limitava a eles, Humboldt observava também a sociedade local. Cada observação era analisada separadamente e em seguida recolocada em conexão com as outras, a fim de resgatar uma verdadeira cadeia explicativa.”

Essa característica eclética de Humboldt chega a confundir seus críticos, pois o cruzamento de idéias racionalistas com o romantismo alemão, foi sempre motivo de incerteza quando da tentativa de enquadra-

lo em determinados padrões de pensamento. Entretanto, Gomes (1996: 155) coloca um fim nessa incerteza, conjecturando que o geógrafo naturalista alemão, provavelmente, fosse realmente um racionalista e cita um exemplo esclarecedor...

“quando Humboldt fazia estudos de botânica, no fim do século XVIII, ele se mostrou bastante hesitante sobre a questão da análise das fibras nervosas: não estava certo da escolha entre uma concepção racionalista e experimental e uma outra vitalista, que acentuava a especificidade metafísica dos processos vitais. Só alguns anos mais tarde, ele se pronunciou em favor do método experimental como sendo o único verdadeiramente científico”.

Uma pequena amostra dessa capacidade de Humboldt em sistematizar idéias com um nível de erudição elevado, pode ser apreciada na antologia de textos selecionados por Mendoza, Jimenez & Cantero (1982: 159-167) no fragmento de *Cosmos. Ensaio de uma Descrição Física del Mundo (1862)*.

Enquanto alguns naturalistas pesquisavam nas novas terras, outros, na Europa analisavam os novos dados e criavam um corpo de teorias de ciências naturais que, em algumas escalas, correlacionavam-se com outros vetores do conhecimento: filosofia, ciência política, direito, antropologia e geografia. Alguns desses cientistas / filósofos criaram relações importantes entre as ciências naturais e as ciências humanas sob vários aspectos: Montesquieu (Charles de Secondat, Baron de La Brède et de Montesquieu 1689-1755), formulador de teorias que ampliaram o escopo do determinismo ambiental, ao correlacionar os diferentes climas da Terra com as diferentes culturas conhecidas, para explicar os diferentes tipos de legislações que foram comparadas com as européias em seu trabalho *De L'esprit des Lois 1748*. Sobre a importância do pensamento de Montesquieu e seus efeitos no corpo de concepções filosóficas de sua época, Pierre Bourdieu (1980) escreveu um ensaio muito interessante sobre as origens míticas de suas idéias.

Outro cientista e filósofo foi Buffon (Georges Louis Leclerc, Comte de Buffon 1767-1788) o mais importante naturalista francês do século XVIII. A vastidão de seus interesses intelectuais é impressionante, porém, mais impressionante ainda, foi sua contribuição inovadora em diferentes ramos das ciências naturais. Na geologia, Buffon em sua *Teoria da Terra*, atribuiu ao nosso planeta a idade de 74.000 anos, em contraposição aos 6.000 que a Igreja ainda admitia. Foi também o precursor do evolucionismo, juntamente com o enciclopedista e botânico Denis Diderot (1713-1784), suas idéias iniciais sobre transformismo e adaptação, influenciaram os trabalhos de Lamarck (Jean-Batiste Pierre

Antoine de Monet *Chevalier de Lamarck* 1744 - 1829) e mais tarde, Charles Darwin.

Na botânica, Buffon foi o criador do maior jardim botânico da Europa no século XVIII, o Jardin du Roi em Paris, e figura extremamente influente na Academia de Ciências francesa (as carreiras de La Condamine, Lamarck, Cuvier e Saint-Hilaire foram impulsionadas por Buffon) Sua principal obra foi *Histoire Naturelle, Générale et Particulière* (1749) e lá estão suas principais contribuições ao pensamento científico da época, como a crítica a Linné por sua classificação botânica, a noção da *grande cadeia do ser* (que vai do mais simples ao mais complexo organismo), a noção de ser humano como agente modificador do ambiente, comparável a outros agentes naturais e o monogenismo, que estabelece uma única origem à todas as raças (as modificações ocorrem por influência de fatores climáticos e por mestiçagem). Por tudo isso, a obra de Buffon cristalizou-se como uma referência obrigatória nos estudos das ciências naturais pós século XVIII.

