

A FORMAÇÃO DA CONCEPÇÃO MODERNA DE NATUREZA, SEGUNDO COPÉRNICO, KEPLER, GALILEU, DESCARTES, BACON E NEWTON

Alessandro Wanderley Guanabara¹

Jairo Dias de Freitas²

Resumo

Este trabalho discute a formação da concepção moderna de Natureza, entendendo-a como um dos processos integrantes da grande transformação pela qual passou a civilização ocidental na transição do mundo medieval para o moderno. O processo tratado consiste na derrubada das noções e questões integrantes da concepção medieval e em parte da concepção renascentista. Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Galileu Galilei, René Descartes, Francis Bacon e Isaac Newton são os pensadores selecionados como importantes agentes desse processo de formação de uma nova concepção de Natureza. Uma Natureza desvincilhada dos valores medievais e adequada ao novo momento iniciado pela civilização ocidental.

Palavras-chave: filosofia da ciência; interdisciplinaridade; natureza; meio-ambiente.

¹ Ex-aluno do Curso Técnico de Histologia da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/FIOCRUZ). <alguanabara@yahoo.com.br>

² Professor-pesquisador da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/FIOCRUZ). <jairotek@fiocruz.br>

Introdução

Atualmente a sociedade capitalista encontra-se em uma crise ambiental, expressa pelos indicadores de degradação dos ares, da fauna e da flora, dos solos e dos recursos hídricos, pelos efeitos problemáticos de chuvas ácidas, do efeito estufa e de outros distúrbios naturais, e também pelos indicadores de pobreza e fome. Essa situação crítica é considerada própria do crescimento do sistema capitalista e, portanto, tratar da crise ambiental é tratar de como a sociedade e seus modelos e sistemas de desenvolvimento funcionam e se relacionam com o meio ambiente que criam, entendendo-se meio ambiente como uma complexidade sócio-ambiental.

Essa relação sociedade-meio ambiente, na verdade, é entendida como contradição entre o modelo que se apóia na natureza e a natureza que sustenta esse modelo. É, portanto, uma contradição homem-biosfera, na qual os termos são inevitavelmente dependentes um do outro, sendo necessário um equilíbrio. Esse equilíbrio, hoje, nos parece perturbado pelo funcionamento do atual sistema, o capitalismo, gerador de ambientes degradados e de elevadas desigualdades sociais em todo o planeta.

A questão ambiental possui um caráter histórico que se refere à relação do homem com seu ambiente em circunstâncias que se remetem a um dado momento histórico iniciado com a Idade Moderna. Tal questão também se mostra correspondente a uma totalidade, onde estão envolvidos todos os aspectos da organização e expressão social: políticos e institucionais, econômicos e tecnológicos, culturais e, até, filosóficos.

É justamente deste último aspecto que desejamos tratar. No surgimento do capitalismo e de toda a sua estrutura característica, encontramos um movimento conjunto de todos os aspectos citados. Encontramos verdadeiras revoluções na política, na economia, nas



técnicas e na cultura; revoluções gradativas e integradas. Em meio a este turbilhão de quedas e ascensões, de transformações e inovações, situa-se o aspecto filosófico que pretendemos ressaltar: a formação de uma nova Natureza.

A Natureza de que tratamos não é entendida no sentido de espécie, qualidade³, nem se restringe aos recursos naturais, sendo, segundo Fenzl (1989, p. 238), “o conjunto do universo material e ideal que conhecemos; desde a supernova mais distante até o indivíduo humano em todas as suas manifestações”, e, segundo Lenoble (1990, p. 183), “o conjunto das coisas que apresentam uma ordem, que realiza tipos ou que se produzem segundo leis”, ou seja, uma totalidade, o Cosmos – ordem e organização do mundo. De acordo com Carvalho (1991, p. 14) “se falamos de natureza, não falamos só das coisas, dos bichos, das plantas, dos rios, das montanhas etc., mas também da maneira como vemos essas coisas, em particular integrada a um conceito que nós criamos: a totalidade a que chamamos natureza.”.

Desejamos discutir as mudanças na concepção de Natureza ocorridas no período de formação do sistema capitalista. Na consolidação desse sistema, outras mudanças (não discutidas no trabalho) ocorreram – como a atribuição do caráter evolutivo à Natureza, realizada por Darwin –, mas nos limitamos a comentar as questões iniciais, colocadas até as obras de Newton.

Estas novas questões resultaram da soma de estudos e especulações de vários pensadores – astrônomos, matemáticos e filósofos. Seleccionamos, por sua inegável importância, seis pensadores: Copérnico, Kepler, Galileu, Descartes, Bacon e Newton. Porém, ressaltamos que os esforços de outros estudiosos têm sua devida importância, e, dentre outros, citamos: Nicolau de Cusa e Giordano Bruno, Isaac Barrow, Henry More e Robert Boyle.

3 Por isso, a letra maiúscula.



Discussão

A velha Natureza

A Idade Média – situada entre os séculos V e XV – é marcada pelo regime feudal, com toda a sua hierarquia e imobilidade de classes, nas quais a nobreza gozava de muitos privilégios. O clero também tinha uma posição de importância nesta hierarquia: dirigia a Igreja Católica – instituição possuidora de muitos poderes –, tendo comando sobre os princípios da fé cristã, abraçada intensamente pela sociedade.

No regime feudal, a unidade político-econômica era o feudo, certa porção de terras herdadas como benefício, na qual baseava-se a delimitação territorial. No feudo, organizava-se uma economia voltada para a subsistência. Por meio da agricultura – principal atividade da época – e da criação de animais, produzia-se somente os bens necessários à população feudal. Não havia a intenção de produzir excedentes e, quando sua produção ocorria, tornavam-se objetos de trocas fortuitas realizadas nos limites do feudo e, raramente, entre feudos.

A terra servia de base não somente para a atividade econômica prioritária, o cultivo, mas também para as relações sociais, que se resumiam em vínculos e obrigações semelhantes a uma espécie de contrato instituído entre suserano e vassalo e entre senhor e servo. Suserano era o possuidor do feudo, que doava parte de suas terras à utilização do vassalo, a quem também prestava assessoria militar, financeira e jurídica. Vassalo era quem recebia as terras e delas devia cuidar para o bem de seu senhor, cuja honra devia prezar sempre.

As relações de vassalagem eram estabelecidas de forma que o vassalo de um suserano de grandes posses podia ser um suserano



menor de outro vassalo. Assim, formava-se uma imensa cadeia hierárquica de suseranos e vassalos, preenchida por todos os nobres, de modo a organizar uma hierarquia de luxo, méritos e títulos de nobreza, em cujo cume encontrava-se o rei, passando por barões, duques, condes e cavaleiros. Após o cavaleiro, findavam-se os limites da nobreza, além dos quais restava como maioria o campesinato, relegado à condição servil. A relação entre senhor e servo tinha seu próprio código de obrigações, que para o senhor não se diferenciava muito da relação do suserano com seu vassalo, a não ser por um acréscimo de autoridade e certo desprezo derivado da estirpe “não nobre” da classe servil. Já para o servo, os compromissos eram maiores, incluindo o pagamento de várias compensações e impostos.

Além dos nobres e camponeses, havia também os artesãos, pequenos comerciantes e outros profissionais (médicos, barbeiros, etc.), que flutuavam excluídos das honrarias dos nobres e da exploração servil. Os artesãos podiam operar, além de individualmente, em torno das corporações de ofícios. Essa classe de comerciantes e conhecedores de ofícios alimentava-se das atividades comerciais e artesanais, estabelecidas principalmente nas cidades e burgos, que surgiam em meio à organização feudal. O comércio, porém, marcou somente um segundo momento da Idade Média – a partir do século XI, aproximadamente.

