

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE FRANCISCO BELTRÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO/MESTRADO EM GEOGRAFIA

MAURÍCIO SÉRGIO BERGAMO

DA NÃO MENSURAÇÃO À MENSURAÇÃO DA NATUREZA NO OCIDENTE
NO INÍCIO DA MODERNIDADE

FRANCISCO BELTRÃO/PR

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE FRANCISCO BELTRÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO/MESTRADO EM GEOGRAFIA

MAURÍCIO SÉRGIO BERGAMO

DA NÃO MENSURAÇÃO À MENSURAÇÃO DA NATUREZA NO OCIDENTE
NO INÍCIO DA MODERNIDADE

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Francisco Beltrão/PR, Área de concentração: Produção do Espaço e Meio Ambiente, Linha de pesquisa: Educação e Ensino de Geografia. Orientador: Prof. Dr. Fabrício Pedroso Bauab.

FRANCISCO BELTRÃO/PR

2016

Catálogo na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas - UNIOESTE – Campus Francisco Beltrão

Bergamo, Maurício Sérgio
B493n Da não mensuração à mensuração da natureza no ocidente
no início da modernidade. / Maurício Sérgio Bergamo. –
Francisco Beltrão, 2016.
164 f.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Fabrício Pedroso Bauab.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade
Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Francisco Beltrão,
2016.

1. Natureza - Influência do homem. 2. Teoria do
conhecimento. I. Bauab, Fabrício Pedroso. II. Título.

CDD 20. ed.– 910.01

Sandra Regina Mendonça CRB – 9/1090

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS – CCH
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – NÍVEL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DA NÃO MENSURAÇÃO À MENSURAÇÃO DA NATUREZA NO OCIDENTE NO
INÍCIO DA MODERNIDADE

Autor: Maurício Sérgio Bergamo

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Pedroso Bauab

Este exemplar corresponde à redação final da
Dissertação defendida por Maurício Sérgio Bergamo e
aprovada pela comissão julgadora.

Data: 06 / 05 / 2016



Maurício Sérgio Bergamo

Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Fabrício Pedroso Bauab (UNIOESTE – F.B)



Prof. Dr. Luciano Zanetti Pessoa Candioto (UNIOESTE –
F.B)



Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes (UNESP/PP)

Francisco Beltrão - PR
2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de Dissertação de Mestrado, primeiramente, a meus guias espirituais da falange dos Pretos Velhos, Pai Tupinambá e Vó Catarina. Estes que, desde muito cedo, sempre me guiaram, pelos caminhos da luz, para além da vida. Dedico também, em especial, à minha família: meu pai Sérgio, minha mãe Levita e minha irmã Dúnia, os quais, na humildade, sempre acreditaram em mim e me deram forças para continuar na luta.

AGRADECIMENTOS

Esta talvez seja a única parte do trabalho em que, sem medo, possa eu transparecer. O "eu", desvinculado da perspectiva científica que me transpõe, muitas vezes, ao indeterminado. A produção desta Dissertação de Mestrado é parte daquele que a propôs, sendo resultado de um processo de formação que, certamente, envolveu muitas pessoas. Sem quantificar e dividir, em loteamentos precisos, a gama de atributos positivos destinados a todas aqueles que me auxiliaram nesta caminhada intelectual, reconheço, imediatamente em minha consciência, o empenho das seguintes pessoas:

O primeiro agradecimento é à minha Mãe de Santo, Dona Pedra. Seus trabalhos e suas mandingas iluminaram meu espírito e fortaleceram minha fé, mais do que nunca, em todo o caminho percorrido nesta dissertação. Sempre confiante nos Orixás da Umbanda Sagrada e nos guias espirituais da falange dos Pretos Velhos, Pai Tupinambá e Vó Catarina, muito agradeço a estes que, mais do que amigos, sempre estiveram do meu lado direito.

Ao professor orientador desta dissertação, Dr. Fabrício Pedroso Bauab, figura central na tomada definitiva de um rumo tão sonhado por mim, muito agradeço. Amigo e companheiro, orientou-me com muita paciência, dedicando seu precioso tempo, muitas vezes, à minha teimosia. Agradeço sua confiança depositada nos meus esforços e, acima de tudo, agradeço pela verdadeira orientação no desenvolvimento desta tarefa. Os cumprimentos e gratidão seguem a este geógrafo que foi, na minha vida acadêmica, um divisor de águas.

Agradeço igualmente à minha família, pelo apoio material e moral, durante o período de elaboração desta dissertação. A meu pai, Sérgio Carlinhos Bergamo, à minha mãe, Levita Salete Bergamo, e à minha irmã, Dúnia Bergamo de Oliveira, a minha gratidão.

Ao amigo da cidade de Francisco Beltrão, João Signori, agradeço pela parceria e pelas conversas descontraídas, geralmente, realizadas na frente da churrasqueira. Aos colegas e professores da Graduação em Licenciatura em Filosofia, da Universidade Federal da Fronteira Sul - Câmpus de Erechim, agradeço pelas risadas nos costelões, pela parceria dos acampamentos e pelas noites extrovertidas ao lado de lagos ou fogueiras: Andrei Pedro Vanin, Fernando Falcoski, Douglas Schaitel, Thiago de Oliveira, e aos professores doutores, Thiago Soares Leite e Joice Beatriz da Costa. Ao meu grande amigo médico, Wesley Nazzari, agradeço pelas conversas à beira do açude e pelos turismos realizados na cidade de Erechim. A minha namorada Franciele Racoski que desde o início desta trajetória intelectual sempre confiou em mim, muito agradeço.

RESUMO

Esta dissertação de mestrado flui para o âmbito geográfico através do conceito de natureza e, tem por objetivo analisar a relação entre os processos epistemológicos e a cosmovisão, instituída pelo homem, nas Idades Antiga, Medieval, no Renascimento e na Modernidade. Essa tarefa remete a um itinerário científico, filosófico e artístico, estreitamente ligado ao progresso da civilização Ocidental. Destacar-se-ão, assim, as principais características dos saberes Antigos e Medievais e, desse modo, defender-se-á que os semblantes invisíveis, imateriais e sagrados, atributos qualitativos da natureza daquelas épocas, decorrem da elaboração dos conjuntos metafísicos e alegóricos elaborados pelos pensadores que viveram e muito se dedicaram, intelectualmente, nessas periodizações históricas. Da mesma maneira, defender-se-á que a imagem quantitativa, mensurável e mecânica do cosmos, começou a ser elaborada na medida em que os artesãos e os engenheiros do Renascimento passaram a oferecer possibilidades pragmáticas à ciência. A adoção dos princípios matemáticos aliados à experimentação dos fenômenos da natureza, nos processos epistemológicos conduzidos por cientistas, astrônomos e filósofos, também será apresentado como um dos principais elementos que contribuíram para a representação homogênea, objetiva e unitária do cosmos. Hesíodo, Platão, Aristóteles, Santo Agostinho, São Tomás de Aquino, Leonardo da Vinci, Copérnico, Giordano Bruno, Johannes Kepler, Galileu Galilei, Isaac Newton, René Descartes e Francis Bacon serão alguns dos personagens investigados nesta dissertação. Ao longo desse percurso histórico e epistemológico, realizar-se-á uma análise minuciosa de alguns dos principais acontecimentos históricos, e dos métodos utilizados por esses importantes nomes. Com isso, almeja-se defender que a representação quantitativa, homogênea e objetiva de natureza é oriunda (em parte) das posturas e dos comportamentos adotados pelos intelectuais em suas pesquisas científicas. Diante disso, pretende-se destacar, também, que a finalidade dos fenômenos e dos estatutos ontológicos da natureza somou-se às intencionalidades dos homens. Com o desvelamento dos segredos da natureza, promovido pela Matemática e pela Experimentação, os homens ludibriaram-se com os mistérios da alma, para transcenderem frente às invenções e às engenhosidade mecânicas. E a natureza, por sua vez, perdeu seus atributos qualitativos, para tornar-se um organismo mecânico e mensurável.

Palavras-chave: Processos Epistemológicos. Visão de Natureza. Qualitativo. Quantitativo. Finalidade.

FROM NON-MEASUREMENT TO THE MEASUREMENT OF NATURE IN THE OCCIDENT IN THE BEGINNING OF MODERNITY

ABSTRACT

This dissertation aims to analyze the relationship between the epistemological processes and the vision of nature established by man in modernity. This task refers to a scientific, philosophical and artistic itinerary closely linked to the progress of the western civilization. We will highlight the main characteristics of Ancient and Medieval knowledge and thus we will defend that invisible, intangible and sacred faces, qualitative attributes of the nature of these times, result from the development of metaphysical and allegorical sets developed by thinkers who lived and dedicated themselves, intellectually, to these historical periodization. Similarly, we will defend that the quantitative, measurable and mechanical image of the cosmos began to be developed to the extent that the artisans and the Renaissance engineers began to offer pragmatic possibilities to science. The adoption of mathematical principles allied to experimentation of natural phenomena, in the epistemological processes conducted by natural philosophers, scientists, and philosophers, is also presented as one of the main elements contributing to the homogeneous objective and unified representation of the cosmos. Hesiod, Plato, Aristotle, St. Augustine, St. Thomas Aquinas, Leonardo da Vinci, Copernicus, Giordano Bruno, Johannes Kepler, Galileo Galileo, Isaac Newton, Descartes and Francis Bacon will be some of the characters investigated in this dissertation. Through this historical and epistemological journey, we will conduct a deep analysis of some of the major historical events and the methods used by these big names. Hence, we want to defend that quantitative representation, homogeneous and objective in nature, is derived (in part) of the attitudes and behavior adopted by intellectuals in their scientific research. Therefore, we want to emphasize that the purpose of the phenomena and the ontological laws of nature came to be linked to men's intentions. With the unveiling of the secrets of nature promoted by the Mathematics and Experimentation, men duped with the mysteries of the soul, forward transcend inventions and mechanical ingenuity. And nature, in turn, lost its qualitative attributes to become a mechanic and measurable body.

Keywords: Epistemological processes; Vision of Nature; Qualitative; Quantitative; Goal

Sumário

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 - BREVES APONTAMENTOS REFERENTES À NOÇÃO DE NATUREZA INSTITUÍDA PELO CONJUNTO DE CONHECIMENTOS DAS IDADES ANTIGA E MEDIEVAL.....	18
CAPÍTULO 2 - A COMPLEXIDADE DE TEMAS DO RENASCIMENTO EUROPEU: PRINCIPAIS ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS CONCERNENTES À MENSURAÇÃO DA NATUREZA	42
2.1 AS NOVIDADES EPISTEMOLÓGICAS DO RENASCIMENTO EUROPEU: A IDEIA DE NATUREZA DOS ENGENHEIROS E ARTESÃOS	44
2.2 A MENSURAÇÃO DOS CONTEÚDOS DO ESPAÇO E DO TEMPO	56
2.3 A GEOMETRIA DA NATUREZA NA PINTURA, NA ESCULTURA E NA ARQUITETURA RENASCENTISTA	65
CAPÍTULO 3 - A-MODERNIDADE: A MATEMÁTICA, O EXPERIMENTALISMO E O MECANICISMO CONQUISTAM A NATUREZA	82
3.1 DA NÃO-MENSURAÇÃO À MENSURAÇÃO SEM LIMITES	82
3.1.2 Os principais personagens com tendência à experimentação: A geometrização/matematização da natureza constatada através da análise filosófica do quadro <i>a Senhora escrevendo carta com sua criada</i> , de Johannes Vermeer.....	89
3.2 OS IMPASSES DA IGREJA FRENTE ÀS NOVAS DESCOBERTAS ASTRONÔMICAS: OS SISTEMAS PLANETÁRIOS CONSERVADORES DE EUDOXO, ARISTÓTELES E PTOLOMEU	97
3.3 AS ETAPAS ASTRONÔMICAS DE GEOMETRIZAÇÃO DO COSMOS: NICOLAU COPÉRNICO, GIORDANO BRUNO, TYCHO BRAHE E JOHANNES KEPLER.....	107
3.3.1 - O Caso Galileu: Instrumentalismo e a nova metafísica (Qualidades Primárias e Secundárias)	116
3.3.2 Leibniz e Newton: A relatividade-metafísica vs. O absoluto-matemático.....	124
3.4 AS ETAPAS FILOSÓFICAS DA GEOMETRIZAÇÃO DO COSMOS: O RACIONALISMO CARTESIANO E O INSTRUMENTALISMO BACONIANO.....	133
3.4.1 O Egotismo e o Solipsismo como elementos fundadores do método de Descartes: Natureza e Homem na perspectiva do filósofo	136
3.4.2 A importância das artes mecânicas na fundamentação do projeto filosófico de Francis Bacon.....	149
REFERÊNCIAS	161

Lista de Figuras

FIGURA 1 - CADEIA CAUSAL DO ATO PURO ARISTOTÉLICO.....	31
FIGURA 2 - A VIDA NO CAMPO, 1337 - 1340.	34
FIGURA 3 - <i>SETEMBRO</i> , 1577.....	35
FIGURA 4 - ESCADA DA ASCENSÃO DIVINA, SÉC. XII.....	37
FIGURA 5 - MAPA T-O.....	58
FIGURA 6 - PORTOLANI DAS ÁGUAS DO MAR MEDITERRÂNEO.	59
FIGURA 7 - PROJEÇÃO DE MERCATOR.	61
FIGURA 8 - A ANUNCIAÇÃO, (1472).....	68
FIGURA 9 - O CASAL ARNOLFINI, 1434.	70
FIGURA 10 - O REFLEXO DO ESPELHO.	72
FIGURA 11 - DAVID NU, 1440.	74
FIGURA 12 - REPRESENTAÇÃO ORESMIANA DE VÁRIOS MOVIMENTOS.	86
FIGURA 13 - SENHORA ESCRREVENDO CARTA COM SUA CRIADA (1670).....	94
FIGURA 14 - SISTEMA PLANETÁRIO ARISTOTÉLICO.....	101
FIGURA 15 - CÍRCULOS DE PTOLOMEU.	104
FIGURA 16 - SISTEMA PTOLOMAICO.....	104
FIGURA 17 - SISTEMA COPERNICANO.	110
FIGURA 18 - SISTEMA PLANETÁRIO DE TYCHO BRAHE.	112
FIGURA 19 - MODELO PLANETÁRIO IDEALIZADO POR KEPLER.	114
FIGURA 20 - LUNETAS ASTRONÔMICAS (PERSPICILLUM) DE GALILEU	120
FIGURA 21 - CRISTIAAN HUYGENS (1629-1695) E GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646-1716).....	127
FIGURA 22 - MÉTODO CARTESIANO	139
FIGURA 23 - REDUÇÃO MATEMÁTICA DO MÉTODO DE DESCARTES.	140
FIGURA 24 - SISTEMA DE CONHECIMENTO FUNDACIONISTA DE DESCARTES.....	141
FIGURA 25 - RENÉ DESCARTES COM A RAINHA CRISTINA DA SUÉCIA.....	146
FIGURA 26 - FRANCIS BACON, CHANCELER DA CÂMARA DOS PARES.	150

INTRODUÇÃO¹

Esta dissertação tem por objetivo investigar os principais processos epistemológicos que levaram à geometrização do cosmos, na Idade Moderna. A principal premissa deste trabalho é analisar a ideia de natureza ao longo do pensamento Ocidental, com ênfase na modernidade.

Enveredou-se por um caminho sinuoso, por estreitas vias que dificultam a análise proposta. Percorrer o lado sombrio da Epistemologia da Ciência Geográfica é ressuscitar questões esquecidas que, muitas vezes, são pouco investigadas pelos estudantes dos cursos de Graduação e Pós Graduação em Geografia. Mas, aqueles que se aventuram nesse revirar das peças esquecidas, descobrindo, em meio à escuridão, muitas preciosidades empoeiradas pelos ditames da vida acadêmica, tornam-se cientes da importância que tal tarefa trará no futuro.

Entretanto, o bom senso ensina que não se pode duvidar das verdades eleitas por aqueles que fundamentaram o mesmo caminho. Tais como hereges, toda a iniciativa de questionamento ou as propostas de redefinição das bases de um saber há muito tempo construído, cala-se diante do conservadorismo acadêmico.

Nesse sentido, formula-se dissertações, teses e projetos como se fossem objetos em série. Adaptam-se esforços de uma vida a modelos previamente traçados e estabelecidos por normas, bem claras e definidas. Rompe-se com a livre-produção e prende-se no passado atormentador que vem à tona, quando menos se espera.

Na insurgência de re(pensar) os cânones do tema, posto em pauta nesta dissertação, a leitura e a escrita viciadas tornaram ainda mais difícil a tarefa. Em contrapartida, liberta-se e, com plena aceitação e conformação das transformações propostas, mostra-se bastante empenho no transcurso intelectual aqui apresentado.

Usufruindo-se das palavras dos filósofos, cientistas, astrônomos, intelectuais, de modo geral, distantes, mortos e condenados há muito tempo, pretende-se, neste importante momento da vida, pensar na concepção de universo instituída na modernidade, bastante significativa, para (quase) todas as ciências conhecidas pelo homem da contemporaneidade.

Aqui apresentar-se-á uma leitura conceitual, histórica e epistemológica, amparada por significativas imagens e representações artísticas, que permitem resgatar temas esquecidos ao

¹ Esta Dissertação foi revisada por Honorino Ângelo De Marchi, Licenciado em Letras (Português e Francês) pela Universidade de Passo Fundo – RS e Pós-Graduado (Lato Sensu) em Metodologia da Leitura e Produção de Textos, pelo Centro de Ensino Superior de Erechim, estando, pois, de acordo com as normas ortográficas, gramaticais e da ABNT. Telefone: (54)3321-3665.

tempo nascente. A abertura de um diálogo interdisciplinar entre a Geografia, a Filosofia e a História da Ciência, fortalece ao se tratar do conceito de *natureza* pelo viés epistemológico. Tema, esse, ligado a inúmeras interpretações e compreensões, bastante debatidas em grupos de trabalho, artigos e livros.

Há que se ressaltar que a leitura dessa dissertação conflui para o âmbito geográfico mediante o conceito de *natureza*. Por ser de caráter interdisciplinar, a dissertação abordará alguns dos legados teóricos dos principais pensadores e filósofos naturais, para relacioná-los com a ideia de natureza instituída nos períodos históricos compreendidos entre o século VI a. C e o século XVII, com destaque especial à modernidade.

Assim, o primeiro capítulo desta dissertação pretende apresentar a relação entre os conjuntos de conhecimentos metafísicos das Idades Antiga e Medieval e as *visões de natureza* instituídas naqueles períodos históricos. Destacar-se-á, nesse sentido, que a construção da ideia de natureza, preenchida por semblantes imateriais, sagrados e transcendentais, foi envolta pelo conjunto de reflexões promovido pelos pensadores que pertenceram à Idade Antiga e à Idade Medieval.

O primeiro passo, portanto, é defender que as asserções teóricas dos poetas Hesíodo e Numênio, dos filósofos antigos, Platão (428 a.C - 348 a.C) e Aristóteles (384 a.C - 322 a.C) e dos filósofos medievais pertencentes, respectivamente, à Patrística e à Escolástica, Santo Agostinho (354 - 430) e Tomás de Aquino (1225 - 1274), em parte, foram responsáveis por atribuir à natureza uma moldura unitária e qualitativa. A conformação da visão de mundo, Antiga e Medieval, nesse contexto, foi revestida de significados extramundanos. As causas dos efeitos mundanos estavam ligadas a preceitos imateriais e espirituais, muito distantes da realidade empírica. Tais causas ocultas, sobrenaturais e transcendentais, na Idade Antiga, de acordo com os princípios platônicos e aristotélicos, só seriam reconhecidas mediante abstrações independentes da função da retina.

Da mesma maneira, as causas imateriais, responsáveis pelos efeitos dos fenômenos da natureza, na Idade Medieval, pairavam nas incitações religiosas dos filósofos da Patrística e da Escolástica. O *a-priorismo* religioso vinculado ao cristianismo, consolidado a partir da (re)interpretação, de Santo Agostinho e Tomás de Aquino, dos legados de Platão e Aristóteles, estabeleceu uma visão de natureza sacralizada, imbricada por significados alegóricos, cujos significantes eram condizentes à interpretação promovida pelo clero à Sagrada Escritura. Assim, os conteúdos do espaço material, durante a Idade Medieval, estavam vinculados ao dogmatismo religioso, cristão.

Na Idade Média, responsável por medir os conteúdos do espaço material era o saber religioso. Nas contradições entre o Bem e o Mal, o drama mundano acontecia. O homem lutava contra as vicissitudes da vida carnal, para alcançar a imortabilidade de sua alma e a serenidade paradisíaca. Assim, para defender, no primeiro capítulo, intitulado *Breves Apontamentos referentes à noção de natureza instituída pelo conjunto de conhecimentos das Idades Antiga e Medieval*, a relação entre os processos epistemológicos e a unidade qualitativa, imaterial e sagrada da natureza, serão analisados alguns dos principais mitos da Antiguidade Clássica, os legados metafísicos de importantes filósofos, pertencentes à Patrística e à Escolástica, e os episódios bíblicos da Queda e do Sonho de Jacó. Nessa tarefa, busca-se amparo nas expressivas interpretações das seguintes representações artísticas: *A Vida no Campo*, de autoria de Ambrogio Lorenzetti; *Setembro*, de autoria de Simon Bening, e *Escada da Ascensão Divina*, de autor desconhecido do século XIII.

Com efeito, o segundo capítulo, intitulado *A Complexidade de temas do Renascimento Europeu: Principais aspectos epistemológicos concernentes à mensuração da natureza*, pretende apresentar algumas das características dos movimentos intelectuais pertencentes ao período histórico compreendido entre os séculos XIV e XVI.

Durante o Renascimento, o desenvolvimento dos saberes pragmáticos e utilitaristas, promovidos pelos artesãos e pelos engenheiros, foi responsável por romper (em parte), com os conteúdos derivados das doutrinas filosóficas antigas e medievais. Novos tipos de saberes são instaurados no Renascimento, extinguindo, deste modo, as ultrapassadas ontologias platônicas e aristotélicas que formaram a base da filosofia patrística e escolástica.

A gradual construção de novos saberes, assim, foi amparada tanto pelas doutrinas mágicas de tendência neo-aristotélica como as de Giovanni Pico della Mirandola (1463-1494) e de Pietro Pomponazzi (1462-1525); também pelas doutrinas mágicas de tendência neoplatônica, como a de Marsílio Ficino (1433-1499) e de Tommaso Campanella (1568-1638). Entretanto, saberes operativos, frente aos fenômenos da natureza, que se aproximavam mais das discussões de uma ciência já considerada moderna, vieram à tona.

As propostas metodológicas de François Rebelais (1494-1553), de Humphrey Gilbert (1539-1588) e das diversas sociedades científicas que surgiram na Europa dos séculos XV e XVI, antagônicas ao ensino Lógico das tradicionais universidades, ofereceram aos homens renascentistas a possibilidade de ordenar a natureza conforme os dados sensoriais. A descoberta de novas espécies vegetais, animais e de novos povos no Novo Mundo, emergentes com as transposições realizadas pelas viagens de Cristóvão Colombo (1451-1506), aliada aos saberes técnicos, propostos pelos artesãos e engenheiros, foram responsáveis por instituir uma visão de

mundo independente dos *olhos da fé* e do *a-priorismo* dogmático religioso, tão presentes na Era Medieval.

Nesse sentido, a natureza, gradativamente, ganha uma nova roupagem. Torna-se laico o saber, e o homem, desvencilhado dos conteúdos alegóricos das Sagradas Escrituras e da imaterialidade causal dos fenômenos da natureza, começa a representar o espaço conforme as medidas numéricas, intrínsecas das novas dinâmicas epistemológicas propostas pelos artesãos, pelos engenheiros e pelas sociedades científicas que pregavam saberes práticos e utilitaristas.

Com isso, durante o Renascimento, diferentemente das Idades Antiga e Medieval, a finalidade dos fenômenos da natureza passou a estar estreitamente ligada às intencionalidades humanas, em uma Europa cada vez mais burguesa. As engenhosidades técnicas criadas, nos ateliês de Verrochio, de Ghirlandaio e de Brunelleschi, por importantes artesãos como Leonardo Da Vinci e Michelangelo Buonarroti, ofereceram ao desenvolvimento da ciência possibilidades concretas de satisfazer às necessidades ou aos anseios dos homens.

Em um segundo momento do segundo capítulo, expor-se-á que a intencionalidade dos fenômenos da natureza, ligada à invenção de ferramentas e utensílios, excluiu como parâmetro avaliativo dos processos epistemológicos a Lógica de Silogismo, que vinculada à análise dos discursos e às sutis discussões da escolástica tardia, conduziu à evolução técnica das representações cartográficas.

Se, nos mapas medievais em estilo T.O, prevaleciam os aspectos metafísicos, concernentes à interpretação dogmática promovida pelos membros eclesiásticos, que fazia prevalecer a imagem qualitativa do cosmos, nas representações cartográficas do Renascimento, em estilo *Portolani* e nos moldes de Mercator, o predomínio dos aspectos geométricos evidenciou a mensuração da realidade e a formalização da cosmovisão quantitativa e dessacralizada.

Tornando-se mensurável a natureza, no terceiro momento do segundo capítulo, serão investigadas as posturas epistemológicas de Roger Bacon e de Leão Battista Alberti. Analisando-se os métodos e as conquistas técnicas alcançadas por R. Bacon e Alberti, podem-se perceber a crença incontestável desses importantes pensadores, tanto nos princípios matemáticos como na ideia de natureza mensurável e quantitativa.

Ainda no terceiro momento do segundo capítulo, para se defender que a racionalização da existência do homem estava acontecendo frente ao desenvolvimento da sociedade comercial, industrial, técnica e científica, que ascendeu à praticidade na vida humana mediante as engenhosidades constituídas pelos artesãos e pelos engenheiros e começou a consolidar a imagem mensurável da natureza, serão analisadas, importantes representações artísticas

elaboradas no Renascimento, a saber: os quadros de Leonardo da Vinci (*A Anunciação*) e de Jan Van Eyck (1390-1441) (*O Casal Arnolfini*), e a escultura (*David Nu*) de Donatello (1386-1466).

Em suma, pensando na dimensão das contribuições epistemológicas dos autores tratados no segundo capítulo, para a formalização da representação quantitativa, mensurável e dessacralizada da natureza, também serão tratados, de modo geral, alguns dos principais acontecimentos históricos que instigaram os comportamentos científicos, práticos e utilitaristas que atribuíram aos fenômenos da natureza finalidades ligadas às intencionalidades humanas.

No terceiro e último capítulo desta dissertação, intitulado *A Modernidade: A Matemática, o Experimentalismo e o Mecanicismo conquistam a Natureza*, focar-se-á, a influência da evolução dos princípios matemáticos na constituição da ideia de natureza, na modernidade.

Tomando como ponto de partida os argumentos matemáticos do francês Nicole Oresme (1320-1382), se há de mostrar, na primeira parte do terceiro capítulo, como a Matemática progrediu epistemologicamente. Deixando de ser *Não Mensurável*, para ser tornar uma disciplina de cunho prático e mensurável, a evolução epistemológica dos princípios da Matemática desempenhou um papel muito importante, fundamental, na constituição da cosmovisão quantitativa, uniforme e homogênea, instaurada no séc. XVII.

Para tal tarefa, serão analisadas as posturas epistemológicas adotadas por Martin Mersenne (1588-1648); Giambattista Riccioli (1598-1671), e Cristiaan Huygens (1629-1695), em seus experimentos científicos voltados a investigarem os fenômenos da natureza. Assim, se perceberá que a maneira como esses personagens conduziram seus experimentos científicos, diferiu muito das investigações puramente metafísicas e de caráter não mensurável, realizadas por seus antecessores.

Assim, a natureza, gradativamente, deixou de ser concebida, pelo homem moderno, pelos aspectos imateriais, tão presentes e tão significativos nas passadas Eras Antiga e Medieval. A experimentação dos fenômenos da natureza, realizada pelos filósofos naturais, de caráter instrumentalista, passou a despir a natureza de suas vestimentas sagradas, para colocá-la a serviço do homem. A finalidade de seus estatutos ontológicos foi servir à intencionalidade do homem e, pouco a pouco, a ciência foi tornando-se uma tarefa pragmática e utilitarista, desvincilhada dos princípios lógicos e dos discursos retóricos.

Para explicar a geometrização do cosmos, ainda na primeira parte do terceiro capítulo, realizar-se-á a análise filosófica do quadro de Johannes Vermeer, intitulado *Senhora escrevendo carta com sua criada*. Nessa obra, pode-se perceber as várias mudanças, em

diferentes aspectos da vida dos homens, oriundas do progresso, da evolução e da utilização, cada vez mais frequente, dos princípios matemáticos na ciência.

Face a isso, a ordem eclesiástica não poderia permanecer em passível diante das novas descobertas científicas, realizadas no início do séc. XVII. O embate entre o conservadorismo medieval das universidades e o reformismo intelectual, proposto pelas academias científicas, será investigado, na segunda parte do terceiro capítulo, em que se analisará o reflexo dos métodos instrumentalistas e matemáticos, utilizados pelos filósofos naturais, na astronomia.

Os sistemas planetários de Eudoxo de Cnido (408 a.C - 355 a.C); Aristóteles e Cláudio Ptolomeu (90 d.C - 168) serão examinados, minuciosamente, com o auxílio de significativas imagens. Descrevendo-os detalhadamente, serão expostos alguns dos principais aspectos históricos e epistemológicos que levaram a Igreja Católica a defender, por aproximadamente dez séculos, os sistemas planetários geocêntricos.

Ainda no terceiro capítulo, serão apresentados, os sistemas cosmológicos heliocêntricos, elaborados pelos principais filósofos naturais do século XVI e XVII. Nesse sentido, será dada ênfase aos métodos utilizados por Galileu e Newton, pois, de acordo com as referências bibliográficas utilizadas nesta dissertação, ambos os nomes são apresentados como os principais personagens, (não os únicos), por ocasionarem a ruptura científica que instaurou a representação quantitativa da natureza.

Concluindo o terceiro e último capítulo, apresentar-se-ão as etapas filosóficas que levaram à geometrização da natureza. Analisar os sistemas filosóficos de René Descartes (1596-1650) e Francis Bacon (1561-1626), nessa perspectiva, é muito importante para se compreender o comportamento do homem frente ao sentido mecânico da natureza.

Diante disso, há que se destacar, com bastante ênfase, que a leitura e a escrita desta dissertação foram conduzidas por importantes trabalhos realizados pelos principais autores nacionais e internacionais que tratam do assunto. A leitura da Tese de Doutorado, de Fabrício Pedroso Bauab, intitulada *Da Geografia Medieval às origens da Geografia Moderna: contrastes entre diferentes noções de Natureza, Espaço e Tempo*; das obras de Robert Lenoble (*História da Ideia de Natureza*); de Pierre Hadot (*O Véu de Ísis. Ensaio sobre a história da ideia de natureza*); de Edwin Burt (*As Bases metafísicas da Ciência Moderna*), de Paolo Rossi (*Os Filósofos e as Máquinas*); de Alfred Crosby (*A Mensuração da Realidade: A Quantificação e a Sociedade Ocidental 1250-1600*), e de John Henry (*A Revolução Científica Moderna*) foi essencial para a elaboração desta dissertação.

Assim, pretende-se fazer uma análise da ideia de natureza, em uma perspectiva epistemológica, levando em consideração tanto o legado dos principais autores que já trataram

do assunto em tempos recentes, como minha titulação acadêmica obtida, como licenciado em Geografia, como Especialista em História da Ciência e, Especialista em Epistemologia e Metafísica. Com esse olhar interdisciplinar, espera-se acrescentar novos olhares e novas perspectivas no cenário geral da Epistemologia e da História do Pensamento Geográfico e, consequentemente, novas questões e debates no campo epistêmico da Geografia.

CAPÍTULO 1 - BREVES APONTAMENTOS REFERENTES À NOÇÃO DE NATUREZA INSTITUÍDA PELO CONJUNTO DE CONHECIMENTOS DAS IDADES ANTIGA E MEDIEVAL

O objetivo do presente capítulo é mostrar breves apontamentos concernentes à ideia de natureza instituída pelo conjunto de conhecimentos das Idades Antiga (séc. VI a.C - VII d.C) e Medieval (séc. VII - XIV). Para isso, elaborou-se uma análise voltada a ressaltar os aspectos imaterial-metafísicos da natureza, naqueles períodos históricos, evidenciando a imagem qualitativa, mítica e religiosa do cosmos.

Nesse sentido, também se pretende, dentro do possível, elucidar a importância que a (re)interpretação canônica da doutrina platônica e aristotélica teve, sem desconsiderar os demais filósofos e as demais doutrinas que fizeram parte dessas periodizações históricas, na instituição da visão de natureza qualitativa do cosmos.

A natureza, princípio de entusiasmo poético para os gregos da Antiguidade e de importância divina para os canônicos medievais, foi concebida para ambos em aspectos imateriais. Fonte da verdade e da vida, o homem deposita nela seus votos de esperança para alcançar a imortalidade de sua alma. Alma, esta, situada para além do mundo físico material dos sentidos.

Prevalecendo, nas Idades Antiga e Medieval, as asserções de cunho metafísico na explicação dos fenômenos naturais e sociais, a língua escrita, caracterizada pela adjetivação filosófica, contribuiu para oferecer à natureza, atributos qualitativos e maneiras de contemplá-la, desvincilhadas das grandezas numéricas e da intencionalidade utilitarista emergente a partir do séc. XVII.

A beleza dos estatutos ontológicos da natureza era contemplada. O homem, como mostra Lenoble (1969), sentia-se maravilhado pelas formas naturais consagradas e criadas por Deus, fontes de recursos vitais para sua sobrevivência. O intelecto humano, diante da contemplação imanada pelo sensível e potencializada pelo imaginável, aproximava o homem a Deus.

Não se pode esquecer que essa situação foi condicionada, em boa parte, pela série de processos epistemológicos que organizaram/estruturaram os conhecimentos dos eruditos gregos e medievais. Características marcantes desses saberes são as predições metafísicas que, do ponto de vista de Hadot (2004), foram responsáveis por influenciar a instituição da ideia de natureza unitária e qualitativa.

É certo que o aristotelismo e o platonismo clássicos e, posteriormente, o neoplatonismo medieval influenciaram a conformar tal cosmovisão. Tanto na Idade Antiga como na Idade Média, essas doutrinas filosóficas exerceram, conforme destaca Koyré (1991) forte influxo no conjunto de sapiências acerca do tema. Porém, não se pode menosprezar a importância dos Pré-Socráticos, dos estoicos e dos epicuristas, que foram os primeiros a investigar o designativo do termo *natureza*.

Sem focar de modo particular, cada uma dessas doutrinas filosóficas que elaboraram juízos acerca da temática *natureza*, pois isso demandaria longas e cansativas investigações que poderiam fazer perder o foco desta dissertação, vale destacar, em acordo com Japiassu (1985), que a interpretação dos fenômenos da natureza, nas Idades Antiga e Medieval, foi promovida pelo olhar diretamente perceptível dos filósofos que a compreendiam como uma totalidade viva e qualitativa em seus aspectos místico-sobrenaturais. O panorama apresentado por Lenoble (1969, p. 36) esclarece acerca dessa situação:

E o mundo sobrenatural também lá se encontra: os anjos, os demônios, os santos do Paraíso e, finalmente, o inundo fantástico que herdou das primeiras idades: os unicórnios, os dragões, os basiliscos tão reais, tão bem 'vistos como o resto.

Durante a Idade Média, anjos, demônios e os infindos seres que preenchiam o imaginário da época, auxiliaram a definir, conforme defende Lenoble (1969), a cosmovisão qualitativa. A metafísica clássica de Platão (428 a.C - 348 a.C) e Aristóteles (384 a.C - 322 a.C) e o Neoplatonismo de Santo Agostinho (354 - 430) acolheram, em um plano superior ao humano, os elementos imateriais e sagrados da natureza, seja na Idade Antiga ou na Era Medieval.

O imperceptível da natureza era abstraído por meio de complexas operações lógicas de silogismos. As metáforas metafísicas depositavam em Deus a responsabilidade pela criação e pelo funcionamento do cosmos. E o homem, crente na existência de um *lugar* superior, eterno e distante do seu mundo, contemplava com o olhar sensível as qualidades da natureza, na esperança de alcançar a imortabilidade de sua alma. Essa situação é explicitada por Hadot (2004, p. 54) da seguinte maneira:

Portanto, o grande segredo da Natureza é a própria Natureza, ou seja, a força, a razão invisível da qual o mundo visível é apenas a manifestação exterior. É essa natureza invisível que 'ama se ocultar', que se furta aos olhares. A natureza possui portanto um duplo aspecto: ela se mostra aos nossos sentidos na rica variedade do espetáculo que nos dão o mundo vivo e o universo e, ao

mesmo tempo, se oculta atrás da aparência, em sua parte mais essencial, a mais profunda e eficaz.

Como se sabe, os aspectos visíveis da natureza, da Idade Antiga e da Medieval, não eram observados com o auxílio de instrumentos ópticos. Sobre isso, discutir-se-á adiante. Por ora, é importante mencionar que foram muitos os fatores que levaram o homem medieval a valores morais ligados ao mítico e à religiosidade.

A proximidade entre os fenômenos da natureza e os valores morais pode ser percebida em ambos os períodos históricos. A influência mítica e a postura politeísta da Antiguidade foram o crivo para os pensadores elaborarem suas sentenças acerca do assunto. Assim, o Cristianismo, influenciado pela Patrística (séc. I a séc. VII), na Alta Idade Média, e pela Escolástica (séc. VIII ao séc. XVI), na Baixa Idade Média, foi a principal força a instituir uma ética paternalista entre os homens.

A ética paternalista cristã acontecia em oratórias proferidas e em exposições metódicas. Era mediante o discurso que se mostrava a importância da caridade e da esmola, condenando a ganância, a avareza e o egoísmo. Conforme Hunt; Shermann (1977) mostram, os homens ricos tinham uma obrigação especial: deviam encarar suas riquezas como dádivas de Deus e utilizá-las com discernimento em proveito do bem – estar de seus semelhantes.

Voltando à Antiguidade, Hesíodo (750 a.C - 650 a.C), em sua obra *Os Trabalhos e os Dias*, em uma narrativa de estilo poético, misturando em sua escrita fortes pressupostos mítico-politeístas, mostra claramente a relação entre os fenômenos da natureza e a moral entre os homens, na época. A medida (*moira*), contraposição à *hybris* (desmedida)² deveria ser respeitada para não provocar a ira dos deuses. Tempestades, enchentes, ventanias e todos os demais fenômenos destrutivos da natureza eram percebidos pelos homens como a manifestação violenta dos deuses punindo aqueles que desrespeitassem a justa medida.

Enquanto pastoreava nas campinas da Boécia, Hesíodo (1995) conta que do nada começou a ouvir vozes sublimes. Vozes suaves chamavam-no pelo nome e lhe diziam que, por ordem de Zeus, vieram para torná-lo poeta. Eram as Musas, filhas de Zeus, que, ao ensinarem poesia a Hesíodo, transmitiram para os homens o conhecimento da origem do mundo (cosmogonia) e a genealogia dos deuses (teogonia), segundo a tradição grega.

² "Hybris. Com este termo, os gregos entenderam qualquer violação da norma da medida, ou seja, dos limites que o homem deve encontrar em sua relação com os outros homens, com a divindade e a ordem das coisas. A injustiça nada mais é do que uma forma de *hybris*, porque é a transgressão dos justos limites em relação aos outros homens. Nesse sentido, Hesíodo dizia: 'Quando levada a cabo, a justiça triunfa sobre a *hybris*: o néscio só entende quando sofre'" (ABBAGNANO, 2007, p. 604).

Conta Hesíodo (1995), em sua *Teogonia*, poema épico escrito em 1022 versos, que, no princípio, existiam apenas quatro seres divinos: Caos (o vazio eterno), Gaia (a Terra), Tártaro (a escuridão) e Eros (o desejo amoroso). Do vazio eterno foram gerados dois tipos de escuridões: Êrebo (escuridão das profundezas) e Noite (escuridão da Terra). Noite, por sua vez, pariu Tânato (a morte), Hipno (o sono), a Sorte, o Éter e o Dia.

Gaia gerou um ser capaz de cobri-la toda: era Urano, o céu. Apesar de ser mãe de Urano, Gaia polarizou com este, dando origem aos Titãs Oceano (águas doces) e Cronos (o tempo), o mais jovem que foi nutrido por forte ódio ao pai. Gaia também gerou os violentos Ciclopes, os Trovões, os Relâmpagos, as montanhas, as águas primordiais e todos os demais ecossistemas para serem as moradas das Ninfas.

Nesse sentido, os fenômenos da natureza eram cobertos por semblantes invisíveis e eficazes, fazendo das forças divinas os principais elementos metafísicos a influenciarem a visão de natureza daquele período. Tais aspectos também são percebidos no sonho relatado pelo poeta grego Numênio, que viveu no séc. II.

Ele andava por uma floresta, aterrorizado pelos uivos dos animais selvagens, quando percebeu uma casa isolada na qual entreviu a silhueta de uma jovem nua, a quem pediu asilo. Mas a jovem respondeu: 'Afasta-se de mim e deixa de agredir meu pudor. Por que me trataste como uma prostituta?' Então o poeta acordou, e aprendeu assim que nem tudo deve ser exposto a todos, e que aquilo que a Natureza nos manda olhar deve ser revelado apenas a um pequeno número e a pessoas de bem (HADOT, 2004, p. 84).

O sonho de Numênio faz pressentir a dimensão metafísica da natureza. Interpretando o sonho do poeta, Porfírio (234 - 301), pupilo de Plotino (205 - 270), entendeu, segundo Hadot (2004) que a mulher nua simbolizava, ao mesmo tempo, a simplicidade e o caráter transcendente da natureza, ligados à beleza de Demiurgo. A nudez, para Porfírio, nesse sentido, representava as forças incorpóreas revestidas pela corporeidade dos estatutos ontológicos da natureza.

A beleza e a perfeição das forças incorpóreas da natureza, por sua vez, não eram contempladas pelos profanos. Impuros e corrompidos pelos desejos da carne, os promíscuos não reconheciam o imaterial-espiritual da natureza, por estarem presos às vicissitudes da realidade mundana.

Ao contrário, o desvelamento das potências divinas oferecia êxtase somente aos sábios. Considerados excelentes, por saberem interpretar os mitos e reconhecerem que os aspectos visíveis da natureza são invólucros das manifestações divinas, os sábios da Antiguidade, em

sua nudez carnal, i.e, em seu estado incorpóreo, ficariam embevecidos pelo magnífico esplendor metafísico das divindades.

Mostrando que o discurso concernente à natureza deve ser mítico, para defender o politeísmo clássico frente ao impulso do Cristianismo que começava a se difundir pelo Ocidente, Porfírio foi considerado pagão na Idade Média³. Se, para ele, as forças incorpóreas e divinas da natureza se ocultavam em formas visíveis, da mesma maneira as tradicionais cerimônias religiosas ocultavam os mistérios mais essenciais e a plenitude da natureza.

Porfírio, aliás, parece ter ligado o caráter religioso das cerimônias religiosas à dissimulação própria aos demônios. A natureza se oculta porque as almas divinas e demoníacas precisam de corporeidade e por isso devem ser conhecidas primeiramente de modo mítico. Os demônios, também eles gostam de se ocultar, e o simbolismo das cerimônias religiosas corresponde a essa propriedade dos demônios (HADOT, 2004, p. 90).

Esse mesmo aspecto mítico, substancial e oculto da natureza, é percebido em quase toda a Idade Média. Porém, com forte influência religiosa do Cristianismo. Portanto, é certo que o Cristianismo exerceu papel fundamental na constituição da cosmovisão medieval. A filosofia patrística e a escolástica, segundo Koyré (1991), retornaram, contudo, ao conteúdo filosófico clássico da Antiguidade, para justificar a existência e a legitimidade do Cristianismo. Assim, a filosofia da Idade Média é uma filosofia religiosa, crente na existência de um Deus Uno, Criador e Transcendente. Sobre essa situação, o autor escreve:

Com efeito, como não reconhecer a inspiração profundamente religiosa de Platão? Como não ver no seu Deus o próprio Bem transcendente, ou seja, o Demiurgo que constrói o Universo para o bem e que, para dizer a verdade, só cria o bem, como não ver nisso algo de semelhante ao Deus das religiões da Bíblia? O tema da alma cristã tema constante entre os pensadores da Idade Média, pode encontrar prova mais bela do que o exemplo de Platão? (1991, p. 30).