Porém, as contribuições de Buffon foram apenas o início de uma nova era de grandes impactos na concepção histórica da Terra e de seus habitantes. Paolo Rossi em seu livro *Os Sinais do Tempo* (1992), oferece um bom panorama da fase anterior a Buffon. Clarence Glackem (1990) e Numa Broc (1974) cobrem detalhadamente o período da influência de Buffon, e L. Jordanova (1984), Denis Buican (1990) e Stephen Jay Gould (1990) apresentam essa nova era pós Buffon, conhecida por evolucionismo.

As figuras de Jean-Batiste Lamarck (1744-1829) e Charles Darwin (1809-1882) foram os atores centrais desse drama intelectual que ocupou as mentes dos cientistas naturais, geógrafos, historiadores da ciência, sociólogos e teólogos entre os séculos XVIII, XIX e XX.

A constatação da ampliação do número e variedade de tipos de organismos em função das descobertas de novas terras incentivou um esforço intelectual em busca de uma teoria biológica que explicasse o processo de ocupação da Terra pelos seres vivos. Os trabalhos de Lamarck (na França) e do avô de Charles, Erasmus Darwin (na Inglaterra) entre 1790 e 1815 tentaram uma explicação, recorrendo a uma longa seqüência de transformações e modificações, no bojo de uma antiga concepção de vida como uma “grande cadeia do ser”, idéia perfeitamente aceita no século XVIII e que inicialmente contava com um ingrediente teleológico de origem divina, pois ia da matéria bruta simples, passando para a

biológica até alcançar Deus, o ápice da complexidade. Nas palavras de Jordanova (1984: 32)...

“Na segunda metade do século XVIII, os naturalistas foram ignorando cada vez mais a parte sobrenatural da série, porém as idéias de hierarquia e continuidade entre formas associadas com a grande cadeia do ser garantiram uma influência considerável no estudo dos seres vivos.”

Para Gould (1990: 84-93), em seu ensaio *Sombras de Lamarck*, a vinculação automática da hereditariedade dos caracteres adquiridos a uma teoria lamarckiana é de certa forma um reducionismo, pois “*esta não era certamente a peça central da sua teoria evolucionista, nem sequer uma idéia original sua*”. A argumentação de Lamarck que a vida é urdida por uma força que tende necessariamente à complexidade, esbarra nos constrangimentos ambientais locais. É um mecanismo que garante aos filhos algumas modificações de forma que os pais adquiriram, porém isso só não garante o processo evolutivo. Na ótica de Gould...

“A teoria da seleção natural de Darwin é mais complexa que o lamarckismo porque requer dois processos separados, em vez de uma força única. Ambas as teorias tem raízes no conceito de adaptação - a idéia de que organismos respondem às mudanças ambientais desenvolvendo uma forma, função ou comportamento mais adequado às novas circunstâncias. Assim, em ambas as teorias, a informação do ambiente tem de ser transmitida ao organismo. No lamarckismo, a transmissão é direta. Um organismo dá-se conta da mudança ambiental, responde-lhe da maneira certa e passa diretamente à descendência a sua reação apropriada. O darwinismo, por outro lado, é um processo em duas fases, sendo diferentes as forças responsáveis pela variação e direção. Os darwinistas falam do primeiro passo, a variação genética, como acontecendo ao acaso. Esse termo é infeliz porque não queremos dizer acaso no sentido matemático de igualmente provável em todas as direções. Simplesmente, entendemos que a variação ocorre sem orientação preferida nas direções adaptativas.”

A obra mais importante de Charles Darwin *A Origem das Espécies 1859* foi o resultado de mais de vinte anos de acumulação de dados e experimentações em animais e vegetais e seus principais argumentos podem ser listados da seguinte maneira:

- Superprodução de jovens que na maioria dos casos morrem nas primeiras fases de vida;
- Luta pela existência através da competição entre os seres por alimentação e espaço;
- Variação e seleção natural através da sobrevivência dos mais aptos;
- Transmissão hereditária dos caracteres através dos sobreviventes mais aptos;

- Formação de novas espécies a partir da transmissão hereditária e por seleção sexual.