O feudo era um benefício herdado, como também os títulos de nobreza e as ocupações com outras atividades, que eram conquistados principalmente por herança. Portanto, toda a estrutura social possuía um caráter de imobilidade, onde raramente o indivíduo conseguia por sua iniciativa passar à outra posição hierárquica. Quanto ao poder político, ele distribuía-se por entre as maiores posições dessa estrutura imóvel que era a sociedade feudal. Mesmo sendo o rei o mais alto dos suseranos, o poder não era centralizado e sim, dividido entre os feudos, que se tornavam unidades políticas, além de econômicas e territoriais.



Integrando as camadas (classes) da sociedade medieval, havia o clero, corpo integrante da Igreja Católica – instituição cuja organização, não se restringindo às especificidades de cada feudo, mantinha a unidade de seus princípios e ações, independente da variedade de lugares que ocupava.

A Igreja era responsável pela transmissão da doutrina cristã, baseada na Sagrada Escritura, da qual se proclamava intérprete legítima. Ou seja, num período em que a humanidade se voltou para a salvação divina, o clero teve a seu comando a Igreja, que se fez a única mediadora entre Deus e o homem, para comunicar a vontade divina às pessoas, ensinado-lhes como pensar e agir, o que aceitar e o que negar, como agradar à Deus. Tal poder permitiu aos clérigos manter segura a estruturação social, onde ocupavam um lugar privilegiado – santo e rico. Neste sentido, a Igreja inclusive tomou medidas resultantes num aumento sistemático de seu poder: a criação da teoria dos sacramentos e da teoria do sacerdócio e a instauração da confissão e da excomunhão.

O poder clerical estendia-se também aos domínios intelectuais, onde o ensino formador do clero dominava o sistema educativo da época. À Igreja reservava-se a dominação sobre o ensino das disciplinas e o estudo das reflexões filosóficas, divididas e aplicadas segundo a teologia, que estudava as verdades relativas à existência de Deus⁴.

A concepção de Natureza, assim como toda noção filosófica, estava atrelada à Igreja, que a utilizava na intenção de fortalecer cada vez mais a preocupação com a vida espiritual e a devoção a Deus. A filosofia devia, pois, ser absorvida, produzida e veiculada como sustento e fundamento da Teologia.

Podemos distinguir dois momentos diferentes na reflexão filosófica clerical: a patrística e a escolástica. A patrística ocupou a fase inicial da Idade Média, tendo como figura principal Agostinho (354-430), que não se preocupou com o universo físico, mas sim com a busca do Bem em Deus. Já num segundo momento do período medieval

⁴ É importante ressaltar que apenas os clérigos, doutores da Igreja e alguns poucos nobres é que tinham acesso ao conhecimento, tanto de filosofia, quanto de outras disciplinas.



– a partir do século IX – estabeleceu-se a filosofia escolástica, uma filosofia da escola, influenciada pela formação das universidades (tal era o domínio da Igreja, que a grande maioria dos professores universitários pertencia ao clero). Como pensador representativo da escolástica, temos Tomás de Aquino (1225-1274). Ele ocupou-se mais com a relação entre a razão e a fé, que, apesar de terem objetos de estudos diferentes – a primeira, o que há de natural e a segunda, o que há de sobrenatural (Andery et al., 1988, p. 144) –, podem ser conciliadas, como o próprio o fez em suas argumentações racionais da prova da existência de Deus. Inclusive, tais argumentos já denotam o aspecto que mais nos importa em Tomás: a influência do pensamento de Aristóteles (384 a.C.-321 a.C.).

O pensamento aristotélico foi retomado principalmente pelos árabes, que, no século IX, entraram em contato com regiões influenciadas pelo mundo helênico e fizeram muitas traduções de obras negras. Já no século XII, as obras de Aristóteles foram incorporadas aos meios filosóficos ocidentais através de traduções do árabe para o latim. Foram traduzidas também obras árabes que comentavam Aristóteles e cujas reflexões não se adequavam aos moldes da fé cristã, o que levava a rumos condenados pela Igreja.

A situação conflituosa formada entre a Igreja e a reflexão árabe sobre Aristóteles se resolveu com Tomás de Aquino. Ele formou o chamado aristotelismo-tomista, ao apropriar-se do pensamento aristotélico segundo a ótica do cristianismo, tornando-o sustento para a teologia. Assim, a concepção medieval de Natureza apoiava-se principalmente na física (filosofia da Natureza) de Aristóteles; mas formou-se também com base na obra de Cláudio Ptolomeu (120-150). Ptolomeu foi um astrônomo do Museu de Alexandria⁵, que “desenvolveu as principais argumentações físicas, astronômicas e matemáticas que davam sustentação ao modelo geocêntrico” (Carvalho, 1991, p. 36-37).

5 Esse museu era uma espécie de centro de pesquisas do mundo helênico.

Quanto à física, Aristóteles afirma primeiramente que os corpos são compostos pelos cinco elementos: terra, água, ar e fogo e, ainda, o quinto elemento, que compõe os corpos celestes. Essas essências nos são conhecidas através das qualidades – quente ou frio, pesado ou leve, doce ou amargo, liso ou áspero, claro ou escuro etc. Todos os corpos possuem um lugar natural, lugar onde a essência própria de cada corpo se realiza – para a fumaça, cuja essência é o ar, o lugar natural é nas alturas.

Os seres são dotados de matéria, princípio de individuação e forma, princípio de especificação e generalização; respectivamente “aquilo de que uma coisa é feita” e “aquilo que faz com que a coisa seja o que ela é” (Chauí, 1985, p. 281). Todo ser, constituído de matéria, tende a atualizar em si a forma que tem como potência e essa atualização, essa passagem da potência ao ato, é que constitui o movimento. Todo corpo tende a realizar a perfeição que possui em potência e a chegar em seu lugar natural, onde não mais precisa mover-se, encontrando seu repouso. O movimento, então, é um processo de mudança em relação ao próprio corpo e não somente em relação aos outros corpos.

A essa física somou-se a astronomia ptolomaica – influenciada pelas noções aristotélicas –, na qual o céu é uma imensa esfera. A Terra possui formato igualmente esférico, sendo envolvida pela esfera celeste e estando exatamente no seu centro. Nesta posição central, a Terra permanece imóvel, pois, caso contrário, defendia Ptolomeu, seu movimento seria proporcional ao seu volume e, com tamanha força e rapidez, deixaria para trás os objetos lançados ao alto (Verdet, 1991, p. 53).

Aristóteles afirmava ainda que o universo está dividido em dois mundos: o sublunar e o supralunar. O mundo sublunar, correspondente a Terra, é caracterizado pela imperfeição porque seus corpos movem-se imperfeitamente (movimentos ascendente e descendente); e o mundo supralunar, ocupado pelos outros astros, corresponde à



perfeição, devido ao movimento perfeito (circular) que estes corpos mantêm e à substância diferente de que são feitos – o éter (quinta-essência).

Se vista como um todo, a Natureza contém toda matéria e forma que necessita – desde a mais imperfeita a mais perfeita, buscada pela primeira –, caracterizando-se como perfeita. Ela também é plena, não admitindo o vazio (o vácuo), e finita, pois o número de elementos e lugares são finitos (tendo como limite a última esfera celeste⁶).

Esta Natureza qualitativa, finita, perfeita, plenamente ocupada por essências e lugares naturais organizados segundo uma hierarquia de graus de perfeição, centrada na Terra é entendida e defendida (pela Igreja) como real e verdadeira obra das mãos divinas. Tal concepção adequava-se perfeitamente ao próprio imaginário medieval, que, dominado pela visão hierárquica, podia ver na hierarquia social um reflexo da hierarquia natural. Ainda as questões de finalidade, da perfeição e da centralização da Terra aliavam-se à doutrina cristã: a Natureza tinha por finalidade a felicidade e o encontro do homem com Deus, o perfeito criador; isso se expressava na própria centralização da Terra, onde habita o homem, centro da criação.