É em um complexo trâmite de relações entre doutrinas filosóficas e a religião cristã que a cosmovisão medieval se definirá. As temáticas metafísicas, assim como na Antiguidade, foram os pressupostos centrais nos conhecimentos elaborados durante a Idade Medieval, oferecendo à natureza, como consequência, aspectos qualitativos concetados às propriedades imateriais, místicas e sagradas.

³ Aquele que não foi batizado. Adepto de qualquer religião que não adota o batismo, ou, adota o politeísmo.

Exemplo dessa situação são os diálogos platônicos *Fédon* e *Timeu*. Neles o filósofo defende, consecutivamente, a imortabilidade da alma e a criação do cosmos. A justificação, tanto da imortabilidade da alma como da criação do cosmos é dada pela Teoria das Formas, do filósofo. Disse ele no diálogo *Fédon*, através do personagem Sócrates:

A alma humana, antes do nascimento [antes de prender-se ao cárcere do corpo], teria contemplado as idéias enquanto seguia o cortejo dos deuses. Encarnada, perde a possibilidade de contato direto com os arquétipos incorpóreos, mas diante de suas cópias [os objetos sensíveis] pode ir gradativamente recuperando o conhecimento das idéias (PLATÃO, 1979, p. 54)⁴.

As apresentações de Koyré (1991) e Platão (1979) revelam a importância da relação entre a metafísica antiga e o Cristianismo na constituição da cosmovisão medieval. A alma imortal e transcendente, oculta, porém parte mais essencial da natureza humana, conhece a verdadeira realidade material em um mundo inteligível, imaterial e infinito. O Hiperurânio⁵, mundo com as mesmas propriedades inteligíveis da alma, abriga a alma anteriormente à reencarnação. A alma no Hiperurânio, por sua vez, contempla as verdadeiras formas, agora esquecidas pela finitude e contingência dos corpos físico-finitos.

Abbagnano (2007) mostra que, até meados do século VI, o Cristianismo aceitava a Doutrina da Reencarnação. Porém, em 553, no Segundo Concílio da Constantinopla, a Doutrina da Reencarnação foi condenada pelo imperador Justiniano (483-565). Devido aos infortúnios carnis cometidos por sua esposa Teodora, a ideia de Reencarnação foi substituída pela noção de Ressurreição.

O mesmo misticismo está presente na cosmologia do *Timeu*. Responsável por criar a alma humana antes do corpo, Demiurgo⁶ criou o céu e o tempo em semelhança com a eternidade da alma. Ao criar as almas, Deus ensina aos homens o Todo da natureza. Porém, como consequência, ensina-lhes também os devaneios da paixão. Dominá-las significa viver em acordo com a justa medida. Os que vivessem em acordo com esta, voltariam para o céu e viveriam como deuses. Os que não a respeitassem, por sua vez, estariam submetidos aos desprestígios da reencarnação.

⁴ As escritas dentro dos colchetes indicam grifos pessoais.

⁵ "A região 'além do céu', na qual, residem as substâncias imutáveis que são objeto da ciência. Trata-se de uma região não espacial, pois para os antigos o céu encerrava todo o espaço, e além do céu não haveria espaço. Essa expressão, portanto, é puramente metafórica" (ABBAGNANO, 1998, p. 581).

⁶ "Demiurgo, o artífice do mundo. Essa palavra tem origem em *Timeu* de Platão. Nessa obra, a causa criadora do mundo é atribuída a uma divindade artífice que cria o mundo à semelhança da realidade ideal, utilizando uma matéria informe e resistente que Platão chama de matriz do mundo" (ABBAGNANO, 2007, p. 276).

No íterim (re)interpretativo das doutrinas filosóficas clássicas, o Neoplatonismo da Patrística auxiliará a conformar uma visão de natureza independente da função dos olhos. O verdadeiro significado dos fenômenos cósmicos não é encontrado nas realidades sensíveis, mas nas realidades mais elevadas da fé. Esse panorama é bem apresentado por Koyré (1991, p. 30-31) da seguinte maneira:

Foi a leitura dos livros platônicos que levou Santo Agostinho a Deus. Foi naqueles livros, conforme ele próprio nos conta em páginas inesquecíveis, que sua alma atormentada e inquieta, agitada pelo espírito do mal reinante no mundo, a ponto de se admitir a existência de um Deus do Mal, de um Deus mau ao lado de um Deus bom, descobriu que há um único Deus. Foram os platônicos que ensinaram Santo Agostinho que Deus é o próprio Bem criador, fonte inesgotável de perfeição e beleza. O deus dos platônicos - o mesmo, segundo Santo Agostinho, que o da religião cristã - constituiu o bem que, sem o saber, seu coração angustiado sempre procurou: o bem da alma, o único bem eterno e imutável, o único que vale a pena perseguir.

Para Santo Agostinho (354 - 430), a verdade não reside no mundo físico material, ligado ao pecado e aos desejos da carne. Pupilo de Santo Ambrósio (340-397), Santo Agostinho seguiu o mesmo pensamento de seu mestre, expressando a limitação do empírico e a transgressão do corpo, frente à perfeição e à plenitude divina.

Essa dicotomia entre os *a-posteriores* do mundo sensível ligados ao homem revestido pela carne e os *a-prioris* religiosos concernentes à transubstanciação da matéria, são destacados por Lenoble (1969, p. 35) da seguinte maneira: "[...] não pode ser sem pecado, pois a terra é como um lugar de tentações e a carne um apelo à corrupção". Para alcançar as verdades imutáveis do mundo, o homem precisaria desprender-se de tudo aquilo que é material - corruptível - e aproximar-se cada vez mais de Deus, fonte única do verdadeiro conhecimento.

Os fenômenos da natureza na Idade Medieval eram explicados por causas muito distantes da empiria humana. A importância demasiada à alma do homem, concedida por Deus, escondida, mas revelada pelas experiências religiosas e pelos saberes *a-prioris*, tornava obscura e misteriosa a aparência sensível dos estatutos ontológicos da natureza, marcando a oposição entre homem-natureza e espírito-matéria.

A explicação dos fenômenos da natureza estava centrada em valores morais transcendentais e qualitativos, que preenchiam a afetividade dos homens. Em conformidade com Bauab (2012), a noção de natureza, elaborada a partir da personificação de Deus, tornava ofuscada a legitimidade ontológica dos seres desta. Pois, para alcançar as verdades eternas e imutáveis dos fenômenos cósmicos, o homem deveria afastar-se progressivamente da realidade *a-posteriori*, para alcançar a verdadeira felicidade diretamente ligada ao *a-priori* de Deus.

Assim, o físico estava subordinado ao metafísico. Na época em que predominava a concepção geocêntrica, em que as esferas cristalinas com movimentos circulares expressavam a perfeição e a incorruptibilidade dos corpos supralunares, ora concebidos como manifestação divina, ora concebidos como as próprias divindades, o conteúdo empírico da natureza, teorizado e canonizado pelos escolásticos medievais, harmonizava-se com os princípios morais da Escritura.

E, nesse sentido, não foi apenas a doutrina platônica canonizada⁷. O Aristotelismo também o foi. São Tomás de Aquino (1225 - 1274), utilizando-se dos pensamentos do mestre do Liceu, promoveu uma (re)interpretação, adaptando-a ao Cristianismo. A *Suma Teológica*, nesse sentido, retoma a metafísica clássica do Aristotelismo, para fundamentar as provas da existência de Deus.

O grau de pureza ontológica de Deus é expresso pela Sua necessidade de existência, enquanto forma, sem matéria. Ao passo que a *physis* é imperfeita, devido à conjunção de matéria e forma de seus estatutos ontológicos.

Contudo, há, no tomismo, o prevalecer daquele tipo de relação metafísica entre *physis* e *logos*, em que a primeira é vista somente, dado o seu estado de imperfeição, enquanto sombra de uma plenitude distante, agora escalonada – pelo tomismo já no século XIII –, verticalmente, nas graduações da perfeição dos seres, indo daqueles compostos, surgidos pela conjunção forma matéria, até aquelas inteligências que dadas a sua proximidade com Deus, subsistem por si mesmas, enquanto forma, sem matéria (BAUAB, 2005, p. 73).

Neste sentido, imaginando-se em uma escala vertical, encontrar-se-ia na base tudo aquilo que, na natureza, é constituído de matéria e forma. Afastando-se do particular e contingente, e aproximando-se do cume, estar-se-ia alcançando a inteligibilidade de Deus e, conseqüentemente, a percepção dos sentidos a tudo aquilo que permaneceu no sopé da escala, ficaria destituída de importância.

"Aqui, os conteúdos do mundo seriam, necessariamente, derivações de Deus, resquícios do que Nele plenamente se faz contido. Neste sentido, os conteúdos (re)ligariam a Deus. Tudo se inicia e encerra na religião" (BAUAB, 2012, p. 19).

Em conformidade com o autor, revela-se a subordinação dos aspectos visíveis da natureza à ordem metafísica dos fenômenos. A verdadeira realidade não estava estampada nos

⁷ Deve-se salientar que, quando se usa o termo canônico/canonizado, está-se referindo à re(interpretação) que Santo Agostinho e São Tomás de Aquino fizeram das doutrinas platônica e aristotélica, para justificar o Cristianismo.

fenômenos visíveis. Estes eram apenas invólucros da manifestação divina de um Deus personificado na imagem de um Pai.

A realidade essencial, escondida por trás das simples aparências ontológicas da natureza, i.e, o invisível, não era acessível aos homens através da empiria. O caminho à realidade oculta de Deus estava relacionado diretamente aos *a-prioris* do saber religioso e a uma perspectiva simbólica de mundo, representada pelas palavras das Sagradas Escrituras.

Os processos epistemológicos guiados pelas regras da lógica de silogismo, aliados às dinâmicas feudo-sociais intrínsecas dos dogmas religiosos, defendidos pelos canônicos, depositavam em Deus a responsabilidade pela criação, ordenação e funcionamento da natureza.

Esse Deus personificado na figura de Jesus Cristo, que criou o universo, os animais e a raça humana, Belo e Bom em sua natureza, pelos discursos paternalistas proferidos pelos membros da Igreja, despertavam as verdades da fé no indivíduo, tornando-o um elemento pertencente à trama divina e ao drama da salvação. Essa situação é bem apresentada por Bauab (2012, p. 18) da seguinte maneira:

Neste sentido, a natureza, dessacralizada em certa medida para que o homem cumprisse o castigo da Queda, ainda falava ao homem o significado da Criação. Amigável no possibilitar da vida; inimiga na atuação enquanto sujeito que requer uma reação do homem após a maldição do solo oriunda do pecado original.

A criação do mundo, antecedente à Queda, é apresentada no *Gênesis*. Criada a mulher, a partir da costela de Adão, veio a Queda com o pecado original. A partir daí, a Terra torna-se a morada do homem, onde Bem e Mal se tornam plenos na dramaturgia em que a criatura mundana, recém-existente, deveria ser conduzida à unidade da Criação, pela crença fiel nas Sagradas Escrituras. Nesse sentido, a experiência do espaço real estava intimamente ligada à experiência religiosa.

Nos primeiros séculos da Idade Média, com o homem disposto na Terra para cumprir o castigo da Queda, o desenrolar do intento divino, inseparável do elemento humano, culpado por se entregar às viciosidades da carne, acabou por oferecer o tipo de reflexão interior independente dos sentidos, tornando o *logos* legítimo na apresentação da realidade em seu grau mais elevado.

Apesar de o *logos* apresentar o sentido mais pleno e perfeito da vida dos homens, Bauab (2005) defende que o homem medieval não desprezou, de maneira alguma, sua capacidade intelectual para transformar o meio e adequá-lo aos seus anseios. A capacidade criativa do homem, próxima do pecado original por estar ligada aos conhecimentos *a-posterioris*, segundo

o autor, coincide, no plano prático, com o tipo específico da atividade desenvolvida pelo campesinato medieval.

Em acordo com Japiassu (1985), a imagem qualitativa da natureza estava bastante associada à estreita relação entre religião e trabalho. Com a agricultura constituindo a atividade dirigente da economia feudal, e a religião permanecendo como manancial poderoso e influente, a relação que o homem mantinha com a natureza era orgânica. A prática servil não mecanizada por técnicas complexas e os discursos paternalistas do clero influenciados pelo Neoplatonismo escolástico, ofereceram trânsito ao metafísico, imensurável e imaginável, emblemando a natureza em seus aspectos imateriais, místicos e sagrados.

A realização das tarefas campesinas, árduas e custosas, devido à ausência de técnicas complexas, segundo Bauab (2005), eram vistas como responsáveis por (re)configurar a ordem das coisas do mundo, condizentes ao tipo de natureza que precedeu à Queda.

Porém, nesse trabalho manual em que a força muscular era apenas complemento dos instrumentos agrícolas, sem destacar o caráter instrumental-revolucionário, como acontecera no século XVII, as relações cotidianas, no nível da prática, não estavam assimiladas à posse e ao controle da natureza. Pois, conforme salienta Bauab (2005), na época da Escolástica (aproximadamente, entre 1100 e 1500), o instrumento técnico não teve seu valor reconhecido, por não estar incorporado legitimamente na autoridade das Sagradas Escrituras. Esses aspectos apresentados por Bauab (2005) também são apresentados por Lenoble (1969, p.57) da seguinte maneira:

Tão próximo ao mesmo tempo de nós e do céu dos bem-aventurados, o cosmos é, além disso, disposto por Deus para ser, na sua parte inferior, a morada, e nas suas altas esferas o ensino do homem. O homem é o centro dele não apenas pelo lugar que ele ocupa, mas pela destinação que deve receber cada corpo do sistema. A ideia antiga, segundo a qual a lei da física é a 'figura' da lei moral, foi cristianizada, sem ser abandonada. As coisas explicam-se pelo seu fim, e o seu fim, para o cristianismo, é a salvação do homem.

Sendo o mundo perceptível repositório das palavras de Deus, em que os fenômenos da realidade empírica estavam igualados ao conteúdo das Sagradas Escrituras, a vida dos homens estava preenchida por abstrações simbólicas. As impressões do Deus cristão estavam estampadas no mundo e marcadas por significações que se estendiam para muito além da ontologia da natureza apresentada aos sentidos.

O mundo sensível era a imagem de uma realidade mais perfeita, mais substancial e essencial do que o empírico. Além de definir valores morais entre os homens, essa *realidade*

metafísica expressava a fecundidade de Deus. Essa ideia de natureza condizente aos pensamentos escolásticos, por sua vez, afirmava que o cosmos era regido por uma ordem natural emanada por Deus. Porém, mesmo sendo a Terra destinada aos homens e a regência da natureza atribuída a Deus, a estrutura cosmológica era independente do drama humano.

Enquanto a natureza era concebida como uma construção livremente ordenada por Deus, o homem deveria livrar-se do pecado da Queda, encontrando, na natureza, as marcas metafísicas que o (re)ligariam com o divino. A luta contra o pecado, assim, fazia triunfar a representação mental do cosmos como um jogo de fenômenos engendrados e representados pelas palavras da Bíblia.

A solução dos problemas da vida dos homens não se encontrava na natureza material captada pelos sentidos, mas, na alma humana no Paraíso. Como um antídoto religioso, era o Paraíso que refugiava próximas de Deus as almas imortais dos humanos, depois de libertadas das transgressões e da contingência do corpo humano.

Assim, o rico espetáculo do universo, apresentado ao olhar nu e sensível do homem medieval, oferecia credibilidade para o trânsito do imensurável, do metafísico e do imaterial. Elementos, estes, pertencentes à parte mais essencial, profunda e eficaz da natureza. Em acordo com Lenoble (1969), essa interpretação da natureza promovia o tipo de explicação vertical, em que os fenômenos visíveis estavam ligados a causas transcendentais. Tal situação, é apresentada por Hadot (2004, p. 53) da seguinte maneira:

Finalmente, quer se trate de fenômenos inexplicáveis ou difíceis de perceber, ou ainda provocados por causas e, especialmente, por forças secretas desconhecidas, a ideia de segredo da natureza supõe sempre uma oposição entre o visível que aparece, o fenômeno, e o que se esconde por de trás dessa aparência, o invisível. Essa oposição, aliás, encontra-se desde o princípio do pensamento grego.

Voltando à influência do Aristotelismo na constituição da cosmovisão medieval, naquela doutrina cosmológica que prevaleceu por, aproximadamente, dez séculos, pode-se perceber um exemplo referente ao tipo de explicação vertical dos fenômenos da natureza, que supõe a oposição entre o visível-físico e o invisível-metafísico.

Para Aristóteles (1995), ato e potência são imanentes das próprias coisas da natureza. A relação entre ambos - ato e potência - expressa o princípio de movimento interior a cada ser da natureza. Cada ser da natureza, para o filósofo, possui, em sua própria natureza concreta, esses princípios imanentes do movimento, que são definidos da seguinte maneira:

O ato é o princípio da agente, pois um agente o é tal, enquanto em ato. O ato, portanto, só se dá no que está em ato. O que está em ato antecede ao que está em potência. O que está em ato é necessário ao que está em potência, pois é aquele o sustentáculo do que é potencial. O que está em ato naturalmente move (realiza uma moção). Tudo quanto está em ato ou é uma forma subsistente ou tem sua forma em outro. Todas as coisas podem ser divididas em ato e potência[...]. A potência não é um princípio agente. O que está em potência reduz-se ao ato, por algo que já está em ato. Potência e ato são as primeiras diferenças do ser. O que está em potência, é algo que também está em ato, não sob o mesmo aspecto. O que está em potência, naturalmente se move por outro que está em ato (ARISTÓTELES *apud* SANTOS, 1958, p. 20-26).

Para exemplificar o caráter metafísico da natureza, na Idade Antiga, propõe-se a seguinte situação: Um bosque natural de floresta atlântica composto, basicamente, por araucárias. Frutos destas são os pinhões. Devido ao movimento natural da planta, os pinhões tendem cair no chão. Com o passar do tempo, novos brotos de araucárias surgem. O pinheiro que gerou o pinhão que se transformou em broto, está em ato para o broto que cresce. Porém, o broto que cresce tem potência de se desenvolver e dar frutos. Assim, o pinhão dessa araucária terá potencialidade de gerar outra araucária. E, novamente, no momento em que o broto é gerado, a araucária, da qual foi gerado o pinhão que, no solo, germinou e gerou o broto, está em ato para o broto que cresce e se desenvolve potencialmente. Isso esclarece que "[...] toda potência é sempre de algo determinado, quanto ao tempo, quanto ao modo e quanto a todas as outras condições que fazem parte da definição" (PERINE, 2006, p. 56).

Com efeito, Aristóteles (1995) defende que a coisa em ato deriva de uma coisa em potência, a qual sempre está por outra coisa, em ato. A contraposição entre ato e potência, que não exclui seu caráter indissociável, é a seguinte: o pinheiro brota, cresce e em seus galhos desenvolvidos nascem os frutos: as pinhas. Estas, por sua vez, em contato com o solo podem germinar ou não. Suponha-se que pinhão germine⁸.

Então, a semente está em potência para o broto, o broto em potência para a árvore, e a árvore em potência para os frutos. Porém, torna-se ato o pinheiro que gerou naturalmente a semente que iniciou esse processo. Esse pinheiro está em ato para o broto, ao passo que o broto está em potência para a árvore, e a árvore para os frutos.

Ou seja, "[...] existe sempre um movente que procede, e o movente já deve ser em ato [...] tudo que vem a ser algo deriva de algo, torna-se algo por obra deste algo, e que o agente é especificamente idêntico ao que é produzido" (ARISTÓTELES, 1995, p. 419).

⁸ Se o pinhão não germinar, não gerando outra araucária, o movimento da natureza não se interrompe. Pois, mesmo que a semente não germine, não gerando outra árvore, a semente poderá em seu não-ser, nutrir o solo com suas partículas ou servir de alimento a insetos, aves ou qualquer outro animal.

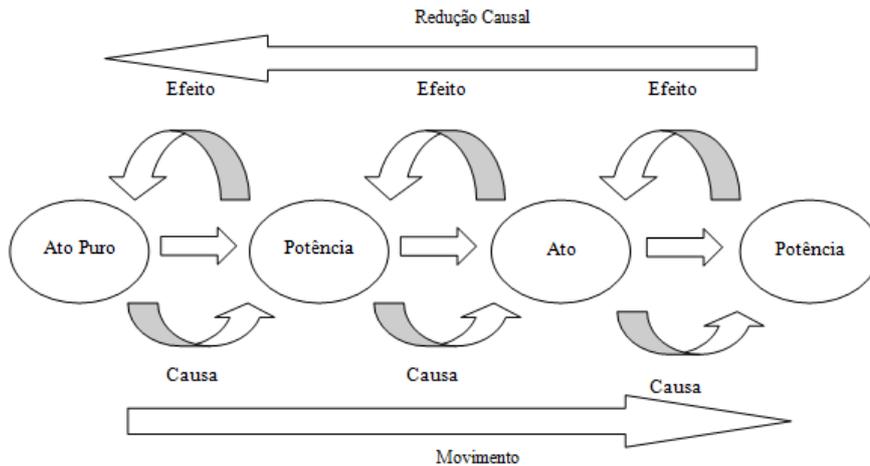
No entanto, no instante em que o pinhão germina no solo, ele se corrompe, passando a ser o não-ser. A partir desse corrompimento⁹, o broto terá potencialidade de ser árvore. E, vindo a ser árvore, o broto corrompe-se, passando do não-ser ao ser da árvore. Deve-se salientar que o pinhão-semente, anteriormente a ser o não-ser, é a causa e a origem de outro movimento natural: do broto em potência para a árvore. E, assim, pode-se destacar o processo natural em seu modo completo, a saber: anteriormente ao movimento do broto para a árvore, há o movimento da semente para o broto. A semente, ao germinar, tora-se o não-ser da semente, para ser o broto. Este, nutrido pelos minerais da terra, cresce e, na medida em que cresce e se desenvolve, torna-se o não-ser do broto, para ser o ser natural árvore. Quando essa árvore der frutos - pinhões - que, eventualmente tendem a cair no solo, iniciando-se novamente o processo natural, a árvore, rígida e forte, é ato e não potência, tanto da germinação do pinhão como da planta desenvolvida em seu estado mais completo. Assim, o ato corresponde, em sentido temporal, ao ser do qual derivou a potência do broto ou da árvore. Fica claro, assim, que:

Não há entre ato e potência uma distinção absoluta que os separa totalmente, porque o ato, nas coisas corpóreas[...] é a potência realizada, e a potência é o ato a vir, ou seja, o ato a realizar-se que se efetiva no que já está em ato, mas que não atualizou todas as suas possibilidades[...]. Num corpo naturalmente contínuo não é possível distinguir potência e ato (ARISTÓTELES, 1958, p.146-147).

Em conformidade com a exposição, embora não se consiga distinguir, nos seres da natureza em estado natural, o ato e a potência, devido a seus movimentos contínuos, pode-se afirmar, de acordo com Perine (2006), que ambas as noções aristotélicas não podem ser concebidas separadamente e que somente se pode captar o significado do ato se junto for captado o significado da potência. Figura 1:

⁹ "O que se corrompe é. O nada não pode corromper-se, porque o nada não é. O que se corrompe transita de um contrário a outro contrário. A corrupção dá-se do ser que é, para não ser o que era. A corrupção implica, portanto, o não ser [...]. Há na corrupção uma afirmação da negação, e consiste ela na privação de uma forma da substância, ou seja, uma mutação de ser para não-ser. É tal não se da no tempo, pois é instantânea. O contrário da corrupção é a geração, pois a corrupção de um ser é a geração de um outro" (SANTOS *apud* ARISTÓTELES, 1958, p. 21).

Figura 1 - Cadeia causal do Ato Puro Aristotélico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Partindo dos efeitos produzidos pela potência, na redução da cadeia causal, a causa de tal efeito será sempre a do ato, que é sempre anterior ao efeito produzido pela potência. No entanto, a causa eficiente, princípio fundamental na filosofia aristotélica, é o Ato Puro que, por ser considerado Deus, é desprovido de matéria e responsável por acionar o movimento dos demais corpos da natureza compostos de matéria e forma. No entanto, é preciso ressaltar, em conformidade com Abbagnano (2007), que a forma do Ato Puro Aristotélico difere das formas dos demais corpos da natureza, por ser uma forma isenta de matéria, imutável e perene.

Deus é o Primeiro Motor imóvel dos céus; e, como o movimento dos céus é contínuo, seu motor não só deve ser eternamente ativo, mas deve ser, por natureza, atividade, absolutamente desprovido de potência. E, como potência é matéria, o Ato Puro é desprovido de matéria (ABBAGNANO, 1997, p. 104).

Considerando-se que a causa da potência é o ato e que o efeito produzido pela potência deriva de algo sempre em ato, a redução causal entre os corpos da natureza, para Aristóteles (1995), exprime que o Princípio Movente dos corpos da natureza, o Ato Puro, por ser considerado Deus, é o primeiro motor eternamente ativo e, por sua natureza, desprovido de uma potência ou de uma causa antecedente.

Mesmo criminalizando o saber aristotélico, os canônicos medievais haviam reconhecido o conjunto de condições favoráveis, expostas por Aristóteles, para a constituição de uma cosmovisão adequada às Sagradas Escrituras. O século XIII, resalta Bauab (2009), foi um importante marco para as formas de pensar a natureza, pois Aristóteles será cristianizado,

trazendo profundas mudanças na teologia cristã e na concepção de homem-natureza, no período medieval.

Se, em Aristóteles, a relação entre ato e potência explica o movimento da natureza sem a presença de um agente externo como, por exemplo, a figura de Demiurgo, em São Tomás de Aquino, principal cristianizador do Aristotelismo na Idade Média, a hierarquia do universo dada a partir da perfeição de Deus, fornece a distinção entre as diferentes potências ordenadas no mundo.

Sendo o princípio de tudo o que existe, o Deus tomista manifesta-se por participação e analogia em todos os entes existentes. As existências (ontológicas) dos entes, por serem derivações da Perfeição Divina, logo existem, pois a existência dos entes, enquanto seres derivados da plenitude suprema e imutável, participam analogicamente da atividade primeira, ou seja, de Deus. O ente - todo o ser criado - exerce o ser, porque é criatura derivada do Ser Primeiro. Ato Puro.

Assim, o ente é portador do sentido de ser, porque carrega o ser intrínseco à sua natureza. Mesmo que o ser de Deus se manifeste por meio das criaturas (entes), Deus não se apresenta em toda sua totalidade e plenitude. Ele permanece como um mistério para os homens.

Por isso, o ato de ser de Deus é infinito. Por isso, também, que, em São Tomás de Aquino, fala-se em Deus através dos atributos dos entes. Somente Deus possui seu próprio ato de ser em plenitude e de forma absoluta. Somente Ele possui a própria essência, que é a própria existência sem movimento, eterna e perene. Existência diferente das graduações análogas das demais criaturas finitas da natureza, compostas pela junção de matéria e forma. As criaturas, ao contrário, sempre estão em busca, em potência para a atualização, para a perfeição do seu ser. Essa hierarquia de seres na natureza, em sentido metafísico, é bem apresentada da seguinte maneira:

A própria hierarquia que São Tomás de Aquino criou explicitando a existência de diferentes tipos de anjos expressaria esta desvinculação entre saber prático e teórico existente no transcorrer da Idade Média. Assim, os anjos, em São Tomás de Aquino, se mostram hierarquizados de acordo com as funções imanentes à sua existência. Tal hierarquia estrutura-se a partir dos anjos e arcanjos, condenados à realização de milagres e missões junto aos homens, chegando até os serafins e os querubins que constituem sua existência na contemplação, passando pelas ordens intermediárias que se dedicam às funções de comando que requerem mais prudência do que técnica" (BAUAB, 2005, p. 59).

No contexto apresentado pelo autor, em que os saberes *a-prioris* apresentavam-se como sapiências superiores às atividades práticas, o homem medieval, próximo da natureza por não

conhecer as técnicas complexas oriundas dos processos históricos e epistemológicos da Modernidade, lutava pela sua sobrevivência, modelando progressivamente os meios de subsistência em condições que lhe permitiam tornar-se criatura viva em um mundo extremamente árduo e intrincado por esforços associados à reconstituição daquela natureza sacralizada, antecedente a Queda.

Não sendo um sujeito que desenvolvia um saber operativo frente ao mundo natural, o homem medieval retirava da natureza os seus mecanismos de autodesenvolvimento. As causas transcendentais, seja o artífice Demiurgo, o Ato Puro aristotélico ou o Ser Primeiro tomista, foram responsáveis por consagrar os fenômenos da natureza. O labor humano, por sua vez, permitia ao homem re(encontrar) sua unidade divina, perdida com o pecado original.

Nesse sentido, não eram os abusos das técnicas complexas que permitiam ao homem re(encontrar) sua unidade paradisíaca perdida, mas a função específica do cérebro, órgão da inteligência. Era a inteligência voltada aos saberes *a-prioris* que caracterizava o homem medieval. Homem crente na existência de um Paraíso apaziguador dos tormentos da alma e apto ao desempenho do trabalho manual.

Na Idade Média, além de cuidarem das terras, homens, mulheres e crianças faziam a colheita, moíam grãos, construíam pontes, estrada e moinhos. Vivendo em cabanas cobertas de palhas, com piso batido, e com o interior escuro e esfumaçado, o homem medieval construía objetos bastante simples para sua sobrevivência, como mesas e bancos talhados na madeira, de modo rudimentar.

Hunt; Sherman (1977) mostram que 80% da população medieval desempenhavam tarefas campesinas. Entretanto, o desempenho desse labor, em que o esforço braçal era o principal fator, significava uma forma de punição de Deus.

Os moinhos movidos à água e a vento, construídos a partir de 1180, a bússola inventada por Alexander Neckam, em 1180, o ímã fabricado por Roman d'Enéas, em 1160, o sabão em pedra e o papel de linho, podem ser destacados como alguns exemplos de invenções, marcando a época e caracterizando o modo de vida medieval.

Os moinhos, defendem Hunt; Sherman (1977), foram de extrema importância econômica para o período medieval, pois potencializaram a utilização dos recursos naturais, trazendo para o homem medieval melhor qualidade de vida e também o alargamento de uma classe ociosa.

Outro grande avanço nas tarefas campesinas da época medieval foi o pisão. Este substituiu a pisagem de pés humanos pela batida de martelo sobre o tecido. A força da água colocava em ação os martelos através de um tambor giratório, preso ao eixo da roda-d'água. O

movimento completo dos martelos, assim, era acionado por apenas um homem. Este deveria averiguar o movimento do tecido nas calhas, para garantir o funcionamento correto do pisão. Apesar de ainda ter pouca utilização pelos medievais do século XII e XIII, esta não deixa de ser uma invenção importante para eles.

Os monges, segundo Bauab (2005), também foram responsáveis por apregoar uma forma de encarar a utilização da força de trabalho como uma ação punição de Deus. Com o desenvolvimento dos mosteiros, o trabalho braçal dos monges serviu de exemplo para os fiéis cristãos medievais. De indigno, o homem medieval deveria trabalhar para se tornar virtuoso e próximo a Deus.

Diante desse panorama, *A Vida no Campo*, afresco desenhado por Ambrogio Lorenzetti (1290-1438), entre 1337 e 1340, revela bem o protótipo do homem medieval.

Figura 2 - A Vida no Campo, 1337 - 1340.



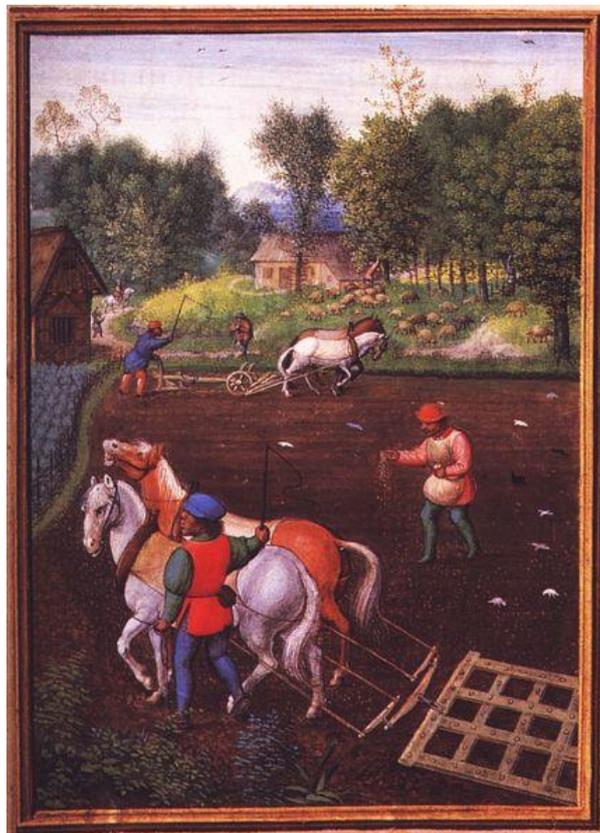
Fonte: *A Vida no Campo* (1337 - 1340) de Ambrogio Lorenzetti. Disponível em <<http://www.flickrriver.com>>. Acesso em 2. nov. 2015.

A vida camponesa do homem medieval, simples, embora árdua devido ao labor exaustivo promovido pela força braçal, estava preenchida por semblantes invisíveis e metafísicos que os motivavam a trabalhar. O contato próximo à terra, seja com a enxada ou com o arado, aliado aos valores religiosos, remeteu a uma visão de natureza concreta e, ao mesmo tempo, ligada à dramaturgia da realidade humana, frente à salvação da alma.

Embora, no afresco de Lorenzetti, apareça o arado movido por apenas um boi, Hunt; Sherman (1977) revelam que, como consequência do crescimento da produtividade agrícola, através do sistema de rodízios em três campos e do conhecimento das estações do ano, os medievais aumentaram cerca de 50% a produtividade na mesma proporção de terra trabalhada. Fato que acabou gerando inovações nos arados utilizados pelos camponeses. Pois a sobra de alimentos poderia alimentar mais animais e, assim, os bois passaram a ser substituídos progressivamente por cavalos que tornaram mais rápida a aragem da terra e o transporte de cargas.

Essa situação é percebida, no quadro *Setembro*, desenhado por Simon Bening (1483 - 1561), no ano de 1557. Apesar de a obra não ser elaborada durante a Idade Média, ela serve muito bem para exemplificar o panorama expresso.

Figura 3 - Setembro, 1577.



Fonte: *Setembro* (1572), de Simon Bening. Disponível em < <http://www.flickrriver.com>>. Acesso em 3 nov. 2015.

Essa inovação, instituída nas relações de trabalho do período medieval, objetivou, segundo Hunt; Sherman (1977), superar a crise de abastecimento emergente com o fim do Império Romano. Com a incorporação dessas técnicas de caráter não revolucionário-mecânico, a agricultura medieval, segundo os autores, estava dividida em três tipos de domínio fundiário,

que, por sua vez, ensejavam três tipos de sistemas de produção, a saber: 1) as terras de uso do senhor feudal; 2) as terras de uso comunal, mas de posse legítima do senhor feudal, e 3) as terras dos camponeses sob ônus da corveia e herdadas pelos senhores feudais. Além desses três tipos de sistemas de produção, os servos detinham uma pequena área, cercada junto a suas residências, destinada ao cultivo de frutas e legumes. Estas, denominadas parcelas.

Nas terras de uso do senhor feudal, a agricultura desenvolvia-se em maior escala, onde trabalhavam os servos - possuidores das parcelas - e os assalariados, sem a posse das parcelas. Toda a produção obtida nessas terras pertencia ao senhor feudal, que cuidava da alimentação e das necessidades dos agricultores.

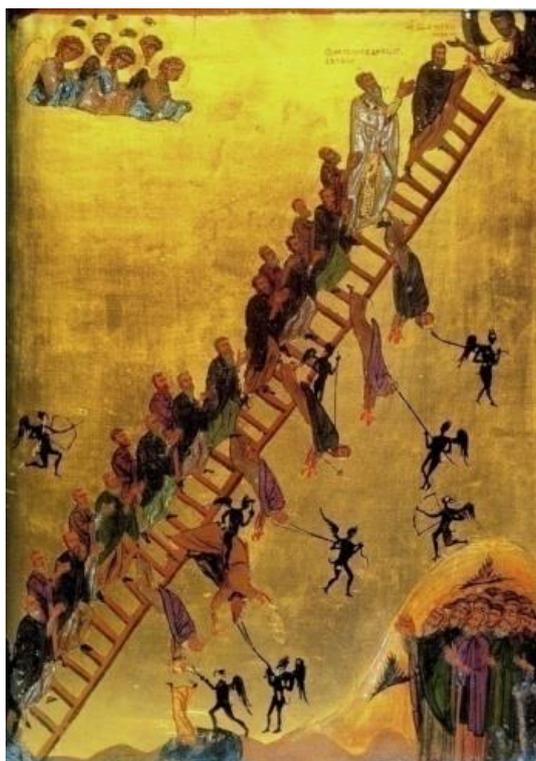
Em conformidade com Hunt; Sherman (1977), as terras de uso comunal geralmente eram pradarias, pântanos e florestas, onde os aldeões tinham seus animais dispostos para a produção de lã, carne, leite ou para a própria força animal, convertida em trabalho tracionado para mover os arados e as carroças. Dessas terras também retiravam-se o carvão mineral e as madeiras para suas necessidades energéticas e artesanais, como bem representa a Figura 2, o afresco de Ambrogio Lorenzetti.

Nas terras dos camponeses, praticava-se o plantio de cereais. Por serem áreas de terras fragmentadas e espalhadas entre as cabanas dos agricultores, o labor do solo era desempenhado de maneira coletiva, estabelecendo-se a individualidade da posse através de acordos, como bem apresenta a Figura 3, o quadro de Simon Bening.

Não obstante a importância desses apontamentos referentes à sociedade medieval, não tribal e não industrial, que, por sua vez, caracteriza o homem medieval, é importante destacar que o desenvolvimento das técnicas agrícolas daquele período constituía conhecimentos para responder a questões específicas ligadas à organicidade e à subsistência dos seres humanos, sempre tendo respaldo nas questões da fé e resultando em uma cosmologia rica por seus aspectos metafísicos, místicos e transcendentais.

Tal situação é retratada pela representação artística, feita no final do séc. XII, por autor desconhecido. Veja-se na próxima página:

Figura 4 - Escada da Ascensão Divina, séc. XII.



Fonte: *Escada da Ascensão Divina* (séc. XII). Autor Desconhecido. Disponível em: <<http://noticias.universia.com.br>>. Acesso em 4 nov. 2015.

Sauerlander (1970) mostra que essa ilustração artística foi inspirada em um tratado filosófico de fé escrito no séc. VII, pelo monge cristão John Klimakos. Ao se analisar a escada, vê-se que ela tem trinta degraus. Para Sauerlander (1970), os trinta degraus da escada representam os trinta passos necessários para o homem evoluir e alcançar a salvação espiritual, conforme consta no *Gênesis*.

Andando cansado e sem rumo, Jacó parou para descansar. Tomando como travesseiro uma pedra, adormeceu. Então, sonhou com uma escada posta na terra, cujo topo alcançava o céu.

Cristo, de braços abertos na parte superior direita da imagem, aguarda os homens que venceram as vicissitudes carnis mediante o apego ao árduo e exaustivo trabalho. Entretanto, pode-se concluir que não é fácil alcançar o paraíso, pois os nove demônios alados, representados por suas silhuetas escuras, puxam para o inferno os infieis que se desviaram dos passos da evolução espiritual, entregando-se aos vícios da carne.

Por outro lado, pode-se visualizar também, na parte esquerda superior da imagem, os anjos que, pela penosa subida, chegaram ao paraíso. Os anjos vestidos em cores claras, para Sauerlander (1970), contrastam com a cor negra e sombria dos demônios alados. Além disso,

veem-se nos anjos as auréolas que, do ponto de vista do autor, significam a superioridade do conhecimento *a-priori*, promovido pela razão humana e pelos dogmas da fé, frente ao conhecimento *a-posteriori* dos sentidos. Nas pessoas do canto inferior direito da ilustração, vestidas em cores escuras que representam as trevas, não se notam as auréolas, porque estas em vida foram extintas pelas contingências do corpo e pela finitude material.

As três virtudes necessárias para o homem medieval seguir os trinta passos da ascensão espiritual, para Sauerlander (1970), seriam a Fé, a Esperança e a Caridade. Essas três virtudes, por sua vez, estão associadas à Fé em Deus, à Esperança na imortabilidade da alma e na Caridade para com a toda humanidade. São essas três virtudes que, do ponto de vista de Lenoble (1969), foram as responsáveis por instituir a visão de natureza medieval, caracterizada pelos excessivos significados metafísicos.

Diante disso poder-se-ia indagar: Por que as três ilustrações artísticas? Porque elas caracterizam bem o contexto em que estava inserido o homem medieval. Homem desvencilhado dos princípios matemáticos de ordem material, mas apegado a causas metafísicas responsáveis pelo ordenamento e funcionamento do cosmos. Homem que não mantinha com a natureza relações mecânicas intermediadas por ferramentas e máquinas automatizadas e constituídas por elementos hiperartificiais. Homem que, embora trabalhasse com a força de seus braços e elaborasse, de maneira direta e rudimentar, os objetos para o labor na terra, considerava a natureza sagrada e repleta de significações ocultas, responsáveis por transcendê-lo e acalmá-lo das turbulências e dos motins desencadeados pelo corpo.

Assim, os dogmas da Igreja encontrariam no Geocentrismo a posição clara do sujeito como centro do universo. O universo finito, encerrado pela esfera das estrelas fixas, Deus enquanto Ato Puro, perfeito e imutável, ofereceram suporte para o predomínio da imaterialidade da natureza, porém com tom cristianizado.

A inexistência de uma potência antecedente ao Ato Puro aristotélico, (re)interpretada pelos canônicos, inspira-os a tornar o Deus bíblico um ser inteligente, projetista e auto-suficiente em criar o universo como um ato de Sua própria vontade. Na divisão do cosmos em mundos sub e supralunares transparecia a figura dos anjos que, próximos de Deus, fariam o vínculo entre o mundo superior e o inferior, influenciando as dinâmicas sociais da vida terrena.

Nessa moldura cristianizada do cosmos, as abstrações dos fenômenos da natureza assumiram caráter figurado, em que a verdadeira grafia do empírico representava um repositório de valores religiosos, ligados à transcendência e à participação de Deus em nosso mundo, evidenciando a sobreposição do alegórico ao ontológico, na natureza.

O alegórico, nesses termos, constituía-se como uma linguagem inefável e encantadora, fazendo do empírico a parte escura de uma realidade iluminada pela transcendência de Deus. A constituição dessa cosmovisão - *sacralizada em certa medida pela importância e plenitude do divino em nossas vidas e dessacralizada, em outra medida, devido à (in)significância do empírico diante do inexplicável* - é bem apresentada por Hadot (2004, p. 79-80) do seguinte modo:

A Natureza corresponde ao conjunto de potências incorpóreas que animam o mundo sensível; são divindades ou demônios, é verdade, mas que precisam encobrir-se nas formas visíveis. Em consequência, a Natureza, por ser uma potência de nível inferior, está condenada a encobrir-se nas formas corpóreas. Inversamente, a alma humana só pode perceber o invólucro dessa potência inferior, isto é, por um lado, seu aspecto corporal e sensível, por outro sua figura mítica tradicional, e ela só pode conhecer sua essência ao descobrir, pela exegese alegórica, a significação dessa figura mítica, reconhecendo-a então como potência incorpórea.