O somatório de suas análises à atividade de observador da natureza da Terra através de sua viagem no Beagle entre 1828-1831 garante a Darwin um lugar de destaque entre os cientistas que tiveram ao seu dispor a observação direta, a experimentação e o trabalho intelectual de expor suas idéias numa arena científica. O impacto de suas teorias nas ciências foi o que de mais importante aconteceu no final do século XIX.

No contexto geográfico, D. R. Stodart (1972: 52-76) em artigo que já se tornou clássico, analisa a influência de Charles Darwin no pensamento geográfico através de quatro temas constantes na obra do naturalista inglês:

- A idéia de transformação através do tempo;
- A idéia de organização;
- A idéia de luta e seleção;
- O caráter contingente das variações na natureza.

Na idéia de transformação através do tempo o principal influenciado é o geomorfólogo americano Willian Moris Davies (1850-1934) autor dos estudos sobre os ciclos de erosão. A relação estreita das obras dos geólogos Hutton e Lyell com a de Darwin encaixa-se perfeitamente nos trabalhos de Davies.

A idéia de organização influenciou os sociólogos e geógrafos da escola de ecologia humana como R. E. Park, R.D. Mackenzie e o geógrafo H. H. Barrows. Além de influir decisivamente nos trabalhos de geografia física e política do alemão F. Ratzel e nas idéias organicistas do francês Camille Vallaux.

A concepção de luta e seleção influenciou fortemente a geografia política de Ratzel, Kjellen e do russo Kropotkin e criou uma escola de pensamento denominada Darwinismo Social e garantiu as bases do moderno determinismo geográfico.

Quanto ao caráter contingente dos fatos, a influência de Darwin inicia timidamente sua influência através dos trabalhos dos geógrafos estatísticos que estão tentando operacionalizar processos estocásticos em geografia como T. Hägerstrand e R.L. Morrill. Neste mesmo campo vemos hoje muitos debates sobre contingência e determinismo principalmente na física e na matemática (Pomian K., 1990, Speyer E., 1993 e Moreira I.,1996).

Essa visão panorâmica de Stodart mostrou como foi e, ainda é, poderosa a influência das idéias de Darwin na história das ciências.

Vimos que o processo evolucionário constituiu-se na multiplicação das espécies, e que este fenômeno foi condicionado principalmente pelo fracionamento de espécies mais antigas. Além disso, as informações obtidas pelos estudos de geologia e paleontologia mostram que o processo ocorreu em períodos de tempo de escala geológica. É Gould (1990: 328), quem nos diz que...

“É importante ressaltar também, que a evolução é necessariamente um princípio subjacente à ordem da vida porque nenhuma outra explicação é capaz de coordenar os diversos dados relativos à embriologia, à biogeografia, ao registro fóssil, aos órgãos vestigiais, aos relacionamentos taxonômicos e assim por diante. Darwin rejeitou de modo explícito a idéia ingênua porém bastante aceita de que uma causa precisa ser diretamente observada a fim de que se possa qualificar como uma explicação científica”.

Conclusões

Determinismo x Contingência: as conseqüências possíveis

Os desdobramentos do esquema determinista que se cristalizou após a *síntese newtoniana* criaram variados tipos de determinismo nas ciências, entre eles o mecanicismo que foi transposto da física para as demais ciências naturais e posteriormente para as ciências sociais. Paulo César Gomes (1996: 177) nos mostra que ...

“A ciência em sua forma determinística se propõe a tudo explicar sobre um base lógica e o que não pode ainda figurar neste plano explicativo deve ser considerado como um desafio a alcançar. Na base desta concepção, está a hipótese da ordem global e racional que se exprime pelas regularidades fenomenais e que pode ser compreendida pela ciência”.

Neste contexto, a noção de leis naturais, que organizam a ordem do mundo a partir de uma sucessão de causas e efeitos, foi perfeitamente absorvida pelas ciências como um modelo a ser seguido. Muito embora, como veremos mais adiante, várias controvérsias, como as vinculadas às noções que envolvem a teoria quântica, como as de probabilidade, contingência, variações escalares, enfim tudo que foge ao senso comum estão atualmente em grande ebulição, tanto na física, quanto na matemática e nas ciências naturais.