Um outro contorno

O Renascimento é o período situado aproximadamente entre o século XIV e o final do século XVI⁷ que marca a passagem da Idade Média para a Moderna. Portanto, é um período repleto de mudanças

⁶ Baseado em Chauí (1985, p. 292).

⁷ Os limites de tempo do Renascimento são muito variáveis, de acordo com diversos autores e, para uma melhor sistematização, optamos por esse período. Na verdade, o Renascimento é a culminação de um processo de mudanças que data de bem antes – desde o “renascimento” do comércio e o “renascimento” do pensamento aristotélico, ou seja, desde os séculos XII e XIII e, até mesmo, desde o século XI.



no pensamento e no imaginário social. Tais mudanças foram acompanhadas por transformações nos domínios político e econômico e até religioso (com o surgimento das religiões cristãs não vinculadas à Igreja e a proliferação das seitas místicas).

Ao final da Idade Média iniciou-se um processo de quebra da economia feudal baseada na subsistência. As trocas pouco freqüentes foram dando lugar às atividades comerciais que ressurgiram apoiadas no capital acumulado principalmente pelo aumento da produção de excedentes agrícolas e artesanais e pelos saques e piratarias. No fluxo de tal processo, ocorreram a intensificação do uso do dinheiro, o desenvolvimento do sistema bancário e das técnicas de cálculos e a difusão do uso da letra de câmbio.

As cidades e burgos que se dedicavam às relações comerciais e ao artesanato fortaleceram-se com tais atividades, assim como a burguesia, os artesãos, comerciantes e outros profissionais que lidavam com o comércio. O crescimento comercial marca fundamentalmente a passagem para o capitalismo, sistema de produção e distribuição de riquezas baseadas em empreendimentos privados e na concorrência entre eles, segundo fins lucrativos.

Com a burguesia enriquecida através do comércio, as cidades conquistaram sua independência, não tendo mais que se sujeitar à administração arbitrária dos senhores feudais, pois “no começo, as cidades estavam sujeitas ao poder absoluto do senhor feudal” (Becker, 1972, p. 281). O poder dos senhores feudais e o valor da relação de vassalagem sofreram abalos também através da ação de dois fatores: as Cruzadas e a peste negra. Alguns servos aproveitaram a ocupação de seus senhores com as guerras cristãs e livraram-se das obrigações feudais e muitos outros foram dizimados pelo surto da peste. Assim, os senhores, visando à manutenção de suas riquezas, começaram a estabelecer outros tipos de relação, como o arrendamento mediante pagamento em dinheiro.



A todas essas transformações, aliou-se o processo de formação das monarquias nacionais. Os reis aproveitaram-se do enfraquecimento da nobreza para centralizarem o poder que antes era distribuído entre suseranos e seus feudos. Essa ação foi apoiada pela burguesia que esperava obter da autoridade real a implantação de medidas de proteção contra saques e furtos piratas, e de políticas internas e externas favoráveis às atividades comerciais.

Foi sobre os alicerces dos Estados nacionais que pôde apoiar-se a continuidade da expansão do comércio, tornando-se um empreendimento mundial. As nações lançaram-se em concorrência na busca por maior acumulação de riquezas e, em tal impulso, as técnicas de navegação alcançaram um grande desenvolvimento. O comércio, que já se realizava com o Oriente, foi estendido a outras regiões e até continentes.

A Igreja, apoiada na estrutura da sociedade feudal, sofreu seus abalos em meio às mudanças ocorridas, em especial a centralização do poder real, que desafiava o poder do papado. Mas um abalo ainda maior foi provocado pela Reforma Protestante. A Reforma foi um movimento que se contrapôs à teoria do sacerdócio, à teoria dos sacramentos e outras práticas e noções defendidas pela teologia formada nos séculos XII e XIII. Protestava-se também contra os descasos da Igreja e indignava-se com alguns conhecidos casos de indisciplina e libertinagem no interior dos mosteiros e conventos.

A tais protestos somavam-se, na verdade, questionamentos a respeito do poder exercido pela Igreja. O surgimento de várias outras seitas e até igrejas contou com o apoio dos reis que ansiavam por limitar o poder do papado e aumentar o domínio real sobre a nação (o que podia ocorrer através do surgimento de religiões nacionais) e da burguesia que desejava libertar-se de qualquer em-

pecilho para seu crescimento. Sobre o fervor religioso, colocou-se um protesto social, que resultou na debilitação da crença cega nos dogmas católicos e na própria diminuição do poder e da influência da Igreja⁸.

O pensamento renascentista proveio, em muito, da exteriorização do conhecimento para além dos limites impostos pelas indubitáveis verdades cristãs. A reflexão filosófica foi “libertando-se” do domínio da Igreja, à medida que foram surgindo outros meios de discussão e produção de conhecimento, onde o desejo de saber não se prendia ao compromisso com a vida sacerdotal e com a teologia cristã.

O gozo de tal liberdade foi a geratriz de uma grande diversidade de pensamentos e doutrinas (Bréhier, 1979a, p. 205), que eram permeados por idéias e noções como o individualismo, a valorização dos prazeres e o interesse pelos assuntos terrenos e pelos valores estéticos. Toda essa variedade era guiada por dois princípios fundamentais: o naturalismo, que defendia o entendimento da Natureza em si mesma, sem a submissão total à interferência divina; e o humanismo, que, sendo a glorificação do que é humano, fez o homem voltar seus olhos para si mesmo.

Disso resultou um desenvolvimento das técnicas, manifesto no surgimento de invenções, como os artefatos mecânicos feitos com a ajuda financeira de alguns burgueses (chamados mecenas), pelos artesãos e experimentadores, principalmente italianos – dentre os quais, destaca-se Leonardo da Vinci (1452-1519). Algumas das invenções mais importantes da época foram: a bússola (e todo o aparato técnico para as grandes navegações), a pólvora, que provocou grandes mudanças nas técnicas de combate e acentuou a relação de interdependência entre reis e burgueses e a imprensa, que pôde

8 É válido ressaltar que a Igreja já havia sofrido certo abalo com a Grande Cisma, que gerou a separação entre a Igreja Católica Apostólica Romana, de Roma, e a Igreja Ortodoxa, de Constantinopla.

umentar consideravelmente a circulação de livros e obras⁹. O humanismo também significou o entusiasmo pelas obras intelectuais, levando à culminação do interesse pela cultura clássica e do resgate das obras gregas, como as de Euclides, Arquimedes, Pitágoras e Platão (que influenciaram os “formadores” da Natureza moderna¹⁰).

Foi permitido ao pensamento livrar-se das velhas roupagens impostas pela Igreja e aventurar-se por outros caminhos, dentre os quais, a magia, o simbolismo e o animismo das correntes místicas. Eis uma contradição do período renascentista: de um lado, a formação dos meios humanistas, com sua curiosidade inventiva e seu entusiasmo pela filosofia clássica; do outro, a retomada vigorosa das tradições mágicas, com suas maravilhas, lendas, magias e crendices.