Em conformidade com o autor, o mundo sensível era animado por um conjunto de forças incorpóreas que tornavam turvas as ontologias dos seres da natureza. Suas formas visíveis ocultavam o esplendor divino, tornando os sentidos humanos ineficazes para alcançar a verdadeira essência da natureza.

Com efeito, o verdadeiro significado dos aspectos visíveis da natureza se tornavam culminantes através da interiorização mística dos fenômenos. Nesse sentido, a degradação dos seres naturais, a partir da perfeição de Deus, esboçava, por um lado, a contingência ontológica finita da natureza ligada aos saberes práticos; por outro, o domínio teórico-metafísico mais elevado do conhecimento humano.

Se a natureza existia para poder ser conhecida e desfrutada pelos homens, o homem existia para poder conhecer Deus e deleitar-se com suas farturas. Não sendo mais do que um produto casual e temporário de uma natureza mais perfeita e elevada, o homem medieval se postou no mundo, convencido de um dia alcançar, no Paraíso, a imortabilidade de sua alma.

O universo era uma realidade dada aos sentidos. Porém, o verdadeiro significado, dogmatizado pelo Cristianismo, que instaurou a concepção de um cosmos bem ordenado com o homem em seu centro - a partir da (re)interpretação do Aristotelismo -, fazia do mundo, um mundo de qualidades e percepções sensíveis, ampliado pela legitimidade incorpórea e completa das figuras alegóricas dos anjos e demônios, condizentes às palavras das Sagradas Escrituras, como bem apresenta o contexto onírico exposto na *Escada da Ascensão Divina*.

Tudo estava encadeado por forças místico-misteriosas. Desde a moral entre os homens até à estrutura macro-cósmica, a ideia de natureza, nas Idades Antiga e Medieval, foi elaborada por constituintes não empíricas. A hostilidade dos deuses na Antiguidade e o temor do castigo da Queda, na Era Medieval, perturbaram o imaginário humano, fazendo da natureza o ápice para a salvação humana.

Criando o homem à imagem e semelhança de Deus, o Cristianismo medieval fez conceber o homem como um ser privilegiado, se comparado aos demais seres da natureza. É por ser semelhante a Deus que a materialidade dos demais estatutos ontológicos da natureza são considerados como invólucros da manifestação divina. Com o Cristianismo, no Ocidente, Deus sobe aos céus e, de fora, passa a atuar sobre o mundo imperfeito dos mortais. Tudo vê e controla do alto.

A questão que colocamos, referente à relação entre o conjunto de conhecimentos das Idades Antiga e Medieval e a concepção metafísica de natureza naqueles períodos históricos, torna-se aqui evidente. Essa discussão permite inferir que a concepção mecanicista da natureza, a partir do séc. XVII, tema que será discutido no próximo capítulo, teve sua fundamentação (em parte) nos métodos matemáticos e experimentais de investigação dos fenômenos da natureza, que se intensificaram com a chegada da Revolução Científica.

Em um novo tempo, caracterizado pelas demandas sociais, econômicas e epistemológicas, influenciadas pelos princípios matemáticos, a constituição da cosmovisão na Modernidade abandonará as buscas pelas verdades metafísicas, para se debruçar nos concretos e dessacralizados estatutos ontológicos da natureza.

Como consequência da destruição das cosmovisões Antiga e Medieval, têm-se a ruína e o aniquilamento das metafísicas clássicas, seja a platônica, a aristotélica, a agostiniana ou a tomista. Porém, uma nova metafísica de caráter matemático (re)nasce como uma Fênix das cinzas, para buscar na natureza os princípios matemáticos concernentes às dinâmicas epistemológicas dos métodos praticados pelos cientistas modernos.

A Lógica de Silogismo, instrumento axiomático dos gregos e medievais, torna-se ineficaz diante dos princípios matemáticos aliados à empiria instrumentalizada dos modernos. Se não bastasse, a experimentação dos fenômenos da natureza potencializa o racional humano que, por sua vez, não se contenta em apenas contemplar a natureza em seus aspectos imateriais. Agora, nessa nova era, da qual é filho, o homem, através das engenhosidades mecânicas, utiliza a natureza para benefício próprio, conquistando-a e tornando-se dono e senhor dela, atrelado, no plano axiológico, a princípios matemáticos e, no mundo empírico, dedicado em construir engenhosidades mecânicas, para explorar a natureza em seus mais elevados graus.

E, nos limites dessa discussão epistemológica, tem-se o afastamento entre sujeito/objeto. A natureza – objeto não é mais intrínseca ao homem, sujeito. O homem não se encontra mais junto a ela, mas busca nela, na materialidade ontológica de seus seres, a razão prática de sua existência.

Como elementos distantes, mas entrelaçados pela aplicabilidade metodológico-matemática, no plano axiológico, e pelo instrumentalismo utilitarista, no plano empírico, o cosmos será concebido por grandezas, números e quantidades. Agora separados pelo advento da Ciência Moderna, matemática e experimental, homem e natureza pertencem a sistemas numéricos, em que a explicação dos fenômenos cósmicos são válidos se, e somente se, corresponderem aos anseios ou às necessidades práticas dos homens.

Nesse ínterim, aponta-se algumas questões periféricas do trabalho e salienta-se a importância da temática *natureza* que, por ser um tema de discussão interdisciplinar, seja da Geografia, da Filosofia, da História e das demais disciplinas, elucida um conjunto de ideias e questões importantes, para se pensar a unidade orgânica junto ao cosmos. Assim, apresenta-se a primeira etapa importante de articulação e construção sistemática da ideia de natureza, ou seja, as perspectivas clássico-gregas e medieval-canônicas, auxiliadas por significativas narrações míticas e relevantes representações artísticas, que retrataram o contexto em que o homem antigo e o medieval estavam inseridos.

CAPÍTULO 2 - A COMPLEXIDADE DE TEMAS DO RENASCIMENTO EUROPEU: PRINCIPAIS ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS CONCERNENTES À MENSURAÇÃO DA NATUREZA

Até aqui, foram expostos, alguns dos arranjos dos conjuntos de conhecimentos das Idades Antiga e Medieval, com suporte em proposições metafísicas, que concederam à natureza aspectos imateriais e ao mesmo tempo transcendente ao homem. Evidenciou-se também que a estruturação das sapiências do período histórico, denotado por Antiguidade, foi (re)interpretada pelos medievais, para assegurar a legitimidade do Cristianismo na Idade Média. Foram nomeados alguns dos poetas e filósofos antigos nos processos epistemológicos daquele período histórico, caracterizado pela sobreposição metafísica dos fenômenos cósmicos à ontologia dos corpos da natureza. Da mesma maneira, foram lembrados os principais cristianizadores do Platonismo e do Aristotelismo na Era Medieval (Santo Agostinho e São Tomás de Aquino) que, por suas teorias revelaram, a importância do Deus cristão na vida dos homens e nas dinâmicas cósmicas.

Nesse sentido, pode-se perceber a estreita relação entre os conhecimentos metafísicos e as cosmovisões instituídas naquelas periodizações históricas em que, primeiramente os mitos e, posteriormente as Sagradas Escrituras influenciaram os homens a conceberem a natureza em aspectos imateriais. A valorização dos conhecimentos *a-prioris*, por sua vez, projetou a imagem qualitativa, mítica e religiosa do cosmos, que será substituída, na Modernidade, (a partir do séc. XVI), por uma representação numérica, quantitativa e profana.

Antes de serem apresentadas algumas das características da Ciência Moderna, que conferiram à natureza seu caráter pragmático, em que a lei dos números e das grandezas matemáticas romperam com a sacralidade do cosmos, é importante expor, brevemente, o contexto histórico e algumas das dinâmicas epistemológicas que antecederam a Revolução Científica do séc. XVII. Trata-se do Renascimento. Época compreendida, segundo Abbagnano (2007), entre os séculos XIV e XVI.

Durante o Renascimento, podem-se identificar significativos acontecimentos que levaram à sobreposição do homem em relação à natureza. Gradativamente, durante aquele período histórico, o valor do conhecimento empírico se tornou expressivo no julgamento verossímil dos fenômenos da natureza, colaborando, dessa maneira, para a representação cósmica condizente aos vários elementos da vida mundana.

Os inúmeros benefícios, que as técnicas levaram aos homens renascentistas, emergiram das pesquisas matemáticas exercidas nas sociedades científicas e nas academias, e, das habilidades manuais dos artesãos e dos engenheiros dedicados em seus ateliês e em suas oficinas. Assim, esses personagens, entre os séculos XIV e XVI, foram muito importantes para o desenvolvimento da ciência e para a constituição da visão de natureza renascentista, tanto quanto os filósofos antigos e medievais.

As habilidades manuais dos mestres artesãos se mostraram mais úteis para o desenvolvimento da ciência, durante o Renascimento, do que os ultrapassados conhecimentos *a-prioris* de ordem religiosa. A utilidade das ferramentas elaboradas pelos artesãos e engenheiros facilitaram o labor humano. Enquanto os dogmas de fé pregavam a palavra de Deus, sem potencialidades técnicas e pragmáticas para o exercício do trabalho manual, as engenhosidades mecânicas, criadas durante o Renascimento, começaram ainda que timidamente, a reproduzir de maneira artificial os fenômenos da natureza.

Com efeito, tentar-se-á mostrar, nesse capítulo, que os primeiros passos para a representação matemática da natureza foram dados durante o Renascimento. Visto que o Renascimento é um período de efervescência cultural, em que muitas coisas importantes para o desenvolvimento da ciência aconteceram, nossos argumentos tentarão enfatizar a relação entre os progressos científicos, as inovações técnicas e a ideia de natureza instituída durante aquele período histórico.

Diante disso, será muito importante mostrar, também, em conformidade com as exposições de Koyré (1991), que a finalidade dos fenômenos e dos estatutos ontológicos da natureza, durante o Renascimento, não será correspondente a intencionalidades simbólicas, como nas Eras Antiga e Medieval. Ao contrário, a finalidade da natureza será intencionalmente científica: oferecer aos homens condições materiais para facilitar a vida mundana, através de utensílios, ferramentas e engenhosidades mecânicas.

Em decorrência, a maneira como o faz para adequar a natureza a seus anseios, influi de modo decisivo na construção das representações mentais que explicam a realidade contextual da Renascença e da Idade Moderna. Responsável por resolver os problemas da vida da maior parte dos homens renascentistas, não são mais os princípios da alma, como fora nas Eras Antiga e Medieval, mas as engenhosidades mecânicas que passaram a desafiar a transcendência humana, frente ao utilitarismo prático e exploratório.

2.1 AS NOVIDADES EPISTEMOLÓGICAS DO RENASCIMENTO EUROPEU: A IDEIA DE NATUREZA DOS ENGENHEIROS E ARTESÃOS

Foram muitos os fatores responsáveis por estabelecerem uma nova visão de natureza, marcada por aspectos físicos, mensuráveis e quantitativos. Na medida em que as novas verdades, referentes à ciência, foram descobertas, uma nova representação cósmica começa a ganhar forma.

O Antigo e o Medieval tornam-se antiquados para o homem. Em uma nova postura, ele coloca-se no mundo, consciente da possibilidade de ampliar seus horizontes através do aprimoramento dos sentidos. A potência das engenhosidades mecânicas, somadas à perícia manual dos engenheiros e artesãos, tornou o homem isento de semblantes imateriais, divinos e qualitativos. Nesse sentido, Bornheim *apud* Bauab (2012, p.42) destaca que:

Gradativamente, muda-se o ponto de partida para o entendimento da realidade. Às aspirações teológicas contrapõe-se a diversa inquietude da existência, escrita em uma linguagem diferente dos códigos sagrados expressos na Bíblia. Com o tempo, os códigos da natureza viriam a ser transformados pela lei do número, do algoritmo, estabilizando a prisão dos sentidos de que falara Santo Agostinho. Neste contexto, rompe-se com a metafísica tradicional e inicia-se o pensamento de finitude que quer significar tão somente a demarcação de um novo terreno, a medrança de um solo outro todo eivado de vontades outras que não as estipuladas pelo escolasticismo tradicional.

Embora a Ciência Moderna seja marcada pelo significativo entrelaçamento dos dados sensoriais, dos princípios matemáticos e da experimentação dos fenômenos da natureza, a Renascença, para Koyré (1991), é assinalada pela profunda credulidade na magia natural. Essa situação decorre, como defende o autor, da destruição das metafísicas clássicas e das ontologias medievais, que colocaram em *xequê* a visão de natureza intrincada por aspectos invisíveis e ocultos.

Uma vez essa ontologia destruída, e antes que uma nova ontologia, elaborada somente no século XVII, seja estabelecida, não se dispõe de critério algum que permita decidir se a informação que se recebe de tal ou qual 'fato' é verdadeira ou não. Daí resulta uma credulidade sem limites (KOYRÉ, 1991, p. 47).

Desse sentimento o homem do Renascimento estava imbuído. Os grandes artistas e os cultos e letrados magos foram os promotores e os anunciadores de uma ruptura que começava a se instalar. As técnicas de persuasão e retórica coincidem com o ambiente intelectual do

Renascimento. Trata-se de uma época de imprecisão analítica e profunda superstição na magia e na feitiçaria, de maneira muito mais intensa do que na Idade Média. Devido ao cenário degradante da Europa, no século XV, devastada pelas mais diversas enfermidades, Bauab (2012) expõe que o homem pensou no fim do mundo como algo muito próximo de seu ser. Ele destaca que:

Não faltaram, neste contexto degradado, explosões de milenarismos, apologias ao fim dos tempos. Em verdade, um dos principais autores de teses milenaristas vivera já nos idos séculos XII e XIII: Joaquim de Fiori (1130 - 1202). Fiori viu, nas similaridades entre os perfis de Jesus Cristo e São Francisco de Assis (1182 - 1226), um indício de que o fim estava próximo. São Francisco de Assis, seria para ele, o ápice da *Plenitude Intellectus*, símbolo de um povo já adulto, livre e espiritualizado que clamaria pela eternidade, ponto fim à mundaneidade do tempo (2012, p. 44).

Em conformidade com o autor, a violência, a doença e a fome foram os principais propagadores que estimularam a pensar as pestilências e a miserabilidade como decorrentes do desapego ao Cristianismo, no fim da Idade Média e no início da Renascença. A Europa do século XV estava tomada por toda uma cultura de morte. O surto da Peste Negra, em 1348, foi um dos maiores desastres da humanidade. A doença disseminava-se velozmente pelo Velho Mundo. Após dois ou três dias, o doente começava a cuspir sangue. Quem cuidava do enfermo também acabava infectado, tendo as virilhas, as axilas e outras partes do corpo afetadas. Sofrendo por curtos ou longos períodos, a fatalidade era certa para ambos.

A Catalunha, ressalta Sale *apud* Bauab (2012), foi atacada seis vezes pela doença. Sua população que, em 1365, era de cerca de 430 mil habitantes, reduziu-se, em 1497, para 278 mil. À Peste Negra, mostra o autor, somavam-se lepra, escorbuto, varíola, sarampo, tuberculose e outras doenças de tratamento desconhecido na época.

Os membros do clero, por viverem em mosteiros ou conventos muito populosos, onde vários padres eram de elevada idade, portanto, sensíveis a qualquer tipo de infecção, contribuíram para a aleivosia do Cristianismo. Vitimados pela doença, não podiam preparar os fiéis para a morte, através da última comunhão, o *viaticum*.

Desse modo, a redução brusca da população, na Alta Idade Média, devido às várias enfermidades que levaram, além do pânico, o terror e a inquietude diante da morte, trouxe consigo uma significativa mudança na mentalidade do homem. Como a maioria dos membros da Igreja encontravam-se doentes ou isolados, o batismo e o *viaticum* não poderiam ser ministrados. Sem a devida preparação para entrar na vida ou partir para a eternidade, as Ordens Religiosas foram perdendo muitos fiéis e, pouco a pouco, foram sendo fragmentadas.

Aliadas à Peste Negra, a fome e a violência também contribuíram para as péssimas condições em que o homem estava inserido. Impulsionadas pela fome, muita gente vagava em busca do que comer, levando consigo as epidemias e a desordem. Sale *apud* Bauab (2012) destaca que, em vários períodos do séc. XV, houve muita escassez de alimento, a saber: 1400-02; 1412-14; 1421; 1423-26; 1434-38; 1442-43; 1447-49; 1454; 1458-59; 1461-62 e 1465-73.

Toda essa conjuntura precária da Europa, no séc. XV, segundo Koyré (1991), caracteriza a mentalidade do homem da Renascença em uma única frase: *Tudo é Possível*. Saber se tudo era possível, em virtude das intervenções de forças místicas sobrenaturais ou se a recusa a tais forças imateriais afirmava e explicava os fenômenos da natureza sem a presença de um agente metafísico externo.

Para Koyré (1991), essa dicotomia caracteriza o Renascimento como um movimento intelectual marcado pela magia e pela feitiçaria. A alquimia praticada pelos magos, amparados por seus alambiques, por sua vez, foi um importante legado que abalou o Cristianismo pregado pelo clero e se tornou a força-motriz a conformar uma visão, de natureza singular, nas origens da Ciência Moderna. Em conformidade com Koyré (1991), Lenoble (1969, p. 70) tem-se o seguinte pensamento referente à natureza e ao homem do Renascimento.

Ao reconciliar-se, pelo contrário, com o pensamento antigo, o Renascimento divinizou de novo a Natureza: para a ciência, ela é a mágica autônoma, em nada depende de Deus, e possui os segredos da sua ordem, da sua vida, da sua alma; em moral ela retém em si mesma o amor, a admiração, a confiança, a adoração enfim que, outrora, visavam ignorá-la. O naturalismo do Renascimento polariza absolutamente a vida espiritual do homem; por ele consente ela em milagres, para ele se torna providência, junto dela envia, na qualidade de mensageiros, os astros e os gênios tutelares.

Se, no pensamento medieval pregado pela Igreja, o homem estava submisso aos desígnios de Deus, levando na Terra uma vida contemplativa - inimiga dos prazeres mundanos - mas necessária para as revelações divinas, os intelectuais renascentistas tiveram como fonte de inspiração o conjunto de conhecimentos da Antiguidade Clássica grega.

Bebendo e se embriagando no Platonismo e no Aristotelismo clássicos, os intelectuais renascentistas tentaram buscar as dimensões ideais do homem e a representação verídica da realidade. Nesse contexto, não se contentavam em, apenas, admirar e contemplar a natureza. Era preciso transformá-la e imitá-la com precisão, para evidenciar, cada vez mais, o valor próprio do homem em suas próprias crenças, possibilidades e necessidades.

Assim, no Renascimento, têm-se de um lado, intelectuais da tradição mágica, embasados no Aristotelismo como, por exemplo, Giovanni Pico della Mirandola (1463-94) e

Pietro Pomponazzi (1462-1525), que buscaram explicar os fenômenos naturais em efeitos mágicos, causados pela exploração das propriedades naturais, porém ocultas, e de outro lado, mágicos com tendência neoplatônica como Marsílio Ficino (1433-1499) e Tommaso Campanella (1568-1638), que desenvolveram modelos de explicação dos fenômenos da natureza de maneira metafísica, relacionando-os a causas espirituais divinas ou demoníacas.

Henry (1998) mostra que o sábio italiano Pico della Mirandola, em profunda relação com o Cristianismo, lançou-se na aventura intelectual de desbravar novos territórios totalmente desconhecidos ao homem de seu tempo, para buscar a universalidade da natureza humana. A associação entre os poderes do homem e os poderes de Deus, para Pico della Mirandola, torna o homem capaz de realizar-se, por si mesmo, no curto prazo de sua existência, e autossuficiente em traçar seu próprio destino com tudo aquilo que está ao seu alcance.

O *Tratado sobre a Imortalidade da Alma* (1516), de Pietro Pomponazzi, segundo Henry (1998), apresentou o homem de natureza múltipla e ambígua. Múltipla, pelo fato de o homem possuir três tipos de alma (vegetativa, sensitiva e intelectual), e ambígua, por ocupar um ponto intermediário entre seus semelhantes mortais e as almas imortais. Solerte em alterar o sentido do universo conforme as ações humanas, Pomponazzi fundamentou seu conjunto de sapiências no Aristotelismo, para defender que o intelecto humano conhece apenas as coisas corpóreas.

Para Henry (1998), a metafísica neoplatônica da luz, elaborada por Marsilio Ficino, será a chave interpretativa da natureza, para o homem daquela época. A determinação do Sol como imagem visível de Deus, posta por Ele próprio no centro do cosmos para que todos o admirem acima de tudo, inaugura no Renascimento o heliocentrismo, que ganhará força e se estabelecerá na Modernidade.

Pupilo de Bernardino Telésio (1509-1588), Tommaso Campanella reagiu contra o Aristotelismo que negava os conhecimentos da alma. Para conhecer as coisas do mundo, Tommaso Campanella propôs que não se partisse do revelado. Seria preciso partir da dúvida. Esta, para ele, seria o principal princípio de reflexão filosófica. O momento da dúvida e do questionamento abriria espaço para a autonomia do sujeito que, interagindo com o macrocosmos, o microcosmos e com o mundo espiritual, reconhecera uma unidade mística responsável por reger os fenômenos e as dinâmicas da natureza.

Mesmo negando os princípios aristotélicos, Rossi (1989) defende que o reconhecimento da dignidade do trabalho manual e das artes mecânicas levou Campanella a recusar a concepção classicista da sociedade, fundada na contraposição entre o homem do *logos* e o homem das mãos. Nessa perspectiva, os que preparam as refeições, os que servem a mesa e os que talham a madeira são acolhidos socialmente devido às suas ações produtivas. A vida associada às ações

úteis e pragmáticas deixa de ser concebida como vil, para se tornar, em Campanella, uma excelência voltada ao progresso da humanidade. Essa situação é bem apresentada, pelo autor, da seguinte maneira:

Campanella - mesmo estando tão profundamente ligado ao clima da magia - percebeu, como poucos outros, o caráter revolucionário das grandes descobertas técnicas e das grandes viagens de exploração. Mais viu Cristóvão Colombo, genovês, com os olhos, e mais com o corpo correu, do que o fizeram os poetas, filósofos e teólogos, Agostinho e Lactâncio que com a mente, negaram os antípodas. Nas maravilhosas invenções da bússola, imprensa e pólvora, ele viu os sinais de invenção do mundo, a prova de uma aceleração do curso da história: 'há mais histórias em cem anos do que em cinco milênios'. Essas invenções, que operam sobre a natureza e a transformam, são o sinal do vigor do homem; sua dignidade e sua divindade não consistem apenas no 'ascender ao céu com a matemática, e conhecer as naturezas e muitas medidas das coisas celestes', mas também em seu fazer e operar para 'governar todas as coisas terrenas e marinhas' com a arte da navegação, a escrita, a imprensa e os relógios que medem o tempo (ROSSI, 1989, p. 90)¹⁰.

Assim, o homem começava a desenvolver saberes operativos sobre a natureza. Auxiliado pela Matemática, o homem começa a trilhar o caminho de sobreposição à natureza. As artes mecânicas foram acopladas aos interesses da ciência e ao chamado arcabouço teórico de sua estrutura conceitual. Para os enunciados serem reconhecidos como válidos, precisavam, necessariamente, servir concretamente aos usos humanos.

Com a Reforma Protestante do século XVI, desencadeada pelo teólogo francês João Calvino (1509-1564), Lenoble (1969) expõe que o trabalho e o acúmulo de riquezas foram justificados pelo Protestantismo. Diferentemente do Catolicismo, Calvino ofereceu aos setores burgueses uma justificativa religiosa sólida e bem elaborada para as atividades manufatureiras e comerciais, irradiando assim, mediante a Igreja, uma nova visão de natureza condizente ao ambiente intelectual do Renascimento.

Ao contrário do que afirmava a doutrina católica, o lucro passou a ser visto pelos protestantes como sinônimo de salvação. A santificação do trabalho e a glorificação da poupança e do lucro contribuíram para que a doutrina calvinista ganhasse adeptos nas principais cidades da Suíça e se difundisse, posteriormente, por outros núcleos urbanos europeus. Fato que impulsionou as atividades mercantis e manufatureiras e fez aumentar o número de fiéis da religião. Assim, na Inglaterra (puritanos), na Escócia (presbiterianos), na França (huguenotes) e em muitas outras regiões surgiram adeptos da fé e da ética calvinista. No entanto:

¹⁰ Os trechos que aparecem entre aspas simples, faz referência às próprias palavras de Campanella, presentes na obra *Cidade do Sol*, publicada em meados do séc. XV.

O pensamento calvinista começa por desprezar a Natureza, que já não tem de ser, nem nas demonstrações racionais da teologia, nem na vida sacramental, a mediadora entre Deus e o homem: a graça já não passa por ela. Mas exatamente por isso, o pensamento protestante encontrar-se-á melhor preparado para o novo estado da ciência, que verá na Natureza uma mecânica sem alma e para a nova física, que deixará de ser uma contemplação das formas para passar a ser uma ferramenta de exploração (LENOBLE, 1969, p. 83).

Assim, o exercício teórico desenvolvido pelos intelectuais, em seus gabinetes ou em seus monastérios, foi sendo substituído pelos trabalhos técnicos desenvolvidos nos ateliês e nas oficinas, por artesãos e engenheiros. Enquanto o erudito medieval-canônico ficava trancado, às sete chaves, em suas bibliotecas, livre da afecção sensorial do mundo, mas preso às grandes obras do passado, o intelectual renascentista, observador dos fenômenos cósmicos, elaborava e constituía instrumentos técnicos para operar a natureza e oferecer à humanidade possibilidades de dominá-la.

Desse modo, durante o Renascimento, conhecer significava estar em contato com o mundo. O culto aos livros foi substituído pelo culto à natureza. A finalidade do conhecimento não era mais demonstrar hipoteticamente a verdade através da resolução de silogismos. O significativo conhecimento passou a ser visto como aquele em que as teorias alçavam o empirismo ao nível artesanal. A pesquisa dirigida aos objetos, utensílios e instrumentos técnicos passou a ser mais importante do que os estudos voltados às palavras e aos discursos.

Como consequência, o artesão e o engenheiro passaram a ser mais importantes do que o filósofo. Na medida em que os princípios matemáticos tornavam-se mais úteis do que a Lógica de Silogismo, na resolução dos problemas da vida, o trabalho manual dos artesãos e engenheiros foi sendo reconhecido com mérito, devido às descobertas das engenhosidades mecânicas que facilitaram a vida mundana.

O conflito com as tradicionais universidades estava estabelecido. Enquanto as instituições de ensino conservadoras difundiam o saber canônico da Escolástica, oferecendo ênfase às clássicas metafísicas antigas e medievais, as quais, segundo Rossi (1989), ignoravam os verdadeiros segredos da natureza, por fantasiá-los com sonhos extravagantes, a cultura européia do século XVI foi colocada à frente de um novo tipo de ensino que dava importância considerável e preponderante à preparação técnica e à formação profissional.

Exemplo expressivo dessa tendência profissionalizante e técnica, alternativa ao ensino escolástico conservador das universidades, foi a Academia da Rainha Elizabeth, na Inglaterra.

Em 1562, *sir* Humphrey Gilbert (1539-1588), fundador da Academia, ressaltou à instrução técnica, para contribuir com a formação de um novo tipo de nobre.

"O programa de estudos que se contrapõe ao exclusivamente teórico ministrado nas universidades, deve considerar coisas práticas e úteis para o presente, tanto na paz quanto na guerra" (ROSSI, 1989, p. 26).

Entretanto, isso não quer dizer que a filosofia foi excluída do currículo escolar. Ao contrário, conforme expõe Rossi (1989), o estudo de filosofia natural foi associado ao estudo da Matemática, para transformar o saber físico em um saber de caráter técnico, relativo a fortificações, a estratégias militares e ao uso de artilharias.

Dessa maneira, "Os segredos da natureza deverão ser estudados de todas as formas possíveis e os resultados dos experimentos feitos deverão ser apresentados, sem frases enigmáticas e obscuras" (ROSSI, 1989, p. 27).

Dois séculos depois da Peste Negra ter devastado a população europeia, os estudos de Medicina, em meio a turbulência intelectual da Europa dos séculos XV e XVI, também puderam evoluir. Henry (1998) enfatiza que, na Universidade de Pádua, em 1537, André Vesálio (1514-1564), um sábio de formação humanista, inovou as pesquisas em Anatomia e Fisiologia.

Ensinando Anatomia, enquanto realizava as dissecações, Vesálio rompeu com o ensino tradicional de Medicina, que era ministrado, da maneira mais casual, por um professor lendo a autoridade Antiga - Galeno (130-200) - e outro cirurgião realizando as dissecações. Em consequência, ressalta Henry (1998), a Anatomia vesaliana veio a ser considerada modelo e fundamento de toda a Medicina que começou a se desenvolver a partir dos séculos XVI e XVII. Para o autor, os nomes mais relevantes das descobertas na Medicina são:

Realdus Columbus (1510-1559) propôs a teoria da circulação pulmonar (segundo a qual o sangue passava do ventrículo direito do coração para o esquerdo atravessando os pulmões, e não se filtrando por supostas perfurações na parede muscular que os separa), enquanto Hieronymus Fabricius (1533-1619) descobriu nas veias maiores das pernas válvulas que, como William Harvey (1578-1657) compreendeu mais tarde, permitiriam que o sangue fluíssem somente rumo ao coração (HENRY, 1998, p. 39).

Pode-se acrescentar, às descobertas da Medicina, os avanços da Química. Henry (1998) destaca que a Química-prática para a Medicina e para a compreensão mais ampla, tanto do mundo natural (o macrocosmos) como do mundo do homem (microcosmos), passou a ser tão influente, que ficou impossível ignorá-la.

Precursor da Química-prática, Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, mais conhecido por Paracelso (1493-1541), foi responsável pela criação dos primeiros medicamentos químicos. Pouco a pouco, eles foram tomando lugar ao lado das plantas medicinais nas farmacopeias de toda a Europa, oferecendo, assim, validade ao empirismo e ao experimentalismo, no que tange ao desenvolvimento da ciência renascentista.

Como decorrência das descobertas concernentes à Medicina e à Química-prática, Henry (1998) mostra que os cursos de Medicina das universidades italianas e francesas, no século XVII, passaram a exigir de seus alunos aspectos práticos sustentados pelas inovações técnicas destinadas aos acadêmicos do curso como anfiteatros de anatomia, jardins botânicos e laboratórios químicos, tornando desta maneira, "[...] o Médico senhor das forças vivas da Natureza, possuidor do segredo da vida, da vida espiritual bem como da vida do corpo. Ele é o verdadeiro mediador entre a Natureza e os homens" (LENOBLE, 1969, p. 90).

Há que se ressaltar, em acordo com Rossi (1989), que esses avanços científicos, ocasionados entre os séculos XVI e XVII, pela aplicabilidade dos princípios matemáticos e pela experimentação dos fenômenos da natureza, que proporcionaram à humanidade uma série de objetos, ferramentas e máquinas que facilitaram a vida mundana, foram elaborados e projetados inicialmente em ateliês e oficinas onde trabalhavam artesãos e engenheiros.

Em 1531, Rossi (1989) mostra que François Rebelais (1494-1553) colocava os artesãos entre os elementos indispensáveis para uma educação completa. Para Rebelais, a educação completa seria aquela em que as ciências naturais, a aritmética, a geometria e a música formariam um único corpo disciplinar. A dedicação à escultura, à pintura e aos exercícios práticos da fundição de metais, da ourivesaria e da tipografia, também seriam matérias de estudo significativas para preparar os homens a transformarem a natureza, através da utilização das engenhosidades mecânicas construídas nos ateliês e nas oficinas.

Com Rebelais começa o novo destino de um homem que vai aprender a desembaraçar-se numa natureza na qual pode, sem dúvida, encontrar uma ajuda, mas cuja exuberância se derrama em demasiadas direções para corresponder a um fim único (LENOBLE, 1969, p. 96).

Gradativamente e muito lentamente, a finalidade da natureza, no Renascimento, deixou de corresponder aos sentidos metafísicos, como fora nas passadas Idades Antiga e Medieval. Como o movimento da natureza nas Idades Antiga e Medieval foi entendido de acordo com o *corpus aristotelicum* e os ensinamentos da Patrística e da Escolástica, o movimento da natureza do final do Renascimento e do início do século XVII passou a ser concebido como análogo ao

de uma máquina. O *têlos* da natureza, nessa perspectiva, é oferecer ao desenvolvimento da ciência possibilidades concretas de satisfazer às necessidades ou aos anseios do homem.

As noções aristotélicas de ato e potência, de acordo com Rossi (1989), passam a ter um significado mais preciso. Tais noções passaram a corresponder às normas da arte e da técnica, facilitando a compreensão do homem através do aprimoramento constante dos instrumentos, que acuraram a visão e os demais sentidos, de tudo aquilo que, na natureza, parece pouco familiar. O princípio de finalidade da natureza, aquele que, nas eras passadas, revelava o movimento não intencional, a partir da noção do ato e da potência intrínsecos a cada espécie natural, foi outorgado por agentes externos que tentaram imitar o movimento cósmico.

Nas tentativas de reproduzir o movimento da natureza, a ciência viu possibilidades de progresso. Nesse sentido, o empirismo e a Matemática, aliados às artes e às técnicas de cunho pragmático, serviram de modelo para o homem compreender a natureza como semelhante a uma máquina.

A importância dos artesãos, dos engenheiros e dos técnicos, em toda essa conjectura que atravessou o Renascimento e chegou ao início da Modernidade, no século XVII, ofereceu à natureza uma nova finalidade ligada aos anseios humanos:

O elogio da figura do arquiteto-engenheiro, tornava-se, não por acaso, um elogio da técnica, capaz de deslocar enormes massa de água e pedra, perfurar as montanhas e preencher os vales, secar os pântanos e desviar as águas, regular o curso dos rios, construir navios, pontes, máquinas de guerra e fortalezas - de abrir, enfim, novas estradas e tráfegos em direção a todos os povos da terra (ROSSI, 1989, p. 33).

Um dos mais importantes engenheiros do Renascimento, segundo Rossi (1989), foi Leonardo da Vinci (1452-1519). De acordo com o autor, Leonardo tornou-se um símbolo hegemônico, por ser responsável pelo desenvolvimento da mecânica, na segunda metade do século XV.

Iniciando suas atividades como engenheiro, pintor, técnico e filósofo na Itália, aos quatorze anos de idade no Ateliê de Verrocchio, Koyré (1991) ressalta que Leonardo da Vinci, no curso de sua vida intelectual, foi visto como um personagem sobre-humano pelos homens do seu tempo.

Os motivos que levaram Leonardo a ser reconhecido por tal atributo, segundo Rossi (1989), decorrem de sua extrema facilidade em lidar com o trabalho artesanal, manual e mecânico. Mesmo tendo muita dificuldade para escrever, Rossi (1989) defende que Leonardo tornou-se um dos maiores expoentes do Renascimento, devido à sua vigorosa personalidade,

pelo universalismo de seu pensamento e por sua maravilhosa e aguda percepção do mundo sensível.

A curiosidade especulativa sem fronteiras e a orientação prática de Leonardo, para Koyré (1991), auxiliaram a Renascença a uma nova e diversa valorização das artes mecânicas e do trabalho técnico, evidenciando, dessa maneira, as funções exercidas pelos artesãos e pelos engenheiros no interior de uma cultura efervescente.

Japiassu (1985) mostra que, no Renascimento italiano do século XV e XVI, cidades como Florença e Veneza tornaram-se centros de referência econômicos e socioculturais de primeira importância. Para o autor, essas cidades foram as que inauguraram a nova visão de mundo, marcada pelos novos hábitos mentais e pelas novas necessidades materiais condizentes, respectivamente, ao racionalismo e ao experimentalismo.

A esse contexto, Leonardo pertencia. Koyré (1991) qualifica as exposições de Japiassu (1985) mostrando que, desde cedo, Leonardo trabalhou para importantes monarcas e estadistas da Renascença italiana. As habilidades práticas de Leonardo chamaram a atenção do estadista e soberano italiano, Lourenço de Médici (1449-1492).

"Trabalhou para ele como uma espécie de homem de sete instrumentos: como mestre de cerimônias, organizando espetáculos e festas, como engenheiro e supervisor, abrindo canais e construindo fortificações e fossos" (KOYRÉ, 1991, p. 92).

Assim como Nicolau Maquiavel (1469-1527), Leonardo também serviu ao Duque César Borgia (1475-1507). Maquiavel e Leonardo, de acordo com Koyré (1991), trabalharam juntos a mando de Cesar Borgia, no projeto do canal que ligaria o Rio Arno à cidade de Florença. A construção do canal iria permitir que Florença tivesse acesso direto ao Rio Arno e ao Mar Tirreno. Porém, devido ao alto custo e à ameaça da guerra contra a França, Maquiavel e Leonardo foram obrigados, por César Borgia, a abandonarem o projeto de construção do canal.

As importantes invenções de Leonardo, muitas delas projetadas, mas que não saíram do papel, para Rossi (1989), contribuíram significativamente para instituir a nova visão de natureza quantitativa, elaborada pelo espírito matemático e pragmático do homem da Renascença. Entre as principais invenções de Leonardo, destacam-se as

Máquinas de guerra e máquinas para a paz, carros de assalto e máquinas perfuratrizes, armas e guias, bombas e teares, pontes e turbinas, tornos para fazer parafusos e para polir as lentes, palcos giratórios para espetáculos de teatro, prensas para imprimir e rolamentos sem fricção, veículos e embarcações que se moviam por si mesmos, submarinos e máquinas voadoras, máquinas destinadas a tornar mais fácil o trabalho dos homens e aumentar seu bem-estar e seu poder (KOYRÉ, 1991, p. 101).

Mesmo tendo essas brilhantes ideias, Rossi (1989) defende que Leonardo nunca sistematizou teorias sobre a técnica. Suas investigações, sempre oscilantes entre a observação curiosa e o experimento, segundo o autor, são preenchidas por anotações fragmentadas e comentários esparsos, escritos em uma simbologia obscura e deliberadamente não transmissível.

Leonardo, na realidade não tem nenhum interesse em trabalhar num corpo sistemático de conhecimentos, e não conhece a preocupação - a qual, pelo contrário, é uma dimensão fundamental daquilo que chamamos técnica e ciência - de transmitir, explicar e provar suas descobertas aos outros (ROSSI, 1989, p. 37).

Embora Leonardo não usufruísse de um método sistemático de investigação dos fenômenos da natureza, o mais importante de sua postura intelectual é a sua capacidade nata com os estudos voltados à Geometria. "Esse dom lhe permite contornar sua falta de formação teórica" (KOYRÉ, 1991, p. 101).

Com o pragmatismo técnico proporcionado pelos artesãos e pelos engenheiros, muitos dos problemas e das dificuldades da vida dos homens foram solucionados e reduzidos. Leonardo é um dos exemplos mais notáveis da época, porém, não o único. Entretanto, a perícia de suas mãos, aliada ao influxo analítico e complexo de seu pensamento, deixou marcas significativas e auxiliou a conduzir os processos epistemológicos da época renascentista, a finalidades ligadas ao pragmatismo do homem.

O papel das muitas sociedades científicas do século XVII, que levavam muito em consideração os aspectos pragmáticos da natureza, é notório para o progresso e contingência da ciência. Porém, a função das principais sociedades científicas da segunda metade do século XVII, será tratada, no próximo capítulo.

O que é importante destacar, neste momento, é que, nos séculos XV e XVI, já se pode notar a importância dessas instituições de caráter matemático-pragmático, alternativas ao ensino tradicional - lógico e metafísico - das universidades, para o desenvolvimento científico ocasionado durante o Renascimento e para a constituição da nova visão de natureza qualitativa e mensurável.

Além do ateliê de Verrochio, Koyré (1991) revela que o ateliê de Ghirlandaio, por onde passou Michelangelo Buonarroti (1475-1564), e o ateliê de Brunelleschi, especializado em estudos arquitetônicos, também foram importantes laboratórios experimentais que auxiliaram a instituir essa visão de natureza algorítmica e pragmática. Nesses lugares, segundo o autor,

ensinava-se, além do cálculo, anatomia, óptica, geometria projetada e tipografia. Koyré (1991) defende que o saber empírico e as habilidades manuais dos artesãos foram essenciais para superar os limites da mentalidade religiosa medieval, antiquada para a época do Renascimento.

Rossi (1989) destaca que *A Casa de Contratación*, fundada em 1503, foi uma importante escola de navegação. Com sede na cidade de Sevilha - Espanha - o autor mostra que a instituição, em meados do século XVI, contava com um grupo significativo de matemáticos ingleses que se dedicavam em aprimorar a instrução matemática dos mestres artesãos e a pesquisar métodos de navegação mais exatos e eficazes.

Os matemáticos Robert Recorde (1510-58) e John Dee (1527-1606) são consultores técnicos da Companhia da Moscúvia e da do Catai. John Dee deu instruções e conselhos a todos os mais famosos viajantes da época de Elizabeth [...]. Colocou a disposição de seus seguidores e discípulos não só sua imensa biblioteca, que em 1583 compreendia mais de 4 mil volumes, mas também sua grande coleção de instrumentos científicos. Thomas Digges (1546-1595), outro célebre matemático, durante vários meses esteve no mar, dando demonstrações dos novos métodos; Thomas Harriot (1560-1621, por sua vez, em 1585, como 'matemático prático' e conselheiro científico, acompanhou os colonos de *sir* Walter Releigh até a Virgínia (ROSSI, 1989, p. 45).

O célebre Gresham College, inaugurado pela Companhia dos Mercadores, pelo prefeito e pelos anciões de Londres, em 1597, segundo Rossi (1989), foi o mais importante centro científico até a primeira metade do século XVII. As cátedras, como defende o autor, estavam todas organizadas e relacionadas ao ensino e à pesquisa em Matemática. Em conformidade com o autor, Henry Briggs (1561-1630), o primeiro professor de Geometria do College, era membro da Companhia da Virgínia. Ele e seus colegas professores de Matemática e Astronomia mantinham relações de colaboração com um importante grupo de construtores navais e navegadores.

Entretanto, a extrema facilidade de Leonardo em lidar com a Geometria e a sua elevada percepção do espaço, para Bauab (2005), foram os elementos decisivos para representar e descrever a natureza como ela realmente é. Nesse sentido, o autor defende que o espaço concebido por Leonardo, na Renascença, é livre (em parte) de símbolos e valores imaginários de uma sobrenatureza em caráter metafísico.

As percepções de Leonardo em relação aos fenômenos visuais da natureza, para Bauab (2005), são pautadas em regras mensuráveis e matematicamente descritíveis. A alegoria metafísica passa a um segundo plano. Os olhos da fé são substituídos pela percepção visual que

se limita exclusivamente ao mundo humano. Em conformidade com o autor, a pintura constitui em Leonardo da Vinci, o verdadeiro espelho do real.

Com efeito, Bauab (2005) defende que a natureza do Renascimento passa a ser condizente às coisas concretas do mundo, organizadas no interior de sua absoluta externalidade. A pintura volta-se ao mundo explorado pelos sentidos, rompendo, dessa maneira, com a metafísica escolástica que ligava os efeitos visíveis a causas imateriais.

Para Koyré (1991), as representações artísticas de Leonardo da Vinci revelam que a pintura é a única arte capaz de descobrir as verdades e o único modo sagaz para mostrar as coisas tais como são. No domínio do conhecimento e da ciência, segundo Koyré (1991), essa situação reflete algo muito mais importante: a substituição da tradição metafísica pela visão e pela intuição pessoal.

2.2 A MENSURAÇÃO DOS CONTEÚDOS DO ESPAÇO E DO TEMPO

A lógica da invenção, associada às ferramentas e aos utensílios, substitui a Lógica de Silogismo vinculada à análise dos discursos e às sutis discussões da Escolástica tardia. O tempo vivido pelos medievais, aquele tempo do senso comum, segundo o qual a vida passa de acordo com as medidas naturais do dia e da noite ou dos movimentos da abóbada celeste, na metade do século XVI, com o florescimento da riqueza urbana e com a vitória da afável vida da cidade sobre a vida *antiquada* do campo, cedeu lugar à mensuração do tempo mais exato proporcionado pelo relógio de precisão.