No ambiente geográfico, em virtude de ser um ramo do conhecimento que opera simultaneamente com os quadros físico e social, tal aceitação não aconteceu sem polêmicas. De um modo geral, os geógrafos que trabalharam com o quadro físico, adaptaram-se melhor ao determinismo ambiental, pois na escala de observação desses fenômenos, uma relação de causa e efeito é normalmente bem visível. No campo das

relações sociais, o avanço do determinismo foi mais lento e com muito mais conflitos. Paulo César Gomes (1996: 180-185) fez uma análise desses conflitos e afirma que o embate entre determinismo e possibilismo ocorrido no início do século XX entre a escola alemã de Ratzel e a escola francesa de Vidal de La Blache, restringe-se:

“a um único gênero de determinismo, a saber, aquele preconizado por Ratzel, associado ao aspecto mesológico, e o debate é considerado encerrado desde os anos vinte deste século. Essa visão um pouco caricatural corresponde, todavia, a um aparente consenso em torno da questão do determinismo na geografia.”(pg.181).

Uma singela defesa de Friedrich Ratzel foi feita contemporaneamente por Luciana de Lima Martins (1992), no sentido de romper com o preconceito classificatório e de alertar para a importância de sua leitura sistemática, para que se possa ter uma avaliação mais isenta de seu papel para a Geografia.

Apesar do aparente encerramento dos debates nos anos vinte, a questão do determinismo na geografia está inconclusa. No final dos anos sessenta o biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy edita sua Teoria Geral dos Sistemas, obra que, embora pouco comentada, provocou grandes modificações na metodologia e no tratamento dos dados no âmbito das ciências da terra. As concepções de sistema fechado e aberto e todo o arsenal estatístico para tratar com essas entidades criaram novos níveis de conflitos entre os geógrafos físicos e humanos. Os geógrafos físicos, bem mais treinados nas técnicas estatísticas usadas corriqueiramente no ambiente laboratorial que sempre os cercou, acolheram sem reservas a TGS. A maior dificuldade era de cunho operacional, pois os computadores ainda eram equipamentos caros e de pouca eficiência para a massa de dados demandada.

O advento, nos anos setenta, do movimento chamado de Nova Geografia, que preconizava a utilização de modelos, uma vinculação à lógica matemática e a um uso cada vez mais intenso de técnicas estatísticas na Geografia Humana, veio tentar uma equalização com a geografia física, que já estava mergulhada nesse processo.

A invocação do recurso da observação sistemática das regularidades que acontecem nas atividades humanas é o passaporte para a geografia passar para o ambiente das ciências naturais modernas. Gomes (1996: 258), mostra como Ian Burton encarava a recusa dos velhos geógrafos em pagar essa passagem...

“resistência da comunidade geográfica, frente à ciência moderna, é interpretada por ele como estando ligada à tradição possibilista. Na medida em que o

possibilismo afirmava o livre arbítrio e a impossibilidade de se prever cientificamente os fenômenos, contrariava diretamente os fundamentos da ciência moderna.”

Portanto, é com esse pano de fundo, de cunho fortemente determinista, que se deve avaliar a evolução do pensamento geográfico moderno. O cenário alternativo, que se poderia chamar de antagônico ao determinismo preconizado pela Nova Geografia, mostrou-se tão determinista quanto. Novamente Gomes (1996: 283) nos oferece as pistas...

“No plano teórico, a ciência inspirada no marxismo busca as determinações atuantes sobre os elementos ou, em outras palavras, as regras do movimento geral do sistema social: a lei da acumulação lei da composição orgânica do capital, a lei dos rendimentos decrescentes, as leis da renda diferencial, etc., e através delas, podem ser gerados modelos abstratos prospectivos”.

Não é preciso mais que uma rápida observação para detectar-se que as sombras do determinismo na geografia não foram dissipadas nos anos vinte deste século.