A concepção de Natureza também foi envolvida pelas noções místicas que se acentuaram na época. Havia duas principais visões: a Natureza-mensagem, na qual assemelhava-se a Natureza à canção, à poesia ou ao teatro, tornando-a instrumento de significação, onde Deus é o artista; a Natureza-imagem, na qual estendia-se à Natureza as estruturas funcionais do homem ou o inverso. Flutuando em meio às noções de imagem e mensagem (baseadas em semelhanças e analogias), com suas particularidades, estavam as correntes místicas, dentre as quais destacam-se a astrologia, o cabalismo e a alquimia. Essas e outras tradições místicas já existiam no período medieval, mas, no Renascimento, com a diminuição da pressão da Igreja – causada, entre outros motivos, pela Reforma –, encontraram maior liberdade para se expor.

Podemos observar que, no período renascentista, havia uma atmosfera de diversidade na qual a Natureza também foi envolvida. Somou-se à Natureza divina, qualitativa e hierárquica, uma Na-

9 Na verdade, essas foram apropriações ocidentais de invenções de outros povos.

10 É perceptível a influência da geometria euclidiana, da estática de Arquimedes, da concepção pitagórica do número como princípio das coisas e da consideração platônica das matemáticas como educadoras do intelecto na busca por se desvencilhar das aparências.



tureza-mãe, cheia de mistérios e outras qualidades (ocultas), uma Natureza viva e possuidora de alma, mais humana (um macro-anthropos) e mais orgânicas, “um grande Todo Vivente, internamente articulado e relacionado pelas formas variadas da Semelhança” (Chauí, 1990, p. 64).

Novidades em cena

No século XVII, os processos iniciados no fim da Idade Média e no Renascimento ganham continuidade com a Contra-Reforma católica e o mercantilismo¹¹. A Reforma católica foi um movimento de resposta ao protestantismo, realizado pelos chamados papas reformistas. Era preciso controlar a formação das diversas religiões protestantes, dos diversos pensamentos e doutrinas não-cristãs e até não-religiosas, que tanto afetavam a segurança do catolicismo e da própria Igreja. Uma solução encontrada foi a interferência na circulação dos livros através da criação do Index Librorum Prohibitorum – lista de livros condenados pela Igreja¹². Esta lista realmente pressionava e amedrontava os pensadores, mas devido a uma outra medida da Reforma: a retomada da Inquisição. Esta – bem atuante no século XII – funcionava como um tribunal responsável por condenar as heresias (os autores que publicavam livros condenados eram considerados hereges).

Apesar de todas as medidas tomadas, a Igreja perdeu grande parte do seu poder. Mesmo com toda pressão, já havia muitas outras seitas e igrejas e o movimento de diversificação das religiões e do pensamento não podia ser parado, nem totalmente controlado.

11 O mercantilismo e a Contra-Reforma não são processos estritamente situados no século XVII – de que trata prioritariamente a seção –, mas se encontram nesta por corresponderem a um movimento de arrumação da explosão renascentista – o mercantilismo organiza o processo de transformação econômica e a Contra-Reforma busca pressionar a liberdade religiosa e, até, intelectual surgida.

12 Uma das obras de Galileu (de quem ainda falaremos) constou nessa lista.



Ademais, alguns princípios protestantes adequavam-se melhor aos interesses burgueses e a liberdade de pensamento já havia feito surgir até academias de estudos filosóficos.

Os Estados nacionais cada vez mais consolidavam suas estruturas internas e buscavam firmar-se comercialmente perante as outras nações. Desta busca por auto-afirmação, numa concorrência em escala mundial, resultou um novo corpo de normas práticas chamado mercantilismo, que, num sentido amplo, era “um sistema de intervenção governamental para promover a prosperidade nacional e aumentar o poder do Estado” (Burns, 1974, p. 497).

Dentre as práticas mercantilistas, encontramos primeiramente o nacionalismo econômico, que era o empenho do Estado nacional em tornar-se auto-suficiente e dominar as relações comerciais internacionais. Havia também o metalismo, que relacionava a prosperidade nacional à quantidade de metais preciosos que a nação possuía e implicava no esforço em adquirir tais metais. O mercantilismo também incorporou a prática do imperialismo, na qual os Estados tomavam posse das terras que descobriam através das viagens ultramarinas. Os Estados tornavam-se metrópoles e as terras dominadas, colônias, sendo estabelecido que estas existiam para o benefício das primeiras¹³.

O período em que foi adotado o mercantilismo pode ser considerado um período pré-capitalista, pois todas as mudanças nas práticas econômicas desenvolvidas agiram no sentido de preparar a sociedade para a consolidação de um novo sistema sócio-econômico. O sistema capitalista caracteriza a Idade Moderna, que inaugura um outro modo de vida, um outro modo da civilização ocidental se organizar. Na extensão dessa modernidade, o domínio intelectual é que opera a formação da nova Natureza, mais adequada a esses novos tempos.

13 Uma outra prática mercantilista era o incentivo à manufatura, sistema produtivo que ainda será discutido.



Um novo lugar para o Sol

Nicolau Copérnico (1473-1543), nascido em Torun (Polônia), empenhou-se em lançar em meio às novidades de sua época sua concepção heliocêntrica da organização do sistema celeste¹⁴, contida na obra *De Revolutionibus orbium coelestium*, publicada no ano de sua morte. Em tal concepção, o Sol ocupa o centro das esferas que contém os planetas, onde se inclui a Terra, que ocupa apenas o centro da esfera que contém a Lua. Enfim, o Sol tornou-se o ponto de referência para o movimento dos planetas, para o entendimento do céu.

A obra clássica *Almagesto*, contendo a astronomia ptolomaica, encontrava-se entre os livros inspiradores de Copérnico, já que este considerava Ptolomeu “um astrônomo profissional, matematicamente sofisticado e empenhado em adequar seu modelo cosmológico aos fenômenos observados” (Ferris, 1990, p. 38). Apesar da admiração, tinha consciência de que o sistema ptolomaico, aceito na Idade Média, já não se adequava mais aos fenômenos observados. As correções que eram feitas para o ajuste necessário tornavam o sistema cada vez mais complicado e menos prático¹⁵.

Copérnico então propôs um novo sistema, que continha novo ponto de referência e relações matemáticas de maior consonância, um modelo matemático em princípio mais simples para expressar a estrutura celeste. A simplicidade matemática foi proposta por Copérnico mesmo ao custo da verdade aceita pela astronomia anterior: a centralização

14 É válido ressaltar que Copérnico não foi o primeiro pensador a defender o heliocentrismo, tendo sido antecedido pelo grego Aristarco de Samos, que, segundo o relato das Obras Morais do historiador e moralista Plutarco, “supunha que os céus permanecem imóveis e que a Terra se move num círculo oblíquo, girando ao mesmo tempo sobre seu próprio eixo” (Ferris, 1990, p. 39).

15 “Mas, com o decorrer do tempo, alguém que examinasse o resultado acabado do esforço de pesquisa normal de muitos astrônomos poderia observar que a complexidade da Astronomia estava aumentando mais rapidamente que sua precisão e que as discrepâncias corrigidas em um ponto provavelmente reapareciam em outro”. Este é um comentário de Kuhn, em sua obra *A estrutura das revoluções científicas*, sobre o fato do sistema ptolomaico ter se tornado impraticável, o que levou à busca de um substituto. Para Kuhn, o sistema copernicano surgiu como uma resposta ao fracasso do sistema anterior, processo natural na construção do conhecimento.



da Terra. Isso porque a matemática deixou de servir apenas para medir e quantificar dados sobre a realidade celeste – como na astronomia ptolomaica –, para servir também como instrumento para entender tal realidade, que se organiza intimamente em termos de quantidade.