Tornando-se o guardião do tempo, o relógio de precisão, desenvolvido de maneira mais aprimorada no Renascimento, também contribuiu para abolir as explicações dos fenômenos da natureza em cunho metafísico. Em Cronos, o Titã criador do tempo, segundo a tradição mitológica grega, se deixava de confiar pois a determinação da longitude exigia dos marinheiros o conhecimento exato da hora de um meridiano-base de origem. Nesse sentido,

A cartografia, que pretende oferecer instrumentos cada vez mais precisos, conhece nesse período um notável florescimento: o tratado sobre os métodos cartográficos de Apianus (Peter Bennewitz) é de 1524, o método de triangulação de Frisius é de 1533, o de Mercator de 1569 (ROSSI, 1989, p. 45).

As representações cartográficas propostas por Apianus, Frisius e Mercator, de acordo com Bauab (2005), romperam com a concepção temporal simbólica condizente às Sagradas Escrituras. Os lugares mundanos, destaca Bauab (2005), eram retratados nos mapas medievais,

por marcas e símbolos repletos de conteúdos que lembravam a Bíblia. Nesse sentido, Crosby (2015, p. 47) expõe:

Até os pontos cardeais eram qualitativos. O Sul significava o calor e estava associado à caridade e à Paixão de Cristo. O leste, voltado para a localização do Paraíso Terrestre, o Éden, era especialmente poderoso, e por isso é que as igrejas tinham uma disposição Leste-Oeste, ficando a extremidade que interessa, o altar, no Leste. Os mapas-múndi eram desenhados com o Leste no Alto. O 'norte verdadeiro' ficava no Leste, princípio ao qual nos curvamos respeitosa e toda vez que nos 'orientamos'.

Em conformidade com a exposição de Crosby (2015), Bauab (2005) mostra que as representações cartográficas medievais eram responsáveis por incrustar na visão dos homens o *apriorismo* do saber religioso, conduzindo o recorte espacial a valores e premissas condizentes ao imaginário e alegórico da época. Nesse aspecto:

A grafia dos lugares, inclusive o tipo de topografia imposta pelo trabalho humano, era repleta de um conteúdo trazido pelos tempos passados que tornavam vívidos, ainda, os lugares bíblicos, constituindo o mundo ainda enquanto um repositório das palavras de Deus, igualando a realidade empírica com o conteúdo das Escrituras (BAUAB, 2015, p. 75).

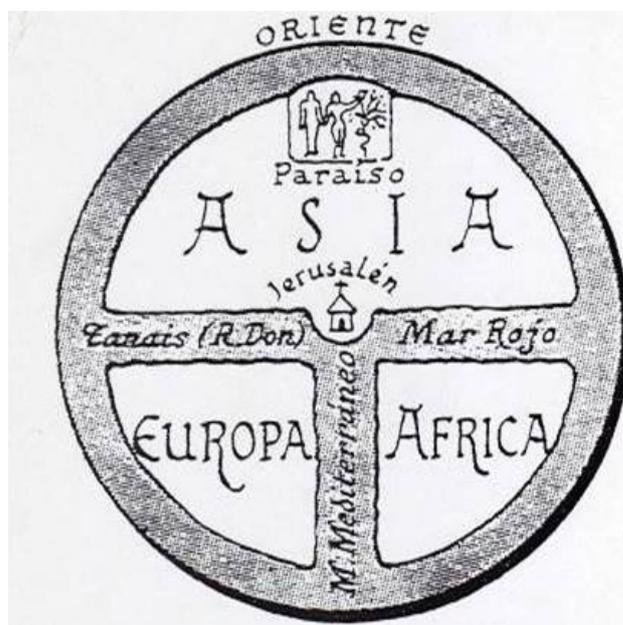
Fica claro que tanto Bauab (2005) como Crosby (2015) concordam que as representações cartográficas medievais eram dotadas de poder religioso. Por fazer prevalecer nas representações cartográficas o alegórico condizente à interpretação das Sagradas Escrituras, ambos os autores estão de acordo, ao afirmarem que os mapas medievais não eram representações quantitativas do espaço, muito menos geométricas. "Os mapas medievais eram destinados a pecadores, não a navegadores" (CROSBY, 2015, p. 49).

É nesse sentido que Bauab (2005) defende que o significado das coisas do mundo, durante a Era Medieval, foi alcançado no jogo dicotômico entre o mundo da alma e o mundo das sensações. Na leitura dos mapas T-O, representações cartográficas bastante comuns na Idade Média, eram os olhos da fé que revelavam o caminho para a Salvação. O conteúdo empírico do mundo encontrava-se subordinado ao apriorismo da ordem religiosa. De acordo com o autor,

É este o verdadeiro sentido da atitude simbólica de tais mapas: expressão imprescindível na linguagem das metáforas, nas comparações, transposições e que o espírito humano, como requer Clemente de Alexandria, não pode expressar-se com propriedade usando os conceitos com o seu uso exclusivamente material (BAUAB, 2005, p. 86).

A ilustração a seguir, nos esclarece acerca das exposições de Crosby (2015) e Bauab (2005). Vejamos:

Figura 5 - Mapa T-O.



Fonte: Mapa TO. Disponível em: <www.momentumsaga.com>. Acesso em 15 jan. 2016.

Em conformidade com a Figura 5, Crosby (2015) mostra que os mapas T-O foram assim denominados porque foram traçados como um O, com um T em seu interior, ou seja: "[...] um círculo com uma linha em seu diâmetro e, em ângulo reto com ela, outra linha que dividia uma das metades em duas partes" (2015, p. 47).

Pode-se perceber, no Mapa T-O, que a linha horizontal da esquerda representa o Rio Don. A linha horizontal da direita, por sua vez, aponta ao Mar Vermelho, e a linha vertical refere-se ao Mar Mediterrâneo. O Rio Don e o Rio Vermelho (as duas linhas horizontais), de acordo com Crosby (2015), formam um divisor norte-sul, ao passo que a outra linha, que representa o Mar Vermelho, divide o mundo em duas fatias: a Europa e a África.

Na perspectiva cartográfica do Mapa T-O, Jerusalém estava no centro do mundo. "Jerusalém, o palco da crucificação de Cristo, deveria ser o centro da superfície habitada da Terra. Porventura não dissera Ezequiel, 5:5, prevendo a agonia de Cristo, 'Esta é Jerusalém: instalei no meio das nações e terras que estão a seu redor?'" (CROSBY, 2015, p. 36). Mais elevado do que todos os lugares representados no mapa, estava o Paraíso, "[...] no alto de uma montanha tão elevada que tocava a órbita da Lua" (CROSBY, 2015, p. 48).

O que é importante destacar, em acordo com Bauab (2005), é que as representações simbólicas da cartografia medieval preenchem a vida dos homens com aspectos imateriais harmonizados com a abundância utópica das Sagradas Escrituras.

Porém, Crosby (2015) destaca que, na segunda metade do século XIII, surgiu outro tipo de representação cartográfica. Esta, ao contrário dos mapas em estilo T-O, não fazia menções a elementos teológicos, alegóricos ou metafísicos. Os *portolani*, de acordo com Crosby (2015), foram traçados geometricamente, objetivando facilitar a navegação dos marujos, próximos de áreas costeiras.

Figura 6 - Portolani das Águas do Mar Mediterrâneo.



Fonte: *Portolani* das Águas do Mar Mediterrâneo. Disponível em: <www.docs.is.ed.ac.uk>. Acesso em 15 jan. 2016.

No *Portolani* das Águas do Mar Mediterrâneo, pode-se notar, representado na porção Sudoeste, um camelo. Ele representaria as vastas planícies áridas africanas. No Sudeste, a representação emblemática da Crucifixão de Cristo, indicando o caminho para as Terras Santas (Israel e Jerusalém). Na porção Noroeste, nota-se o Coliseu, indicando Roma Antiga e o lugar de efervescência cultural dos séculos XV e XVI.

Em conformidade com a Figura 6 e com as asserções de Crosby (2015), pode-se notar que as representações cartográficas, em estilo *portolani*, eram desenhos utilitários das linhas

costeiras. Os *portolani*, de acordo com o autor, eram destinados a mostrar as rotas de navegação, com bastante precisão, em curtas distâncias.

O navegador que consultasse um *portolani* já encontrava traçadas, muitas vezes, as rotas de um grande porto para outro, amiúde achando a desejado. Caso contrário, era comum ele encontrar rotas paralelas àquelas de que necessitava, podendo então, orientar-se a partir destas (CROSBY, 2015, p. 100).

Apesar de representar um grande avanço na cartografia do século XIII, os mapas *portolani* eram muito imprecisos nas rotas marítimas mais distantes. No século XIV, quando chegou a Florença, proveniente de Constantinopla, um exemplar da *Geographia*, de Cláudio Ptolomeu, houve, conforme defende Crosby (2015), uma significativa mudança na percepção espacial e nas representações cartográficas.

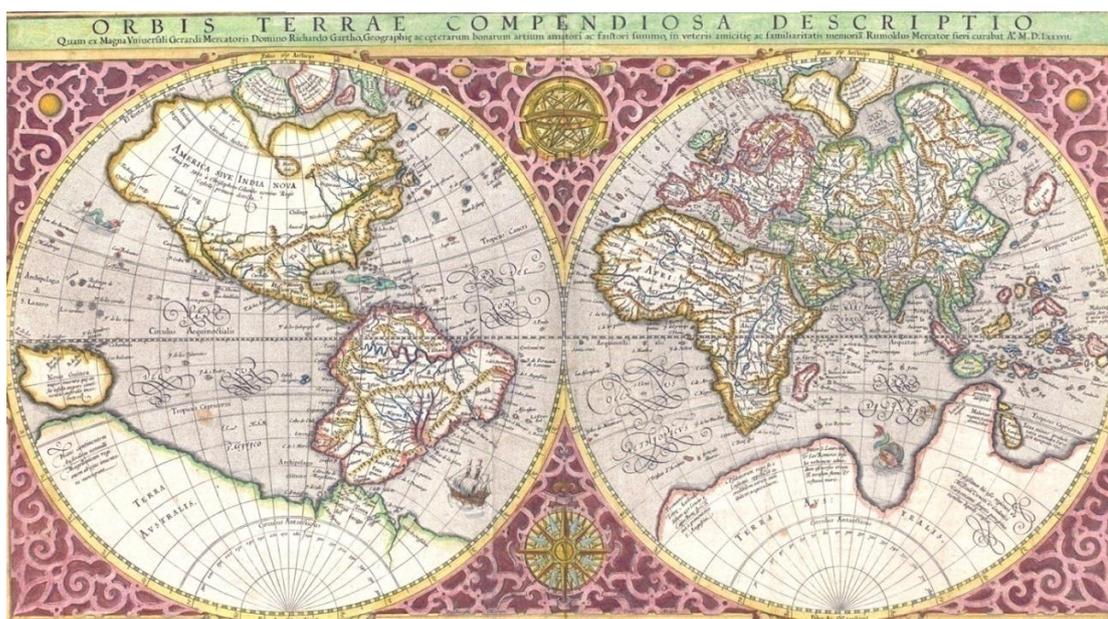
Crosby (2015) mostra que a cartografia de Ptolomeu consistiu em tratar a superfície da Terra como um espaço neutro. Sobre ele, uma grade, que formava quadrículos de coordenadas calculadas, de acordo com as posições dos corpos celestes.

No século XIV, as técnicas de Ptolomeu já faziam parte da moeda corrente dos cartógrafos da Europa Ocidental. A Terra que eles desenhavam havia passado a ser uma esfera presa numa rede de latitudes e longitudes, com sua superfície teórica tão uniforme quanto a de uma bola de bilhar (CROSBY, 2015, p. 102).

Associados às representações cartográficas de Ptolomeu, os estudos matemáticos de Johannes Regiomontanus (1436-1476) - salienta Crosby (2015) - também foram muito importantes no curso de mensuração da natureza. Realizando observações astronômicas com ismo dos princípios matemáticos, o autor mostra que Regiomontanus listou as posições dos corpos celestes em todos os dias, desde 1475 até 1506.

Entretanto, a novidade cartográfica, que causou impacto entre os marinheiros e almirantes do Renascimento, foi anunciada em 1569. A Projeção de Mercator, elaborada por Gerhard Kramer (1512-1594), de acordo com Crosby (2015), projetou o globo terrestre cilíndricamente. Veja-se:

Figura 7 - Projeção de Mercator.



Fonte: Projeção de Mercator. Disponível em: <www.infoescola.com>. Acesso em 15 jan. 2016.

De acordo com Santos (2012), Mercator, na medida em que procurava identificar geometricamente sua projeção, ofereceu aos marinheiros e comerciantes o grau de praticidade. Para o autor, a projeção em escala planetária de Mercator facilitou muito os percursos marítimos dos viajantes.

Evidentemente, o problema de escala (definindo distâncias) assume menor valor em função do fato de que é possível, identificando a latitude, estabelecer-se uma tabela de conversão. O elemento central da projeção mercatiana é o fato de preservar as distâncias angulares e, nesse sentido, garantir a precisão em relação ao rumo a ser seguido pelos navegantes (SANTOS, 2012, p. 108).

Em conformidade com Santos (2012), Crosby (2015) mostra que, na Projeção de Mercator, os meridianos são planificados na forma de linhas paralelas verticais, que são verticalmente equidistantes. Já os paralelos são planificados na forma de linhas retas horizontais, de modo que a distância entre dois paralelos sucessivos, decresce na medida em que esses paralelos se aproximam da linha da linha do equador.

O que é importante destacar, no transcurso realizado até aqui, é o seguinte fato: enquanto foi sendo aprimorada, a cartografia foi se aproximando do conteúdo real do mundo empírico. Na medida em que se aproximava do conteúdo real do mundo empírico, afastava-se das representações simbólicas condizentes a aspectos metafísicos. Com isso, o conteúdo

espacial da realidade foi sendo mensurado, e os fenômenos e os estatutos ontológicos da natureza foram sendo ordenados conforme as leis dos algoritmos.

Claro está, que o progresso geométrico, no modo de compreender e representar o conteúdo espacial, aparece como um dos elementos mais importantes, responsáveis pela mensuração da natureza. Entretanto, para tratar da mensuração da realidade, é preciso falar também do tempo.

Na Época Medieval, de acordo com Crosby (2015), os europeus prestavam pouca atenção aos detalhes do tempo. O tempo medieval e do início do Renascimento, conforme expõe o autor, não era mensurado: era anacrônico

Os europeus medieval tinham uma enorme tolerância para com o anacronismo. Por exemplo, no século VI, Gregório de Tours conhecer pessoas que tinham visto pessoalmente, no fundo do Mar Vermelho, as marcas das carroças deixadas pelos israelitas na fuga do exército do faraó, marcas estas miraculosamente renovadas após cada nova acumulação de limo. Sendo assim, o ano exato do Êxodo não tinha importância marcante, e talvez nem sequer um grande interesse (CROSBY, 2015, p. 39).

O tempo medieval, conforme destaca Crosby (2015), não era percebido pelo homem como uma linha reta, dividida em quantidades iguais. Era compreendido pelos medievos como o palco para a encenação do maior de todos os dramas: a Salvação *versus* a Maldição.

Preenchido pelos fundamentos da fé, o tempo medieval, de acordo com Bauab (2005), estava em perfeita consonância com a representação espacial simbólica, oculta e transcendente. Em conformidade com Bauab (2005), Crosby (2015) expõe que o homem medieval dividia o tempo conforme a exegese bíblica. Ele destaca que:

As divisões em dois períodos (desde o Início até a Encarnação, e desta em diante) e em três períodos (da Criação aos Dez Mandamentos, dos Mandamentos à Encarnação, e desse acontecimento até o presente e o futuro, no Segundo Advento) eram conhecidas por todos os cristãos (CROSBY, 2015, p. 39).

Essa situação, obriga a considerar, em acordo com o autor, que o tempo medieval era essencialmente qualitativo. A aproximação do conteúdo temporal à exegese bíblica constituía, de acordo com Bauab (2005), abstrações simbólicas do espaço.

As horas medievais estavam relacionadas aos ditames da ordem eclesiástica. Segundo Crosby (2015), manter com exatidão os horários de oração significava estar a caminho da salvação. Desse modo, o autor defende que as horas marcadas, durante a Idade Média, eram

muito imprecisas, pois quem realmente estabelecia os ritmos urbanos, nas cidades medievais, eram as intenções sacerdotais. Assim, o tempo era

[...] reflexo imperfeito, fragmento do eterno, tecido por Deus que, em sua ponta, coloca o homem enquanto instrumento da Providência. Tal tempo, do início ao fim, caminha repleto de contingências. Não é uma construção processual, uma cadeia de causas e efeitos alçada à própria sorte. É um mecanismo pelo qual Deus transubstancia a realidade no movimento do próprio cosmos, que conta a Sua história (BAUAB, 2005, p. 92).

Apesar dos aspectos teológicos influenciarem a dinâmica temporal da Idade Média, Crosby (2015) destaca que a maioria da população acreditava que os padrões temporais eram ditados conforme os movimentos dos fenômenos e dos estatutos ontológicos da natureza, "[...] porque os anos, inegavelmente, eram uma ronda repetitiva de estações, todo pôr-do-sol tinha seu correspondente no alvorecer e assim por diante" (CROSBY, 2015, p. 44).

Como a maioria dos homens medieval era cristão, Crosby (2015) mostra que ela não podia adotar a concepção de tempo cíclico, em caráter exclusivo. Por tal circunstância, Bauab (2005) defende que a concepção de tempo, presente na Idade Média, oscilou entre duas perspectivas: a greco-romana (retorno à Idade de Ouro, visão cíclica), e a judaico-cristã, de tempo linear.

Da mesma maneira que as representações espaciais estavam repletas de significados ocultos, imateriais e transcendentais, o conteúdo temporal da Era Medieval, conforme expõe Crosby (2015), pautava-se pelos sinos das igrejas. As batidas dos sinos das igrejas, de acordo com o autor, na Idade Média, eram o meio de informação mais eficiente.

Os sinos, assim, de acordo com Crosby (2015), eram os principais relógios da Idade Média. Eles anunciavam o momento certo para a realização das orações. Desse modo, Crosby (2015) defende que o tempo não era concebido pelo homem medieval em valores precisos. Ao contrário, uma das principais características do conteúdo temporal medieval, segundo o autor, foi a qualificação em termos simbólicos e teológicos, como bem destaca:

Tratava-se do sistema seguido nos mosteiros de hoje, das sete 'horas' canônicas - matinas, prima, terça, sexta, nona, véspera e completas - que indicavam o momento de recitar algumas orações (Salmos, 119:164: 'Sete vezes no dia eu vos louvo, pela justiça dos vossos juízos') (CROSBY, 2015, p. 43).

Entretanto, a primeira tentativa de mensurar com exatidão o tempo, segundo Crosby (2015), foi no início da década de 1270. Robertus Anglicus, em meio à febre de inventar

dispositivos tecnológicos para auxiliar os humanos, elaborou comentários sobre suas tentativas de construir uma roda que fizesse um giro completo a cada 24 horas.

A Europa Ocidental era cheia de moinhos, alavancas, polias e engrenagens, quando Robertus Anglicus descreveu um medidor do tempo movido por um peso que pendia de uma corda enroscada num cilindro, e a ideia de usar parte dessa tecnologia para medir o tempo deve ter ocorrido a diversos protomecânicos. O problema era como impedir que o peso da máquina proposta por Robertus caísse com uma presa desabalada, ou se arrastasse e ficasse desgraciosamente emperrado (CROSBY, 2015, p, 86).

No século XIII, Robertus Anglicus, de acordo com o autor, foi levado a desenvolver o *escapo*. Esse simples dispositivo, conforme destaca Crosby (2015), oscilava continuamente, interrompendo, regularmente, a descida do peso do relógio, garantindo, assim, que a energia fosse distribuída uniformemente. "O escapo não fez nenhuma contribuição para resolver os mistérios do tempo, mas conseguiu domesticá-lo" (CROSBY, 2015, p. 86).

A busca pela mensuração exata e homogênea do tempo começava a ser desejada pelos intelectuais. Tanto é que Crosby (2015) mostra que, por volta de 1370, Carlos V, Rei da França, decretou que todos os relógios de Paris contassem as horas de acordo com o relógio que ele havia instalado em seu palácio.

Gradativamente, o homem passou a compreender o mundo com a mesma regularidade de um relógio. No início do século XV, destaca Crosby (2015), o relógio mecânico já ocupava posições importantes nos centros urbanos europeus. Geralmente instalados em torres, a função do relógio mecânico começou a fazer sentido na medida em que o homem despiu-se dos semblantes teológicos e inseriu-se em dinâmicas até então desconhecidas para ele.

A regularidade mensurativa dos números, dada através do conteúdo temporal, passou a exercer forte influência na vida das pessoas, chegando até mesmo a controlar seus cotidianos. Essa situação é bem apresentada por Crosby (2015, p. 90), do seguinte modo:

Em 24 de abril 1335, Filipe VI concedeu ao prefeito e aos vereadores de Amiens o poder de estipular e controlar com um sino o relógio em que os trabalhadores da cidade deveriam ir para o trabalho pela manhã, aquele que deveriam almoçar e voltar para o trabalho depois da refeição, e o horário em que deveriam sair do trabalho.

É nesse sentido que Crosby (2015) defende que a marca de quantificação da natureza, foi dada por volta de 1300, na Europa Ocidental. Período caracterizado pelo pico populacional e pelo crescimento econômico, por horrores e colapsos demográficos devido às guerras crônicas

e devastações intempestivas e de uma Igreja fragmentada frente aos novos métodos científicos. Estes, conforme expõe Koyré (1991), foram um dos principais pressupostos a instalar a representação de uma natureza mensurada, quantitativa e homogênea.

2.3 A GEOMETRIA DA NATUREZA NA PINTURA, NA ESCULTURA E NA ARQUITETURA RENASCENTISTA

Cálculos referentes à elevação de pesos e aos problemas com as alavancas, segundo Hadot (2004), apareceram claramente já no século XIII, com Jordano Nemerário. Porém, para o autor, um dos principais matemáticos do século XIII foi Roger Bacon (1214-1294).

Professor de Filosofia na Universidade de Paris, entre os anos de 1241 e 1247, e bastante influenciado por Robert Grosseteste (1175-1215), Roger Bacon aspirou à esperança do progresso técnico e mecânico, utilizando a observação dos fenômenos da natureza para elaborar máquinas e objetos de arte, que funcionassem de maneira análoga às dinâmicas naturais.

Roger Bacon imagina, por exemplo, navios sem remadores, máquinas de voas nas quais o homem ficaria sentado e faria se moverem asas análogas às das aves, uma que seria capaz de repelir um milhar de homens e outra que permitiria andar no mundo do mar, pontes sem pilares, espelhos gigantes, aparelhos para ver melhor os objetos distantes ou para provocar ilusões de ótica, espelhos convexos que provocariam incêndios (HADOT, 2004, p. 136).

Os projetos de invenções mecânicas de Roger Bacon, segundo o autor, mostram a importância de descobrir, na natureza, as possibilidades maravilhosas que a mecânica e o seu desenvolvimento ulterior utilizarão para produzir efeitos prodigiosos. Nesse sentido, não se trata mais de, apenas, contemplar o mundo, mas de transformá-lo, de colocá-lo a serviço do home.

Para colocar a natureza a serviço do homem, Burt (1983) revela a importância da função do método de conhecimento científico, proposto por Roger Bacon. Considerando que a experiência sensorial é o fator que produz conhecimentos, o método do filósofo deveria ser iniciado pela observação do fenômeno da natureza. Posteriormente, seria necessário levantar hipóteses, em linguagem matemática, para entendê-lo. A prova da hipótese (certa) deveria ser obtida através da experimentação. Os erros seriam eliminados pelas pesquisas posteriores e, assim, a ciência alcançaria seu progresso.

Em conformidade com Burt (1983), Rossi (1989) considera que o método científico, desenvolvido por Roger Bacon, oferece preeminência à técnica. Os textos técnicos medievais,

mostravam instruções amplas e detalhadas sobre o modo de trabalhar ou operar o instrumento. A teoria, entendida como uma tentativa de deduzir os preceitos, a partir dos princípios gerais, e de fundá-los sobre um conjunto de fatos verificáveis, estava totalmente ausente.

Os avanços técnicos que o método de Roger Bacon proporcionaram, foram muitos. A correção do Calendário Juliano, as pesquisas em como manter o fogo aceso por mais tempo, os estudos com nitrato de potássio que levaram à descoberta da pólvora e às pesquisas alquímicas cujo intuito era a fabricação de ouro, revelações oriundas da experimentação das hipóteses são destacadas por Hadot (2004), como as principais engenhosidades do *Doctor Mirabilis*, o Doutor Admirável.

São por essas razões que Koyré (1991) considera Roger Bacon melhor discípulo de Robert Grosseteste. Segundo o autor, foi Roger Bacon que, com atitudes mais ousadas do que Grosseteste, teve a inspiração de penetrar nos segredos da natureza. O método desenvolvido por Roger Bacon, conforme apresenta Koyré (1991), revela a união entre o raciocínio e o trabalho manual. Essa aliança entre o cognoscível e a praticidade permitiu construir instrumentos e máquinas capazes de colocar a natureza a serviço da humanidade. O elo entre o pensamento e o pragmatismo, para Roger Bacon, é a Matemática. Em suas próprias palavras:

As matemáticas são a porta e a chave das ciências e das coisas deste mundo, das quais permitem um conhecimento certo. Em primeiro lugar, todas as categorias dependem de um conhecimento da qualidade de que tratam as matemáticas e, por conseguinte, toda a excelência da lógica depende das matemáticas (BACON, R *apud* KOYRE, 1991, p. 64)

Em conformidade com as exposições do autor, Crosby (2015) defende que a proposta metodológica de Roger Bacon consistiu em unir a Matemática e a mensuração prática. A fusão entre teoria e pragmatismo, em Roger Bacon, é vista por Crosby (2015) como uma das mais importantes tarefas, para dar sentido a uma realidade sensorialmente perceptível, passível à exatidão e à uniformização temporal e especial.

Dessa maneira, a grande força modeladora da cosmovisão medieval, o Cristianismo, foi sendo substituída, gradativamente, pelos frutos dos novos métodos matemáticos desenvolvidos no final da Idade Média e durante o Renascimento. Os conhecimentos deixavam de ser, apenas, de ordem cognitiva, para serem de ordem prático-social. A vida material foi pouco a pouco evoluindo, e uma nova mentalidade começou a se estabelecer.

As novas práticas sociais faziam apelo ao nascimento de novos métodos e novos saberes. Os esquemas teóricos, quantitativos e experimentais começaram a substituir os belos discursos lógicos da ordem canônica, para oferecer à humanidade recentes instrumentos a fim de operar

a natureza e instaurar modelos de vida até então desconhecidos. A ontologia do mundo empírico sob o enfoque matemático, nesse interim, veio sobrepor-se à representação alegórica e metafísica de um mundo dividido nas duas regiões lunares. Nessa perspectiva, Japiassu (1985, p. 116) destaca que:

Não se trata mais de contemplar o real e de nele encontrar os traços da sabedoria divina, a expressão de uma ordem absoluta. Trata-se de conseguir e realizar um domínio das forças naturais. É todo um estilo de relação do homem com a natureza que se altera.

A racionalização da existência do homem estava acontecendo. O desenvolvimento da sociedade comercial, industrial, técnica e científica ascendeu à praticidade na vida humana. A exploração cada vez maior e eficaz da natureza retardava a visão de mundo medieval condizente às Sagradas Escrituras. A nova visão de natureza constituía-se em acordo com as dinâmicas do trabalho manual, amparado, no início do Renascimento, pelas novas engenhosidades técnicas que as pesquisas matemáticas e mecânicas proporcionaram.

Exemplo dessa situação é apresentado por Japiassu (1985). Ele mostra que, entre os séculos XV e XVI, o empresário alemão Jacob Fugger (1459-1525), utilizando-se das descobertas alquímicas - tratamento mineral - de Roger Bacon, controlava todas as minas de cobre e prata do Tirol, empregando mais de 20.000 operários e técnicos.

Com a aristocracia em voga na Europa do século XV, Crosby (2015) relata que muitas das principais famílias burguesas da época utilizavam as representações artísticas para intensificar a satisfação intelectual e emocional, o lucro econômico e os objetivos políticos e sociais. Nesse sentido, Bauab (2005) afirma que as pinturas renascentistas exploraram o conteúdo espacial, a partir dos dados sensoriais, rompendo, em parte, com o laço vertical que ligava efeitos visíveis a causas transcendentais. O autor destaca que:

O espaço neutro, organizado da época da Renascença não mais se baseava, portanto, em símbolos e valores imaginários de uma sobrenatureza, mas em regras mensuráveis e matematicamente descritíveis da percepção visual. Fica, a alegoria visual, em um segundo plano, e os *olhos da fé* são substituídos pela percepção visual que se limita exclusivamente ao mundo humano. Constitui-se a pintura, como em Leonardo da Vinci, no verdadeiro espelho do real (BAUAB, 2005, p. 196).

Em conformidade com a exposição de Bauab (2005), Crosby (2015) comenta que as pinturas do Renascimento buscavam a representação fiel da realidade. Se a excelência da realidade repousa na mensuração dos estatutos ontológicos e dos fenômenos da natureza, a

vinculação entre a verídica representação artística e o mundo exterior foi facilitada por técnicas geométricas aplicadas à pintura. Para se entender como as técnicas geométricas auxiliaram os artistas a representarem fielmente os conteúdos mundanos em seus quadros, observa-se um dos mais importantes trabalhos intelectuais do próprio Leonardo:

Figura 8 - A Anunciação, (1472).



Fonte: *A Anunciação* (1472), de Leonardo da Vinci. Disponível em: <www.noticias.universia.com.br>. Acesso em 18 jan. 2016.

A Anunciação, de Leonardo da Vinci, traz um exemplo de como as técnicas geométricas foram aplicadas à pintura, durante o Renascimento. *A Anunciação*, de acordo com Wackernagel (1980) fixa o momento em que o Arcanjo Gabriel anuncia à Virgem Maria ser ela a escolhida para conceber Jesus, Filho de Deus.

As técnicas geométricas podem ser percebidas nas linhas paralelas das paredes, dos degraus e das janelas (à esquerda) e nas árvores, ao fundo. Segundo Crosby (2015, p. 165), essas linhas "[...] afastam-se aos poucos do seu posicionamento tradicional, paralelo ao plano do quadro, e começa a convergir para uma área vaga no fundo da tela".

Como se pode perceber, todas as linhas paralelas do quadro de Leonardo descendem de uma área vaga no fundo da paisagem. As linhas verticais que formam os limites do canteiro das flores (sobre o qual está o Arcanjo), da banqueta (sobre a qual está a mão estendida da Virgem Maria), do rodapé da porta (atrás da Virgem Maria) e da mureta (atrás do Arcanjo), possuem profundidade suficiente que possibilita o espectador penetrar na obra.

Os frisos nas quinas da parte exterior do edifício, em formas retangulares, de acordo com Crosby (2015) são responsáveis por dar a sintonia entre os vários elementos do quadro. Além disso, o autor destaca que as cabeças posicionadas, na altura intermediária da tela, dão a

impressão da posição do observador ser idêntica à posição dos personagens representados no quadro.

Um dos principais teóricos da pintura renascentista, responsável por desenvolver técnicas geométricas capazes de representar, nitidamente, o real nas telas dos quadros, segundo Crosby (2015) foi Leão Battista Alberti (1404 - 1472). Este, de acordo com o autor, afirmou que, para alcançar um realismo expressivo na representação artística, era preciso, primeiramente, estabelecer o *plano do quadro*, ou seja: "[...] a janela através da qual o pintor vê aquilo que pretende retratar" (CROSBY, 2015, p.177).

Uma vez estabelecido o *plano do quadro*, Crosby (2015) destaca que Alberti declarou que o primeiro elemento, a ser desenhado no quadro, seriam as pessoas. Postas no primeiro plano, em seguida, seria preciso dividir suas alturas, em três unidades iguais. "Estas serão as unidades básicas, os quantificadores do quadro" (CROSBY, 2015, p. 177).

Posteriormente, seria preciso traçar linhas horizontais, da base à parte superior do *plano do quadro*. Delineadas as linhas verticais sobre as linhas horizontais, ter-se-ia um fundo quadriculado. Bem no meio dessa quadratura, Alberti, segundo Crosby (2015) mostrou que seria preciso colocar um ponto, "[...] que é o 'ponto de fuga', no qual se encontram todas as linhas que formam um ângulo reto com o plano do quadro" (CROSBY, 2015, p. 177).

Feito isso, as linhas que delimitam os objetos representados no segundo plano, deveriam convergir todas ao ponto de fuga, dando a impressão que os objetos diminuem à medida que se distanciam dos olhos do espectador.

Nessa conjuntura geométrica, as linhas verticais e horizontais, todas dirigindo-se a um único ponto posicionado no fundo da tela, de acordo com Crosby (2015), cria uma perspectiva tridimensional favorável à mensuração da realidade. O rigor geométrico nas representações artísticas, conforme mostra o autor, orienta o espectador ao esplêndido projeto de uniformização e homogeneização do conteúdo espacial. Essa situação também é bem apresentada por Bauab (2005, p. 195-196) da seguinte maneira:

A geometria, ainda distante de ser transfigurada na abstração matemática moderna, com seus símbolos universais, possibilitou uma imitação precisa da natureza. A tridimensionalidade proporcionou uma precisão nas distâncias, facilitando a representação das formas agora enfocadas na universalidade de um espaço externo, absoluto, abstração que dispensa, em nome da verdadeira sensação ótica, os conteúdos antes prioritários.

As exposições de Bauab (2005) podem ser bem compreendidas diante do quadro *O Casal Arnolfini*. Pintado, em 1434, pelo artista holandês Jan Van Eyck (1390-1441), é possível

notar os traços marcantes da pintura renascentista, mesmo antes da época de Leonardo. Os elementos mundanos, no primeiro plano, e os aspectos alegóricos, preenchendo o segundo plano, indicam a sobreposição do mundano-visível ao metafísico-invisível, no que se refere à natureza e ao homem.

Figura 9 - O Casal Arnolfini, 1434.



Fonte: *O Casal Arnolfini* (1434), de Jan Van Eyck. Disponível em: <www.noticias.universia.com.br> Acesso em 02 nov. 2015.

Wackernagel (1980) mostra que a obra exhibe o rico comerciante Giovanni Arnolfini e sua esposa Giovanna Cenami. Acredita-se que o quadro tenha sido encomendado por Giovanni, para retratar o casamento do casal, ou em memória da esposa falecida que, na representação artística, aparece grávida.

A enorme testa da Sra. Cenami, para o autor, demonstra uma hábito bastante comum das mulheres da época. "Era moda as senhoras da aristocracia e alta burguesia raparem a parte da frente do cabelo. Era considerado um sinal de beleza" (WACKERNAGEL, 1980, p. 68).

A cena que se passa em um quarto está repleta de significados. Para Wackernagel (1980), as vestes verdes da mulher significam a esperança de ser mãe, ao passo que sua touca branca representa a pureza. A exuberante cartola e o longo poncho plumado do Sr. Arnolfini retratam as vestimentas comuns da alta burguesia do Renascimento.

Ainda no primeiro plano, o cão, segundo Wackernagel (1980), é o símbolo da fidelidade e da estabilidade doméstica serena. Para o autor, o cão também representa a riqueza material, pois, no século XV, somente famílias ricas podiam tê-lo.

Os tamancos espalhados pelo chão, para Wackernagel (1980), indicam um sinal de cerimônia religiosa: o casamento do casal ou a cerimônia fúnebre da Sra. Cenami. De qualquer modo, o autor destaca que os pés descalços referem-se a um lugar no Paraíso.

No segundo plano da representação artística, pode-se ver que as linhas que formam os limites da janela e da mesa (à esquerda), da cama (à direita) e do piso, dirigem-se todas ao *ponto de fuga*, o espelho, no fundo e no meio do quadro. O lustre ricamente trabalhado com uma única vela acesa, de acordo com Wackernagel (1980), significa a espiritualidade em ato.

O ato físico do amor é evidenciado pelas cortinas vermelhas da cama, colocada ao lado esquerdo da imagem. As cortinas abertas da cama conjugal, para Wackernagel (1980), significam a visita e a bênção da Santíssima Trindade.

Do lado direito da pintura, pode-se observar uma janela. Abaixo dela, uma maçã. Esta maçã, para o autor, representa a Maça de Adão. Ela simboliza o pecado e o desejo carnal do ato que levou à gravidez. Entretanto, as três laranjas junto à mesa, Wackernagel (1980) as vê como um sinal de fertilidade, pureza e inocência no Jardim do Éden, antecedente à Queda.

"O espelho convexo na parede de trás do quarto, reflete, para além de Arnolfini e da sua esposa, mais duas figuras na porta". (WACKERNAGEL, 1980, p. 71). Observa-se de modo mais detalhado, o espelho:

Figura 10 - O reflexo do Espelho.



Fonte: Adaptado pelo autor.

O espelho esconde, segundo Wackernagel (1980), o elemento mais misterioso do quadro. Observando-se o espelho na totalidade do contexto expresso por Van Eyck, pode-se perceber que ele está situado ao fundo e no centro do quadro. Desse modo, é possível concluir que ele seria o *ponto de fuga* dessa representação artística, pois todas as demais linhas verticais e horizontais, que formam os limites dos objetos no segundo plano, dirigem-se a ele. Todavia, é importante salientar, os pormenores com que Van Eyck pintou o espelho. No reflexo do espelho (Figura 10), pode-se observar o reflexo da cena que estava ocorrendo: o casal de costas, e a parede oposta ao espelho onde se vêem duas outras pessoas a entrando no cômodo.

Estão assim presentes duas testemunhas para legalizar o casamento. Uma delas é provavelmente o próprio pintor que coloca a sua assinatura acima do espelho: '*Johannes van Eyck fuit hic 1434*' (Jan van Eyck esteve aqui em 1434) (WACKERNAGEL, 1980, p. 71).

Segundo o autor, a mão direita levantada do Sr. Arnolfini faz pensar que ele está acenando para Van Eyck, ao entrar no quarto. No ornato saliente que circunda o espelho estão representadas as cenas da Paixão de Cristo. Em acordo com Wackernagel (1980), as dez cenas da Paixão de Cristo representam a promessa de Deus para salvar as pessoas que aparecem no espelho redondo. "O próprio espelho simboliza Maria e refere-se à Imaculada Conceição e à

pureza da Virgem Santa, representando além disso o Olho de Deus, que desta maneira, é testemunha na cerimônia" (WACKERNAGEL, 1980 p. 71).

Embora os elementos religiosos estejam presentes no quadro, eles aparecem no segundo plano, e em formas metafóricas. O mundano revela-se no primeiro plano, evidenciando os aspectos materiais da vida do homem, sobrepondo-se, assim, aos semblantes metafísicos, alegóricos e invisíveis condizentes a uma realidade distante, já ultrapassada.

A Sra. Cenami, vestida segundo a última moda da época, com seu vestido feito com os melhores e mais caros tecidos, revela o poder econômico da família. Giovanni Arnolfini, segundo Wackernagel (1980), era descendente de uma antiga família italiana residente na cidade italiana de Lucca. Entretanto, de acordo com o autor, Arnolfini viveu toda sua vida na cidade belga de Bruges, onde era responsável por uma vasta rede comercial, especializada em tecidos preciosos, em objetos de valor e em tapetes persas e turcos personalizados.

No início do século XV, Bruges era uma das principais cidades comerciais da Europa do Norte, atraindo numerosos diplomatas, comerciantes e mercadores estrangeiros. Essa situação leva a considerar, em acordo com Wackernagel (1980), outro aspecto fundamental da obra *O Casal Arnolfini*: ela retrata, da maneira mais próxima do real, o contexto histórico, social, econômico e artístico da Europa, durante o Renascimento.

Contrariando a perspectiva simbólica medieval, pintores como [...] Jan Van Eyck [...] nos Países Baixos, já enfatizavam uma observação detalhada da natureza em nome de um realismo ótico. O salto adiante nisso tudo seria dado na Renascença pela universalização da perspectiva que conseguiu estabelecer uma correspondência entre percepção e representação simbólica, apurando a representação daquilo que fora experimentado pelo olho (BAUAB, 2005, p. 196).

Nesse sentido, em conformidade com Bauab (2005), a representação do espaço, na época do Renascimento, foi constituída pelos conhecimentos *a-posterioris*. A natureza e o homem são concebidos pelas características materiais inerentes a seus seres. A alegoria metafísica é ocultada pela habilidade manual dos artesãos, artistas, engenheiros e técnicos. Devido às perícias das mãos e à perspicácia da visão, esses personagens tornam-se os grandes gênios do Renascimento. De tão importante que passam a ser para o desenvolvimento da ciência, valorizam-se de tal modo, que representam-se a si mesmos nas próprias pinturas artísticas, como é visto no reflexo do espelho (Figura 10). Assim:

O processo que conduziu a uma nova e diversa valorização das artes mecânicas e do trabalho dos técnicos, levando ao reconhecimento da função

exercida pelos artesões e engenheiros no interior da cultura e das sociedades, tem características muito diferentes. Este processo tem um caráter europeu, e está ligado à ascensão da burguesia e à consolidação das monarquias e dos estados nacionais. Mas o que interessa ressaltar aqui é que esta nova valorização - que era o produto de uma nova realidade histórica - possibilitou a colaboração entre cientistas e técnicos e a interpretação de técnica e ciência que estão na base da grande revolução científica do século XVII. A direção do movimento científico passará para os engenheiros, os *virtuosos*, os nobres de espírito científico do século XVII. Os órgãos da nova cultura não mais serão as universidades, mas as sociedades científicas, as academias e os ateliês (ROSSI, 1989, p. 40).

O que induz a concluir em acordo com Rossi (1989) - que essas dinâmicas culturais do Renascimento estavam ligadas à ascensão da burguesia e à consolidação das monarquias e dos estados nacionais - são as exposições de Wackernagel (1980).

Wackernagel (1980) explica que o arquiteto italiano Leon Battista Alberti (1404-1472) foi responsável por projetar, em meados do século XV, o monumental Palácio dos Médices. Durante o Renascimento, o autor defende que, nas áreas urbanas, os palácios eram habitações típicas da nobreza, dos membros eclesiásticos e dos burgueses.

Caracterizado por sua planta quadrangular e por seu aspecto compacto, fechado e maciço, com grandes janelas colocadas, à elevada altura, o palácio da rica família Médici, segundo Wackernagel (1980), recebia diariamente homens cultos, peritos nas habilidades manuais, para confeccionar belas-artes para preencher seu interior. "Donatello, o mestre mais notável de sua geração, criou o *David nu* de bronze, à maneira antiga, destinada ao pátio dos Médicis" (WACKERNAGEL, 1980, p. 18).

Observe-se a escultura:

Figura 11 - David Nu, 1440.



Fonte: *David Nu* (1440), de Donatello. Disponível em <[http:// warburg.chaa-unicamp.com.br](http://warburg.chaa-unicamp.com.br)> Acesso em 02 nov. 2015.

De acordo com Wackernagel (1980), o *David Nu* é considerado uma obra-prima do Renascimento. A estátua esculpida em bronze, no ano de 1440, por Donatello (1386-1466), colocada no pátio do Palácio da Família Médici, com 1,58 m, representa o jovem herói David.

Para Wackernagel (1980), o chapéu sobre os longos e lisos cabelos de David, ligeiramente voltado para baixo, revela a impressão de o herói estar perdido em seus próprios pensamentos. Em posição de repouso e com uma das mãos na espada que decapitou Golias, o autor defende que ela representa a vitória dos elementos mundanos aos aspectos metafísicos da realidade. "O corpo é totalmente nu, deixando a vista as botas que chegam até o joelho. A base d estátua é constituída pela cabeça de Golias" (WACKERNAGEL, 1980, p. 20).

Além da estátua de Davi, Wackernagel (1980) destaca que as pinturas e tapeçarias de Flandres também se acumulavam no interior do palácio. As representações artísticas na capela do palácio, desenhadas por Sandro Botticelli (1446-1510) em ouro granulado e azul ultramarinho, para o autor, revelam a importância dos artistas plásticos para o desenvolvimento científico e cultural do Renascimento.