No entanto, em outras ciências, um conflito entre determinismo e contingência começa a se configurar. Na física, o livro de Edward Speyer (*Seis caminhos a Partir de Newton, 1995*) aponta para novas possibilidades da mecânica quântica e do caos determinístico. A descrição de um evento macroscópico desencadeado por um evento de escala atômica (o gato de Schrödinger) é um bom exemplo dos paradoxos da física atual. Expressões como *indeterminismo preditivo* ou *determinismo estocástico*, podem ser lidas nos artigos de física contemporânea. Conclui-se que a mecânica quântica é indeterminística mas permite predições, contrastando com as situações do caos determinista da mecânica de Newton, em que certas soluções não podem ser previstas em função de se tornarem totalmente estranhas às condições iniciais do processo.

No campo da História Natural (área do conhecimento que cobre setores da biologia, geologia, paleontologia, ecologia e outras) os trabalhos de divulgação da ampliação dos horizontes do conhecimento escritos por Stephen Jay Gould, também apontam para a questão da contingência no processo de ocupação dos seres vivos no planeta Terra. A redescoberta e a reclassificação dos fósseis do Cambriano de Burgess Shale por Harry Whittington, Simon Conway Moris e Derek Briggs e a teoria do impacto de Luis Alvarez, que relaciona a extinção de grande parte da fauna do Cretáceo com o choque de meteoros na superfície da terra (na Península do Yucatan). São provavelmente os eventos mais intrigantes para quem

estuda a evolução dos seres vivos. As palavras de Gould dão uma noção da importância desses eventos para o entendimento da existência humana...

“Em minha opinião, essas são as duas descobertas paleontológicas mais importantes dos últimos vinte anos. Penso que elas são igualmente importantes e que ambas contam basicamente a mesma história (enquanto exemplos da extrema incerteza e contingência da história da vida: dizime de forma diferente os animais de Burgess e nossa própria espécie jamais chegaria a ser produzida pela evolução; desvie aqueles meteoros para órbitas inofensivas e os dinossauros ainda dominariam a Terra, impedindo o surgimento dos grandes mamíferos, inclusive o homem). Em minha opinião, as duas descobertas estão hoje bem documentadas, a revisão de Burgess provavelmente com mais segurança do que a afirmação de Alvarez.”

Apesar desses avanços, a conclusão essencial em relação ao determinismo na geografia é que esta perspectiva ainda hoje é perfeitamente considerada no dia a dia de uma grande parte dos geógrafos, pois como disse com muita propriedade, Paulo Cesar Gomes (1996: 175)...

“O determinismo é talvez tão antigo quanto a faculdade de refletir”.

Bibliografia

- ACANFORA, Michele. Détermination Biologique et Justification Sociale. In Tort, Patrick (edt.) *Darwinisme et Société*. Paris: Presses Universitaires de France, 1992.
- BERGEVIN, Jean. *Déterminisme et Géographie (Hérodote, Strabon, Albert le Grand et Sebastian Münster)*. Sainte Foy- Québec: Les Presses de L'Université Laval, 1992. *Tese de doutoramento original 1988*
- BROC, Numa. *La Géographie des Philosophes : géographes et voyageurs français au XVIII^e siècle*. Paris: Editions Ophrys, 1974
- BUICAN, Denis. *Darwin e o Darwinismo*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1990. *Edição original 1987*
- BOURDIEU, Pierre. Le nord et le midi: contribution a une analyse de l'effet Montesquieu. *Actes de La Recherche en Sciences Sociales*, Paris, Vol.35: 21-27, 1980.
- CALVINO, Ítalo. *Por Que Ler os Clássicos*. São Paulo, Companhia das Letras, 1993. *edição original 1991*.
- CARNEIRO, Fernando Lobo (coord.). *350 anos dos "Discorsi Intorno a Due Nuove Scienze" de Galileo Galilei*. Rio de Janeiro, Cope/UFRJ, 1989.
- CAPEL, Horacio. *La Física Sagrada*. Barcelona, Ediciones del Serbal, 1985.
- CASINI, Paolo. *As Filosofias da Natureza*. Editorial Presença/Martins Fontes, Lisboa/São Paulo, 1975.