Além de se contrapor ao sistema ptolomaico, o sistema copernicano negava também algumas concepções aristotélicas. Copérnico, ao retirar a Terra do centro do mundo, desorganizou a configuração hierárquica delimitada pela esfera lunar. Assim, foi dado um primeiro passo em direção à identificação do universo como verdadeiramente uno, sem a divisão hierárquica entre o Céu e a Terra. Aristóteles considerava o movimento de um corpo não apenas como mudança em relação a outros corpos, mas como mudança do próprio corpo em movimento. Assim, “o movimento sempre afeta o corpo que se move e, portanto, se o corpo é dotado de dois ou vários movimentos, esses movimentos se perturbam mutuamente, entram um ao outro e, às vezes, são até incompatíveis um com o outro” (Koyré, 1982, p. 186). Mas Copérnico atribuiu a Terra, em sua nova posição, três movimentos simultâneos: a rotação em torno de si mesma, a translação em torno do Sol e ainda um suposto movimento de oscilação, chamado de libração (Cordon, 1986, p. 51).

O sistema copernicano, com todas as suas inovações, não estava, de forma alguma, isento de inexatidões e erros de previsões. Porém, permitia a substituição do sistema ptolomaico e de algumas noções aristotélicas, apropriados pelo passado medieval cada vez mais insustentável e passível de rejeição.

Harmonias matemáticas no céu

Johannes Kepler (1571-1630), astrônomo e matemático alemão, aceitou o sistema copernicano como verdadeiro. Com a admissão do copernicismo, ele admitiu também a estrutura celeste como ma-



temática. Concebeu, ainda, que as relações matemáticas são comparadas às notas e relações numa harmonia musical. Essas relações matematicamente harmônicas são concebidas por Kepler como as causas formais que determinam o acontecimento das coisas, pois “ele concebeu a harmonia matemática subjacente e passível de descobrimento nos fatos como a causa de tais fatos; nas palavras normalmente usadas por Kepler, a razão por que eles são como são” (Burt, 1991, p. 49).

Aristóteles valorizava as distinções qualitativas percebidas pelos sentidos, enquanto Kepler preocupava-se com a harmonia matemática, expressa em relações numéricas e geométricas. O matemático alemão realizou a distinção entre qualidades secundárias – correspondentes às qualidades relativas aos sentidos, que não se reúnem na harmonia quantitativa – e primárias – correspondentes a tal harmonia, fundamento da estruturação dos céus¹⁶. Portanto, o entendimento da ordem celeste exige a percepção dessas qualidades primárias.

Um outro ponto colocado por Kepler é que a harmonia matemática presente nos fatos deve ser descoberta nos próprios fatos. Ele, então, importava-se com as observações. Tal fato motivou sua associação ao astrônomo dinamarquês Tycho Brahe, que era o maior observador de seus tempos, contando com os melhores instrumentos astronômicos existentes, complementados pelas suas próprias criações.

O astrônomo dinamarquês ofereceu a Kepler prioritariamente os dados observados no planeta Marte, cujo ajuste harmônico aos sistemas – tanto ao ptolomaico como o copernicano – representava um desafio. Na busca por tal ajuste, Kepler percebeu que as órbitas não podiam ser circulares, por mais que este fosse um movimento harmônico. Sua primeira lei, então, afirmava que os planetas des-

¹⁶ Na verdade, Kepler retoma, à luz de seu pensamento matemático, a distinção entre qualidades primárias e secundárias, que pode ser encontrada nas escolas antigas do atomismo e do ceticismo e em pensadores do século XVI, como Montaigne e Campanella, segundo Burt (1991, p. 51).

creviam órbitas em formato de elipse – com o Sol situando-se em um dos focos –, admitindo que suas velocidades eram variáveis e derrubando o céu perfeito de Aristóteles, com seus movimentos circulares e constantes.

Era como se os planetas fossem trazidos ao anteriormente considerado mundo sublunar, das imperfeições. Porém, Kepler se encontrava atraído fortemente pela idéia de harmonia e sua segunda lei se referia a uma certa constância: todo planeta percorre áreas iguais em tempos iguais, apesar da diferença de velocidade e de proximidade do foco solar durante o percurso orbital. Essas duas leis foram publicadas, em 1609, na obra *Astronomia nova silve physica coelestis*. Já a sua terceira lei foi publicada na obra *Harmonices mundi*, de 1619, e resultou de desesperados esforços no intento de estabelecer proporções matemáticas entre as órbitas. Para Kepler, essas leis eram apenas algumas em meio a tantas que existiam nas harmonias dos céus.

Um livro em linguagem geométrica

Galileu Galilei (1564-1642), nascido em Pisa (Itália), dedicou-se à matemática e interessou-se pelo ramo da mecânica, onde desenvolveu grandes realizações, sendo um dos mais reconhecidos “inauguradores” da ciência moderna.

Galileu também adotou o sistema copernicano, mas aprofundou e explicitou, mais que Kepler, a distinção entre qualidades primárias e secundárias. No mundo, há o que é absoluto, objetivo, imutável e que diz respeito ao conhecimento verdadeiro, matemático; há também o que é relativo, subjetivo, mutável e que diz respeito às ilusões e enganos advindos da percepção sensorial. Com sua divisão das qualidades, Galileu derruba a Natureza aristotélica. Para ele, a Natureza é geométrica, configurada por proporções



e quantidades, que apenas o conhecimento matemático permite entender. Verdade que a escolástica, baseada em Aristóteles, não alcançou.

Em 1610, foi publicada a obra *Sidereus nuntius*, na qual revelou as observações que realizou através do telescópio aperfeiçoado que ele mesmo fizera¹⁷. Foram revelados pelo alcance do telescópio pontos luminosos e manchas escuras na superfície lunar, que se mostravam como vales e morros tal como na Terra. Foi observado ainda que quatro luas (satélites) giravam em torno de Júpiter. “Essas observações tendiam a apoiar as convicções de Galileu quanto à verdade do sistema astronômico de Copérnico” (Andery, 1988, p. 178-179).

Para responder às objeções ao sistema copernicano, Galileu contou também com argumentos de sua mecânica que se ocupava com os movimentos terrestres. Com Galileu não há mais divisão em um mundo de perfeições e outro de imperfeições; os movimentos terrestres são tão matemáticos quanto os celestes. O cientista italiano estende aos movimentos terrestres a harmonia matemática que Kepler observou nos céus.

A mecânica galilaica baseia-se num novo entendimento do movimento. Agora o movimento é um estado, assim como o repouso, segundo o qual os corpos movem-se no espaço e no tempo. São abandonadas as noções aristotélicas de potência e forma, do movimento enquanto processo. Os corpos não mais se movem num espaço dividido em lugares naturais, mas deslocam-se num espaço formado por caracteres geométricos. O tempo é considerado “uma duração mensurável” e se “torna nada mais que uma quarta dimensão irreversível” (Burt, 1991, p. 76). Os estudos mecânicos

17 “Enfim, havia cientistas – e de grande valor, como Kepler – que não fabricavam lunetas e artefatos que as fabricavam, mas, por não terem noções científicas suficientes, fabricavam-nas mal: Galileu foi o primeiro a fabricar uma muito mais aperfeiçoada que as que circulavam, ainda que tenha atribuído demais a si mesmo e reconhecido pouco a possível contribuição de outros à invenção” (Rovighi, 2000, p. 38).



do cientista italiano também envolviam, de certa forma, o princípio da inércia, sobre o qual baseavam-se implicitamente, apesar deste princípio ter sido formulado e inteiramente compreendido apenas por Descartes¹⁸.

No desenvolvimento de sua mecânica, Galileu adotou um método próprio baseado na consideração de que “não se pode conhecer a essência das coisas e que a ciência só se preocupa com as propriedades das coisas e com fatos observados” (Drake apud Andery, 1988, p. 18). Galileu substitui o “por que” pelo “como” em sua interrogação à Natureza, procurando definir os fenômenos segundo leis de seus comportamentos encontradas nas qualidades matemáticas, quantitativas.