Nesse sentido, Rossi (1989) defende que Leão Battista Alberti foi o primeiro a desenvolver um tratado teórico de arquitetura. Extraíndo preceitos a partir de princípios gerais, o autor advoga que Leão Battista Alberti subdividiu as tarefas dos arquitetos em diferentes setores. Através de raciocínios dedutivos de ordem geométrica e provas históricas, a partir dos dados *a-posterioris*, as tarefas dos arquitetos, aplicadas de maneira conjunta em diferentes áreas das cidades, iriam constituir uma rede urbana única, ligada por sistemas de fluxos coerentes, destinados a facilitar a vida mundana nas cidades.

O cálculo abstrato, nesses termos, seria rigorosamente experimentado pelas habilidades dos artesãos. Estes, necessariamente, deveriam dominar a parte teórica dos cálculos e as habilidades no nível da prática. Assim, a colaboração entre o saber científico, expresso pelos números, e o saber técnico, ligado às habilidades manuais dos artesãos em trabalhar com os materiais destinados às construções, consolidaram um dos aspectos centrais e fundamentais da cultura renascentista.

O saber dos artesãos voltados à Matemática e à praticidade, foi um passo decisivo para constituir a visão de natureza renascentista. A base teórica matemática utilizada pelos mestres artesãos e pelos técnicos, aperfeiçoada nas sociedades científicas e nas academias, revestiu os fenômenos e os estatutos ontológicos da natureza com roupagem geométrica. Os algorismos e as medidas, aplicadas às artes mecânicas, substituíram a concepção de natureza divina por uma concepção mecanicista, como bem apresenta Lenoble (1969, p. 110):

A estrutura da Natureza e, conjuntamente, a estrutura da sociedade vão sofrer uma remodelação completa; o engenheiro conquista a dignidade de sábio, porque a arte de fabricar tornou-se protótipo da ciência. O que comporta uma nova definição do conhecimento, que já não é contemplação mas utilização, uma nova atitude do homem perante a natureza: ele deixa de a olhar como uma criança olha a mãe, tornando-a por modelo; quer conquistá-la, tornar-se dono e senhor dela.

Pode-se considerar, nesses termos, que, da mesma maneira pela qual o golpe de David decapitou Golias, o homem e a ciência passaram a ferir a natureza. As atividades manuais e técnicas desenvolvidas pelos hábeis artesãos e engenheiros, em seus ateliês e em suas oficinas, tornam-se mais significativos do que os cultos dos fiéis nos templos cristãos. Rezar, orar, súplicas religiosas não resolvem mais os problemas da vida. Estes passaram a ser resolvidos pelas engenhosidades mecânicas construídas nas oficinas.

No fundo, os princípios matemáticos *dessacralizaram* a natureza. A lei dos números passou a ser mais importante do que as leis religiosas ou divinas. Apesar de o Paraíso ainda ser concebido, por alguns, como o lugar distante e metafísico condizente às Sagradas Escrituras para muitos ele passa a significar a própria vida terrena, facilitada pelos muitos utensílios que a matemática e a mecânica concederam ao homem. Nessa perspectiva:

Na chamada idade de ouro, os homens viviam no estado animal, não eram mais virtuosos nem mais inteligentes do que hoje os animais são; mas, nascidas as dificuldades, ressurgidas as necessidades, agudizaram-se os engenhos, inventaram-se as industriais, descobriram-se as artes; e sempre dia após dia, por causa da indigência, da profundidade do intelecto humano, geram-se novas e maravilhosas invenções (ROSSI, 1989, p. 74).

Em conformidade com Rossi (1989), Japiassu (1985) destaca que, dada a potencialidade da técnica, o homem deixa de ser concebido como um animal que age segundo condutas instintivas e estereotipadas - como era na chamada Idade de Ouro - para se configurar em *Homo Faber*, homem capacitado para inventar técnicas, aperfeiçoá-las e transmiti-las.

A recusa a instrumentos, ferramentas e máquinas, segundo Japiassu (1985), também caracteriza o *Homo Faber*. Da aliança entre o trabalho manual e a técnica, elementos que compõem o programa de pesquisas científicas do Renascimento, configura-se o homem europeu, que busca conhecer a natureza, mediante os princípios matemáticos, e transformá-la pelas operações técnicas engendradas pelas máquinas.

Assim, a curiosidade sem fronteiras, a acuidade de visão, o espírito de aventura que conduziram às grandes viagens de descobrimentos, que oportunizaram a elaboração das importantes obras de descrição, são alguns dos mais importantes fatores que constituíram a

visão de natureza assinalada, segundo Bauab (2005), pelo pensamento da mundanidade. Para o autor, é durante o Renascimento que a geometrização do espaço ganhará força, pelos artistas plásticos, engenheiros e técnicos. A matematização da realidade, contraditória à indução do Aristotelismo, para Bauab (2005), levou a uma nova noção de finalidade/*têlos* da natureza.

Com o homem aprimorando, reproduzindo e transmitindo as técnicas em potências sucessivas, a finalidade dos fenômenos e dos estatutos ontológicos da natureza, passou a corresponder às intencionalidades dos artesãos e engenheiros. Ao criarem os objetos, utensílios e ferramentas destinadas a facilitar a vida dos homens, o *têlos* da natureza deixa de estar ligado aos aspectos imateriais, para corresponder aos desejos ou às necessidades materiais da vida mundana.

Desse modo, segundo as palavras de Lenoble (1969), o Renascimento foi caracterizado como um momento de efervescência cultural. Essa condição de efervescência cultural é destacada por Burt (1983, p. 32) da seguinte maneira:

Acontecera a Renascença, ou seja, a mudança do centro de interesse do homem na literatura, do presente para a idade de ouro da Antiguidade. Começara a revolução comercial, com suas longas viagens e excitantes descobertas de continentes anteriormente desconhecidos e de civilizações ainda não estudadas; os principais negociantes da Europa e os campeões do colonialismo desviavam sua atenção das pequenas feiras locais para os grandes e inexplorados centros de comércio na Ásia e nas Américas. Os limites do conhecimento humano tradicional repentinamente pareceram pequenos e pobres; os pensamentos dos homens passaram a acostumar-se com a ampliação constante de seus horizontes. A Terra foi circunavegada, o que comprovou da maneira mais popular sua redondeza. Verificou-se que os antípodas eram densamente habitados. Parecia ser possível o corolário de que o centro de importância do universo talvez não tivesse sequer na Europa. Além disso, a inaudita rebelião religiosa da época contribuiu poderosamente para liberar o pensamento humano [...]. A ascensão das literaturas vernáculas e o aparecimento de tendências claramente nacionais nas artes vieram somar-se à mesma instabilidade; havia, em todos esses aspectos, uma fuga dos centros anteriores do interesse humano e uma busca de algo novo.

Foi durante o Renascimento que as principais obras literárias da Antiguidade Clássica foram traduzidas. O *Contador de Areias*, de Arquimedes (287 a.C - 212 a.C), o *Almagesto*, de Cláudio Ptolomeu (90-168), a *Coleção* de Pappus de Alexandria (290-350), os diálogos platônicos e as obras de Aristóteles referentes ao céu (*Sobre o Céu*), ao clima (*Meteorologia*) e aos animais (*História dos Animais*), são algumas das principais obras que foram traduzidas do grego para o latim.

Essas e outras literaturas foram sendo difundidas no Ocidente. Burt (1983) assevera que elas foram re(interpretadas) de maneira mais ousada. A Matemática passou a ser

compreendida como uma ciência vinculada ao pragmatismo. Fato que colocou em *xequê* a metafísica escolástica e o apriorismo da Lógica de Silogismo.

Pouco a pouco, a Matemática de caráter pragmático e mensurável foi substituindo a Lógica de Silogismo. Esta, incapacitada em oferecer ao homem as engenhosidades mecânicas que o levaram a uma nova postura epistemológica, à descoberta de novos continentes e a civilizações desconhecidas e a uma nova visão de natureza instituída por sistemas numéricos e grandezas logarítmicas.

A revolução comercial, com suas longas e excitantes viagens marítimas, de acordo com Bauab (2012), foi uma aspiração evangelizadora, propiciada via transição do Oceano Atlântico, para ligar a Cristandade ao reino dos infiéis e selvagens. O estabelecimento de uma unidade cristã no Novo Mundo, para o autor, teve a intenção de absorver todos os tesouros relatados pelos desbravadores e de reconstituir tentativas de recuperar a cosmovisão dada pelos *a-prioris* religiosos.

A perspicácia da visão, como um dos elementos marcantes do Renascimento, pode ser percebida nos relatos da viagem do almirante genovês, Cristóvão Colombo (1451-1506), ao Novo Continente.

Em 17 de novembro, narrando, como sempre fez durante todo o diário da Primeira Viagem, na terceira pessoa do singular, inclusive referindo-se a si nestes termos diz: 'achou aqui - a referência é a si próprio - nozes iguais às da Índia e enormes ratões, também como os da Índia, e caranguejos imensos' (BAUAB, 2012, p. 49)¹¹.

Em conformidade com o autor, a verídica descrição dos fenômenos da natureza, a partir dos dados *a-posteriori*, abalou a representação mítica e religiosa do cosmos. A ruptura entre os simbolismos mítico-bíblicos e o mundo empírico dos fatos aconteceu, segundo Bauab (2012), pela constatação da inexistência de sereias, sílfides, dragões e dos antípodas no Extremo Oriente, visto até então como o Paraíso terreal. Neste sentido, a circum-navegação da Terra, realizada por Fernão Magalhães (1480-1522), entre 1519 e 1522, para Lenoble (1969), rompeu, parcialmente, com a representação fabulosa e metafísica da natureza.

Por outro lado, essa *desmistificação* do mundo terrestre, para Henry (1998), proporcionou fascinantes levantamentos enciclopédicos do mundo das plantas e dos animais. Os conhecimentos naturais da Antiguidade Clássica, fornecidos por Aristóteles, Teofrasto (372

¹¹ A frase destacada entre aspas simples indica as palavras de Cristóvão Colombo, relatada por ele mesmo nos *Diários da descoberta da América: as quatro viagens e o testamento*. Trad. Milton Person. Porto Alegre: L&PM, 1991 (col. A Visão do Paraíso).

a.C - 287 a.C), Plínio, o Velho (23-79), e Dioscórides (50-70), tornaram-se antiquados e obsoletos diante das representações ilustradas pela máquina impressora. Os catálogos de Otto Brunfels (1489-1534), de Leonardo Fucks (1501-66), e de Gaspard Bauchin (1541-1613), conforme diz Henry (1998), apresentaram espécies animais e vegetais da Europa e das Américas, desconhecidas para o homem antigo e medieval.

Nesse sentido, houve o que Henry (1998) entende por naturalismo dos textos. O maior realismo nas ilustrações, referentes às paisagens da natureza, faz alusão ao termo. As grandes enciclopédias de história natural do Renascimento - entre as principais *Historia Naturalium*, de Conrad Gesner (1522-1605) em quatro volumes, e os treze volumes sobre os diferentes tipos de animais, publicado por Ulisse Aldrovandi (1522-1605) - não tratavam apenas de fatos comuns sobre os hábitos e a natureza dos animais. Tais obras revelaram os significados simbólicos dos animais, tanto para os antigos como para os diferentes povos europeus do Renascimento.

Assim sendo, essas histórias naturais incluíam no verbete relativo a certo animal todos os adágios, provérbios, fábulas, relatos bíblicos e outros folclores sobre o animal. Ao que parecia, para historiadores naturais como Gesner e Aldrovandi, tais informações eram relevantes para uma compreensão do próprio animal, sua natureza e importância. (HENRY, 1998, p. 41).

O que se pode depreender da exposição do autor, é a busca mais próxima, legítima e verídica dos fenômenos da natureza. No Renascimento, as descrições dos fenômenos da natureza, condizentes às doutrinas metafísicas clássicas, começaram a perder credibilidade, diante das enciclopédias ilustradas, elaboradas a partir do descobrimento de novos continentes.

O invisível, nesses termos, torna-se sem significado. Ele é abolido das representações do mundo. Busca-se a real descrição ontológica dos corpos da natureza, ao invés de especulações metafísicas vagas de um mundo distante, na maioria das vezes concebido em um outro plano ou em alguma outra esfera.

A ordem dos fenômenos cósmicos passa a ser traçada por um Deus geômetra. As mudanças espantosas na mentalidade do homem, oriunda das diversas dinâmicas em que ele estava inserido, fez vigorar uma representação cósmica finita, quantitativa e mensurável.

Os historiadores naturais, frente às civilizações, aos animais e às plantas do Novo Mundo, que não tinham quaisquer associações ou similaridades com a cultura do Velho Mundo, foram responsáveis por produzir enciclopédias que representaram as criaturas mundanas em termos mais factuais do que os antigos saberes naturais.

Os estudos em Mineralogia também progrediram. Georgius Agricola (1494-1555), considerado por Rossi (1989) o pai da Geologia, foi responsável por revolucionar os estudos e as pesquisas desta ciência. Recusando a tradição mágica, Agricola leva à Geologia a necessidade de explicações racionais sobre a estrutura e a composição das rochas e dos minerais.

Até então influenciada pela tradição mágica, os estudos e as pesquisas em mineralogia, propostos por Agricola, descreveram, mediante a observação da natureza, quadros taxionômicos referentes ao solo e à arte da mineração. *De Ortu et Causis Subterraneorum* e *De Natura Fossilum*, ambas obras publicadas em 1546, segundo Rossi (1989), foram os primeiros tratados sistemáticos de Geologia e Mineralogia. Assim:

De re metallica, publicado um ano após a morte de Agricola, manteve-se por dois séculos como a obra fundamental e inigualada da técnica de mineração. O livro aparece nos mesmos anos em que as minas das Américas Central e do Sul estavam alcançando um desenvolvimento prodigioso. Em Potosí, que forneceu ouro e prata para toda a Europa, a obra de Agricola é considerada uma espécie de Bíblia, e os padre pendurarão *De re metallica* nos altares das igrejas a afim de que os mineiros cumpram suas devoções cada vez que precisarem resolver um problema técnico. (ROSSI, 1989, p. 50-51).

Em conformidade com o autor, Agricola propugnou nessa obra - *De re metallica* - pelo estudo das coisas naturais como elas são. Evitando recorrer ao Aristotelismo ultrapassado que afirmava que as rochas são formadas pelos quatro elementos e pelos raios do Sol, no interior da Terra, o estudo de Agricola teve a intenção, segundo Rossi (1989, p. 51), de "[...] permitir o homem atingir fins mais nobres e elevados do que os que a própria natureza parecer ter atribuído a sua espécie".

Encaminhando as discussões ao próximo capítulo, já se pode evidenciar a finalidade intencional do homem frente à natureza. A sobreposição ontológica dos corpos da natureza às especulações metafísicas e alegóricas, como propôs Agricola, contribuíram para modelar a visão de natureza em uma perspectiva mundana, material e quantitativa.

A exploração dos recursos naturais, através dos mecanismos técnicos, privou a natureza de suas características imateriais e sagradas. Na medida em que o homem ampliava a capacidade de exploração da natureza, com mecanismos técnicos, o retorno dos recursos naturais ao mundo do homem, em forma de utensílios materiais, foi reprimindo a visão de natureza caracterizada por semblantes invisíveis ou imateriais

Tornando-se um organismo mecânico, a natureza começou a ser operacionalizada pelo teor pragmático e pelas leis do número. A técnica passou a extrair os recursos naturais em potência infinita, para constituir objetos imbuídos de intencionalidades materiais.

Os mecanismos técnicos, ao mesmo tempo em que despertaram na população europeia desejos ou necessidades materiais, configuraram, assim, o homem como racional, voltado a investigar os fenômenos da natureza em linguagem matemática e transformá-la de acordo com seus interesses.

Por fim, diante de tudo o que foi exposto nesse segundo capítulo, destaca-se que a representação matemática e mundana da natureza começou a ser elaborada já no Renascimento, momento que antecedeu a grande Revolução Científica do século XVII.

Nesse ínterim, aponta-se algumas questões centrais do trabalho e salienta-se a importância que a magia e a observação empírica tiveram na constituição da visão de natureza renascentista. Os trabalhos manuais dos artesãos e engenheiros também foram evidenciados como elementos que contribuíram para instituir essa cosmovisão marcada pelas leis dos números e pelo pragmatismo da vida mundana.

Diante de tudo o que foi exposto neste capítulo, é relevante refletir acerca da condição humana, frente à concepção mecanicista da natureza. **Mesmo não sendo objeto central dessa investigação**, pode-se indagar: Se a contemplação dos fenômenos da natureza é substituída pela exploração dos recursos naturais, o homem, ao mesmo tempo, não passa a ser explorado também, pelas novas dinâmicas sociais, políticas e econômicas emergentes da ascensão do modo de produção? Se sim, então não se está na mesma posição da natureza? Cabe refletir.

De qualquer modo, apresenta-se a segunda etapa importante de articulação e construção sistemática da ideia de natureza. Analisa-se algumas das doutrinas mágicas com suporte de relevantes representações artísticas que retrataram o contexto histórico, artístico, intelectual e científico em que o homem Renascentista estava inserido.

CAPÍTULO 3 - A-MODERNIDADE: A MATEMÁTICA, O EXPERIMENTALISMO E O MECANICISMO CONQUISTAM A NATUREZA

No capítulo anterior, descreveram-se o cenário intelectual do Renascimento, as novas posturas epistemológicas e as polêmicas entre as tradicionais universidades conservadoras e as oficinas onde se desenvolviam propostas de ensino, desvincilhadas dos saberes lógicos, metafísicos ou escolásticos. Como se pode notar, o pragmatismo dos artesãos, engenheiros e técnicos, enredados por processos axiomáticos, pautados nos princípios matemáticos, conferiu à natureza a imagem fracionária, quantitativa e utilitarista.

Entretanto, personagens muito importantes para o desenvolvimento da Filosofia e da Ciência Moderna não foram mencionados. Desse modo, tentar-se-á, neste terceiro capítulo prezar pelas teorizações dos mais influentes filósofos naturais e cientistas da modernidade. Assim, se no capítulo anterior, apresentou-se a matematização da natureza em uma perspectiva microcós mica, neste terceiro capítulo se tentará investigar alguns dos paradigmas astronômicos da modernidade, para defender a geometrização da natureza na perspectiva macrocós mica.

Nesse sentido, será muito importante apresentar alguns acontecimentos históricos e relacioná-los com alguns processos epistemológicos que estruturaram a Ciência Moderna. Igualmente ao capítulo anterior, neste não se pretende seguir uma ordem cronológica de acontecimentos ou de autores. A tomada de assuntos será direcionada pelos significativos acontecimentos, sejam históricos ou epistemológicos, conforme a flexibilidade exigida pelo desenvolvimento teórico.

O que será relevante destacar, neste terceiro e último capítulo de nossa dissertação, é a relação entre os métodos filosóficos e científico-astronômicos, e a imagem de universo quantitativo e algorítmico. Assim, os acontecimentos históricos e epistemológicos serão muito eficazes para revelar o conflito entre os dogmas religiosos e os princípios matemáticos, elementos que estruturaram a Ciência Moderna e concederam à natureza proporções numéricas e o caráter utilitarista.

3.1 DA NÃO-MENSURAÇÃO À MENSURAÇÃO SEM LIMITES

Como consequência dessa representação fracionária da cosmos, têm-se na modernidade, principalmente entre os séculos XVI e XVIII, a mecanização da natureza e a desumanização do homem, configurado nesse contexto como *Homo Faber*. A ampliação dos sentidos humanos à

vastidão do universo desvendou muitos mistérios que permaneceram sem respostas para o homem antigo e medieval. Porém, a dilatação sensorial, através dos instrumentos de pesquisas científicas, fez o homem moderno compreender o cosmos de maneira exata e mecânica, independentemente do valor espiritual de sua alma.

Diante disso, a Igreja Apostólica Romana não poderia permanecer passiva. A morte de Giordano Bruno (1548-1642) na fogueira da Inquisição e o julgamento de Galileu (1564-1642) pelo Tribunal do Santo Ofício revelam a força conservadora eclesiástica, nas origens da Ciência Moderna.

Allègre (2000) revela que, desde o século XII, o clero da Santa Igreja ocupava lugares importantes nas principais universidades da Europa. A busca das verdades pautadas na fé, segundo o autor, era uma atitude muito rígida nos ambientes universitários.

De fato, os ambientes universitários eram controlados, rigidamente, pela ordem eclesiástica, propulsora do saber piedoso e conservadora da visão de mundo intrincada por semblantes metafísicos, sagrados e qualitativos.

De acordo com Crosby (2005), os resquícios medievais que atravessaram a época do Renascimento e chegaram à modernidade, no início do século XVII, na Europa, foram elementos muito importantes que devem ser analisados, para se entender a nova cosmovisão que se estabeleceu com o advento da nova ciência, matemática e experimental.

A força eclesiástica não foi extinta repentinamente. Gradativamente, e pouco a pouco, ela foi perdendo força, diante das novas posturas epistemológicas que defendiam uma nova visão de mundo qualitativa.

Nesse sentido, Crosby (2015) afirma que o século XII, período denominado pelo autor como o *Período Heroico da Educação*, foi marcado pelo surgimento dos primeiros ambientes universitários da Europa. Todavia:

Os mestres ministravam conhecimentos e sabedoria, às vezes como uma pitada de ceticismo, mas não podiam conferir diplomas nem reivindicar para si prerrogativas legais, nem tampouco defender seus alunos nas lutas da cidade contra a beca. Os estudantes não tinham como obter um certificado formal da erudição adquirida, nem a garantia de que seus mestres não aparecessem bêbados para lecionar, ou se mudasse para longe, ou até fossem embora, nem tampouco podiam defender-se dos preconceitos e da exploração locais. Mestres e alunos, em outras palavras, não pertenciam a instituições, entendidas no sentido moderno do termo (CROSBY, 2015, p. 66).

O contexto descrito por Crosby (2015), revela a desordem e a confusão dos primeiros contextos universitários da Europa do século XVII. Segundo o autor, a ordem eclesiástica foi

responsável por colocar a dinâmica universitária em seus *eixos*, concedendo direitos e privilégios especiais aos professores e reivindicando dos alunos propostas capazes de melhorar o Ensino universitário.

Nisso reside, de acordo com Crosby (2015), a eminência religiosa e escolástica no Ensino universitário. A Universidade de Paris, por exemplo, criada em 1231, mediante a Bula expedida pelo Papa Gregório IX (1145-1241), foi reconhecida como uma corporação sob a proteção papal, não submissa às autoridades locais.

Em conformidade com Crosby (2015), a partir do início do século XIII, quando a ordem eclesiástica assumiu os ambientes universitários, colocando, nos principais cargos das instituições, herdeiros assíduos à erudição religiosa, houve uma estagnação significativa de conhecimentos produzidos.

Razão disso foi a dedicação dos escolásticos na re(organização) dos legados deixados pelos gregos da Antiguidade. "Os textos, fossem sagrados ou profanos, tal como inicialmente recebidos dos antigos, eram pilhas indiferenciadas, sem divisões, e que não tinham por onde se lhes segurar" (CROSBY, 2015, p. 68).

Assim, os escolásticos universitários concentraram-se, durante o século XIII, na compilação das doutrinas filosóficas antigas, resgatadas na Idade Média. À frente da emaranhada e embaraçosa herança Antiga, Crosby (2015) assevera que os escolásticos universitários sentiram-se obrigados a desenvolverem métodos de ordenação e disposição dos principais livros que fundamentaram a cosmovisão antiga e serviriam para estabelecer o modelo de realidade cristão vigente na Idade Média.

Por volta de 1200, Stephen e seus colegas conceberam o sistema de capítulos e versículos para os livros da Bíblia, que até então eram florestas sem nenhuma trilha. No século seguinte, Hugo de St. Cher, um dominicano da Universidade de Paris, dirigiu uma equipe de estudiosos na redação, entre outras obras-primas dos livros de consulta, da maciça *Correctoria*, que era um rol das diversas leituras da Vulgata. Esses e outros estudiosos similares produziram concordância nas Escrituras Sagradas e índices de palavras-chave e de assuntos sobre os Padres da Igreja, e, depois, sobre Aristóteles e outros autores antigos (CROSBY, 2015, p. 69).

Com efeito, os escolásticos universitários desenvolveram o sistema do índice analítico. Os textos resgatados da Antiguidade eram, pela primeira vez, organizados em sistemas numéricos. A tarefa dos escribas, assim, era facilitada e, pouco a pouco, as bibliotecas das universidades foram ocupando espaços físicos cada vez maiores.

Crosby (2015) destaca que o sistema do índice analítico, desenvolvido pelos escolásticos universitário, foi organizado do seguinte modo: Os assuntos eram divididos por I, II, etc. Em seguida, os tópicos dos assuntos eram designados por A, B e assim por diante. Subtópicos 1,2, etc. Estes, se necessário, ainda subdivididos em a,b,c, e assim, sucessivamente.

Os números arábicos, como mostra Crosby (2015), já eram conhecidos pelos europeus do século XIII. O sistema de números arábicos, escrito e desenvolvido pelo erudito árabe Abu Jafar Muhammad ibn Musa al-Khwarizni, que viveu no século IX, foi traduzido para o espanhol, no séc. XIII, por Robert del Chester. Fato que permitiu a difusão do sistema numérico arábico (usado hoje) por todo o Ocidente. Essa situação é bem apresentada pelo autor da seguinte maneira:

A vitória do sistema indo-arábico sobre o romano foi tão gradativa, que não se pode citá-la como ocorrida numa década qualquer, ou mesmo na mais longa das vidas. Certamente não havia ocorrido em 1500, embora talvez fosse inevitável nesse ano: àquela altura, os contadores bancários dos Médici já estavam usando o novo sistema em caráter exclusivo, e até os analfabetos começavam a adotar os novos algarismos. Certamente já havia ocorrido em 1600, embora os conservadores continuassem apegados aos antigos algarismos. Os algarismos romanos só desapareceram por completo dos livros do Tesou britânico em meados do século XVII (CROSBY, 2015, p. 116).

Apesar de os escolásticos usarem os algarismos na organização logística do material literário, herdado da Antiguidade, Crosby (2015) revela que, no século XIII, eles não contaram com as vantagens dos sinais de adição e subtração, e as operações matemáticas envolvendo raízes quadradas. Assim, os escolásticos universitários da Idade Média, segundo o autor, tinham dificuldade para compreender noções elementares das medidas como, por exemplo, da temperatura, da altura e da velocidade.

Desse modo, em conformidade com Crosby (2015), Koyré (1991) revela que os conhecimentos organizados e estruturados pelos escolásticos medievais, dentro das universidades e das igrejas, eram promovidos através da escalada gradual dos silogismos. Embora a Matemática tenha sido usada por eles na organização do legado Antigo, o principal meio utilizado pelos escolásticos, para julgar como verossimilmente *científicos* os fenômenos da natureza, segundo Koyré (1991), foram as Regras da Lógica Formal, herdadas de Aristóteles.

A prova real das argumentações metafísicas, de acordo com Koyré (1991), eram obtidas através da decomposição dos silogismos. Assim, o autor sublinha que o estatuto ontológico da natureza, muitas vezes, não era verificado empiricamente, na busca do valor de verdade do fato.

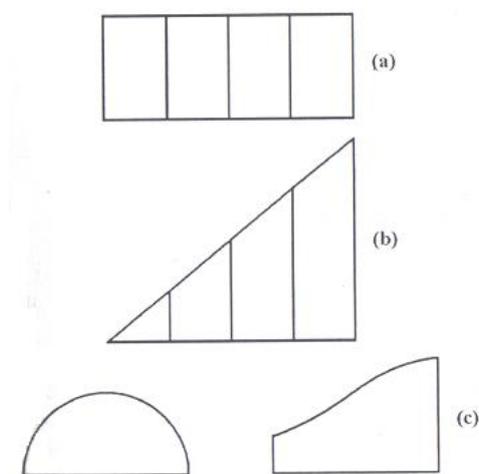
Tratava-se de procedimentos epistemológicos *a-prioris* que, da mesma maneira, conferiram, à natureza do período Medieval, atributos imateriais, sacralizados e qualitativos.

De acordo com Crosby (2015), a subordinação da Matemática às Regras da Lógica, no âmbito epistemológico, caracterizou a Matemática, utilizada pelos escolásticos medievais, como *Matemática-sem-mensuração*.

Durante o século XIV, a Matemática-sem-mensuração permitiu muitas descobertas e teorizações que facilitaram a vida do homem medieval, como o índice analítico, as rodas-d'água e os moinhos movidos a vento. O francês Nicole Oresme (1320-1382) é apresentado por Crosby (2015), como um dos mais importantes matemáticos, (com permissão do termo), *não-mensurados*. Essa situação pode ser entendida pela seguinte afirmação do autor:

"Nicole Oresme, de Paris - fez grandes progressões na matemática-sem-mensuração. Oresme foi longe, geometrizando as qualidades, inclusive a velocidade em sua manifestação mais intrigante, a aceleração" (CROSBY, 2015, p. 73). A explicação de caráter não mensurável de tal fenômeno da natureza (aceleração e velocidade), elaborada por Oresme, pode ser percebida pelo seguinte gráfico:

Figura 12 - Representação oresmiana de vários movimentos.



Fonte: Representação oresmiana de vários movimentos. Disponível em (CROSBY, 2015, p. 73).

Em conformidade com os gráficos elaborados por Oresme, pode-se apreender que a progressão da aceleração é expressa pelas linhas horizontais. As linhas verticais expressam a intensidade da velocidade. Têm-se assim: "(a) velocidade uniforme, (b) movimentos uniformemente acelerados, (c) velocidades não uniformes" (CROSBY, 2015, p. 73).

Essa Matemática de caráter não mensurável, de acordo com Crosby (2015), foi um dos mais importantes fatores que inspiraram Copérnico a elaborar seu sistema de mundo. Sobre isso

se falará adiante. Por ora, há que salientar que a representação matemática não mensurável, como os exemplos gráficos elaborados por Oresme, não quantificou a natureza, em termos algoritmos.

A Matemática não era de cunho pragmático-científico. Embora servisse para facilitar a vida cotidiana do homem, ela não era utilizada, de maneira mensurativa, na certificação científica dos fenômenos da natureza.

A mensuração dos estatutos ontológicos da natureza, como se verá adiante, é alcançada gradativamente, na medida em que os filósofos naturais, matemáticos e cientistas, fora dos ambientes universitários, equiparam-se de instrumentos como pêndulos, utilizados para calcular a velocidade dos movimentos, e lunetas destinadas à observação celeste. Através das mensurações e das experimentações, realizadas pelos filósofos naturais, dos fenômenos e dos corpos naturais, as qualidades e as propriedades imateriais da natureza foram sendo apagadas, gradativamente, das visões de natureza Pós-Renascentistas.

De acordo com Crosby (2015), tal caminho teve início nos primórdios do século XVI quando, Robert Record (1510-1558) aprimorou o sistema de números arábicos, incluindo os seguintes símbolos: (+), (-), (x) e (\div). Os simples sinais riscados a giz, que indicavam aos donos de armazéns o peso comparativo dos fardos e das caixas, de acordo com Crosby (2015) estavam em via de serem usados na linguagem científica do mundo.

Entretanto, sendo frequentemente vigiada por bispos hábeis e letrados, as universidades europeias, entre os séculos XIII e XVII, produziram saberes estéreis, frente aos conhecimentos matemáticos de ordem pragmática e de cunho mensurável, desenvolvidos em quartos fechados e em porões escuros, onde estavam localizadas as principais sociedades científicas desses períodos históricos.

Nesse sentido, Rossi (1989) sublinha que o progresso das ciências foi realizado em organizações secretas, fundadas na cooperação entre os pesquisadores, e na publicidade dos resultados atingidos. A Academia da Experiência (1657), a Royal Society (1662) e a Academia das Ciências (1666) são destacadas pelo autor como as principais instituições responsáveis em promover o conhecimento científico do século XVII.

Referindo-se às origens da Academia das Ciências e remetendo-se ao prodigioso desenvolvimento das ciências matemáticas e naturais, Fontenelle também insistia no tema da colaboração: 'Esse interesse amplamente difundido pela filosofia originou-se junto aos doutos o desejo de comunicarem suas descobertas uns aos outros. E, já há mais de cinquenta anos, os que viviam em Paris costumavam frequentar o Padre Mersenne, o qual, sendo amigo dos homens mais ilustres da Europa, sentia-se contente em ser o intermediário

entre eles. Gassendi, Hobbes, Roberval, os dois Pascal, pai e filho, Blondel e alguns outros costumavam freqüentar Mersenne'. Tudo o que se observa, experimenta, estuda e aprende deve ser posto à disposição de todos e a todos comunicado, porque a experiência, *a lenta acumulação da experiência, é a fonte e a garantia do progresso do gênero humano* (ROSSI, 1989, p. 86-87).

Com o advento da máquina impressora, Henry (1998) destaca que, frequentemente, essas instituições espalhavam panfletos divulgando as descobertas realizadas. Os panfletos continham, de acordo com o autor, uma série de instruções de como preparar e executar os mais variados experimentos.

Na mesma perspectiva de Henry (1998), Crosby (2015) expõe que a nova visão de natureza quantitativa, de caráter racionalista, foi potencializada com o advento da máquina impressora, projetada, pela primeira vez, por Johannes Gutenberg (1398-1468). O autor destaca que:

A imprensa aumentou o prestígio da visualização e acelerou a difusão da quantificação. A demanda aumentada de livros havia criado em torno das universidades as papelarias (editoras, poderíamos chamá-las), nas quais os calígrafos, usando a nova escrita gótica, copiavam maiores quantidades de livros, com mais rapidez do que nunca. E, então, na década de 1450, um metalúrgico de Mainz, na Alemanha, Johann Gutenberg, começou a imprimir livros usando tipos móveis, tintas formuladas especialmente para essa finalidade, e uma prensa que era uma adaptação da antiga prensa de lagar. Esse acontecimento foi muito mais importante do que a queda contemporânea de Constantinopla na derrota para os turcos, embora nem uma única alma fosse dessa opinião na época (CROSBY, 2015, p. 214).

A construção de balanças, maquetes, lentes de vidro polido e pêndulos, de acordo com Henry (1998), também eram ensinadas nos panfletos impressos e divulgados pelas sociedades científicas. Assim, as sociedades científicas e secretas divulgavam, sem serem vistas, conhecimentos elaborados conjuntamente por artesãos e matemáticos, opostos aos tradicionais saberes metafísicos da ordem religiosa.

Em conformidade com Rossi (1989), Henry (1998) assinala que Marin Mersenne (1588-1648) foi um dos principais personagens a matematizar a representação do mundo. Na concepção de Crosby (2015), ele teria sido um dos primeiros a tirar a Matemática de seu estágio não mensurável.

3.1.2 Os principais personagens com tendência à experimentação: A geometrização/matematização da natureza constatada através da análise filosófica do quadro a *Senhora escrevendo carta com sua criada*, de Johannes Vermeer.

Tornando-se frade da Ordem dos Mínimos, em 1611, Henry (1998) relata que Mersenne dedicou toda sua vida ao trabalho intelectual, em apoio à sua fé. O autor enfatiza que,

Mersenne foi levado por suas crenças religiosas a negar o pressuposto fundamental do aristotelismo de que causas físicas podiam ser conhecidas com segurança. Isso equivalia a afirmar que a humanidade era capaz de penetrar na essência de uma coisa e, portanto era igual a Deus (HENRY, 1998, p. 31).

Há em Mersenne, segundo Lenoble (1969), uma profunda reflexão entre a natureza entendida no sentido metafísico e a natureza física dada aos sentidos. Para aquele o conhecimento empírico dos fenômenos e dos estatutos ontológicos da natureza depende inteiramente do espírito humano e da ação criadora de Deus.

Deus, que criou todas as coisas do mundo, também ofereceu ao homem a capacidade de explorá-las através da ciência. Nesse sentido, Lenoble (1969) mostra que Mersenne considerava a ciência, assim como a natureza, uma dádiva de Deus. Nessa perspectiva, utilizar os fenômenos da natureza a favor da humanidade seria ter amor e honra ao Primeiro e Soberano autor dos fenômenos cósmicos.

Enfim, numa só palavra, é um ato de virtude conhecer através da ciência a ordem exata dos fenômenos, porque por meio deste conhecimento imitamos o Engenheiro divino, que se deu igualmente ao prazer de instalar essa máquina. Daí decorre que podemos merecer a vida eterna pelo prazer que temos em contemplar todas as riquezas e as diversidades que se encontram no mundo, se todavia o referimos ao de Deus e se o conformarmos àquele do qual o nosso é a imagem (MERSENNE *apud* LENOBLE, 1969, p. 127).

Assim, Mersenne justificou o caminho de sobreposição do homem à natureza com sua metafísica de caráter mecanicista-religioso. A utilidade dos fenômenos da natureza, para o homem, significaria sua imagem semelhante a Deus. Desse modo, a salvação e a vida virtuosa na Terra seriam alcançadas através do empirismo e do pragmatismo, pois, esses são os principais meios para conhecer a máquina (natureza) criada por Deus e comparar-se a Ele, como bem destaca Lenoble (1969, p. 129) da seguinte maneira:

"Tendo recebido de Deus a missão de utilizar este esplêndido joguete que é a Natureza, o homem vai com efeito, comportar-se para com ela como um engenheiro que já não tem de gerir nela qualquer valor".

Pupilo de Mersenne, Pierre Gassendi (1592-1655) seguiu a mesma postura epistemológica adotada por seu mestre. De acordo com Rossi (1989), Mersenne e Gassendi defenderam incansavelmente a busca pelas verdades físicas, através do uso das engenhosidades construídas pelos engenheiros e técnicos do Renascimento.

Gassendi, na realidade, lutava para estabelecer uma nova convergência entre o saber dos empíricos e o saber dos filósofos. A nova tarefa que Gassendi atribuía à razão era a de um conhecimento histórico, fenomênico, do mundo da natureza e do mundo do homem. O conhecimento do particular e de organização segundo leis quantitativas e mecânicas, a elaboração de hipóteses prováveis constituíam para ele a única forma válida de conhecimento. O abandono de uma ciência de essências, dedutiva e necessária, correspondia o abandono da dialética como instrumento típico do saber metafísico. Contra o uso da dialética, Gassendi invocava, mais uma vez, o critério de utilidade do conhecimento e das artes mecânicas (ROSSI, 1989, p. 96).

Os estéreis saberes metafísicos propalados pelos dialéticos antigos e medievais, eram os alvos das intenções científicas promovidas por Gassendi e seu mestre. Rossi (1989) fundamenta que a verdadeira descrição real dos fenômenos da natureza, em Gassendi e Mersenne, repousa na mensuração, na descrição e na experimentação das propriedades físicas dos estatutos ontológicos naturais.

Nessa perspectiva, Henry (1998) expõe que a filosofia mecanicista desenvolvida por Gassendi, explicou os fenômenos físicos naturais em termos teológicos. Segundo a filosofia mecanicista de Gassendi, os átomos, que constituem todos os corpos da natureza, eram dotados, pela Criação, de princípios internos de movimentos.

Esses impulsos naturais, concebidos por Gassendi, como forças internas e intrínsecas dos corpos da natureza, permitiam que os próprios estatutos ontológicos da natureza se desenvolvessem em graus mais acentuados e complexos. Tal desenvolvimento dos corpos da natureza, dado através dos movimentos perpétuos moleculares, e intrínsecos aos seus seres, por sua vez, expressa, para Gassendi, a perfeição de Deus.

Outro importante personagem muito conhecido de Mersenne, segundo Lenoble (1969), foi Blaise Pascal (1623-1662). Este, desde muito jovem mantinha contato frequente com Mersenne.

De acordo com Lenoble (1969), Blaise Pascal também defendeu a busca pelas verdades da natureza através das experiências instrumentais. Os resultados obtidos, através da experimentação dos fenômenos da natureza, para Pascal, iriam ser responsáveis pela tarefa de fazer cair no esquecimento a busca pelas verdades *a-prioris*, pautadas em raciocínios lógicos.

Da mesma maneira que Mersenne, Pascal também concebeu a figura de Deus Engenheiro. Para Pascal, relata Lenoble (1969), a violação dos segredos da natureza, através da experimentação, permite ao homem compreender o pensamento de Deus, para construir o mundo conforme Sua vontade. Assim, "A natureza através da ciência e da arte, refaz uma unidade perdida na fé. Traz, pois, à afetividade um reconforto que apazigua os temores imediatos e permite a esperança" (LENOBLE, 1969, p. 130).

As conclusões de Gassendi, Mersenne e Pascal, que revelam o *têlos* intencional dos fenômenos da natureza, a partir do uso das artes mecânicas, segundo Koyré (1991), são derivadas de suas posturas epistemológicas guiadas pela Matemática e pela experimentação (mensuração quantitativa da natureza).

Koyré (1991) acentua que Mersenne realizou diversas experiências para calcular o tempo e a velocidade dos corpos em queda livre. Em suas *Reflexiones Physico-mathematicae*, de 1647, o autor expõe que Mersenne procurou aperfeiçoar os métodos experimentais já existentes.

Segurando com a mesma mão o balancim do pêndulo e alguns corpos feitos de chumbo similares, Mersenne tentou demonstrar a simultaneidade do fim de ambos os movimentos com a coincidência do som da esfera de chumbo, chocando-se contra o solo, para calcular o tempo da queda do corpo com a oscilação do pêndulo.

O corpo parece cair 48 pés em cerca de dois segundos e 12 em um segundo. Entretanto, insiste Mersenne, é impossível determinar exatamente o comprimento do pêndulo cujo período seria precisamente de um segundo e tampouco é impossível perceber, pelo ouvido, a coincidência exata do som. Uma ou duas polegadas, ou mesmo um ou dois pés, a mais ou menos, não fazem nenhuma diferença. Por fim, concluiu que devemos contentar-nos com aproximações e não pedir mais (KOYRÉ, 1991, p. 280).

Entretanto, pelo fato de Mersenne não ter alcançado resultados exatos na experimentação dos fenômenos da natureza, Koyré (1991) defende que na mesma época, seus resultados foram ignorados pelo Padre Giambattista Riccioli (1598-1671).

Apresentando-se com uma intelectualidade muito superior a Mersenne, Koyré (1991) assegura que Riccioli foi responsável por estabelecer a tese exata das oscilações pendulares. Medindo o tempo das oscilações do pêndulo, através de um relógio humano¹², Riccioli teve a

¹² "Riccioli imaginou um meio muito simples e elegante. Treinou dois de seus colaboradores e amigos dotados não só para a física, mas também para a música, para contar *un, de, tre...* de maneira perfeitamente regular e uniforme, como têm de fazer aqueles que dirigem a execução de peças musicais, de tal modo que a pronúncia de cada número corresponda a uma oscilação do pêndulo. Foi com esse 'relógio' que realizou suas observações e suas experiências (KOYRÉ, 1991, p. 283).

profunda convicção da condição mensurável, empírica, e das medidas algorítmicas na experimentação dos fenômenos da natureza. A mensuração dos fenômenos da natureza, constatada por Riccioli, é destacada por Koyré (1991, p. 282) da seguinte maneira:

Para começar, Riccioli toma um pêndulo com o peso de cerca de uma libra e a altura de 3 pés e 4 polegadas. A comparação com a clepsidra foi satisfatória: 900 oscilações em um quarto de hora. Então, ele procede a uma verificação por meio de um quadrante solar. Durante seis horas consecutivas, de 9 horas da manhã às 3 horas da tarde (ajudado pelo Padre Francesco Maria Grimaldi), conta as oscilações. O resultado é desastroso: 21.706 oscilações em vez de 21.660. Ademais, Riccioli reconhece que, para seus objetivos, o próprio quadrante solar carece de precisão. Outro pêndulo é preparado e com a ajuda de nove padres jesuítas, recomeça a contagem. Desta vez - em 2 de abril de 1642 - durante 24 horas consecutivas, de meio dia a meio dia. O resultado é de 87.998 oscilações, enquanto o dia solar tem somente 86,640 segundos.