- CLAVAL, Paul. *Les Mythes Fondateurs des Sciences Sociales*. Paris, Presses Universitaires de France, 1980.
- CORBISIER, Roland. *Enciclopédia Filosófica*. Petrópolis, Vozes, 1974.
- CROSBY, Alfred W. *Imperialismo Ecológico: a expansão biológica da Europa 900 – 1900*. Companhia das Letras, São Paulo, 1993. *Edição original 1986*.
- ESTRABON. *Geografia: prolegomenos*. Madrid, Aguilar, 1980. Traduzido para o espanhol por Ignacio Granero do texto de Franciscus Sbordone. *Typis Publicae, Roma, 1963*.
- GANDILLAC, Maurice de. *Gêneses da Modernidade*. Rio de Janeiro, Editora 34, 1995. *edição original 1991*.
- GLACKEN, Clarence J. *Traces on the Rhodian Shore (Nature and Culture in Western Thought from Ancient Times to the End of the Eighteenth Century)*. Berkeley, University of California Press, 1990. *Edição original 1967*.
- GOMES, Paulo Cesar da Costa. O Conceito de Região e sua Discussão in Castro, Iná Elias de; Gomes, Paulo Cesar da Costa & Corrêa, Roberto Lobato. *Geografia Conceitos e Temas*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1995.
- GOMES, Paulo Cesar da Costa. *Geografia e Modernidade*, Rio de Janeiro, Bertrand, 1996.
- GOULD, Stephen Jay. *Seta do Tempo - Ciclo do Tempo (Mito e Metáfora na Descoberta do Tempo Geológico)*, São Paulo, Companhia das Letras, 1991. *Edição original 1987*.
- GOULD, Stephen Jay. *Vida Maravilhosa O Acaso na Evolução e na Natureza da História*. São Paulo, Companhia das Letras, 1990.
- GOULD, Stephen Jay. *O Polegar do Panda : reflexões sobre História Natural*. Lisboa, Gradiva, 1990. *edição original 1987*
- GOULD, Stephen Jay. *Dedo Mindinho e seus Vizinhos*. São Paulo, Companhia das Letras, 1993.
- HESIÓDO. (ver Lafer, 1991)
- JORDANOVA, L. J. *Lamarck*. México, Fondo de Cultura Económica, 1990. *edição original 1984*.
- KOYRÉ, Alexandre. *Estudos de História do Pensamento Científico*. Rio de Janeiro, Forense, 1991. *edição original 1973*.
- KUHN, Thomas. La Tension Esencial : estudios selectos sobre la tradicion y el cambio en el ámbito de la ciência. Madrid / México, Fondo de Cultura Económica, 1993. *edição original 1977*.
- KUHN, Thomas. *A Revolução Copernicana*. Lisboa, Edições 70, 1990. *edição original 1957*.

- KUHN, Thomas. *The Structure of Scientific Revolutions*. International Encyclopedia of Unified Science vol.II- number II, Chicago, The University of Chicago Press, 1973.
- LA CONDAMINE, Charles-Marie de. *Viagem pelo Amazonas*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1992. *edição original 1745*.
- LACOSTE, Yves. Ibn Khaldun : nascimento da história-passado do terceiro mundo. São Paulo, Ática, 1991. *edição original 1966*
- LAFER, Mary de Camargo Neves (*tradutora e comentadora*). HESÍODO - *Os Trabalhos e os Dias (Erga Kai Heméra - séc. VII a. C.)*. São Paulo, Iluminuras, 1991. *Biblioteca Pólen, edição bilingue grego-português*.
- LIVINGSTONE, David. *The Geographical Tradition*. Oxford, Blackwell, 1992.
- LIVINGSTONE, David. The History of Science and the History of Geogrophy: interactions and implications. *History Science*, xxii : 271-302, 1984.
- LOSEE, John. *Introdução Histórica à Filosofia da Ciência*, Belo Horizonte, Itatiaia, 1979.
- LOVEJOY, Arthur O. *The Great Chain of Being (An Study of the History of an Idea)* Cambridge- Massachusetts, Harvard University Press, 1973. *edição original 1936*
- MARTINS, Luciana de Lima. Friedrich Ratzel Hoje : a alteridade de uma geografia. *Revista Brasileira de Geografia*, IBGE, Rio de Janeiro, 54(3): 105-113,jul/set, 1992.
- MENDOZA, Josefina G. ; JIMÉNEZ , Julio M. & CANTERO, Nicolás O. *El Pensamiento Geográfico*. Madrid, Alianza Universidad, 1982.
- MOREIRA, Ildeu de Castro. Os Primórdios do Caos Determinístico , in SILVEIRA, Antônio Maria ; MOREIRA, Ildeu ; MARTINS, Roberto C. & FUKS, Saul (*orgs.*). *Caos, Acaso e Determinismo*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1995.
- PEET, Richard. The Social Origins of Environmental Determinism. *Annals of the Association of American Geographers*, 75(3): 309-333, 1985.
- PEREIRA, José V. C. A Geografia no Brasil *in* Azevedo, F. *As Ciências no Brasil* vol. 1. Rio de Janeiro, UFRJ, 1955.
- PIRES, Antônio Sérgio T. & COSTA, Bismarck Vaz . A Desordem Inevitável. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, SBPC, 14 (80), mar./abr.
- POINCARÉ, Henri. *O Valor da Ciência*. Rio de Janeiro, Contraponto, 1995. *edição original 1905*.
- POLO, Marco. *O Livro das Maravilhas (manuscrito de 1298) Introdução e notas por Stéphane Yerasimos em 1980*. Porto Alegre, L& PM, 1985. *edição original 1502*.