O novo método pode ser visto em sua obra *Discorsi intorno a due nuove scienze*, publicada em 1638. Com base neste método, Galileu deixa a definição vaga de gravidade como “a propensão a cair naturalmente para baixo”¹⁹, para alcançar uma definição mais adequada à realidade verdadeiramente matemática: gravidade passa a ser aquilo por que o corpo tende a cair em movimento uniformemente acelerado, no qual a distância percorrida é proporcional ao quadrado do tempo.

À semelhança de uma máquina

René Descartes (1596-1650), pensador francês, é um grande nome da filosofia moderna. Ele ocupou-se com um longo trabalho filosófico, ao contrário de Galileu, que se ocupou prioritariamente com as leis comportamentais da física. A construção de seu conhecimento metafísico realizou-se para responder às exigências do seu conhecimento sobre a física.

18 “De fato, foi descartes e não Galileu quem, pela primeira vez, compreendeu inteiramente o alcance e o sentido disso” (Koyré, 1982, p. 182).

19 Essa definição encontra-se mencionada em Rovighi (2000, p. 53).

A filosofia cartesiana buscou não se apoiar sobre os conhecimentos já produzidos, considerados incertos. A dúvida foi seu ponto de partida. Deste ponto, devia seguir segundo um método capaz de levá-lo a conclusões, cujo modelo era o raciocínio matemático. Tal método baseou-se em duas operações fundamentais: a intuição, que permite a apreensão de evidências indubitáveis, e a dedução, que permite o entendimento da cadeia de princípios que derivam de premissas alcançadas intuitivamente.

Segundo esse método, Descartes alcançou a primeira verdade evidente: o famoso cogito, ergo sum (“penso, logo existo”). Uma outra verdade, derivada da primeira, foi a existência de Deus. Nestas conclusões metafísicas, descartes alcançou o ponto em que se sustenta suas noções físicas, a respeito da matéria e do movimento: a distinção entre a alma, cuja essência é o pensamento, e o corpo, cuja essência é matéria, extensão. Essa é a divisão da realidade em res cogitans, um mundo formado por substância pensante, e res extensa, um mundo formado por substância extensa e independente do primeiro.

A Natureza e toda a matéria são, portanto, extensão, infinita em todos os sentidos (Bréhier, 1979, p. 82), dotada de figura, grandeza, posição e combinações quantitativas; extensão onde o corpo identifica-se com o espaço, não havendo espaços vazios. As qualidades sensíveis são consideradas modos da substância pensante, pois o mundo da extensão é geométrico, cognoscível apenas, e inteiramente, em termos de matemática pura (Burt, 1991, p. 94).

A Natureza é extensão, mas extensão em movimento. O movimento é apenas deslocamento e, portanto, também é relativo, determinado segundo um referencial em repouso. A causa do movimento é o choque, única ação modificadora do estado dos corpos. Tal entendimento leva à formulação do princípio da inércia. O corpo em repouso assim continuará e igualmente o corpo em movimento a menos que o choque com outro corpo perturbe esse estado. A



Natureza torna-se semelhante a uma máquina, onde as coisas se realizam mecanicamente.

O senhorio do homem

Francis Bacon (1561-1626), filósofo inglês, publicou suas formulações e princípios sobre filosofia nas obras *Novum organum* (publicada em 1620) e *De dignitate et augmentis scientiarum* (de 1623), partes da grande obra *Instauratio magna*, que Bacon desejava concluir, para construir o método capaz de alcançar o conhecimento verdadeiro, isento de falhas.

O método proposto por Bacon está, numa visão moderna, inferior aos métodos dos outros pensadores, que se baseiam no raciocínio matemático. O filósofo inglês não interpreta a estrutura da Natureza como matemática, como os outros, mas, apenas vislumbra como tendência à priorização das características quantitativas.

Uma inovação significativa de Bacon corresponde ao cuidado e à preocupação dispensados às experiências, que constituem uma importante etapa do conhecimento da Natureza. Esse conhecimento é fruto de um processo longo e trabalhoso, sendo impossível alcançá-lo rapidamente e por meio de vagas experiências, como julgava o pensamento aristotélico. Bacon ressalta o caráter experimental necessário ao método do verdadeiro conhecimento e também coloca a importância do controle da experiência – aspectos que se fazem presentes no método (científico) de Galileu, que, contudo, foi além, concebendo uma nova Natureza.

A principal contribuição baconiana ao entendimento da Natureza não se refere à estrutura desta, mas sim à sua relação com o homem. A Natureza torna-se um objeto de dominação. “A filosofia da Natureza tem dois objetivos: a investigação das causas e a produção dos efeitos, ou seja, parte especulativa e parte operativa, a primeira



em função da segunda” (Rovighi, 2000, p. 20). Para Bacon, conhecer a forma dos corpos é o meio de transformá-los e manipulá-los; é preciso conhecer a Natureza (obedecer-lhe), para dominá-la.

Bacon é o anunciador da substituição da *vita contemplativa* pela *vita activa*, a substituição da postura medieval de contemplação da Natureza pela postura moderna de atuação e operação, com ênfase na práxis. O filósofo expressou claramente a atitude moderna de busca pelo domínio da Natureza, encaminhando a concepção de uma Natureza recurso, objeto das vontades humanas, manipulada e sujeita ao senhorio do homem.

Ato final

Ao final do século XVII e início do século XVIII são mínimos os vestígios medievais frente à modernidade, que se estabelece e começa a se definir. A sociedade moderna, capitalista e racional inicia seu reinado: forma-se o ambiente que propiciará a ocorrência da Revolução Industrial, ocorre a primeira Revolução burguesa e o movimento das Luzes institui o primado da razão.

O crescimento do comércio, inclusive em escala internacional, promoveu o surgimento de um novo sistema produtivo: a manufatura. Tal sistema baseava-se no emprego de um número maior de trabalhadores pelo proprietário dos meios de produção. Este apenas coordenava as atividades realizadas pelos empregados, que trabalhavam mediante a venda de sua força de trabalho, recebendo um salário.’

O trabalho passou a ser dividido em etapas e cada trabalhador ficou responsável por uma etapa, resultando que apenas a soma das atividades do conjunto de trabalhadores encerrava o processo produtivo total, que era coordenado pela ação do proprietário. A divisão das tarefas ofereceu um aumento de produção e teve mais



duas conseqüências: a especialização das ferramentas e a desqualificação do trabalho. O trabalhador não mais precisa mais entender todo o processo produtivo. Basta dominar uma certa etapa do processo. Isso lhe exige menor qualificação, o que acaba levando a uma menor valorização de sua força de trabalho.

Embora a manufatura apresentasse estímulos ao crescente comércio, ela baseava-se no elemento subjetivo, no trabalhador²⁰. Deste impasse para o aumento da produção e o conseqüente aumento do poder econômico dos proprietários e crescimento do próprio capitalismo, surgiu a produção mecanizada, que inseriu um novo elemento, responsável por muitas mudanças no sistema produtivo: a máquina. Tal acontecimento refere-se à Revolução Industrial, grande marca da sociedade moderna (que, porém, ultrapassa os limites temporais deste trabalho, que pretende encerrar-se, com Newton, até a década de 20 do século XVIII).

A Revolução Puritana e a Gloriosa são os dois momentos constituintes do processo revolucionário pelo qual passou a monarquia inglesa, na qual havia o Parlamento, uma instituição limitadora do poder monárquico. Este era dividido na Câmara dos Lordes – ocupada pela nobreza leiga e pela nobreza eclesiástica anglicana – e na Câmara dos Comuns – ocupada pela pequena nobreza presbiteriana e seguidora do puritanismo, como os burgueses e camponeses²¹.