Em conformidade com o autor, as experiências empíricas de Riccioli revelam uma profícua transformação nos métodos, utilizados pelos cientistas na concepção de natureza. A aproximação direta entre a teoria matemática, de caráter mensurativo, e os fatos empíricos instrumentalizados, que começa a ganhar maior consistência com os estudos e com as pesquisas de Galileu, para Koyré (1991), são as epígrafes da matematização do cosmos, que serão consolidadas por Issac Newton (1643-1727).

Entretanto, Cristiaan Huygens (1629-1695), que é considerado, com demasiada frequência, um importante precursor de Newton, de acordo com Koyré (1991), também realizou experiências com o pêndulo. Para o autor, as tentativas de Huygens em construir um cronômetro perfeito, para calcular as oscilações do pêndulo, constituem outra etapa significativa da geometrização e mensuração da natureza.

Na história dos instrumentos científicos, o relógio de Huygens ocupa um lugar muito importante. Trata-se do primeiro aparelho cuja construção envolver as leis da nova dinâmica. Esse relógio não é resultado de tentativas de erros empíricos, mas do estudo minucioso e sutil da estrutura matemática dos movimentos circulares e oscilatórios (KOYRÉ, 1991, p. 287).

Com efeito, o relógio de Huygens é visto por Koyré (1991) como o primeiro instrumento científico elaborado a partir das leis da dinâmica. Partindo dos experimentos de Mersenne, Huygens se dá conta de que as grandes e pequenas oscilações não se efetuam no mesmo tempo. Desse modo, também descobriu o isocronismo do movimento cicloidal e como calcular, com exatidão, o tempo de queda de um corpo. A mensuração do fenômeno da natureza, no caso de

Huygens, o tempo de aceleração dos corpos, são percebidos por Koyré (1991, p. 286), do seguinte modo:

Em 15 de novembro de 1659, Huygens fez uma terceira tentativa. Desta vez, aperfeiçoa seu procedimento, ligando o balancim e a esfera de chumbo a um fio (em vez de segurá-los com uma das mãos) cuja ruptura os libera. Além disso, coloca um pergaminho sobre a parede e sobre o solo, de modo a tornar a percepção dos sons mais distinta. O resultado é de cerca de 8 pés e $9\frac{1}{2}$. Entretanto, Huygens é forçado a admitir, exatamente como Mersenne o fizera anteriormente, que seu resultado só é aproximadamente válido, porque aquelas 3 ou 4 polegadas a mais ou a menos na altura da queda não podem ser distinguidas pelos meios por ele empregados: os sons parecem coincidir. Portanto, segue-se que uma medida exata não pode ser obtida desta maneira. Mas a conclusão que ele tira daí é totalmente diferente. Onde Mersenne renuncia à própria ideia de precisão científica, Huygens reduz o papel da experiência à verificação dos resultados obtidos pela teoria. Já é bastante quando a experiência não os contradiz, como, por exemplo, no caso com que as cifras observadas são perfeitamente compatíveis com as deduzidas da análise do mundo do pêndulo circular, isto é, cerca de 15 pés e $7\frac{1}{2}$ por segundo.

Em conformidade com Koyré (1991), Henry (1998) destaca que esses experimentos de caráter mensurável revelam uma postura epistemológica bastante diferenciada da matemática não mensurável de Oresme, pois os cientistas passaram a dar importantes contribuições para a tendência da experimentação.

A experimentação dos fenômenos da natureza, acentua Henry (1998), é um dos traços característicos da Revolução Científica, pois substituiu a experiência, evidente por si mesma, que formava a base da filosofia natural escolástica, por uma noção de conhecimento demonstrado por experimentos especificamente concebidos a esse propósito.

Além de desempenharem papel fundamental no desenvolvimento do método experimental, os matemáticos, segundo Henry (1998), exerceram papel relevante na geometrização da natureza. Nos séculos XVI e XVII, entre o final do Renascimento e o início da Idade Moderna, pode-se perceber a dedicação da matemática destinada a conhecimentos úteis e práticos.

De acordo com Henry (1998), foi o caminho adotado e seguindo pelos matemáticos, nas demonstrações dos seus experimentos, que conferiu à natureza a representação matemática, mensurativa e quantitativa. Os métodos, os procedimentos, as operações e a linguagem utilizada pelos matemáticos nas origens da Ciência Moderna, de acordo com Rossi (1989), foram responsáveis por firmar a representação de um cosmos bem-ordenado, homogêneo e fracionado.

Na ilustração artística do pintor holandês, Johannes Vermeer (1632-1675), intitulada *Senhora escrevendo carta com sua criada* (1670), pode-se notar a representação mensurável da realidade do século XVII. Apesar de as obras de Vermeer retratarem, apenas, o contexto doméstico vivido pelas mulheres, elas revelam a geometrização do espaço.

De acordo com Gonçalves (2011), os desenhos femininos nas obras artísticas de Vermeer, além de despertarem a atenção do público espectador masculino, manifestam claramente o contexto político, econômico, social e cultural da Europa do século XVII e representam, de maneira muito significativa, a unidade geométrica (espacial e temporal) da natureza da Idade Moderna.

Figura 13 - Senhora escrevendo carta com sua criada (1670).



Fonte: *Senhora escrevendo carta com sua criada* (1670), de Johannes Vermeer. Disponível em: <<https://www.pt.wahooart.com>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Assim como os demais quadros de Vermeer, a *Senhora escrevendo carta com sua criada* deflagra uma ação íntima transcorrida na interioridade de uma casa burguesa do século XVII. Em acordo com Gonçalves (2011), pode-se perceber, no quadro de Vermeer, uma dupla focalização: A senhora (aquela que está escrevendo) e a serva (aquela que está de braços cruzados).

Gonçalves (2011) afirma que a dupla focalização do quadro revela significados singularmente importantes, que vão muito além da bela cena transcorrida no ambiente familiar.

A autora mostra que o poder de iniciativa da senhora, expresso pelo ato de escrever, sublinha e reforça o lugar de comando, de iniciativa e de potência.

Por outro lado, a postura da criada, de braços cruzados, indica a posição passiva, de submissão à senhora, e a incapacidade de desencadear uma ação. Desse modo, resta-lhe contemplar aquilo que é lateral ao drama que ali se desenrola. Tal situação, de acordo com Gonçalves (2011) é expressa pelo contemplação, da criada, àquilo que é exterior à cena: o olhar pela janela.

Da mesma maneira que *A Anunciação*, de Leonardo da Vinci, as formas geométricas quadrangulares do piso, dos móveis e dos vidros da janela evidenciam a mensuração da realidade. A carta que a senhora está escrevendo também oferece ênfase à geometrização da realidade. Para Gonçalves (2011), a carta escrita pela senhora teria fins comerciais. Nesse sentido:

À medida que o comércio se expandiu, os grandes comerciantes passaram a ficar em casa, abstendo-se de viajar até mesmo para as maiores praças, e a funcionar pelo correio, por intermédio de sócios e representantes permanentemente sediados nas principais cidades que funcionavam como entrepostos comerciais. Era óbvio que esses homens tinham que apresentar relatórios aos patrões, mas, exatamente, como fazê-lo? Que é que devia ser relatado e de que maneira? O estilo desleixado que usavam os superintendentes dos feudos para prestar contas a seu senhor não servia (CROSBY, 2015, p. 192).

Os comerciantes da Alta Idade Média, sobretudo na Europa setentrional, não eram muito mais que mascates. Conforme expõe Crosby (2015), estes não faziam os balanços comerciais em papel, pois, nem os livros e muito menos o sistema de algarismos arábicos existiam¹³. De acordo com o autor, os comerciantes medievais contabilizavam na forma narrativa, ou guardavam os tramites comerciais na memória. Entretanto, no início do século XIV, Crosby (2015) destaca que Rinieri Fini, um dos mais importantes representantes das casas bancárias florentinas e os comerciantes toscanos que operavam a partir de Nînes, no Sul da França, começaram a fazer os registros contábeis em livros.

Um dos mais importantes contabilistas, geralmente conhecido como o pai do sistema de *escrituração por partidas dobradas*, foi, de acordo com Crosby (2015), Luca Picioli (1445-1517). Para Crosby (2015) o grande mestre de Picioli foi Leonardo da Vinci.

¹³ Sobre o aprimoramento do sistema arábico de números, consultar a seção anterior.

A Summa de arithmetica, geometria, proportioni et proportionalita, é uma das compilações mais importantes da história da matemática. Em suas seiscentas páginas de texto densamente compacto, ela constitui uma enciclopédia sobre as variedades da matemática. Na introdução, o autor anunciou aos europeus recém-iniciados nos números, que a astrologia, a arquitetura, a escultura, a cosmografia, a administração, a tática militar, a dialética e até a teologia eram matemáticas (CROSBY, 2015, p. 200).

Na *Summa de arithmetica, geometria, proportioni et proportionalita*, Crosby (2015) destaca que Picioli mostrou como fazer a verdadeira contabilidade doméstica. O dinheiro em espécie, as joias, o ouro deveriam ser assinalados pelo peso. Os artigos do vestuário e a prataria também deveriam ser lançados com sua descrição completa.

"Em seguida, o indivíduo deveria ir até o depósito e anotar, indicando o peso, a quantidade e as medidas exatas, tudo o que houvesse ali: especiarias, madeiras, corantes, peles etc" (CROSBY, 2015, p. 203).

A listagem de todos os bens imóveis e depósitos de dinheiro, com todos os detalhes da localização, aluguéis e juros, deveriam ser os últimos itens a serem lançados no diário de economia doméstico.

O que é importante destacar, diante disso, é que todos os aspectos da realidade material foram transformando-se em proporções numéricas. A vida doméstica e comercial, gradativamente, começaram a ficar repletas de proporções numéricas e mensuráveis que diferenciavam as pessoas conforme seus poderes aquisitivos. A natureza, ao contrário, foi ficando cada vez mais homogênea. E os cientistas, em suas dinâmicas epistemológicas, viram a Matemática e a Experimentação dos fenômenos da natureza como o Santo Graal do plano axiomático e científico.

Quanto à interpretação da *Senhora escrevendo carta com sua criada*, Gonçalves (2011) enfatiza que, no cenário em que se passa a cena do quadro, provavelmente, havia um profundo silêncio. O ato de escrever da Senhora, para Crosby (2015), também constitui outra característica da mensuração da realidade.

Diferentemente das Eras Antiga e Medieval, em que a leitura e a escrita, além de serem atividades intelectuais extremamente difíceis, e realizadas em voz alta, os letrados da Modernidade, conforme expõe Crosby (2015), desenvolveram novos métodos para ler e escrever, que, em seus exercícios, também contribuíram para alterar a apreciação básica da realidade física.

Nas Eras Antiga e Medieval, a leitura e a escrita, de acordo com Crosby (2015), eram realizadas em voz alta. Os principais órgãos utilizados pelos escribas e pela ordem eclesiástica,

na repetição, tanto dos mitos e dos poemas épicos como na recitação das palavras das Escrituras, foram a boca e os ouvidos. Na Modernidade, visto que a leitura se torna uma tarefa silenciosa, o principal órgão serão os olhos. Essa situação reforça, em acordo com o autor, o *a-posteriorismo* dos conhecimentos produzidos na Modernidade.

Assim, Crosby (2015) assegura que, a partir do século XII, um novo estilo de leitura, realizada de maneira silenciosa, começou a se disseminar pelo Ocidente. A razão disso, talvez fosse porque Santo Ambrósio, mestre de Santo Agostinho, poupava sua voz fraca e rouca nas leituras da Bíblia em voz alta. Mesmo não sabendo exatamente as causas que levaram a leitura e a escrita a se transformarem em atividades silenciosas, o que é importante destacar, em acordo com Crosby (2015) é que a nova postura intelectual fez preponderarem os olhos como o principal órgão do conhecimento.

Tal situação, de acordo com Koyré (1991) ofereceu aos fenômenos da natureza um significado bastante distinto do entendimento das formas *a-priori*, dadas pelas verdades da fé, na medida em que a curiosidade científica voltou-se a investigar os fenômenos celestes através dos olhos. Porém, a Igreja Católica não poderia permanecer passível diante das descobertas astronômicas realizadas pelos cientistas.

3.2 OS IMPASSES DA IGREJA FRENTE ÀS NOVAS DESCOBERTAS ASTRONÔMICAS: OS SISTEMAS PLANETÁRIOS CONSERVADORES DE EUDOXO, ARISTÓTELES E PTOLOMEU

De acordo com Bauab (2005), uma nova percepção da realidade, não mais modelada pelas verdades platônicas e pelos dogmas da ordem eclesiástica, começou a se estabelecer a partir da supremacia dos olhos. Assim, a Matemática e o experimentalismo praticados pelos intelectuais, que pertenciam às sociedades científicas e ao círculo de Mersenne, não foram justificados pelos preceitos intrínsecos à metafísica da escalada rumo à perfeição (Figura 4). Ao contrário, os princípios matemáticos e o experimentalismo foram justificados e relacionados diretamente aos movimentos do mundo.

O mundo dos números e da mentalidade do cálculo, aplicada a todas as esferas da vida, começa a sobrepor-se no cenário já ultrapassado da Alta Idade Média. O ritmo da vida, guiado pela dinâmica mecanicista, impôs mudanças na percepção do sujeito. Onde antes ele via qualidades, agora vê quantidades.

Nesse sentido, revelar com exatidão os fenômenos da natureza, através do experimentalismo, significa colocar a natureza a serviço do homem. As qualidades, antes

designadas pelas verdades *a-prioris* da fé, são substituídas pela lei do número e das grandezas matemáticas e, assim, a importância dada pelos fenômenos físicos ganham, respaldo nas mensurações realizadas pelos filósofos naturais.

Pouco a pouco, a Matemática e o experimentalismo foram se tornando-se para os filósofos naturais, os principais meios para investigarem os fenômenos da natureza. Colocados diante do algoritmo e dos novos instrumentos de pesquisa, os fenômenos da natureza foram adquirindo caráter pragmático. Com isso:

O grande burguês, começa a tratar Deus como sócio comercial, convertendo a religiosidade em um cálculo de vantagens. A mentalidade religiosa perde também, neste contexto, a energia para penetrar em todas as relações do mundo para recriá-lo interiormente. Os influxos verdadeiramente decisivos que se manifestam na vida provém dela mesma – é a existência, suas necessidades primeiras, que é tomada enquanto fonte de partida [...]. Há a queda do vínculo religião-poder e a diminuição de sua função enquanto uma linguagem compreendida e aceita por todos. A linguagem nacional emerge, ocorrendo a queda do poder universal do latim. O pensamento se emancipa da direção da Igreja e se orienta até à noção de plena liberdade humana, dispensando a vertical atuação dos anjos com suas cantatas e a harmonia de esferas que representavam uma hierarquia social já desfalecida (BAUAB, 2005, p. 189).

Sentindo-se ameaçada, criticada e desafiada, a ordem eclesiástica, de acordo com Allègre (2000), vai inaugurar, em 1534, a Companhia de Jesus. Fundada pelos jesuítas liderados por Inácio de Loyola (1491-1556), essa instituição religiosa foi um importante centro científico propagador de ideias científicas com respaldo eclesiástico.

A Companhia de Jesus propõe a defesa da fé pela prevenção, isto é, pela educação. Adotam o objetivo de educar os clérigos e a população e de aprofundar a reflexão teórica sobre a fé, sem, no entanto, procurar fundar qualquer nova doutrina. Embora no centro de seu compromisso se inscreva claramente o princípio de obediência e de submissão, no quadro dada pela Igreja e as Santas Escrituras, os jesuítas buscam desenvolver uma reflexão verdadeira (ALLÈGRE, 2000, p. 17).

Instalada em Roma, a Companhia de Jesus atraiu muitos estudantes de Paris e das Universidades de Pádua e Bolonha. Lá, além de se estudar o verdadeiro significado da interpretação Bíblica, estudavam-se também Astronomia e Matemática. "Observa-se o céu, tenta-se aplicar a matemática ao real. Debate-se muito, sobre tudo" (ALLÈGRE, 2000, p. 18).

Um dos personagens mais importantes da Companhia de Jesus¹⁴, que desempenhará papel determinante na história da Igreja, segundo Allègre (2000), foi Roberto Belarmino (1542-1621). Bastante lembrado no julgamento de Galileu, Belarmino foi uma das figuras mais importantes da Contra-Reforma. Grande defensor do saber piedoso, Roberto Belarmino, de acordo com Allègre (2000), foi responsável por intensificar o interesse científico no sistema pontifício.

Galileu *apud* Mariconda (2000) destaca que, para ser membro da Companhia de Jesus, exigia-se um voto especial de obediência ao Papa. O reconhecimento e a submissão incontestáveis à autoridade papal, segundo o autor, constituiu a espinha dorsal das atividades científicas dos jesuítas pertencentes à Instituição.

"Trata-se formar soldados da Igreja bem armados e treinados, de modo que possam converter os pagãos e combater os heréticos em seu próprio campo, com as mesmas armas, sobre qualquer assunto" (GALILEU *apud* MARICONDA, 2000, p. 21).

Na Companhia de Jesus, Galileu *apud* Mariconda (2000) mostra que a Teologia e a Filosofia eram fundamentadas no Aristotelismo e no Platonismo escolásticos.

"Por meio do estudo da teologia, o respeito à autoridade dos dogmas religiosos; pelo estudo da filosofia, o respeito à autoridade de Aristóteles na lógica, na filosofia natural e moral, na metafísica"(GALILEU *apud* MARICONDA, 2000, p. 21).

Tentando fazer perpetuarem os saberes Antigos e Medievais, Allègre (2000) sublinha que o principal objetivo da Companhia de Jesus, no século XVI, constituía-se em tentativas de fazer prevalecer as já ultrapassadas visões de mundo sustentadas pelas verdades da fé. O movimento da Contra-Reforma, segundo o autor, resguardava o *a-priorismo* da Lógica de Silogismo, para justificar os aspectos imateriais de uma sobrenatureza sacralizada.

Entretanto, mesmo sentenciando a morte a Giordano Bruno e condenando Galileu, a Igreja, diante das inúmeras descobertas astronômicas, manteve-se firme à interpretação fiel das Sagradas Escrituras. A herança matemática medieval, tomada no interior da Companhia de Jesus, permanecia engendrada pelos dogmas religiosos, evitando, desse modo, a verídica descrição do real.

Certamente, os jesuítas não inventaram tudo sobre esse ponto, pois Arquimedes [287 a.C - 212 a.C] e seus contemporâneos da escola de Alexandria foram incontestavelmente seus precursores. No interior da

¹⁴ "A Companhia de Jesus, que tem seus estatutos aprovados em 1540 pelo Papa Paulo III, representa, assim como a Inquisição Romana fundada em 1542 pelo mesmo Paulo III, uma instituição típica da Contra-Reforma" (MARICONDA *apud* Galileu, 2000, p. 20).

Companhia de Jesus essa herança, um pouco perdida na Idade Média, foi retomada (ALLÈGRE, 2000, p. 21).

Apesar do significativo desenvolvimento da Astronomia ter acontecido nos séculos XVI, XVII e XVIII, para Koyré (1991), as primeiras concepções astronômicas remontam à Grécia Antiga. Para o autor, foram os gregos os primeiros a buscar compreender no céu uma ordem inteligível, diante da aparência desordenada dos astros. Em conformidade com Koyré (1991), será essa busca pela ordenação dos astros celestes que fixará as etapas de matematização do real.

Em Platão, de acordo com Koyré (1991), já se encontra a primeira forma muito clara das exigências e dos pressupostos da astronomia teórica: reduzir os movimentos dos planetas a movimentos regulares e uniformes. Para o autor, o primeiro movimento harmonioso dos astros celestes foi elaborado pelo discípulo de Platão, Eudoxo de Cnido (408 a.C - 355 a.C), e aperfeiçoado por Calipo de Cízico (370 a.C - 300 a.C).

"Com efeito, eles substituem o movimento irregular dos astros errantes por movimentos bem ordenados de esferas concêntricas, isto é, encaixadas umas nas outras". (KOYRÉ, 1991, p. 83).

A teoria planetária de Eudoxo, aperfeiçoada por Calipo, publicada na obra *Sobre Velocidades*, revela um sistema cosmológico inteiramente ordenado por esferas. Segundo Allègre (2000), Eudoxo foi influenciado pela filosofia pitagórica de seu mestre Arquitas (428 a.C - 347 a.C).

Ainda que não representasse as verdadeiras trajetórias dos planetas, o sistema planetário de Eudoxo, para Allègre (2000), é constituído por um determinado número de esferas, com raios iguais e em rotação. As esferas idênticas, devido à igualdade de suas circunferências, possuiriam, para Eudoxo, um eixo em movimento que passaria pelo centro da Terra e de todos os demais planetas. Cada eixo em rotação, giraria através dos eixos fixos nas esferas em movimento, gerando, assim, uma composição uniforme de movimentos.

Em conformidade com Koyré (1991), a harmonia dos movimentos das esferas decorre da harmonia matemática (não mensurativa) do plano axiomático esboçado por Eudoxo. Tentando tornar inteligíveis os fenômenos da natureza, aparentemente desordenados, mediante a aplicabilidade dos princípios matemáticos, Koyré (1991) expõe que o sistema planetário elaborado por Eudoxo fez com que o homem da Antiguidade tivesse noções de medidas até então consideradas como irracionais. Para o autor, essa tentativa de atribuir ordenamento aos fenômenos cósmicos, através do imaginário humano e das diretrizes matemáticas, foi uma das primeiras tentativas de matematizar o real.

Outros importantes pensadores da Escola de Alexandria, que certamente foram retomados pelos jesuítas da Companhia de Jesus, no século XVI, foram Aristarco de Sarmos (310 a.C - 230 a.C) e Cláudio Ptolomeu (90 d.C - 168).

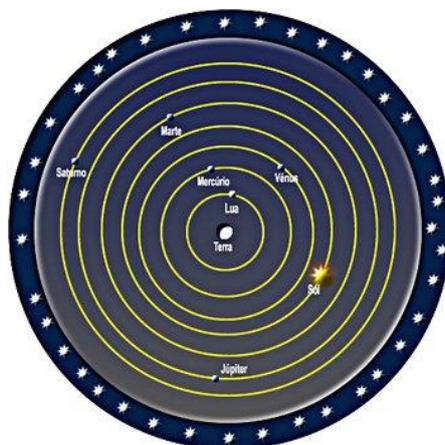
Allègre (2000) afirma que a teoria planetária de Aristarco de Sarmos caiu no esquecimento, por ter colocado o Sol no centro do mundo. Divergindo da exegese bíblica, o sistema planetário de Aristarco, segundo Allègre (2000), foi inserido no Índice dos Livros Proibidos (Index): uma lista de publicações literárias que foram proibidas pela Igreja Católica.

A explicação hipotética de Aristarco, de acordo com Koyré (1991), confere à Terra duplo movimento, a saber: girando em torno de si mesma e em torno do Sol. Koyré (1991) explica que, ao propor tal dinâmica em seu sistema planetário, Aristarco tentou fazer a distinção entre a hipótese axiomática do cálculo e a hipótese física empírica.

Apesar de seu esforço, Koyré (1991) mostra que Aristarco não obteve êxito. A autoridade de Aristóteles, a inconvencibilidade das objeções físicas empíricas contra o movimento da Terra, a grandeza desmesurada do universo, a inexistência de instrumentos ópticos de observação dos fenômenos e a força eclesiástica conservadora são destacados pelo autor como os principais pressupostos que tornaram o sistema de Aristarco inconcebível para o homem antigo e medieval.

De fato, o universo aristotélico, constituído por cinquenta e cinco esferas concêntricas, segundo Koyré (1991), era mais simples e harmonioso do que o sistema de Aristarco. Além disso, o sistema cosmológico desenvolvido por Aristóteles estava em perfeita consonância com a interpretação medieval-piedosa das Sagradas Escrituras. Igualmente à exegese bíblica, no sistema planetário aristotélico, a Terra estava colocada no centro do universo. Observa-se, o sistema planetário desenvolvido por Aristóteles:

Figura 14 - Sistema Planetário Aristotélico.



Fonte: Sistema Planetário Aristotélico. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.

Em conformidade com a Figura 14, o mundo supralunar, região onde se encontravam as estrelas fixas e os sete planetas (Saturno, Júpiter, Marte, Sol, Vênus, Mercúrio e a Lua) para Aristóteles, era eterno e incorruptível. Sinais, estes, da perfeição. O movimento circular concêntrico desses astros, para Aristóteles, representaria a eternidade e a perfeição.

Koyré (1991) explica que o movimento primeiro é o movimento do primeiro céu, da esfera das estrelas fixas. Esse movimento da esfera das estrelas fixas, por sua vez, para o mestre do Liceu, é movido por algo imóvel, que é o Primeiro Movente: Deus. Pelo fato do movimento das esferas fixas ser eterno, o Primeiro Movente, que produz esse movimento eterno, também deve ser eterno.

O movimento do céu das estrelas fixas toca o movimento dos planetas, que estão distribuídos entre a Terra (considerada o centro do universo) e o primeiro céu, seguido das demais substâncias suprassensíveis. Aristóteles considera, de acordo com Koyré (1991), que os planetas são substâncias suprassensíveis, devido ao seguinte fato: além de os planetas serem visíveis, eles também são eternos por serem constituídos do éter incorruptível e por moverem-se em movimentos circulares, emanados do Primeiro Princípio, imóvel.

Em contrapartida, o mundo terreno, (região situada entre o côncavo do orbe da Lua e o centro da Terra) seria formado pelos quatro elementos, a saber: fogo, ar, água e terra. Aqui, os movimentos não seriam circulares e concêntricos, mas, como mostra Koyré (1991), retilíneos, ascendentes e descendentes, que caracterizavam a mudança, a decomposição e a corrupção do mundo sublunar.

A mutabilidade verificada no mundo inferior, estaria relacionada com a influência dos corpos celestes, segundo o Aristotelismo. Nesse ínterim, o Aristotelismo e a Astrologia encontram pontos em comum, partilhando de um mesmo dualismo cosmológico de hierarquia entre céu e Terra. Todavia, a segunda não se resumia a uma leitura estritamente física do mundo; era, também, uma *ciência oculta, magia ou prática divinatória*; possuía uma concepção animista do universo, no qual os astros, dotados de vida e ação, influenciavam na vida terrena e na vida humana.

Entretanto, em conformidade com Allègre (2000), Cláudio Ptolomeu foi outro importante astrônomo, da Escola de Alexandria, bastante conhecido pelos jesuítas da Companhia de Jesus.

O *Almagesto*, publicado em 150 a.C, apresenta um modelo planetário no sentido moderno do termo. Sua visão de mundo e dos comportamentos dos astros não constitui um modelo lógico, como as representações de Eudoxo e Aristarco, pois "A disposição, o

agenciamento dos planetas e seus movimentos, levou em conta observação quantitativas" (ALLÈGRE, 2000, p. 42).

Em acordo com Allègre (2000), Koyré (1991) defende que o sistema planetário de Ptolomeu é caracterizado como um sistema quantitativo, pois foi elaborado com cálculos matemáticos mais aprimorados do que os realizados por seus antecessores. As observações astronômicas e os cálculos matemáticos, efetuados por Ptolomeu, revelaram que a distância dos planetas em relação à Terra não era sempre a mesma.

Assim, Ptolomeu concluiu, segundo Koyré (1991), que os planetas ora se afastavam da Terra, ora se aproximavam dela. Para explicar tais irregularidades, Ptolomeu imaginou os planetas girando não apenas sob um círculo (como eram as suposições de Eudoxo e Aristarco), mas sobre duas ou três esferas circulares (o deferente, o epiciclo e o equante). Essa situação é bem apresentada por Henry (1998, p. 21) da seguinte maneira:

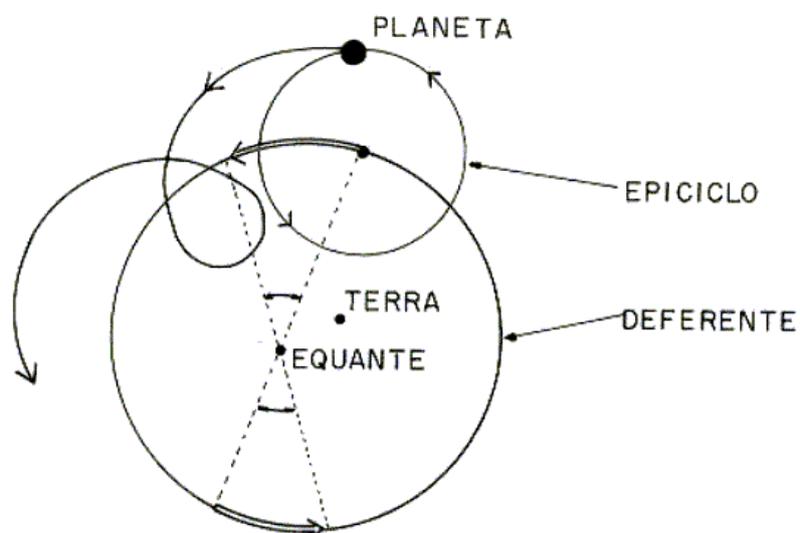
A astronomia matemática ptolomaica tinha planetas que se moviam num epiciclo, cujo centro inscreve um círculo (o deferente) no centro da esfera planetária, de modo a explicar parcialmente variações na velocidade e no brilho do planeta e o movimento retrógrado deste (período em que o planeta se move na direção oposta à de seu progresso usual). Apesar desses estratagemas, não era possível chegar ao ajuste exigido com as observações a não ser supondo-se também que o epiciclo se movia com movimento uniforme apenas com relação a um ponto excêntrico, não com relação ao centro do deferente, ou com relação à Terra. Embora tais movimentos uniformes em torno do que era chamado o ponto 'equante' pudessem ser facilmente definidos em termos matemáticos, não estava claro em absoluto que tipo de mecanismo poderia explicá-los.

Em conformidade com Henry (1998), Koyré (1991) destaca que Ptolomeu explicou o movimento dos planetas através das combinações de círculos. Para Ptolomeu, os planetas se moveriam ao longo de um pequeno círculo, denominado epiciclo. O centro do epiciclo se moveria em um círculo maior, o deferente.

A Terra (colocada no centro do universo) não ficaria no centro do deferente, mas em uma posição próxima do centro do deferente. Para dar conta do movimento não uniforme dos planetas, Koyré (1991) afirma que Ptolomeu introduziu o equante, que é o ponto central do deferente. Oposto à posição da Terra, o equante se torna, ao mesmo tempo, o ponto central do movimento do epiciclo e do movimento do deferente.

Girando em espiral em torno do equante, o centro do epiciclo de determinado planeta permaneceria girando sobre a circunferência do deferente. A Terra ficaria próxima do ponto central do deferente (equante). A Figura 15 esclarece tal situação:

Figura 15 - Círculos de Ptolomeu.



Fonte: Os Círculos de Ptolomeu. Disponível em <<http://www.ghtc.usp.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.

O Sistema planetário de Ptolomeu, segundo Allègre (2000), foi aceito pelos mais rigorosos cristãos. Por estar de acordo com as Escrituras, já que nele a Terra estava mais próxima do que qualquer outro planeta do centro do universo, o Sistema Planetário Ptolomaico, que permitiu o homem da época descrever os movimentos uniformes dos planetas e prever alguns eclipses, foi aceito sem restrição pela ordem eclesiástica.

Figura 16 - Sistema Ptolomaico.



Fonte: Sistema Ptolomaico. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.

Por essa razão, Allègre (2000) defende que o sistema ptolomaico foi o mais ensinado nos ambientes universitários dos séculos XIV e XV. Nas Universidades de Praga, de Viena, de Leipzig e em muitas outras da Europa, o autor relata que os estudos filosóficos e astronômicos eram realizados a partir do aprofundamento interpretativo das Sagradas Escrituras.

Com base na teoria tomista, a finalidade do conhecimento propagado nas universidades europeias, daquele período histórico, era compreender a natureza de maneira conservadora. Evitando recorrer à descrição verídica dos corpos da natureza, para não correr o risco de suspender as verdades da fé, os ensinamentos reproduzidos nas universidades buscavam compreender a natureza a partir das principais doutrinas metafísicas da Escolástica.

Da mesma forma, desde então, os cristãos influentes se põem a observar seriamente o céu e logo adotam o sistema de Ptolomeu, o único que permitia descrever os movimentos dos planetas, prever eclipses e fabricar horóscopos confiáveis. Essa teoria, prática e precisa, estava em acordo com as Escrituras, já que nela a Terra está colocada próxima do centro do universo e era imóvel, e de acordo com a visão de Aristóteles, cuja influência sobre o pensamento científico cristão começava sua irresistível progressão (ALLÈGRE, 2000, p. 43).

Nesse contexto, Santos (2012) expõe que o mais importante texto de Nicolau de Cusa (1401-1464), *Sobre a Ignorância Culta*, publicado em 1440, oferece uma leitura do mundo, no plano da fé, muito significativa. Para Bauab (2005), a contribuição de Nicolau de Cusa é extremamente ousada diante de um mundo medieval, pequeno e fechado.

O texto de Nicolau de Cusa, de acordo com Santos (2012), oferece aos desígnios de Deus a perfeição da geometria. A retomada da astronomia ptolomaica por Nicolau de Cusa, segundo o autor, redefine o significado de Criador e de Criatura.

Bauab (2005) acentua que o redimensionamento da relação Criador-Criatura, em Nicolau de Cusa, fez com que o homem perdesse seu papel central na Criação, pois a capacidade cognitiva do homem não permite a apreensão da totalidade à qual pertence. Sendo apenas uma parte do todo, ao homem é permitida apenas uma visão parcial dos fenômenos cósmicos.

Diante da concepção, de Nicolau de Cusa, de universo interminável, Bauab (2005) desvela a impossibilidade de o sujeito construir uma representação objetiva e unívoca do cosmos:

O aspecto douto da ignorância adviria justamente desta minaturização do poder de apreensão, por parte do sujeito, de um mundo interminável, metafisicamente criado em Deus, que se faz presente em toda parte e em parte alguma (BAUAB, 2005, p. 114).

O mundo em sua totalidade (Criação), para Nicolau de Cusa, não é conhecido pelo homem (Criatura). Conhecer a totalidade do universo seria ter o conhecimento pleno de Deus. Sendo impossível o homem conhecer a Deus, devido à perfeição infinita de Sua dimensão, "[...] é melhor pensar a natureza pelos viés da indefinição e não enquanto materialidade (inconcebível) do Criador" (SANTOS, 2012, p. 61).

Em Nicolau de Cusa, Deus é impossível de ser mensurado fisicamente, pois a centralidade de Sua magnitude se difunde por tudo o que existe. Assim, na concepção cusana, Bauab (2005) argumenta que o reconhecimento da impossibilidade de conhecer a Deus torna-se signo de sapiência para o homem. Em conformidade com Bauab (2005) e Santos (2012), Crosby (2015, p. 104) expõe que:

Nicolau considerava que o universo continha tudo, exceto Deus, que o continha. Esse universo não tinha nenhum limite, nenhuma borda. A Terra não podia ser o centro, porque o universo não tinha centro. Não havia borda, centro, região superior ou região inferior, ou qualquer outra dimensão absoluta. O espaço seria homogêneo. A Terra não era necessariamente diferente de outros corpos celeste, que também poderiam ter vida.

A concepção metafísica de Nicolau de Cusa, de acordo com Crosby (2015), advém de suas experimentações realizadas com o auxílio da balança. *De staticis experimentis*, obra publicada em 1450, segundo Crosby (2015), revela o desejo de Nicolau em tentar conhecer os mistérios e as forças ocultas da natureza através da experimentação dos fenômenos. Exemplos das experiências realizadas por Nicolau, em seus estágios ainda primordiais, são destacados por Cusa *apud* Crosby (2015, p. 105) do seguinte modo:

Por exemplo, pese a água que corre numa ampulheta e, a partir daí, meça a extensão mutável do dia durante o ano inteiro, ou a duração de uma eclipse. Para medir a diferença entre a intensidade solar nos diferentes climas, meça a diferença entre os pesos das plantas produzidas pela sementeira de mim sementes similares nos diferentes climas.

Apesar das asserções de Nicolau de Cusa contribuírem muito para o cenário intelectual do século XV, a matematização da natureza começou a se impor, com maior vigor, na segunda metade do século XVI. Dado o progresso dos estudos matemáticos nos ateliês, nas oficinas e nas sociedades científicas, o conjunto de conhecimentos, referentes à estrutura macrocósmica

da natureza, começa a ganhar impulso, conformando, assim, uma nova visão de natureza marcada por aspectos materiais, numéricos e quantitativos.

Definir-se-iam então, com Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Giordano Bruno, Johannes Kepler, Galileu Galilei e Newton, as etapas de geometrização do cosmos. Os métodos utilizados por esses importantes filósofos naturais e cientistas diferem muito dos métodos utilizados por seus antecessores.

Nisso residem, de acordo com Koyré (1991), as etapas da geometrização da natureza. Estas amplas e revolucionárias posturas epistemológicas que, através da aplicabilidade dos princípios matemáticos e da experimentação dos fenômenos, definiram uma cosmovisão ligada à materialidade dos estatutos ontológicos da natureza.

3.3 AS ETAPAS ASTRONÔMICAS DE GEOMETRIZAÇÃO DO COSMOS: NICOLAU COPÉRNICO, GIORDANO BRUNO, TYCHO BRAHE E JOHANNES KEPLER.

Se os conjuntos lógico-dedutivos dos pensadores, antigos e medievais, contribuíram para preservar as características imateriais da natureza, os métodos experimentais de Copérnico (1473-1543), Tycho Brahe (1546-1601), Galileu (1564-1642), Kepler (1571-1630) e Newton (1643-1727), pautados nos princípios matemáticos, ofereceram à natureza uma imagem bastante divergente àquela imagem ultrapassada, dada pelas verdades metafísicas.

O caminho que revela a geometrização da natureza, na perspectiva macrocósmica, é uma longa e apaixonante história. Refere-se não apenas a acontecimentos históricos, mas à importantes aspectos epistemológicos. E, ainda mais, não foram apenas os estudos experimentais e astronômicos responsáveis por tal feito. O projeto filosófico de René Descartes (1596-1650) também é destacado por Burt (1983), Koyré (1991), Henry (1998) e Bauab (2005), e como importante pressuposto que estabeleceu a ideia quantitativa do cosmos.

Embora as cosmologias de Aristarco, Ptolomeu e Nicolau de Cusa não tenham resolvido inúmeros dilemas da astronomia, devido à influência da metafísica pitagórica aliada, à inexistência de instrumentos ópticos precisos, Nicolau Copérnico, segundo Burt (1983) foi responsável por produzir significativas mudanças na estrutura do universo e, conseqüentemente, na visão de natureza moderna, que começou a instituir-se no início do século XVI.

Copérnico era matemático até a medula. Seu grande livro, *De revolutionibus orbium coelestium*, inclui página após página de cálculos. Ele foi o primeiro

teórico da astronomia, no espaço de um milênio, a se expressas principalmente através da matemática, língua nataç da ciência e mais convincente do que as palavras para a minoria que viria a reformular a astronomia e a física no século XVII (CROSBY, 2015, p. 105).

Em vida, Copérnico não teve desavenças com a Igreja. Sua principal obra de Astronomia, *Das Revoluções das Esferas Celestes*, foi publicada um ano após a sua morte. Allègre (2000) revela que tal obra foi incluída no Index da Igreja Católica.

Em Copérnico, afirma Burt (1983), os quatro elementos - terra, água, ar e fogo, categorias que formulavam os pensamentos do homem antigo e medieval a respeito das coisas inanimadas da natureza, começaram a perder valor diante das justificações matemáticas do filósofo natural.

Segundo Henry (1998), os ensaios matemáticos da Grécia Antiga foram re(interpretados) por Copérnico. Já os textos de Plutarco (45-120) e dos pitagóricos Filolau, Ecfanto e Heráclides do Ponto, (re)interpretados por Copérnico, para Bauab (2005), levaram a matemática copernicana a estabelecer a unidade de utilidade do conhecimento e a certeza de que o número é meio verdadeiro para o estabelecimento da verdade.

Em Copérnico, as verdades sobre os fenômenos da natureza, destaca Burt (1983), deveriam ser estabelecidas através de expressões matemáticas e representações geométricas. De fato, para Copérnico, "[...] o que quer que fosse matematicamente verdadeiro seria real ou astronomicamente verdadeiro" (1983, p. 43).

De acordo com Henry (1998), a novidade inserida por Copérnico revela a busca pela descrição real dos fenômenos da natureza, pautada em princípios matemáticos. Assim como o Platonismo e o Pitagorismo, a matemática de Copérnico também considerava que o mundo era constituído por grandezas numéricas.

Entretanto, para Copérnico, as verdades do mundo não deveriam ser sustentadas por proposições metafísicas *a-prioris*. Elas deveriam ser alcançadas pela aplicabilidade dos princípios matemáticos no mundo empírico.

O fato é que, na época de Copérnico, não se conhecia ainda qualquer tipo de equipamento que permitisse uma observação mais acurada do movimentos dos astros e, portanto, a teoria copernicana se fundamentava numa nova postura especulativa (SANTOS, 2012, p. 95).

Apesar de o sistema copernicano ter sido elaborado de maneira hipotética, devido à inexistência de instrumentos que permitissem acurar a visão dos céu, Burt (1983) sublinha que

Copérnico colocou os fatos da astronomia em uma ordem matemática mais simples e harmoniosa do que seus antecessores. Como destaca o autor:

Ela era mais harmoniosa na medida em que a maior parte dos fenômenos planetários podia então ser representada bastante bem por meio de uma série de círculos concêntricos em volta do Sol, sendo a nossa Lua, o único intruso irregular (BURTT, 1983, p. 31).

O mundo de Copérnico não é, de modo algum, isento de aspectos hierárquicos. Para ele, seria inconcebível mover um corpo extremamente grande (aquele que contém e situa), por outro relativamente pequeno (aquele que é contido e situado).

Assim, a posição que a Terra ocupa no universo é definida a partir da posição central do Sol, pois o Sol, devido à sua grandeza e magnitude, é mais pesado do que a Terra¹⁵. A condição de estar em repouso, para Copérnico *apud* Burt (1983), é considerada mais nobre e mais divina do que aquela de mudança e inconsistência. Mudança e inconsistência, portanto, são mais apropriados à Terra do que ao Sol. Com efeito:

Copérnico acreditava que se sistema deveria ser considerado fisicamente verdadeiro. Assim, Copérnico não só pôs a Terra em movimento contra todos os ensinamentos da física aristotélica, as Sagradas Escrituras e o senso comum, como o fez com base em fundamentos que a maioria de seus contemporâneos teria julgado ilegítimo. Por mais contrário que o movimento da Terra possa parecer à filosofia natural, Copérnico insistiu, ele deve ser verdadeiro *porque a matemática o exige*. Isso foi revolucionário (HENRY, 1998, p. 23).

Ao insistir na verdade física de sua teoria, a partir de fundamentos inteiramente matemáticos, Copérnico estava contribuindo, de maneira muito significativa, para o triunfo do desenvolvimento da astronomia e da ciência moderna.

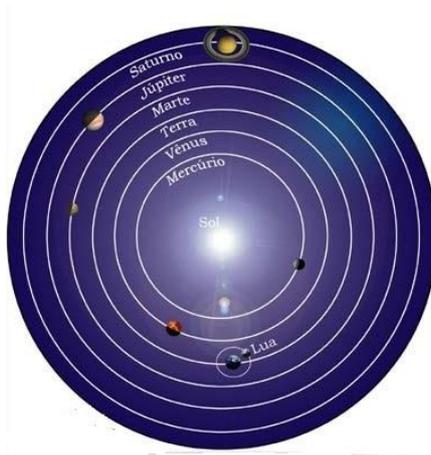
Em acordo com Koyré (1991), os números e as grandezas matemáticas significavam, para Copérnico, a representação do mundo. Ao calcular as distâncias entre os planetas, Copérnico teve a plena convicção de que a Matemática era o principal instrumento axiomático para descobrir as verdades da natureza. Visto que o mundo está inscrito em linguagem matemática, cabe ao filósofo natural desvendar os mistérios da natureza na mesma linguagem em que ela está escrita: em linguagem matemática.