- POMIAN, Krzysztof. Le Déterminisme: histoire d'une problematique *in La Querelle du Déterminisme*. Paris, Gallimard, 1990 .
- RONAN, Colin A. *História Ilustrada da Ciência (da Universidade de Cambridge)* Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 4 vol. , 1987. *edição original 1983*
- ROSA, Liuz Pinguelli . A Aplicação de Conceitos, Paradigmas e Métodos da Física à Economia (Do Mecanicismo ao Indeterminismo e à Impredibilidade do Caos Determinístico) *in* Silveira, Antônio Maria; Moreira, Ildeu ; Martins, Roberto C. & Fucks, Saul (*orgs.*). *Caos, Acaso e Determinismo*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1995.
- ROSSET, Clément. *A Anti Natureza: elementos para uma filosofia trágica*. Rio de Janeiro, Espaço e Tempo, 1989. *edição original 1973*.
- ROSSI, Paolo. *Os Sinais do Tempo (História da Terra e História das Nações de Hooke a Vico)*. São Paulo, Companhia das Letras, 1992. *edição original 1979*
- ROSSI, Paolo. *A Ciência e a Filosofia dos Modernos*. São Paulo, Unesp, 1992. *edição original 1989*
- ROSSI, Paolo. *Os Filósofos e as Máquinas*. São Paulo, Companhia das Letras, 1989. *edição original 1962*.
- SILVA, Agostinho da (*trad. e org.*) . O Epicurismo e “Da Natureza” *in Lucrécio*. Rio de Janeiro, Edições de Ouro, 1994.
- SPENCE, Jonathan D. *O Palácio da Memória de Matteo Ricci*. São Paulo, Companhia das Letras, 1986. *edição original 1984*
- SPEYER, Edward. *Seis Caminhos a Partir de Newton*. Rio de Janeiro, Campus, 1995. *edição original 1994*
- STODDART, D.R. Darwin's Impact on Geography *in* Davies, Wayne K.D. *The Conceptual Revolution in Geography*. London, University of London Press, 1972.
- THORNBURY, William D. *Princípios de Geomorfologia*. Buenos Aires, Kapelusz, 1966. *edição original 1958*.
- TOMÁS DE AQUINO. *O Ente e a Essência*. Petrópolis, Vozes, 1995. *texto original 1252-53, edição original 1926*.
- UNWIN, Tim. *The Place of Geography*. New York, Longman, 1992.
- VILÁ VALENTÍ, Juan. *Introducción al Estudio Teórico de la Geografía*. Barcelona, Ariel , 1983.
- YERASIMOS, Stéphane (ver Polo, Marco - 1985).
- WESTFALL, Richard S. *A Vida de Isaac Newton*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1995. *edição original 1993*.