Em meados do século XVII, a insatisfação da população inglesa com o autoritarismo do reinado de Carlos I gerou uma crise política entre o rei e o Parlamento, o que levou à guerra civil chamada Revolução Puritana (iniciada em 1642). De um lado, estavam o rei e a nobreza anglicana e do outro, o Parlamento, e os artesãos, comerciantes, pequenos proprietários e camponeses, enfim, os burgueses e outras classes mais carentes (puritanos, em maioria).

20 Baseado em Andery (1988).

21 A configuração da monarquia inglesa segundo a instituição do Parlamento é considerada um caso particular em meio aos governos da época.



Em 1649, Oliver Cromwell, líder da ala mais radical da força parlamentar, radicalizou o processo conflituoso e tomou o poder, assumindo uma postura insatisfatória diante dos anseios da grande massa que havia lutado ao seu lado. Ocorreu uma série de sucessões no governo, havendo inclusive uma nova ascensão da nobreza²². Porém, em 1688, no governo de Jaime II, ocorreu a Revolução Gloriosa e um novo regime governamental, fruto da luta burguesa, foi assumido: a monarquia constitucional parlamentar, onde o Parlamento tinha maior poder. Esta tomada do poder político pela burguesia contagiou a Idade Moderna, na qual realizaram-se outras revoluções liberais-burguesas.

O Iluminismo foi um movimento intelectual que se situou entre a Revolução Inglesa e a Francesa (1789). A luz, a que se refere tal nome, é a razão, que deve ser o princípio suficiente em si mesmo, no qual os homens devem confiar. Iluminar-se pela razão era se contrapor aos preconceitos, à tradição, à autoridade não reconhecida racionalmente, às superstições e idolatrias. O pensamento iluminista esforçou-se em livrar-se do passado feudal, católico, nobre, enfim, dominado por princípios que não mais se adequavam à nova realidade, surgida com o crescente poder transformador da ordem burguesa.

O movimento iluminista propôs algumas posturas e visões, destacando-se prioritariamente a extrema confiança no poder da razão. Outras colocações foram feitas num momento mais avançado do século XVIII – auge do movimento. Porém, nos restringindo ao início desse século, encontraremos um importante aspecto do Iluminismo: a visão newtoniana da Natureza.

22 Com a morte de Oliver Cromwell, seu filho assumiu o trono, mas logo foi deposto. Isto levou a um soerguimento da nobreza, que apoiou a restauração da monarquia com a proclamação de Carlos II – filho do rei deposto – como rei da Inglaterra. Carlos II foi sucedido por Jaime II e, durante esses dois governos, permaneceu o conflito entre os nobres e os burgueses.

Uma nova Natureza

Isaac Newton (1642-1727), nascido na Inglaterra, tem tamanha importância para a formação do mundo moderno, sendo reconhecido que “sua autoridade e influência nos tempos modernos rivaliza com a que Aristóteles exercia no final da Idade Média” (Burt, 1991, p. 5). Sua principal obra é *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicada em 1687.

Newton conseguiu construir uma mecânica universal, cujas leis e princípios estendem-se aos movimentos celestes e terrestres, reunindo as principais proposições mecânicas dos pensadores predecessores – a inércia cartesiana, as leis de Kepler, o movimento acelerado dos corpos sob a ação da gravidade de Galileu. Em tal construção, Newton adotou um método experimental-matemático, no qual aliou a referência aos fatos à exatidão de raciocínio.

Em sua concepção de movimento, Newton considerou as categorias espaço e tempo, assim como Galileu, acrescentando uma nova categoria: a massa. Newton define tal categoria segundo três leis do movimento que enuncia, cada qual referente: a inércia²³; a correlação entre a força que atua no corpo, sua massa e aceleração²⁴; a reação produzida pela ação de uma força²⁵.

Com estes princípios e categorias, Newton chegou à expressão máxima da eficiência de suas proposições: a definição da lei da gravitação universal, equacionada em termos matemáticos, segundo a qual “matéria atrai matéria e na ordem direta do produto das massas

23 “Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar de seu estado por forças impressas nele” (Newton citado por Andery, 1988, p. 239).

24 “Sempre que um objeto imóvel é posto em movimento, ou um objeto em movimento muda de velocidade ou direção, Newton deduz que uma força é responsável por isso. Tal modificação pode ser expressa como aceleração, o índice de mudança da velocidade no tempo. É essa a Segunda lei de Newton – a de que a força é igual a massa vezes aceleração” (Ferris, 1990, p. 83).

25 “O preço pago pela aplicação da força é que a ação produzida por ela também deve resultar numa reação igual e oposta. Daí a terceira lei de Newton – a de que a cada ação corresponde uma reação igual” (Ferris, 1990, p. 83).



e na ordem inversa do quadrado das distâncias que separam os corpos²⁶. Com essa lei, ele consegue explicar o movimento de queda dos corpos na superfície terrestre, que caem atraídos pela Terra, e o movimento dos planetas, que orbitam atraídos pelo Sol. A lei da gravitação também explica a forma esférica dos corpos celestes, a estabilidade dos oceanos e o movimento dos cometas, o movimento da Lua e o efeito das marés.

O sistema mecânico newtoniano exigiu o respaldo da admissão da existência do vácuo²⁷. Aliada à noção de vácuo, encontra-se o atomismo: a matéria estrutura-se segundo a organização de partículas indivisíveis, os átomos²⁸. Newton afirma que estes são, na verdade, elementos menores de todas as coisas experimentadas pela percepção, possuindo as mesmas características experimentadas em todos os corpos, como o movimento e a inércia.

Podemos, portanto, considerar Newton o realizador de uma grande síntese, na qual as leis matemáticas do universo-máquina puderam finalmente ser equacionadas. Newton consagrou a concepção de uma Natureza mecânica, quantitativa, com leis matemáticas, uma Natureza onde massas deslocam-se no espaço e no tempo. “Conclui-se, portanto, o período de substituição da antiga imagem de um mundo qualitativo, orgânico, limitado e religioso, herdado dos gregos e canonizado pelos teólogos da Igreja, por outro, quantitativo, mecânico, infinitamente extenso, ilimitado e dessacralizado” (Carvalho, 1991, p. 49).

26 Caniato (1986, p. 44). Trecho referente à obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.

27 Descartes, com sua convicção da inexistência do vácuo, portanto, é contrariado por Newton.

28 O atomismo já era defendido por Gassendi, Henry More e outros, inspirados na obra *Timeu*, de Platão, ou em Epicuro e Demócrito. Inclusive, em Galileu podemos encontrar o atomismo, apesar dele não ter dado “proeminência aos átomos”, sendo o lugar destes em sua obra “mais acessório que fundamental” (segundo Burt, 1991, p. 69).



Conclusão

Ao fim deste estudo, podemos avaliar a transformação por que passou a concepção de Natureza, na passagem da período medieval para o moderno. Na soma do trabalho de todos esses pensadores, encontramos o caráter qualitativo substituído pelo quantitativo, numa Natureza onde a matemática é instrumento de entendimento e expressão de um espaço e no tempo – sendo abandonada à noção do movimento como atualização de formas em matérias, na busca por finalidades, em meio a lugares naturais. Os átomos tomam os lugares dos elementos, a admissão do vácuo consegue derrubar a plenitude que a invalidava e o universo estende-se para além das esferas finitas, onde o movimento infinito (inercial) alonga-se pela infinitude do espaço e do tempo (absolutos).

O mecanicismo frio e independente de uma máquina é atribuído a esta nova Natureza, não mais orgânica e viva, nem voltada para a salvação humana. A concepção hierárquica se desmorona perante uma Terra descentralizada e móvel, composta das mesmas substâncias que os outros corpos celestes, possuindo o mesmo movimento elíptico em torno do Sol que estes – não há mais mundos sub e supralunares e sim, um universo regido por leis universais.