Nesse sentido, os fenômenos da natureza passam a ser concebidos em termos factuais e quantitativos. Na elaboração do sistema planetário de Copérnico, como afirma Bauab (2005),

¹⁵ "Seu sistema foi chamado de heliostático, ao invés de heliocêntrico" (BURTT, 1983, p. 35).

houve a possibilidade de os sentidos apreenderem a verdadeira composição do universo. Como destaca o autor: "[...] a busca tipicamente científica de deixar o nível do senso comum, das qualidades sensíveis da experiência [...] já aparece em Copérnico" (BAUAB, 2005, p. 163). A imagem, a seguir, as afirmações de Bauab (2005), Burt (1983), Santos (2012) e Henry (1998).

Figura 17 - Sistema Copernicano.



Fonte: Sistema Copernicano. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 15 jan. 2016.

Copérnico colocou o Sol no centro do Universo. Os planetas, inclusive a Terra, para Copérnico, giram em órbitas circulares em torno do Sol. A Lua permaneceria como satélite terrestre, e as estrelas fixas continuariam em sua esfera imóvel. Percebe-se que a Terra perdia sua posição privilegiada e se tornava mais um entre os planetas.

Com isso Copérnico, como afirma Henry (1998), pôde prever as posições dos planetas. A vantagem do sistema copernicano, em relação ao ptolomaico, segundo o autor, é notada por sua elegância matemática - que é algo muito valorizado pelos filósofos naturais -, por sua relativa simplicidade - eliminando os epiciclos de Ptolomeu - e pela sua facilidade em realizar os cálculos astronômicos.

Segundo Crosby (2015), a influência da revolução copernicana alcançou o auge e extrapolou os limites da cognição humana, em Giordano Bruno (1548 - 1600). Defendendo com unhas e dentes o copernicanismo, Giordano Bruno lançou-se em uma viagem sem volta, quando se posicionou acerca da infinitude do universo.

Há em Giordano Bruno um forte vínculo entre magia natural e intuição. De acordo com Bauab (2005), a magia natural é utilizada por Giordano Bruno para explicar a infinitização do mundo, o movimento dos planetas e dos animais, e das almas. Enquanto a intuição constitui o

cerne da filosofia de Giordano Bruno, a magia natural aparece como uma prática voltada a encontrar, no mundo, as contradições existentes no espaço homogêneo e infinito.

"Ele propôs um espaço sem nenhum centro ou limite, acima ou abaixo, que ofendeu os aristotélicos, os católicos, os calvinistas e todas as outras pessoas que não conseguiram ficar à vontade com uma grande intimidade com o infinito" (CROSBY, 2015, p. 107).

A argumentação de Giordano Bruno, acerca da infinitude do universo, de acordo com Bauab (2005), repousa na minimização dos sentidos, no ato de conhecer. Desse modo, a infinitude do universo seria provada, não pelos sentidos, mas pelo julgamento da razão guiado pela prática da magia natural.

O espaço, que contém as infinitas obras do Deus Criador, é o espaço do universo infinito. Segundo Crosby (2015), este espaço é considerado por Bruno como perfeitamente homogêneo e semelhante a si em toda parte e, ainda mais, não é o *lugar* metafísico dos filósofos gregos, mas, em sua infinitude, geometricamente extensivo e imóvel. Essa situação é bem apresentada por Bauab (2005, p. 170) da seguinte maneira:

"O infinito, amorfo espaço homogêneo, receptáculo etéreo de tudo, é imóvel. Sendo infinito, nenhum movimento poderia lhe transformar, alterar sua totalidade. Afirmar o contrário se constituiria, em verdade, em uma premissa ilógica".

Assim, o mundo terreno e o espaço fora dele seriam uma coisa só. O Deus, da concepção de Giordano, é incapaz de criar apenas o nosso mundo, pois, se Deus criasse apenas o nosso mundo, e não outros mundos semelhantes, Ele seria limitado em suas criações divinas e, dessa maneira, o universo seria finito. Na verdade, a limitação da ação criativa de Deus é inimaginável. Essa situação condiz perfeitamente com a seguinte asserção de Bauab (2005, p. 176):

Podemos dizer que com Bruno, o céu ganha profundidade, tridimensionalidade. Assim, o filósofo ressalta que, para além do imaginável limite do céu, sempre existe uma região etérea, corpos mundanos, astros, terras, sóis, todos sensíveis em relação a si mesmos e para aqueles que estão dentro ou perto deles, apesar de não o serem para nós em virtude das suas distâncias. Portanto, o aparente fim do universo diz diretamente respeito ao término da experiência de nossos sentidos e tal fato não deve se constituir na intransigência de se murar o mundo.

Diante disso, supridas as dicotomias regionais lunares, Bauab (2005) mostra que este mundo seria tão corruptível quanto os demais astros interestelares. Assim, se o espaço da concepção de Giordano Bruno foi concebido como homogêneo, somente o intelecto humano poderia abarcar o mundo inteiro e estender-se para o vazio interestelar.

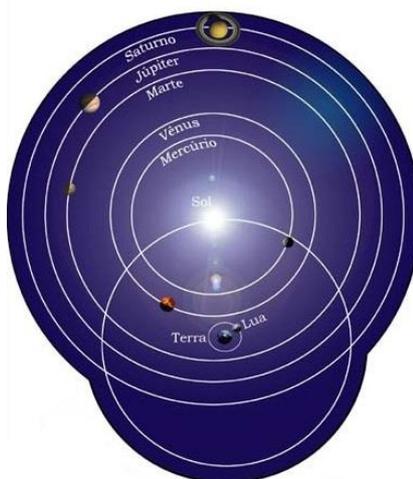
Nessa perspectiva, outro importante astrônomo, que contribuiu para a matematização da natureza, de acordo com Burt (1983), foi o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601). Este, como afirma o autor, foi o primeiro moderno a defender, significativamente, os fatos empíricos exatos na verificação das verdades científicas.

O olho enquanto ferramenta precisa, metodicamente amplificada, ganha, em Brahe, um caráter científico, isto em um momento em que os debates em torno da superioridade da visão sobre a mente emergiam no contexto da pintura da precisão matemática das formas que adveio do Renascimento, da arte 'superior' à natureza de Leonardo da Vinci e Michelangelo (BAUAB, 2005, p. 182).

Os cálculos astronômicos e as observações celestes de Tycho Brahe, segundo Henry (1998) apresentaram uma solução conciliatória entre Copérnico e Ptolomeu. O autor referido relata que Brahe rejeitou o movimento da Terra para demonstrar, através de cálculos matemáticos, que todos os planetas se moviam em círculos em torno do Sol. O Sol no sistema planetário, elaborado por Brahe, entretanto, descreveria círculos em torno da Terra estacionária.

O sistema cosmológico de Tycho Brahe, de acordo com Henry (1998), possui dois centros: o Sol e a Terra. Ao redor do Sol, giram todos os planetas, exceto a Terra. Esta, por sua vez, é a referência central tanto do Sol como da Lua. Todavia, o Sol é responsável por manter os outros planetas em suas órbitas, exceto a Terra, que é responsável por manter a Lua em sua órbita. Observa-se o sistema planetário elaborado pelo dinamarquês por Tycho Brahe:

Figura 18 - Sistema Planetário de Tycho Brahe.



Fonte: Sistema Planetário de Tycho Brahe. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 15 jan. 2016.

Com esse sistema, Bauab (2005) observa que, em 1557 Brahe conseguiu calcular a distância de um cometa que cortava o céu, para além do mundo celeste de Aristóteles, e inferiu,

assim, que a trajetória elíptica do cometa deveria atravessar as austeras esferas cristalinas. "Cinco anos antes, Brahe havia reconhecido uma nova estrela em Cassiopéia, alterando – e isto seria freqüente na emergência da ciência moderna – as feições de um até então imutável céu" (BAUAB, 2005, p. 181).

O reconhecimento da nova estrela, de acordo com Henry (1998) causou sérios problemas para o sistema cosmológico aristotélico e nas Antiga e Medieval visões de mundo. Os cálculos e as observações dos cometas, realizados por Brahe, em 1577, 1580 e 1585, que revelaram os movimentos irregulares dos cometas, para Henry (1998), demonstraram, contrariamente ao paradigma aristotélico e às cosmovisões passadas, que as trajetórias dos cometas não eram fenômenos atmosféricos.

Com isso, a antiga cosmologia aristotélica, que dividia o mundo em regiões sub e supra-lunares, foi sendo desconsiderada gradativamente. Ao encontro das novas posturas epistemológicas de Copérnico e Tycho Brahe somaram-se outras teorias astronômicas de caráter matemático, que comprovaram, de maneira mais simples e harmoniosa do que as complexas operações silogísticas *a-priori*, a estrutura numérica da natureza.

Nesse sentido, Allègre (2000) comenta que o entusiasmo intelectual do jovem astrônomo alemão Johannes Kepler, despertou a atenção de Tycho Brahe. Tornando-se o mais importante pupilo de Brahe, Kepler aprendeu com seu mestre que os meios fundamentais na apreensão dos conteúdos do mundo seriam o teor matemático e a função sensitiva dos olhos.

A visão e o teor matemático, enquanto meios fundamentais para a compreensão dos fenômenos da natureza, de acordo com Bauab (2005), adquire em Kepler significativa função na geometrização do cosmos, pois "Kepler teria concebido uma harmonia matemática que seria subjacente aos fatos observados, atuando enquanto causa, em verdade, de tais fatos". (BAUAB, 2005, p. 31).

Em conformidade com Bauab (2005), Burt (1983) assinala que a concepção cosmo-matemática de Kepler foi elaborada a partir da (re)interpretação tanto da doutrina neoplatônica como do Princípio da Razão Suficiente aristotélico. Através da exatidão, do rigor, da harmonia e das formas constantes matemáticas, Kepler viu no Neoplatonismo e no Aristotelismo clássico a possibilidade ontológica de quantificação dos fenômenos celestes.

A exatidão e o rigor da Matemática, para Kepler, conforme diz Burt (1983), seriam a causa fundamental dos fenômenos e das características ontológicas dos corpos da natureza. Entretanto, as hipóteses científicas, para Kepler, seriam consideradas verdadeiras somente se os próprios fatos da natureza empírica contivessem os princípios harmônicos subjacentes à Matemática.

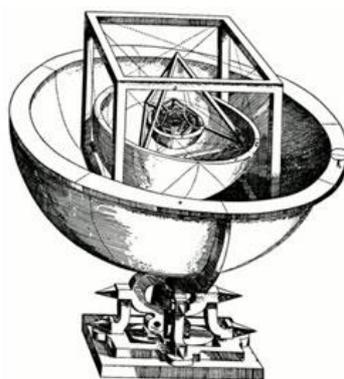
A natureza, nessa perspectiva, adquire o caráter mensurativo. Números, algarismos e grandezas matemáticas estariam incrustadas nos estatutos ontológicos da natureza. A investigação dos fenômenos da natureza, por parte dos filósofos naturais, assim, deveria ser conduzida pelos mesmos pressupostos existentes no mundo: os números. A interpretação e a compreensão dos fenômenos cósmicos, nesse sentido, encontraram respaldo através da resolução de cálculos. Geometrizada a natureza, a postura epistemológica dos filósofos naturais foi definida pela linguagem do mundo. A exatidão dos valores geométricos da natureza permitiu aos filósofos naturais perceberem-na como um sistema uniforme e homogêneo.

As realizações máximas de Kepler, referentes ao seu sistema de mundo, foram publicadas, em 1597, no *Mysterium Cosmographicum*. Burt (1983) expõe que, nesta obra, Kepler mostrou que as distâncias entre as órbitas dos seis planetas conhecidos apresentariam certa semelhança, em termos aproximados, se as esferas hipotéticas dos planetas estivessem inscritas e circunscritas pelos cinco sólidos regulares, adequadamente distribuídos entre elas. Assim,

Se um cubo estivesse inscrito na esfera de Saturno, a esfera de Júpiter estaria aproximadamente inscrita nele; do mesmo modo, entre Júpiter e Marte caberia um tetraedro, entre Marte e a Terra um dodecaedro, e assim por diante (KOYRÉ, 1991, p. 48).

Cada um dos sólidos platônicos seria colocado um dentro do outro, separado por esferas inscritas na seguinte ordem: primeiro o octaedro, seguindo-se o icosaedro, o dodecaedro, o tetraedro e, por último, o cubo. A figura, a seguir, esclarece acerca do modelo planetário idealizado por Kepler:

Figura 19 - Modelo planetário idealizado por Kepler.



Fonte: Modelo planetário idealizado por Kepler. Disponível em: <<http://www.uff.br/cdme/platonicos/platonicos-html/solidos-platonicos-br.html>>. Acesso em: 13 mac de 2016.

Seguindo os passos de Copérnico, e com sua postura epistemológica bem determinada pela Matemática e pela experimentação dos fenômenos, Allègre (2000) mostra que Kepler enunciou seu sistema de mundo através de quatro premissas essenciais. São elas: 1) os planetas giram em órbitas elípticas das quais o Sol é um dos centros; 2) o movimento dos astros não é uniforme, pois quando eles se aproximam do Sol, suas velocidades aumentam e, quando se afastam, suas velocidades diminuem; 3) Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno estão distanciados do Sol nessa ordem e, 4) a Terra gira em torno de si mesma em um dia.

É certo que as anotações astronômicas de Tycho Brahe influenciaram Kepler a defender tais premissas. Allègre (2000) destaca que as *Tábuas Rodolfinas*, iniciadas por Brahe, foram o fator crucial que levou Kepler a elaborar suas leis.

De acordo com Allègre (2000), as *Tábuas Rudolfinas* foram publicadas, pela primeira vez, em 1627. Os almanaques de navegação, segundo o autor, a partir do século XVII, passaram a conter tábuas de declinação do Sol, correções referentes à posição da estrela polar no Hemisfério Norte, e distâncias lunares muito próximas do real.

Dessa maneira, a herança matemática de Brahe e Kepler não facilitou, apenas, a vida dos marujos em alto mar. Seus cálculos astronômicos serviram de modelos epistemológicos a cientistas ulteriores. Conforme mostra Bauab (2005), o caminho traçado por Nicolau de Cusa, Copérnico, Giordano Bruno e Kepler, conduz à percepção mensurável da realidade, que se consolidará, em parte, com as pesquisas realizadas por Galileu e Newton e com a filosofia de René Descartes.

Algo em comum entre esses astrônomos e filósofos responsáveis, em parte, por conduzir a realidade à mensuração (ou vice-versa), segundo Bauab (2005), é a doutrina filosófica de Demócrito (460 a.C-370 a.C), das Qualidades Primárias e Secundárias. Bauab (2005) e Rossi (1989) partilham o mesmo ponto de vista: a distinção entre Qualidades Primárias e Secundárias seria um dos principais fundamentos da Ciência Moderna.

Os estímulos sensoriais do indivíduo, ligados às Qualidades Secundárias, diante da concepção quantitativa da natureza, de acordo com Bauab (2005), passam a estar vinculados à subjetividade, à heterogeneidade e à diversificação dos conteúdos espacial e temporal do mundo. Com isso, as cruas sensações individuais, em parte, não foram tão úteis, se comparadas à Matemática e à Experimentação dos fenômenos da natureza, aos processos epistemológicos que levaram à estruturação da Ciência Moderna. Para os fenômenos da natureza alcançarem a indubitabilidade científica, na Ciência Moderna, é necessário que eles sejam analisados de maneira objetiva, uniforme e homogênea, seguindo, desta maneira a universalidade dos princípios matemáticos, e pertencendo ao âmbito das denotadas Qualidades Primárias.

3.3.1 - O Caso Galileu: Instrumentalismo e a nova metafísica (Qualidades Primárias e Secundárias)

Muito mais ousado do que Copérnico e Kepler, foi Galileu. Partindo das teorizações matemáticas e experimentais de seus antecessores, Rossi (1989) assevera que Galileu foi quem, pela primeira vez, uniu as experiências dos artesãos e técnicos renascentistas à tradição teórica e metodológica que caracteriza a ciência europeia moderna.

Assim como Mersenne, Riccioli e Huygens, Galileu realizou várias experiências para calcular as propriedades do cicloide, o centro de gravidade dos sólidos e o equilíbrio hidrostático dos líquidos e dos corpos submetidos à gravidade. Desse modo, em conformidade com Burt (1983), os estudos referentes aos movimentos mecânicos tornaram-se o centro de interesse das pesquisas realizadas por Galileu.

Das muitas experiências realizadas por Galileu, no período paduano (1592-1610), Burt (1983) destaca que o experimento efetuado com projéteis foi um dos mais importantes para conformar a visão de natureza quantitativa. Após várias observações dos movimentos dos corpos em queda-livre, Burt (1983) afirma que Galileu chegou a pensar na suspensão da constatação empírica na busca pelo valor de verdade científico.

Segundo Burt (1983), a constatação de Galileu de que os projéteis disparados percorriam sempre a trajetória de uma parábola, em um ângulo de 45°, demonstrou, através da Matemática pura, que, independentemente da ocasião, sempre que o projétil fosse disparado, necessariamente ele teria que percorrer 45°.

Com isso, de acordo com Burt (1983), Galileu concebeu, assim como Kepler, que a natureza seria um sistema simples e ordenado, no qual todos os procedimentos são absolutamente regulares e inexoravelmente necessários. Os procedimentos, para compreender melhor a natureza e suas leis imutáveis, seriam guiados por seu método de investigação denotado por *Alfabeto Numérico*.

Nesse sentido, Galileu compreendeu a natureza como um imenso organismo escrito em linguagem numérica. Para compreender os fenômenos cósmicos, seria necessário interpretá-los na mesma linguagem, isto é, através da linguagem Matemática.

O *Alfabeto Numérico*, método desenvolvido por Galileu na investigação dos fenômenos da natureza, seria a chave-mestra para compreendê-los. As três etapas do Alfabeto Numérico - *intuição* ou *resolução*, *demonstração* e *experiência* - conforme defende Burt (1983), proporcionaram os indícios necessários para revelar as aparências dos fenômenos da natureza como eles próprios são, sem recorrer, assim, à metafísica pitagórica dos números.

A maneira mais completa e exata, para analisar e julgar um fato como científico, para Galileu, é atribuir aos seres da natureza proporções e variáveis matemáticas. Tais variáveis matemáticas fazem com que os fenômenos empíricos (Qualidades Secundárias) sejam decifrados através de combinações quantitativas (Qualidades Primárias).

Uma vez isolados, esses fenômenos, o conjunto de dados obtidos mediante a afecção sensorial, deve ser demonstrado dedutivamente por meio dos princípios matemáticos, levando-se em consideração a proximidade com o fenômeno empírico, para julgar o valor de verdade das proposições e das hipóteses científicas.

Pode-se perceber que a primeira etapa do método de Galileu - *intuição* ou *resolução* - é necessariamente indutiva/*a-posteriori*. No entanto, a *demonstração*, segunda etapa de seu método, deve ser necessariamente verificada, dedutivamente, através dos princípios matemáticos das combinações quantitativas da natureza e da proximidade com os fenômenos empíricos, oferecendo, assim, ao método de Galileu, caráter dedutivo/*a-priori*.

Uma vez realizado esse procedimento com propriedade, já não necessitamos recorrer aos fatos sensoriais; os elementos assim obtidos são seus componentes reais e as demonstrações dedutíveis a partir deles pela matemática pura (segunda etapa) devem sempre ser corretas com relação a instâncias similares do fenômeno, mesmo que seja eventualmente impossível confirmá-las empiricamente. Isso explica o tom corajoso de suas passagens mais apriorísticas (BURTT, 1983, p. 65)

A *experiência*, terceira etapa de seu método, repousa na demonstração empírica do fenômeno da natureza. Assim, as conclusões *apriorísticas* da segunda etapa de seu método deveriam ser, necessariamente, demonstradas e verificadas através da experiência.

Deste modo, tanto Bauab (2005) como Burt (1983) consideram que Galileu interpretou e compreendeu a natureza através de princípios puramente matemáticos, pois as *experiências* dos fenômenos da natureza deveriam estar ligadas, necessariamente, às *demonstrações* puramente abstratas dos termos algorítmicos (Qualidades Primárias).

Com seu método de investigação dos fenômenos da natureza, Galileu propusera uma nova maneira de concebê-los. Em conformidade com Burt (1983), há em Galileu uma profunda crítica à Lógica de Silogismo. "São as demonstrações matemáticas, portanto, e não a lógica escolástica que proporcionam a chave para desvendar os segredos do mundo" (BURTT, 1983, p. 61).

O enredo fantástico dos fenômenos da natureza passa, com Galileu, a ser ordenado pelos princípios matemáticos e pela geometria abstrata, isto é, pelas Qualidades Primárias,

pertencentes ao plano axiomático das pesquisas. Estas, de acordo com Burtt (1983), são absolutas, objetivas e imutáveis, por estarem em conformidade com as leis da natureza e com a Geometria herdada de Euclides, mas aprimorada pelo mestre florentino.

Ao contrário, de acordo com Burtt (1983), a aparência simples dos seres da natureza, as denotadas Qualidades Secundárias - relativas, subjetivas e devaneadas - por não estarem conectadas à essência numérica, não pertencem ao reino do conhecimento verdadeiro. Elas são ilusões falsárias, responsáveis por ocultar a essência verdadeira e ludibriar os sujeitos em suas atividades científicas.

Burtt (1983) explica que a doutrina das Qualidades Primárias e Secundárias de Galileu, além de expressar a verdadeira interpretação e a significativa compreensão mensurativa dos fenômenos da natureza, atribuiu a Deus a mesma legitimidade indubitável dos números. Tal situação é bem apresentada pelo autor da seguinte maneira:

Deus, por meio de seu conhecimento criativo imediato da natureza, projeta no mundo essa necessidade matemática rigorosa que nós alcançamos apenas com o esforço, através de resoluções e demonstrações. Deus é um geômetra em seus afazeres criativos - o mundo é, para Ele, um sistema matemático. A distinção entre o seu conhecimento das coisas e o nosso é a de que o seu é completo e o nosso é parcial; o seu é imediato, o nosso discursivo (BURTT, 1983, p. 66).

Assim, as etapas do método desenvolvido por Galileu, por apresentarem a rigorosidade matemática, segundo Burtt (1983), encaminham o sujeito à sabedoria divina, pois, através das *demonstrações* puramente matemáticas, imita-se o Engenheiro Divino em seus afazeres. Entretanto, Deus conhece as proposições infinitas, das quais se conhecem algumas poucas. A nossa procede do raciocínio e caminha de conclusão em conclusão. O conhecimento de Deus dá-se através de um único pensamento ou intuição.

A nova maneira de conceber os fenômenos cósmicos, promovida por Galileu, de acordo com Galileu *apud* Mariconda (2000), não poderia permanecer ignorado pelo poder conservador da Igreja Católica.

A época mais crítica da vida de Galileu começou posteriormente ao período paduano (1592-1610). Entre 1610 e 1632, Galileu *apud* Mariconda (2000) mostra que Galileu aplicou seu método e sua metafísica aos fenômenos da natureza celeste. Ganhando maior amplitude e, conseqüentemente, tornando-se alvo de polêmicas, controvérsias e ameaças, Galileu, de acordo com o autor, tentou provar o copernicanismo que estava no Índice dos Livros Proibidos. O autor destaca que:

De 1610 a 1632, assiste-se à constituição gradativa de uma estratégia combinada de defesa do copernicanismo e de ataque vigoroso à cosmologia tradicional e à visão de ciência na qual ela se assenta. Sem ter sido previamente planejada, essa estratégia constitui-se ao sabor das circunstâncias, das oposições baseadas em opiniões e juízos profundamente enraizados no princípio de autoridade e mesmo das decisões legais tomadas pela Inquisição (GALILEU *apud* MARICONDA, 2000, p. 16).

Contrariando a força conservadora da Igreja Católica, a posição de Galileu representa, segundo Bauab (2005), oposição à autoridade de Aristóteles e à constituição de uma nova representação geométrica da natureza. De acordo com o autor, a física aristotélica é rejeitada devido à superação da abstração matemática da realidade, utilizada por Galileu, para interpretar e compreender o funcionamento da natureza. Dessa maneira:

A transição de uma percepção qualitativa para a quantitativa ganha, em Galileu, maior veemência. O livro da natureza, agora aberto aos olhos do cientista que não mais esgota o seu saber nas autoridades do passado, retém em si uma linguagem matemática, expressão geométrica de um mundo não mais animado pelos dramas do sujeito. Deixa a natureza, pouco a pouco, de ser o repositório de uma linguagem divina esquecida, repleta de um significado oculto somente perceptível por um sujeito sempre atento aos seus símbolos. Há muitas implicações nisto tudo (BAUAB, 2005, p. 202).

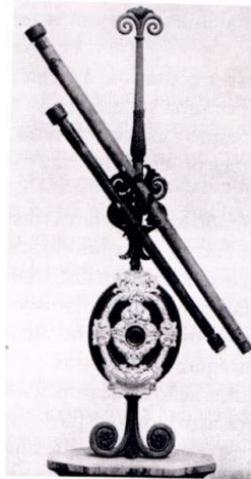
Essas divergências epistemológicas, que coincidem com duas maneiras bastante diferentes de conduzir os fenômenos da natureza à cientificidade (uma através da Lógica aristotélica fortemente presente nas universidades, na época, e defendida pela Igreja Católica, e outra através da Matemática dos modernos), apontavam por caminhos bem diferentes na concepção de homem e natureza.

Assim, Galileu *apud* Mariconda (2000) expõe que a primeira defesa, feita por Galileu ao copernicanismo, é conhecida, em 1610, com a publicação do *Siderius Nuncius*. Em conformidade com Galileu *apud* Mariconda (2000), Lenoble (1969) mostra que Galileu publicou, nesse livro, um conjunto de descobertas realizadas com sua luneta astronômica.

"A Lua, cuja perfeita pureza antes ainda defendia contra os primeiros cépticos, mostrava as suas montanhas e os seus vales, a Via Láctea dissolvia-se numa poeira de estrelas e, na superfície do Sol, distinguíam-se manchas" (LENOBLE, 1969, p. 165).

Esse texto de caráter panfletário, segundo Galileu *apud* Mariconda (2000), veiculou as anotações das observações astronômicas realizadas por Galileu, munido de sua luneta astronômica (*Perspicillum*).

Figura 20 - Luneta Astronômica (Perspicillum) de Galileu



Fonte: - Luneta Astronômica (Perspicillum) de Galileu. Disponível em <www.ada-astrofisica.to.infn.it>. Acesso em 15 dez. 2015.

Conforme expõe Bauab (2005), o uso da luneta astronômica, nos procedimentos científicos, implica amplificação dos sentidos humanos. Tal situação, de acordo com o autor, define a união entre a teoria científica e o saber técnico.

Com o uso da luneta astronômica, Galileu, de acordo com Bauab (2005), observou a natureza em uma perspectiva antes não vista. Tal condição, segundo o autor, permitia Galileu interrogar a natureza em seu estatuto verdadeiro, sem as justificações metafísicas condizentes às realidades já decadentes, esquecidas pela supremacia dos sentidos em potência e pela eloquência dos princípios matemáticos.

Como bem sabia Galileu, Galileu *apud* Mariconda (2000) elucida que ele estava tentando subverter a visão de natureza, estabelecida desde a Antiguidade, que foi consolidada culturalmente pela teologia cristã e pelo ensinamento universitário oficial. A busca pela verdadeira descrição real dos seres da natureza era pretendida pelo mestre florentino.

Desse modo, a *demonstração* matemática do método de Galileu exigia da *experiência* provas empíricas para *rupturizar* o paradigma cosmológico de Aristóteles e a visão de natureza, difundida por este. De acordo com Bauab (2005), provar a imperfectibilidade dos movimentos e dos corpos celestes seria dissolver a imperfeição sublunar e a perfeição supralunar.

Em detrimento da divisão cósmica aristotélica (regiões sub e supralunares), oriunda das constatações de Galileu - das montanhas e do relevo irregular lunar, das manchas solares e de outras verificações que comprovavam a semelhança dos corpos celestes com a Terra - Bauab (2005) defende que houve a homogeneização da natureza. A natureza, com Galileu, passou a

ser entendida como um sistema de figuras geométricas e relações numéricas que, através da universalização dos algarismos arábicos, codificou a linguagem imutável do cosmos.

Por outro lado, em *xequê* estava a exegese ortodoxa dos relatos bíblicos. Na defesa do copernicanismo, impossível era conceber a Terra como imóvel. Galileu, de acordo com Galileu *apud* Mariconda (2000), aceitou tal posição. Defendendo a mobilidade da Terra e a centralidade do Sol, o autor expõe que Galileu indagou a passagem Bíblica 10:13-14, bastante conhecida pelos feitos de Josué.

"Tal passagem é, fundamentalmente, adaptada à nova estrutura do saber, amparada na nova realidade do sujeito do conhecimento" (BAUAB, 2005, p. 218). Segundo o autor, a passagem Bíblica de Josué é questionada por Galileu, para defender o copernicanismo e não o sistema aristotélico-ptolomaico.

Se, no sistema aristotélico-ptolomaico o dia e a noite eram provocados pelo movimento do primeiro móvel e as estações do ano dependiam do movimento do epiciclo do Sol sobre o deferente, Galileu, de acordo com Bauab (2005), afirmou que, para não causar a desordem do universo, Deus paralisou o Sol. Ciente de que o Sol permanece girando apenas sobre seu eixo,

O texto de Josué estaria, logicamente, vinculado ao sistema copernicano porque este expressava o real conteúdo da estrutura do mundo. Portanto, [...], Galileu considerava que censurar o ensino do sistema copernicano não seria nada mais do que censurar passagens da Escritura que ensinam que a glória e a grandeza do criador se apresentam em todas as suas obras e são lidas no livro aberto ao céu (BAUAB, 2005, p. 218).

Dessa maneira, segundo Galileu *apud* Mariconda (2000), Galileu tentou manifestar o intuito de liberdade na pesquisa científica. As divergências interpretativas da Bíblia, para Galileu, aconteciam devido ao convencimento dos intérpretes de que as palavras do texto sagrado não deveriam ser entendidas em duplo sentido.

Para Galileu, mostra Galileu *apud* Mariconda (2000), as palavras da Bíblia possuíam muitas metáforas que manifestavam múltiplas facetas interpretativas. Os *equivocos*, portanto, não estariam nas próprias palavras das Sagradas Escrituras, mas na interpretação realizada pelo exegeta.

Com isso, Galileu *apud* Mariconda (2000) defende que as descobertas científicas, efetuadas por Galileu, não deveriam ser interpretadas através dos critérios das autoridades teológicas e religiosas. Pelo fato de a linguagem bíblica ser ordinária, ambígua e repleta de imprecisões simbólicas e metafóricas, Galileu sugeriu que os fenômenos da natureza deveriam

ser interpretados pelas três etapas do *Alfabeto Numérico*, pois a linguagem utilizada em seu método era rigorosa, exata e científica.

Entretanto, seu arquirrival, o Cardeal Roberto Bellarmino (1542-1621), um dos principais defensores do movimento da Contra-Reforma, ofendeu-se com os pronunciamentos do mestre florentino. "Bellarmino concluiu que a Igreja não pode tolerar que se dê às Sagradas Escrituras um sentido contrário aos Santos Padres e a todos os expositores gregos e latinos" (GALILEU *apud* MARICONDA, 2000, p. 45).

O mesmo homem que sentenciou Giordano Bruno à fogueira e que autorizava o fechamento de cátedras que permitiam a introdução de sutilezas pagãs insidiosas no seio da doutrina católica (como é o caso da cátedra de filosofia platônica da Universidade de La Sapienza, de Roma), levou Galileu ao tribunal do Sagrado Ofício, em 1616, fazendo-o abnegar o sistema copernicano. Esse homem era Roberto Belarmino.

Assim, foi interrompida a apologia de Galileu, do sistema copernicano. Entretanto, em conformidade com Galileu *apud* Mariconda (2000), Galileu preparava respostas ao ato inquisitório dos jesuítas. O *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*, publicado em 1632, segundo Galileu *apud* Mariconda (2000), reabre o processo inquisitório de Galileu pelas ordens ditadas pelo padre Orázio Grassi (1582-1654).

*O Diálogo é uma obra cujo plano é simples. Com efeito, ele está composto por quatro partes, quatro jornadas, que tratam respectivamente da destruição do cosmo aristotélico, das objeções mecânicas ao movimento de rotação da Terra, das objeções astronômicas ao movimento de translação da Terra e da teoria das marés. Entretanto, por de trás dessa estrutura simples, esconde-se uma elaboração complexa, porque o Diálogo resulta da composição de diversos materiais refundidos em maior ou menor grau e reescritos, na maioria dos casos, na forma dialógica (GALILEU *apud* MARICONDA, 2000, p. 58).*

De acordo com Bauab (2009), no *Diálogo*, a matemática aparece como o elemento-chave para compreender os fenômenos da natureza. Segundo o autor, a matemática é vista por Galileu como sempre presente em todo tempo e espaço prescritos. A autonomia da empiria, nesses termos, não existiria. A validade da empiria seria solidificada pelo ordenamento matemático dos fenômenos da natureza.

Assim, segundo Bauab (2005), no *Diálogo*, Galileu luta contra o recurso à autoridade, no conhecimento verdadeiro dos fenômenos da natureza. De acordo com o autor, a matematização da natureza em Galileu ganhou sentido na medida em que o hemisfério da razão humana e das Qualidades Primárias se sobrepôs à sensibilidade inexata dos sentidos e das Qualidades Secundárias, como bem salienta o autor:

Sarsi [Orázio Grassi], o opositor de Galileu, diria que o telescópio prende-se às aparências, ilude os espíritos com falsas imagens. Tais falsas imagens seriam, justamente, àquelas que poriam fim à imutabilidade do céu medieval, aparecendo, todas irradiantes, na amplificação da visão, vinculada à nova racionalidade, que o telescópio proporcionou. O sentido puro, íntegro da visão é contestado. [...]. Nesta perspectiva, o cientista depende, sim, da instrumentalização da visão levada à diante por Galileu, sendo, os limites dos sentidos, contestados (BAUAB, 2005, p. 208).

Desse modo, a natureza passa a ser concebida por Galileu como uma repositório de valores quantitativos. A exata ordem dos fenômenos da natureza e a revelação de seus mistérios são descobertas apenas, pela linguagem Matemática, pois, assim, como a natureza, ela é exata, imutável e objetiva.

Nesse encontro dos termos matemáticos, pertencentes ao plano axiomático das pesquisas de Galileu, com os fenômenos empíricos do mundo, acontece a sobreposição do real à alegoria metafísica e, conseqüentemente, à geometrização da natureza.

Os princípios puros da Matemática, isto é, as Qualidades Primárias, por estarem ligadas ao conhecimento divino, à indubitabilidade de seus resultados e à objetividade absoluta das operações algorítmicas, fazem transparecer, com Galileu, a representação nítida de uma natureza geométrica e quantitativa.

Com efeito, Burt (1983) destaca que forma, figura, número e movimento são propriedades reais dos corpos da natureza, pertencentes ao âmbito das Qualidades Primárias. As afecções sensoriais subjetivas, procedentes da cor, do odor, do sabor e do som, emanados pelos corpos da natureza, segundo Burt (1983), constituem as Qualidades Secundárias. De acordo com o autor, as Qualidades Secundárias não residem no corpo observado, mas no observador. Sendo subjetivas a cada observador, as Qualidades Secundárias não possuem existência objetivamente assegurada, pois são, apenas nomes, substantivos e palavras que expressam não as verdadeiras propriedades dos corpos, mas sentimentos duvidosos, derivados da percepção. Assim, as Qualidades Secundárias, como defende Burt (1983), devem ser excluídas das análises científicas, por serem duvidosas ou remeterem à falsa impressão.

Por outro lado, as Qualidades Primárias, de acordo com Burt (1983), não devem ser excluídas dos procedimentos científicos, pois, efetivamente, participam da existência dos corpos da natureza. Por serem objetivas, as Qualidades Primárias necessariamente existem no corpo físico como diretrizes racionais e, por isso, devem ser dignas de tratamento matemático. Essa situação é apresentada, pelo autor, da seguinte maneira:

Observa-se, no entanto, que com relação a Galileu existe uma diferença de grande alcance. As características do mundo, já então classificadas como secundárias, irreais, ignóbeis e vistas como derivadas das ambigüidades dos sentidos, são justamente aquelas características mais intensas para o homem em todas as suas atividades, exceto a puramente teórica e, mesmo neste caso, exceto quando ele se limita estreitamente ao método matemático (BURTT, 1983, p. 72).

Galileu asseverou que, para o correto procedimento epistemológico de buscas das verdades da natureza se tornar indubitável, o homem deveria situar-se fora do mundo real, pois ele é constituído, essencialmente, por Qualidades Secundárias subjetivas. Assim, pode-se perceber uma brusca dicotomia, a saber: no lado primário, os princípios matemáticos, no outro lado; o reino do homem.

Essa situação, de acordo com Bauab (2009), propôs, de maneira clara, a eliminação das qualidades subjetivas nos procedimentos epistemológicos. Com isso, o autor mostra que a natureza foi reduzida a termos matemáticos e passíveis de determinação experimental. A eliminação drástica das Qualidades Secundárias, desse modo, representa o tratamento puramente matemático dos fenômenos da natureza. A assimilação do espaço físico real aos princípios matemáticos do plano axiomático, nesse sentido, expressa, emblematicamente, a geometrização da natureza.

Apresentados alguns dos principais pressupostos da nova metafísica inaugurada, no século XVI, serão analisados na próxima seção, duas das célebres figuras do pensamento científico do século XVII, que também são apontadas pelas referências bibliográficas, como importantes personagens, por matematizarem o cosmos: Leibniz e Newton.

3.3.2 Leibniz e Newton: A relatividade-metafísica vs. O absoluto-matemático.

O ano era de 1642, quando veio ao mundo um dos principais cientistas da História da Ciência. No mesmo ano da morte de Galileu Galilei, na Inglaterra, na cidade de Woolsthorpe, nasceu Isaac Newton (1642 - 1727). Foi em sua cidade natal, localizada no Condado de Lincolnshire, que Newton desenvolveu importantes contribuições para a Matemática, para a Astronomia e para a Ciência Moderna como um todo.

Segundo Burt (1983), Newton desenvolveu um método de investigação dos fenômenos da natureza em que o valor de verdade científica é pautado na indubitabilidade dos princípios

matemáticos, na verificação empírica *a-posteriori* e na experimentação dos fenômenos da natureza.

Nesse sentido, Peduzzi (2010) destaca que o método de investigação, desenvolvido por Newton, repousa na análise vetorial do movimento e na quantidade de movimento expresso por um corpo natural. A notação matemática nas análises de Newton, de acordo com o autor, apontam à pertinência das experimentações, tangendo, ao estabelecimento conceitual de uma nova visão da natureza.

Tanto Burtt (1983) como Peduzzi (2010) concordam em afirmar que, o método desenvolvido por Newton estabelece uma nova concepção de movimento dos corpos da natureza. Do movimento das marés ao movimentos dos astros celestes, o método de Newton explica os movimentos dinâmicos dos fenômenos e dos seres da natureza, em princípios mecânico-matemáticos.

De acordo com Burtt (1983), o método científico de Newton só aceita argumentos *a priori* nos procedimentos de análise dos fenômenos da natureza se, e somente se, levarem a algum tipo de experimentação *a posteriori*, que possa reproduzir, em acordo com os fenômenos induzidos pelos corpos da natureza, seus fenômenos. Entretanto, o autor mostra que as hipóteses do método científico de Newton podiam ser adiadas até que a experimentação atingisse grau técnico e teórico suficiente para alcançar uma observação mais acurada dos fenômenos da natureza. Assim, Newton não aceitava, em seus procedimentos científicos, qualquer tipo de hipótese dedutiva ou metafísica concernente às coisas da natureza. As leis experimentais demonstráveis, induzidas a partir dos fenômenos observados na natureza, rejeitavam argumentos hipotéticos *a priori*.

Em conformidade com Burtt (1983), Maclaurin *apud* Cohen; Westfall (2002) expõe que o intuito de Newton em proceder, com perfeita segurança e acabar definitivamente com a insegurança dos argumentos *a priori* de seu método, foi elaborado em duas etapas, adequadamente ordenadas, a saber: a *análise* e a *síntese*. A investigação dos fenômenos da natureza no método científico, proposto por Newton, deveria começar pela *análise* das causas dos fenômenos da natureza para, posteriormente, passar para a causa mais geral.

A análise, portanto, nos faculta proceder dos compostos para os ingredientes, e dos movimentos para as forças que os produzem; e, em geral, dos efeitos para suas causas, e das causas particulares para outras mais gerais, até que a argumentação termine na mais geral. Em seguida, esse método de análise é comparado à *síntese* ou *decomposição*: A síntese consiste em presumir descobertas as causas e estabelecidos os princípios, e através deles explicar os

fenômenos daí provenientes, e comprovar as explicações" (NEWTON apud COHEN; WESTFALL, 2002, p. 166).

As *análises* do método proposto por Newton são responsáveis por revelar resultados simples, os quais são generalizados através da indução. A partir da simplicidade desses resultados, o investigador deve proceder dos efeitos para as causas dos fenômenos da natureza para, posteriormente, com base nos princípios extraídos da *análise*, explicar a *síntese* através de demonstrações experimentalmente testáveis.

Burt (1983) afirma que, após a *análise*, todas as hipóteses que apresentaram resultados insatisfatórios, devem ser eliminadas. Caso venham a apresentar resultados satisfatórios, as hipóteses devem ser interpretadas, apropriadamente, no processo epistemológico da *síntese*, através das leis experimentais demonstráveis, seguindo as regras abaixo:

I. Não se hão de admitir mais causas das coisas naturais do que as que sejam verdadeiras e, ao mesmo tempo, bastem para explicar os fenômenos de tudo. [...] II. Logo os efeitos naturais da mesma espécie têm as mesmas causas. [...] III. As qualidades corporais que não admitem intensificação nem remissão de graus, e que se verificam, dentro de nossa experiência, como pertencentes a todos os corpos, devem ser julgadas como qualidades universais de todos os corpos. [...] IV. Na filosofia experimental devemos considerar as proposições inferidas dos fenômenos por uma indução geral como exatas ou ao menos como aproximadamente verdadeiras, não obstante qualquer hipótese contrária que se possa imaginar, até o momento em que outros fenômenos ocorram que as façam mais exatas ou sujeitas a exceções. (NEWTON, 1983, p. 18)

A exposição revela as regras que Newton afirma como necessárias, para julgar como científicos os fenômenos da natureza. A primeira regra do método de Newton, como afirma Peduzzi (2010), revela a simplicidade da natureza, que não possui causas supérfluas e não faz nada em vão.

Depois da primeira regra do método de Newton, que exclui a possibilidade de existirem no cosmos causas desnecessárias para os fenômenos da natureza, Peduzzi (2010, p. 72) mostra que a segunda regra "[...] afirma a uniformidade da natureza ou a validade geral das leis naturais: as causas da respiração são as mesmas no homem e nos animais; as pedras caem de mesmo modo na Europa e na América".

Afirmando, consecutivamente, a simplicidade e a uniformidade da natureza mediante da primeira e da segunda regra, a terceira regra do método proposto por Newton, como expõe Peduzzi (2010), determina tanto a homogeneidade como o caráter invariável e regular da natureza. Nesse sentido, as propriedades dos seres da natureza são conhecidas, necessariamente,

somente através dos experimentos. As generalizações acuradas a partir da experimentação que busca reproduzir os fenômenos da natureza, tornar-se-ão universais, apenas se forem verificadas na indução do sujeito conhecedor.

A quarta e última regra do método de Newton é considerada, por Burt (1983), como a mais importante. Peduzzi (2010) destaca que essa regra afirma a necessidade de um controle das teorias. Para Newton, apenas são válidas as teorias que estejam de acordo com os resultados constatados pelos experimentos. Estes, para tornarem os fatos da natureza universais, devem reproduzir, experimentalmente, os fenômenos da natureza, de modo semelhante à primeira *análise* constatada empiricamente.