Encontramos, enfim, sobre os destroços do aristotelismo cristão medieval e da mágica renascentista, uma Natureza matemática, mecânica, atômica, de extensão infinita. Podemos concluir que é uma nova Natureza, mais adequada ao novo mundo, o mundo racional, burguês, industrial. É um objeto, cujo conhecimento deve resultar na interferência e na operação, objeto da manipulação tecnológica, apoiada no conhecimento científico moderno.

É a Natureza que pode e deve ser manipulada pelo homem, servindo de recurso para a expansão econômica almejada por este, ou melhor, pela classe burguesa, que encabeça o novo sistema de



desenvolvimento adotado: o capitalismo. “Mecanizada, a Natureza torna-se uma simples possibilidade de exploração técnica, em breve levada ao máximo pela indústria nascente e logo invasora” (Lenoble, 1990, p. 279). Inclusive, podemos considerar tal concepção como um fator atuante na desequilibrada expressão da relação desta sociedade com seu meio ambiente, já que “na perspectiva desta ciência moderna inaugurada no século XVI, talvez sejam apontadas as raízes dos problemas de devastação e degeneração do (meio) ambiente (MA), definindo os seres humanos, desde aqueles tempos, como esturpadores da Natureza” (Herculano, 2000, p. 162).

Apesar de cumprida a intenção conclusiva do trabalho, é válido, ao fim deste, alongar-se, para ressaltar que notáveis mudanças – como a incorporação das noções de caos e de complexidade – agiram e agem sobre esta Natureza e sobre o mundo filosófico e científico de uma maneira geral²⁹. Hoje, encontramos uma Natureza onde não há espaço nem tempo absolutos; algo pode ser e não ser ao mesmo tempo (no caso do elétron, que ora comporta-se como partícula, ora, como onda); os conceitos de matéria e energia parecem se fundir (uma pequena quantidade de matéria pode transformar-se numa imensa quantidade de energia).

A Natureza já não se restringe ao governo de leis universais e regulares, somando-se desordem e acaso à ordem concebida. Vários conceitos como massa, espaço e tempo foram revistos, de forma a configurar o universo além da mecânica de Newton, como muito mais complexo, “um tecido de eventos, no qual conexões de diferentes tipos se alteram, se sobrepõem ou se combinam e, por meio disso, determinam a textura do todo” (Herculano, 2000, p. 164).

Essas mudanças são expressões do impulso transformador da realidade científica reconhecido atualmente. Sob este impulso, move-se

29 O “ato final” de que tratamos diz respeito apenas ao caráter sintético atribuído ao trabalho newtoniano. Após Newton, outras questões importantes foram colocadas.

também a interessante busca pela interdisciplinaridade – integração e cooperação entre diferentes disciplinas, saberes³⁰ –, por meio da qual visa-se alcançar o entendimento da complexidade do todo. Este trabalho se encerra, tentando enquadrar-se sob o título de “interdisciplinar”, participando de alguma forma desta atraente proposta de encaminhar a produção do conhecimento.

Referências bibliográficas

- ANDERY, Maria Amália et al. Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, São Paulo: EDUC, 1988.
- ARANHA, Maria L.; MARTINS, Maria H. P. Filosofando: introdução à filosofia. São Paulo: Moderna, 1986, p. 124-131.
- BECKER, Idel. Pequena história da civilização ocidental. 6ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1974.
- BRASIL. Seminários Universidade e Meio Ambiente: documentos básicos. Brasília: IBAMA, 1990.
- BRÉHIER, Émile. História da filosofia. Tradução de Eduardo Sucupira Filho. São Paulo: Mestre Jou, 1979a, p. 205-210. v. 1, fasc. 3
- _____. História da filosofia. Tradução de Eduardo Sucupira Filho. São Paulo: Mestre Jou, 1979b. v. 2, fasc. 1,

30 Na verdade, a interdisciplinaridade é apenas uma das formas de construção desta cooperação, juntamente com a multi, a pluri, a meta e a transdisciplinaridade. Todas essas formas se organizam segundo o grau de integração que permitem haver entre os saberes relacionados, sendo a transdisciplinaridade a possuidora de maior grau, cuja integração deve resultar na “criação de um campo teórico, operacional ou disciplinar de tipo novo e mais amplo” (segundo HERCULANO, S., org. 2000, p. 206). Porém, essas questões exigem certas mudanças na maneira de compreender o mundo e de encarar o conhecimento, por isso, elas vêm sendo levantadas e encaminhadas aos poucos.



- BURNS, Edward McNall. História da civilização ocidental. 3ª ed. Tradução de Lourival G. Machado; Lourdes S. Machado; Leonel Vallandro. Porto Alegre: Globo, 1974.
- BURTT, Edwin A. As bases metafísicas da ciência moderna. Tradução de José Viegas Filho; Orlando A. Henriques. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.
- CANIATO, Rodolpho. O que é Astronomia. 4ª ed. São Paulo: Brasiliense, 1991. (Col. Primeiros passos.)
- CARVALHO, Marco de. O que é Natureza. São Paulo: Brasiliense, 1991. (Col. Primeiros passos).
- CHAUÍ, Marilena. Introdução à história da filosofia: dos pré-socráticos a Aristóteles. São Paulo: Brasiliense, 1985, p. 281-296.
- _____. Filosofia moderna. In: CHAUÍ, Marilena et al. Primeira filosofia: lições introdutórias. 4ª ed. São Paulo: Brasiliense, 1990, p. 60-81.
- CORDON, Juan Manuel N.; MARTINEZ, Tomas Calvo. História da filosofia: os filósofos – os textos. Tradução de Armindo Rodrigues. São Paulo: Editora 70, 1986, p. 45-58. v. 2
- COIMBRA, José de Ávila A. O outro lado do meio ambiente. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1985.
- DESCARTES, René. Discurso do método. Tradução de Lourdes Nascimento Franco.
- (Col. Construtores do mundo moderno – Filosofia) [s.d.]
- DUBOIS, Claude-Gilbert. O imaginário da renascença. Tradução de Sérgio Bath. Brasília: Universidade de Brasília, 1995, p. 79-117.



- FERRIS, Timothy. O despertar na Via Láctea: uma história da astronomia. Tradução de Waltensir Dutra. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- HENRY, John. A revolução científica e as origens da ciência moderna. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1998.
- HERCULANO, Selene C. (org.). Meio ambiente: questões conceituais. Niterói: UFF/PGCA, 2000.
- JAPIASSU, Hilton. O racionalismo cartesiano. In: REZENDE, Antônio (org.). Curso de Filosofia. 4ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor/SEAF, 1991, p. 85-97.
- KOYRÉ, Alexandre. Estudos de história do pensamento científico. Tradução de Márcio Ramalho. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, Brasília: Universidade de Brasília, 1982.
- KUHN, Thomas. A estrutura das revoluções científicas. 3ª ed. Tradução de Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1995. (Col. Debates)
- LENOBLE, Robert. História da idéia de Natureza. Tradução de Teresa Louro Pérez. Rio de Janeiro: Editora 70, 1990. (Col. Perfil – história das idéias e do pensamento).
- PETERSON, Marianna Allen. Introdução à filosofia medieval. Fortaleza: EDUC, 1981.
- ROVIGHI, Sofia Vanni. História da filosofia moderna: da revolução científica a Hegel. 2ª ed. Tradução de Marcos Bagno e Silvana C. Leite. São Paulo: Loyola, 2000.
- VERDET, Jean-Pierre. Uma história da astronomia. Tradução de Fernando Py. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1991, p. 49-53.