Diante desse panorama, Henry (1998) mostra que o método de investigação dos fenômenos da natureza, proposto por Newton, feriu seriamente os prestígios morais de Huygens e Leibniz, ambos importantes matemáticos do século XVII.

Figura 21 - Cristiaan Huygens (1629-1695) e Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716).



Fonte: - Cristiaan Huygens (1629-1695) e Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716). Disponível em: <<http://www.commonswikimedia.org>>. Acesso em 4 fev. 2016.

Enquanto Huygens se contentava em explicar o movimento dos corpos da natureza, a partir da teoria dos vórtices de Descartes e Leibniz, influenciado pelos escolásticos medievais, a partir do conceito de *força ativa primitiva*, Newton defendeu, segundo Henry (1998), que a mudança no estado de repouso ou de movimento de um corpo deveria estar intimamente relacionada à causa exterior que o produziu. Entretanto, contrariamente a Newton,

Leibniz propôs que as *forças ativas primitivas* constituíam a forma dos corpos, comprometendo-se assim com uma visão dos corpos em que a atividade era parte inseparável de sua essência. Isso significava que Deus não teria podido criar corpos de nenhuma maneira; o conceito de matéria passiva era para

Leibniz, uma contradição nos termos. *Força Viva*, conservava-se em todo o funcionamento do universo e, era essencial, portanto, para a metafísica, a filosofia natural e a teologia de Leibniz (HENRY, 1998, p. 75).

As *forças ativas primitivas*, de acordo com Henry (1998), foram entendidas por Leibniz como a capacidade de os corpos resistirem à manifestação cambiante entre as *forças vivas* e as *forças mortas*. Os corpos da natureza em movimento seriam dotados de *força viva*. Os corpos em repouso, por sua vez, de *força morta*.

Resistindo às interações dinâmicas entre as *forças vivas* e as *forças mortas*, as *forças ativas primitivas* de Leibniz, segundo Allègre (2000), estão relacionadas às formas substanciais dos corpos da natureza. Isso significa que as formas dos corpos da natureza, na perspectiva leibniziana, são equivalentes às *forças ativas primitivas*. As *forças ativas primitivas*, de acordo com Allègre (2000), combinam-se com as *forças passivas primitivas*, entendidas como a matéria substancial dos seres da natureza. É nessa combinação de forma (*força ativa primitiva*) e matéria (*força passiva primitiva*) que as várias substâncias corpóreas da natureza se constituem.

Após a constituição dos corpos da natureza, dada pela união entre a *força ativa primitiva* e a *força passiva primitiva*, a interação cambiante, entre as *forças vivas* e a *forças mortas*, é vista por Peduzzi (2010, p. 65), da seguinte maneira:

A transformação de uma ‘força viva’ em uma ‘força morta’ e de uma ‘força morta’ em uma ‘força viva’, como a que ocorre nos movimentos de subida e de descida de um projétil, traz consigo a idéia de transformação do movimento em alguma outra coisa e desta em movimento, novamente. A ‘força viva’ que impulsiona o projétil não se perde. Ela, de alguma forma, é ‘armazenada’ na subida e progressivamente ‘recuperada’ na descida, até atingir o seu valor inicial quando o projétil retorna ao ponto de lançamento.

Na teoria metafísica dos movimentos, de Leibniz, todos os corpos da natureza, sejam eles dotados de *força viva* ou *força morta*, posicionam-se no espaço conforme as composições de suas próprias substâncias. Como afirma Peduzzi (2010), Leibniz concebeu o espaço como a ordem de relações possíveis entre esses objetos, sejam eles empregados pelas *forças vivas* (em movimento) ou pelas *forças mortas* (em repouso). Todavia:

Se não houver objeto não haverá espaço, mesmo que, neste sentido, o espaço possa ser considerado como uma rede de possíveis relações que objetos coexistentes possam ter uns com os outros. O espaço, por conseguinte, é a ordem dos objetos coexistentes (PEDUZZI, 2010, p. 61).

Nesse sentido, o espaço, na concepção de Leibniz, estaria relacionado apenas com os movimentos dos corpos existentes na natureza. Esse espaço, por sua vez, tem sua origem no mesmo instante em que o universo foi criado. Criado por Deus, o universo material, na concepção de Leibniz, existe unilateralmente ao espaço logicamente hipotético.

De acordo com Allègre (2000), isso significa que enquanto o universo material faz referência a todas as coisas existentes fisicamente, o espaço (lógico-hipotético) está vinculado à questão relacional dos objetos e ligado diretamente às grandezas matemáticas.

Allègre (2000) explica que a criação do cosmos material, na concepção de Leibniz, aconteceu com o mínimo esforço de Deus. Foi através de cálculos matemáticos, envolvendo o máximo efeito e o mínimo esforço, que Deus criou todas as propriedades da realidade, no mesmo instante em que criou o espaço. Segundo Allègre (2000), todas as coisas existentes no espaço, as quais constituem a própria realidade material, são orientadas, mediante o estado de movimento ou repouso, a finalidades concernentes às máximas expressões de Deus.

Allègre (2000) continua afirmando que na concepção de Leibniz, Deus escolhe, conforme Sua racionalidade, a melhor finalidade para todas as coisas existentes na natureza. A melhor finalidade para todas as coisas existentes na natureza, é expressa pela composição completa dos seres naturais, dada pela união da forma (*força ativa primitiva*) e da matéria (*força passiva primitiva*), livres de contradições em qualquer nível de interação dos movimentos.

Por essa perspectiva, Peduzzi (2010) afirma que Newton se diferencia de Leibniz. Enquanto Leibniz tratava a própria força dos corpos como responsável pelos movimentos da natureza, Newton defendia que as mesmas forças e os mesmos movimentos eram ocasionados por causas externas a tais substâncias.

“Ali estava uma nova abordagem da força, na qual os corpos eram tratados como objetos passivos das forças externas incidentes sobre eles, e não como um veículo ativo da força incidindo sobre outros” (PEDUZZI, 2010, p. 67).

Com o mesmo intuito de Huygens, Newton percebeu, segundo Peduzzi (2010) que, para efetuar a *análise* correta da queda dos corpos ao solo, era preciso considerar a resistência do ar e a elasticidade dos corpos envolvidos no experimento. “Para isso, recorreu ao pêndulo, estudando experimentalmente diversas situações de colisão frontal entre objetos esféricos macios, duros, iguais e diferentes” (PEDUZZI, 2010, p. 67).

Após realizar vários experimentos, Newton concluiu, de acordo com Peduzzi (2010), que a variação da quantidade de movimento de uma massa pendular *A*, em um processo de colisão com outro corpo *B*, deve-se à ação da força exercida por *B* sobre *A*, e vice-versa. Desse

modo, o autor defende que Newton foi levado a considerar a força como a pressão de um corpo sobre o outro, a partir do choque entre eles.

Em conformidade com Peduzzi (2010), Allègre (2000) destaca que Newton definiu o conceito de força em três modos distintos, a saber: *força inata da matéria*, *força imprimida* e *força centrípeta*.

A *força inata da matéria*, afirma Allègre (2000), é equivalente à inércia. Essa força remete à tendência do corpo resistir à ação de forças externas e permanecer em seu estado natural, seja ele de repouso ou de movimento retilíneo uniforme.

A *força imprimida*, segundo Allègre (2000), faz referência à ação exercida sobre um corpo, a qual modifica seu estado de repouso ou de movimento. Isso significa que a *força imprimida* é a ação exercida sobre um determinado corpo, a qual o desestabiliza de seu estado atual. É a força que retira o corpo do estado de repouso, para colocá-lo em movimento, ou vice-versa.

A *força centrípeta*, de acordo com Allègre (2000), foi a grande novidade apresentada por Newton. Ela é descrita como a força que dirige tudo a um único ponto. Segundo o autor, ela foi exemplificada, por Newton, pela gravidade (atuando sobre projéteis e sobre a Lua), pelo magnetismo dos ímãs, pela força elástica das cordas e pela força exercida pelos planetas.

Como afirma Allègre (2000), as *forças centrípetas* foram caracterizadas por três tipos de quantidades: quantidade absoluta (ligada à massa do corpo que gera a força do impacto); quantidade aceleradora (a velocidade que o corpo gera em um determinado tempo), e quantidade motriz (o peso dos corpos). Essas três quantidades estão vinculadas diretamente às *forças centrípetas*¹⁶.

A quantidade aceleradora, segundo Allègre (2000), está para a quantidade motriz. Isso significa, de acordo com o autor, que a aceleração de um determinado corpo depende de seu peso. Quanto mais pesado for um corpo, mais aceleradamente ele chocar-se-á contra o solo, assim, maior será a quantidade absoluta da *força centrípeta*.

Com base nesses princípios, Peduzzi (2010, p. 73) destaca o seguinte:

Diz a tradição que nesse período ele elaborou suas leis do movimento dos corpos e sua teoria da gravitação universal. A *primeira lei de Newton* é equivalente à lei de inércia de Galileu Galilei, como o próprio Newton

¹⁶ "Segundo a mecânica newtoniana, a massa de um corpo é a medida da inércia ou da resistência de um corpo, em ter seu movimento acelerado. Ela é também a origem da força gravitacional atuante sobre os corpos do universo [...]. O peso é a força gravitacional sofrida por um corpo na vizinhança de um planeta ou de outro corpo celeste de massa significativa. Enquanto força, o peso é uma grandeza vetorial. Portanto, apresenta intensidade, direção e sentido. Para corpos próximos da Terra, por exemplo, a direção é a linha que passa pelo objeto e pelo centro da Terra. O sentido é aquele que aponta para o centro da Terra" (PEDUZZI, 2010, p. 71).

reconhece: um corpo em repouso ou com velocidade retilínea e constante, permanece nesse estado se nenhuma força atua sobre ele. A *segunda lei* estabelece que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força total que age sobre ele, e inversamente proporcional à sua massa (quantidade de matéria). A *terceira lei*, conhecida como lei de ação e reação, afirma que se um corpo *A* exerce uma força sobre um corpo *B*, então *B* exerce uma força igual e oposta sobre *A*. Finalmente, a *lei da gravitação universal*: dois corpos se atraem com uma força diretamente proporcional ao produto de suas massas, e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os dois.

Em conformidade com Peduzzi (2010), Burt (1983) afirma que, a partir das três leis e da lei da gravitação universal, Newton reduziu todos os movimentos da matéria natural a fórmulas matemáticas exatas. Assim, Newton tentou fundamentar as novas leis da Física sem o auxílio dos sentidos. Para Newton, defende Burt (1983), as interações entre as forças da natureza deveriam ser consideradas, em si próprias, sem as inclinações dos sentidos.

Para lidar apenas com fórmulas matemáticas exatas e remover os preceitos empíricos de suas análises, Newton, segundo Burt (1983), sentiu-se forçado a tratar o espaço e o tempo em termos absolutos.

O *tempo absoluto*, verdadeiro e matemático, por si, e pela sua própria natureza, flui uniformemente, sem observar qualquer coisa externa, e é chamado, também, de duração: o *tempo relativo*, aparente e comum, é uma medida perceptível e externa (seja precisa ou variável) de duração por meio do movimento, que é comumente utilizada em vez do tempo verdadeiro, como uma hora, um dia, um mês, um ano (BURTT, 1983, p. 193).

De acordo com Allègre (2000), a teoria do espaço e do tempo newtoniana consiste em provar, principalmente, que o espaço e o tempo absolutos são anteriores à matéria existente na natureza, e existentes independentemente dela. "A partir dessa tese Newton afirma que o espaço e o tempo existem como uma natureza própria, idênticos e imóveis, sem relação com fatores externos" (ALLÈGRE, 2000, p. 103).

O espaço e o tempo absolutos são muito diferentes do espaço e tempo relativos. Allègre (2000) assevera que os corpos materiais, fisicamente perceptíveis, para Newton, ocupam o *espaço e o tempo relativos*. Através da Matemática e da Experimentação dos fenômenos da natureza, as grandezas algorítmicas, verdadeiras e absolutas, correspondentes aos estatutos ontológicos da natureza, passam a corresponder à homogeneidade do espaço e do tempo absolutos.

Segundo Allègre (2000), o espaço e o tempo real, para Newton, são a uniformidade matemática (não sensível, mas objetiva) do absoluto. Assim, o espaço e o tempo absolutos não

têm nenhuma relação com os corpos existentes na natureza. Eles existem independentemente da existência dos corpos da natureza. Porém, através de abstrações matemáticas e experimentais dos fenômenos da natureza, os princípios da relatividade do tempo e do espaço tornam-se absolutos devido à uniformidade e à objetividade da Matemática.

Para Newton, o conceito de movimento seria chave-mestra para interpretar e compreender o mundo, na perspectiva mecanicista. Ao tornar invariáveis os conteúdos espaciais e temporais relativos (aqueles constatados pela empiria), através da Matemática e da Experimentação, Newton torna a natureza absoluta, homogênea e uniforme.

Desse modo:

Mecanizada, a Natureza torna-se uma simples possibilidade de exploração técnica, em breve levada ao máximo pela indústria nascente e logo invasora. O homem trocou o seu modelo, a sua senhora, por uma ferramenta. Esta ferramenta é-lhe entregue sem uma nota a explicar o seu modo de emprego. O homem, a princípio divertido, não vai tardar a apavorar-se com o seu poder e com o vazio que criou desta forma em redor dele (LENOBLE, 1969, p. 276).

De acordo com Bauab (2005), a exposição de Lenoble (1969) expressa os novos valores que revestem o ser humano diante da concepção mecanicista de natureza. Embevecido pela certeza, matemática e experimental, pelo espaço e pelo tempo absolutos, o autor defende que o homem concebeu a realidade por analogias mecânicas.

O homem passa a compreender a natureza em seus aspectos puramente físicos. As já ultrapassadas, causas transcendentais das longínquas Eras Antiga e Medieval tornaram-se obsoletas, diante do espaço e do tempo, entendidos no sentido absoluto. Através dos ciclos produtivos, posteriores ao séc. XVII, o homem passou a reproduzir os movimentos naturais, utilizando máquinas e ferramentas automatizadas, que suprimiram o desejo metafísico dos *a-prioris* religiosos, em nome do utilitarismo. Assim:

O mundo natural foi apresentado como uma máquina matemática enorme e autocontida, consistente de movimentos de matéria no espaço e no tempo, e o homem, com seus propósitos, sentimentos e qualidades secundárias, foi varrido dele como um espectador sem importância e como um efeito semi-real do grande drama matemático e exterior (BURTT, 1983, p. 82).

Nessa concepção de mundo mecanicista, matemático e mensurável, elaborada por Copérnico, Tycho Brahe, Giordano Bruno, Kepler, e concluída (em parte) por Galileu e Newton, Bauab (2005) afirma que os conteúdos mundanos tornaram-se desvincilhados de causas finais ligadas a epifenômenos metafísicos.

A tendência arquitetada pelos novos tipos de saberes, matemáticos e experimentais, para Bauab (2005), privaram a natureza dos semblantes imateriais, invisíveis e sagrados. Ela passa a ser percebida pelo homem como uma estrutura mensurável e mecânica. Através da experimentação e da aplicação técnica, o homem transforma os fenômenos naturais de acordo com suas intenções.

Ver-se-á agora a repercussão de tudo isso em dois dos principais sistemas de Filosofia do século XVII: em René Descartes (1596-1650) e Francis Bacon (1561-1626).

3.4 AS ETAPAS FILOSÓFICAS DA GEOMETRIZAÇÃO DO COSMOS: O RACIONALISMO CARTESIANO E O INSTRUMENTALISMO BACONIANO

Rompendo com a mistificação da natureza, dada pela transcendência do imaginário humano frente ao incógnito do mundo empírico, a unidade imaterial da natureza foi se rompendo gradativamente. Na medida em que os artesãos e os engenheiros do Renascimento construía engenhosidades capazes de intensificar os sentidos do homem, a natureza foi perdendo seus atributos imateriais, sagrados e qualitativos.

Com o sistema cosmológico aristotélico (Figura 14) em declínio, diante das demonstrações e das experiências matemáticas, promovidas pelos filósofos naturais dos séculos XV, XVI e XVII, Henry (1998) mostra que havia uma série de intelectuais interessados em elaborar um novo sistema de filosofia, capaz de substituir por completo o sistema aristotélico que perdurou por, aproximadamente, dez séculos. Muitos intelectuais, de acordo com Henry (1998), tentarão salvar o sistema cosmológico aristotélico através de refinamentos, reelaborações e reinterpretções. Porém:

Apareceram aos contemporâneos versões da 'filosofia mecânica'. No final do século a filosofia mecânica substituirá efetivamente o aristotelismo escolástico como a nova chave para a compreensão de todos os aspectos do mundo físico, da propagação da luz à geração dos animais, da pneumática à respiração, da química à astronomia. A filosofia marca uma ruptura categórica com o passado e sela a revolução científica (HENRY, 1998, p. 66).

As formas de conceber o mundo natural, elaboradas pelos sistemas de filosofia dos séculos XVI e XVII, de acordo com Henry (1998), foram pautadas na Matemática, na Mecânica e no instrumentalismo. Dessa maneira, o modo como os sistemas de filosofias compreenderam o mundo da natureza, segundo o autor, foi análogo ao maquinismo.

"A mudança na natureza era ocasionada e podia ser explicada pelos engates entre os corpos, como as rodas dentadas de um relógio, ou por impacto e transferência de movimento de um corpo para outro" (HENRY, 1998, p. 67).

Bauab (2005) mostra que os sistemas de filosofia mecanicistas, passaram a explicar os fenômenos da natureza, a partir de conceitos vinculados à disciplina da Matemática e da Mecânica. Os conceitos de forma, tamanho, quantidade, movimento, qualidades, estas Primárias, vieram a ser, para os sistemas de filosofia desenvolvidos a partir do século XVI, as chaves - mestras para configurar a natureza como semelhante a uma máquina. Assim,

Fazia-se uma distinção entre o que era visto como as verdadeiras propriedades dos corpos (tamanho e forma, movimento ou repouso) e qualidades meramente secundárias, causadas pelas primeiras, como cor, gosto, odor, calor ou frieza e assim por diante (HENRY, 1998, p. 67).

As Qualidades Primárias, assim, estariam vinculadas diretamente aos estudos matemáticos e mecânicos. O tamanho e a forma ou o movimento e o repouso, nesses termos, expressariam modos absolutos, i.e, o modo de estar da matéria, no mundo. A objetividade e a uniformidade das Qualidades Primárias ofereceram aos mecanicistas modos de interpretar e compreender a realidade, desvinculados do subjetivismo e da heterogeneidade.

A maioria dos mecanicistas dos séculos XVI e XVII, de acordo com Allègre (2000), acreditavam que, toda a matéria pertencente à natureza era constituída de átomos invisivelmente pequenos e indivisíveis. O autor destaca que:

A ideia de uma matéria composta de átomos remonta aos gregos Leucipo e Demócrito, filósofos e sábios da Escola de Mileto na Ásia Menor, cujas ideias expostas em 450 a.C foram retomadas e depois propagadas por Epicuro um século mais tarde. Simplificando ao máximo suas propostas e combinando-as também, pode-se resumir assim a concepção deles: *a matéria é composta por uma infinidade de corpúsculos, indestrutíveis, associados, aglutinados entre si, os átomos. Entre os átomos, há o vácuo. Entre as partículas do 'Ser', há o 'Não-Ser', o vazio* (ALLÈGRE, 2000, p. 58).

Segundo Allègre (2000), a ideia de que a natureza corpuscular da matéria se concebe no meio de uma espaço vazio é uma das contribuições fundamentais dos gregos de Mileto. Nesse sentido, o autor defende que os mecanicistas do século XVII afirmaram que o espaço é ocupado tanto por partículas como pelo vácuo. "Quando a densidade das partículas é suficiente, há a matéria, senão, há o vazio" (ALLÈGRE, 2000, p. 58).

A forma dos átomos indestrutíveis, indivisíveis, e invisivelmente pequenos, de acordo com Allègre (2000), era variada. Rugosos, pontiagudos, curvos, angulosos ou dobrados, eles podiam se unir ou se repelir. A junção ou afastamento destes acontecia conforme as leis do acaso.

Esses átomos são, de fato, animados 'naturalmente' por movimentos incessantes, por turbilhões. No decorrer desse movimento, eles se reencontram, se entrechocam. Se forem mutuamente compatíveis eles se aglutinam, senão eles 'saltam' quando do choque e seguem suas vidas independentes (ALLÈGRE, 2000, p. 59).

Allègre (2000) destaca que esse movimento corpuscular foi considerado, por Demócrito, como válido tanto no céu quanto na Terra, tanto para a matéria inerte quanto para a viva. A alma, inclusive, também seria formada por átomos e, igualmente a estes, corruptível.

"A matéria é eterna, ela está ali desde a noite dos tempos, mas transforma-se continuamente, dissociando um elemento aqui, reformando outro ali, porém conservando sua constituição essencial, ou seja, o número de átomos" (ALLÈGRE, 2000, p. 60).

Defendendo tal visão corpuscular, os atomistas gregos, segundo Allègre (2000), não deram a Deus papel ativo na constituição e no movimento da matéria cósmica. Para eles, existem regras de associação entre os átomos que determinam o movimento e as transformações, e essas leis são ditas naturais. Tal situação leva a considerar que:

Do sêmen à estrutura geral do mundo. Nisto, o mecanicismo reduz todos os recônditos espaços da vida à situação de pequenas máquinas, engendradas no funcionamento da máquina mundo, analogia perfeita, simples na redução da realidade a um perene encadeamento de causas e efeitos, sem fins, sem um destino vinculado às expectativas de um ser humano agora fugidio frente à extensão de autômatos esparramada diante de si (BAUAB, 2005, p. 237).

O atomismo grego, segundo Henry (1998), foi um dos principais fatores a influenciarem a elaboração de sistemas de filosofia mecanicista, no século XVII. A elaboração desses sistemas, por sua vez, visava à interpretação e à compreensão da natureza em termos mecânicos, quantitativos e mensuráveis. Diante disso, veremos nas próximas subseções deste capítulo, dois dos principais sistemas filosóficos responsáveis, em parte, por estabelecerem a visão de natureza condizente às engrenagens de uma máquina: o de René Descartes e o de Francis Bacon.

3.4.1 O Egotismo e o Solipsismo como elementos fundadores do método de Descartes: Natureza e Homem na perspectiva do filósofo

Era o ano de 1596 quando um dos principais homens, responsáveis por contribuir, significativamente, aos estudos da Filosofia e das ciências exatas, veio ao mundo, na cidade de La Haye, antigo condado francês da Touraine. Mesmo com sua saúde fragilizada (aparentemente percebida tanto por sua tosse seca, de tonalidade grossa, como pela pálida cor de sua pele, herdada de sua mãe, Jeanne Brochard, que veio a falecer em seu parto), René Descartes, ainda menino, interrogava sem cessar seu pai, Joaquim, sobre tudo aquilo que o cercava.

Completando dez anos de idade, Joaquim Descartes matriculou René, conforme mostra Descartes *apud* Valéry (1954), no Collège de La Flèche. Fundado por Henrique IV e dirigido, posteriormente, pelos jesuítas, tinha a tarefa de formar a nobre juventude francesa da época.

Indícios bibliográficos, apresentados por Sorell (2004), revelam que, após concluir os estudos no colégio jesuíta, Descartes foi à Holanda. Lá, seguiu os passos de seu irmão mais velho (Pierre Descartes) e graduou-se em Direito, em 1616. Dois anos mais tarde, na cidade de Breda "[...] se alistou como voluntário da classe nobre no exército do príncipe holandês Maurício de Nassau" (SORELL, 2004, p. 15).

Segundo Sorell (2004) o curto período que Descartes permaneceu em Breda foi um dos mais importantes da sua vida, pois lá ele teve a maior influência científica e intelectual. Com vinte e dois anos de idade, em 1619, conhecera "[...] um médico cerca de oito anos mais velho do que ele, chamado Isaac Beeckman, [...] um erudito com uma ampla gama de interesses científicos" (SORELL, 2004, p. 15).

As conversas diárias com Beeckman, referentes a questões da matemática (de ordem aritmética e geométrica), foram fundamentais para o entusiasmo intelectual de Descartes começar a solidificar-se. Todavia, no final do mês de abril do mesmo ano, Descartes foi obrigado, pelas ordens do Duque Maximiliano da Baviera, a deixar Breda. Seu destino, então, era para ser Copenhague. Porém, tendo o inverno chegado e sendo interrompidas as manobras militares, Descartes abriu mão de suas incumbências no exército, para dedicar-se inteiramente a seu projeto filosófico-matemático, próximo à cidade de Ulm, na Alemanha. Essa situação é vista por Descartes *apud* Lebrun (1983, p. 7), da seguinte maneira:

Um lugarejo nas cercanias de Ulm, Alemanha, 1619. De 10 para 11 de novembro, René Descartes, [...], vive uma noite extraordinária. Depois de um período de febril atividade intelectual, o dia transcorrerá em meio a grande

exaltação e entusiasmo: afinal, parecia ter descoberto os fundamentos de uma "ciência admirável". O arrebatamento prossegue durante o sono, atravessando por três sonhos sucessivos cujas imagens o próprio Descartes interpreta como símbolos da iluminação que recebera e, ao mesmo tempo, como indicação da missão que deveria consagrar sua vida. Essa missão era a de unificar todos os conhecimentos humanos a partir de bases seguras, construindo um edifício plenamente iluminado pela verdade e, por isso mesmo, todo feito de certezas racionais.

Em conformidade com Descartes *apud* Lebrun (1983), Sorell (2004) comenta que o relato de Descartes, referente aos sonhos da noite de 10 de novembro de 1619, ficou registrado em seus cadernos de anotações pessoais. Tais escritos íntimos, segundo o autor, são tão estilizados e fragmentados, que uma interpretação, mesmo confiável, suscita dúvida. Porém, acerca dessa ocasião, o mesmo autor mostra que,

[...] o que ele tenha começado a ver tinha sido a unidade, sob a matemática, de uma longa lista de ciências que ele antes via como distintas. A lista incluía as quatro ciências tradicionalmente postas sob a denominação do *quadrivium*, a saber, aritmética, geometria, música e astronomia, além da óptica, mecânica e algumas outras (SORELL, 2004, p. 17)

Essa circunstância deriva, como expõe Descartes *apud* Valéry (1954), de um período de extrema e intensa excitação de Descartes. O autor mostra que Descartes recorreu a Deus e à Virgem Maria, implorando segurança aos valores de suas descobertas. Sua principal descoberta teria sido um método em que a crença nos princípios matemáticos e a confiança em si mesmo seriam fundamentais e necessárias para destruir as autoridades filosóficas e científicas do passado.

Sendo geômetra em alma, Descartes *apud* Valéry (1954) defende que Descartes fundamentará um método filosófico em que o valor intrínseco de sua razão e a crença fiel nos princípios matemáticos o afastarão de todos os conhecimentos filosófico e científicos até então elaborados.

Segundo Sorell (2004), é essa personalidade viva, forte e especulativa, que há de distinguir Descartes da maioria dos filósofos de sua época. Concordando com o ponto de vista de Sorell (2004), Descartes *apud* Valéry (1954, p. 55) destaca que:

O que encanta na postura de Descartes e, o torna vivo perante nós, é a consciência de si mesmo, de seu ser inteiramente recolhido na sua atenção; consciência penetrante das operações de seu pensamento; consciência tão voluntária e tão precisa que ele faz de seu Eu um instrumento cuja infalibilidade não depende senão do grau dessa consciência que existe nele

A postura de Descartes, apresentada por Descartes *apud* Valéry (1954), coincide com o que Abbagnano (2007, p. 360-1080) denota por Egotismo e Solipsismo:

EGOTISMO. Essa palavra significa a excessiva importância concedida a si mesmo e às vicissitudes da vida pessoal, bem como a tendência a falar demais de si mesmo. [...]. SOLIPSISMO [...] Tese de que só eu existo e que todos os outros entes (homens e coisas) são apenas ideias minhas.

O comportamento egotista-solipsista de Descartes é percebido por sua escrita em primeira pessoa, pois ele não está preocupado em "[...] ensinar [...] o método que cada um deve seguir para bem conduzir a sua razão, mas apenas fazer ver de que maneira tratarei de conduzir a minha" (DESCARTES, 1954, p. 67).

Em acordo com Burt (1983), o método utilizado por Descartes, para conduzir sua razão à investigação dos fenômenos da natureza, é um método em que a Matemática apresenta-se com a dignidade primaz de julgar como verossimilmente científico tal fato.

O método de Descartes, segundo Burt (1983), é constituído por duas partes: a *intuição* e a *dedução*. A *intuição*, segundo o autor, é entendida por Descartes como a atividade cognoscível de o sujeito reconhecer claramente, livre da dúvida, as coisas existentes no mundo físico material, exteriores à mente humana.

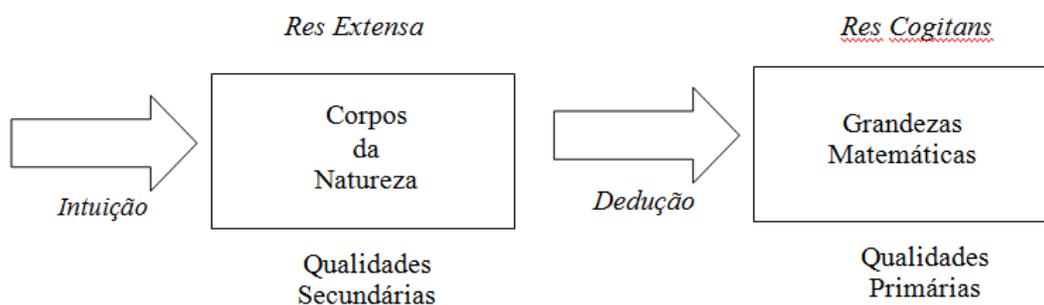
"Por *dedução*, ele entende uma cadeia de inferências necessárias a partir de fatos conhecidos intuitivamente, sendo que a certeza de sua conclusão é conhecida pelas intuições e pela memória de sua conexão necessária no pensamento" (BURTT, 1983, p. 87).

A elaboração de conhecimentos pelo método cartesiano começa pela *intuição*. Por estar vinculada ao mundo material (*res extensa*) através dos sentidos humanos, a *intuição* apreende apenas as Qualidades Secundárias dos objetos, as quais não oferecem credibilidade para a indubitabilidade do conhecimento científico, por serem subjetivas e heterogêneas.

Para formular o conhecimento de modo mais seguro, excluindo do processo as subjetividades e as heterogeneidades, Burt (1983) mostra que Descartes estabeleceu que as intuições sensoriais deveriam ser tratadas em termos matemáticos, de maneira dedutiva.

Na *dedução*, os fenômenos da natureza, obscuros e díspares, após serem refinados, esclarecidos e ordenados pelo filtro da razão e dos princípios matemáticos, são apreendidos através do *a-priorismo* das Qualidades Primárias. As decomposições possíveis das grandezas matemáticas da natureza acabam por oferecerem a admirável ideia de eliminar a referência sensorial expressa pelos números, isto é, as Qualidades Secundárias (tudo aquilo que é constatado através dos sentidos). Com isso, observa-se o seguinte esquema:

Figura 22 - Método Cartesiano



Fonte: Elaborado pelo autor.

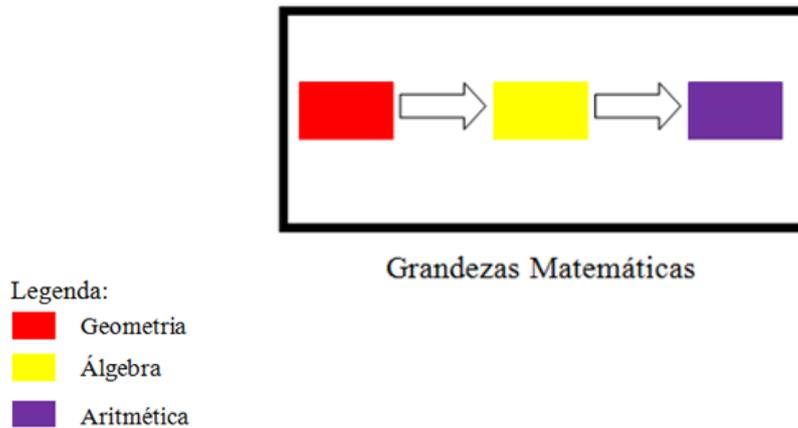
Em conformidade com a Figura 22, Burt (1983) mostra que todos os corpos da natureza, para Descartes, possuem princípios mecânicos como extensão, grandeza e movimento. Essas unidades quantitativas dos corpos da natureza, para serem julgadas como verossimilmente científicas, devem ser representadas, necessariamente, de maneira axiológica, por algoritmos intrincados por relações matemáticas.

Desse modo, as irregularidades das Qualidades Secundárias, pertencentes ao mundo físico exterior (*Res Extensa*), são eliminadas pela dedução axiomática pautada nos números. A indubitabilidade do conhecimento científico, no método de Descartes, é alcançada pela razão (*Res Cogitans*) e pela decomposição numérica expressa pelos valores mensurados, correspondentes aos estatutos ontológicos da natureza.

"Neste sentido, Descartes poderia ter convertido o mundo à sua doutrina, ao final do segundo livro dos *Princípios*, de que todos os fenômenos da natureza podem ser explicados pelos princípios da matemática e demonstrados com exatidão" (BURTT, 1983, p. 88).

De acordo com Descartes *apud* Valéry, para demonstrar exatamente os fenômenos da natureza, Descartes foi obrigado a reduzir a Geometria à Álgebra e, posteriormente, à Aritmética. Reduzindo a Geometria à Álgebra e, conseqüentemente, à Aritmética, Descartes elaborou uma descrição homogênea e uniforme da realidade, cujas Qualidades Primárias não são equivalentes às Qualidades Secundárias, mas, apenas, a si mesmas. Observa-se um novo esquema, relacionando com a figura anterior:

Figura 23 - Redução Matemática do Método de Descartes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Redução Matemática de Descartes refere-se à etapa epistemológica do Método de Descartes (Figura 22), posterior à *intuição*. Trata-se de um procedimento metodológico, necessariamente *a-priorístico*, ligado ao mundo espiritual (*Res Cogitans*) e às Qualidades Primárias. A *dedução*, assim, consiste na análise axiomática das proporções algorítmicas concernentes aos corpos da natureza.

As sensações da *intuição* captam as Qualidades Secundárias dos corpos existentes no *Res Extensa*. Para o conteúdo fenomênico do mundo se tornar objetivo, uniforme e homogêneo, eles devem ser verificados através do exercício *a-priorístico* do mundo da razão, o *Res Cogitans*. Aqui, no *Res Cogitans*, a Matemática lida apenas com as Qualidades Primárias como, por exemplo, com as unidades de extensão, movimento e figura.

Na Figura 23, as setas indicam o caminho que a razão de Descartes seguiu, no mundo do espírito, para alcançar a indubitabilidade científica dos fenômenos da natureza. Se a Geometria estuda o espaço e os objetos contidos nele, e a Álgebra, a relação entre as grandezas mensuráveis do espaço, a Aritmética do Método Cartesiano, segundo Burt (1983), refere-se diretamente às Qualidades Primárias dos objetos contidos no espaço.

Enquanto a Geometria estuda o espaço e os objetos nele contidos, a Aritmética investiga a relação das Qualidades Primárias de tais objetos sem, necessariamente, recorrer à experiência para conferi-los. Fica claro, assim, que:

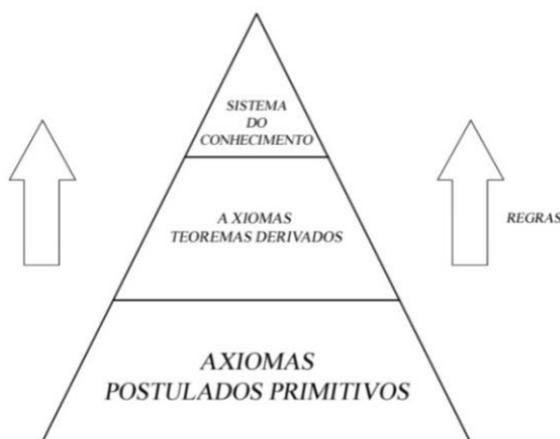
Tira-se, evidentemente, dessas considerações o motivo pelo qual a Aritmética e a Geometria são muito mais certas do que as outras disciplinas: é que são as únicas a versar sobre um objeto tão puro e tão simples que elas não têm de fazer, em absoluto, nenhuma suposição que a experiência possa deixar duvidosa e são inteiramente compostas de consequências que devem ser deduzidas racionalmente (DESCARTES *apud* PEDUZZI, 2010, p. 51).

As afirmações de Descartes *apud* Peduzzi (2010) levam a considerar em acordo com Sorell (2004), que a ciência geral, responsável por explicar tudo o que se encontra na natureza em termos quantitativos, para Descartes é a Matemática. Desse modo, Sorell (2004) defende que, no Método Cartesiano, a Matemática se torna Universal, por não estar subordinada a qualquer outra ciência.

Não se sentindo seguro dos conhecimentos adquiridos, devido à pluralidade de opiniões obscuras que levam a verdades passíveis de dúvidas, Descartes, ao propor a reconstrução dos saberes humanos, defende que a edificação das sapiências humanas deve ser feita sobre uma base sólida, em que a razão e a Matemática Universal possuem papéis fundamentais nessa tarefa.

De acordo com Dutra (2005), o sistema de conhecimento proposto por Descartes, formado sobre uma base sólida, constituída pela sua razão e pela Matemática Universal, é caracterizado como um *Sistema de Conhecimento Fundacionista*. :

Figura 24 - Sistema de Conhecimento Fundacionista de Descartes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se perceber, na Figura 24, que as camadas formam domínios fechados em si mesmos, sendo suportados e condicionados pelas camadas inferiores. Na camada inferior está a Matemática Universal cartesiana. As camadas superiores a ela, através de relações regulares, passam a apresentar novos pressupostos que inexistiam nas camadas científicas anteriores.

As duas constituintes do sistema de conhecimento cartesiano, *postulados primitivos* e *teoremas derivados*, necessariamente, precisam estar relacionadas através de um movimento de complementação. É por essa perspectiva que o fundacionismo resolutivo e completo da Filosofia

de Descartes, segundo Dutra (2005), encontra um método seguro para formular novos conhecimentos.

Com efeito, o processo epistemológico de elevação por camadas, no sistema de conhecimento fundacionista, sempre é influenciado pelos axiomas das camadas inferiores. Isso significa que todo o axioma da camada superior sempre terá influência da Matemática, pois esta compõe a primeira camada da qual se elevam todas as demais.

Segundo Dutra (2005), os *postulados primitivos* são as noções, cujas verdades são autoevidentes, ao passo que os *teoremas derivados* são todos aqueles conhecimentos em que as verdades dependem das verdades já estabelecidas nos postulados.

As verdades estabelecidas primeiramente nos postulados, para Dutra (2005, p. 78), "[...] podem ser simplesmente noções que decidimos tomar como primitivas, cuja validade se aplica apenas no interior do próprio sistema desenvolvido, sendo, pois, a ele relativa".

Os axiomas estão contidos tanto nos postulados como nos teoremas. Porém, para as verdades axiomáticas dos teoremas serem indubitáveis, as verdades já devem estar contidas nos axiomas dos postulados. As Regras, assim, são os "[...] procedimentos considerados seguros ou corretos, com os quais, a partir dos axiomas, podemos mostrar que os teoremas [...] são fórmulas verdadeiras" (DUTRA, 2005, p. 79).

O sistema de conhecimento fundacionista só é considerado legítimo se, e somente se, for edificado, conforme a Figura 24. Sendo de caráter unicamente dedutivo, o sistema de conhecimento cartesiano é arquitetado por Regras que, ao encontrarem proposições primitivas evidentes em si, poderá determinar os axiomas dos teoremas como verdadeiros e indubitáveis.

Desse modo, utilizando-se de regras unicamente racionais e da sua erudição Matemática, Descartes edifica seu sistema filosófico hipotético-dedutivo a partir de proposições simples e fáceis de conhecer que, no plano epistemológico, compõem os axiomas dos *postulados primitivos*. Por serem enunciados verdadeiros em si, os axiomas dos *teoremas derivados*, verticalizados pela conduta da razão e pela convicção das regras da Matemática Universal, não serão falsos, pois é impossível que, de verdades evidentes em si mesmas, sejam inferidas falsidades.

Diante disso, Descartes *apud* Valéry (1954) defende que o Método Cartesiano e o Sistema de Conhecimento Fundacionista de Descartes foram responsáveis (em parte), por levar a pensar a natureza como algo objetivo, uniforme e homogêneo, e o elemento humano como algo racional, individual e relativo apenas a si mesmo.

A cosmologia cartesiana, de acordo com Henry (1998), foi concluída pelo filósofo em 1633, no mesmo ano em que Galileu fora condenado por defender a doutrina copernicana. Por

tal motivo, Descartes adiou a publicação do *Principia Philosophiae*, obra que defende seu sistema cosmológico, para o ano de 1644.

O sistema cosmológico de Descartes, conforme defende Peduzzi (2010), foi influenciado pela ideia aristotélica de que os corpos mundanos são constituídos pelos quatro elementos: Ar, Fogo, Terra e Água. Entretanto, diferentemente do Aristotelismo, Peduzzi (2010) mostra que Descartes afirmou que o universo era constituído por, apenas, três desses elementos, a saber: o Fogo, o Ar e a Terra. Rompendo com a ideia da distinção entre o mundo terrestre e o mundo celeste, Descartes, segundo o autor, considerou que " O universo é um só, regido pelas mesmas leis" (PEDUZZI, 2010, p. 36).

No sistema cosmológico cartesiano, o elemento fogo seria o primeiro dos elementos. Peduzzi (2010) expõe que Descartes o considerou como um corpo líquido, sutil e penetrante. "Extremamente velozes e pequenas, as partes desse elemento não possuem nem tamanho e nem forma definida, mudando a cada momento em consequência das colisões com os demais corpos" (PEDUZZI, 2010, p. 37).

O fogo, assim, seria o elemento existente em todos os corpos do universo. Devido à tenuidade e à força sagaz, todos os corpos da natureza seriam preenchidos, sem nenhuma dificuldade, pelo fogo. Exceto o elemento terra.

"O segundo é o ar, um corpo líquido, constituído de partes aproximadamente redondas" (PEDUZZI, 2010, p. 37). Por ser constituído de várias partes, o ar, para Descartes, seria um elemento menos nobre do que o fogo. Nas partes redondas do ar, de acordo com Peduzzi (2010), Descartes afirmou que sempre haveria espaços vazios. Estes, de acordo com o autor, seriam preenchidos pelo elemento fogo, pois ele existe em todos os lugares do cosmo.

O elemento terra, conforme mostra Peduzzi (2010), foi considerado, por Descartes, como imensamente grande. Suas partes extremamente unidas não contêm espaços vazios. Por isso, o elemento terra é resistente aos movimentos dos demais corpos existentes no universo, inclusive à penetração do elemento fogo. Com isso, Descartes meditou que

Por toda a extensão do universo há estrelas fixas, com seus respectivos céus, planetas e cometas. O sol e as demais estrelas são constituídos por matéria do primeiro elemento, pois emitem luz. Já os planetas e cometas opõem resistência à luz, refletindo seus raios. É a matéria do terceiro elemento que, basicamente, os compõe. No que respeita aos céus, na medida em que não podem ser percebidos pelos sentidos, penso que tenho razão em atribuir-lhes uma natureza intermediária entre as dos corpos luminosos, cuja ação percebemos, e a dos corpos duros e pesados, dos quais notamos sua

resistência'. São essencialmente formados por matéria do segundo elemento (PEDUZZI, 2010, p. 38)¹⁷.

O Sol e as estrelas do universo, fixos, por emitirem luz, seriam constituídos pelo elemento Fogo. Descartes tinha consciência de que os planetas e os cometas não possuíam luz próprias. A luz destes seria a luz refletida do Sol em suas superfícies. Desse modo, o elemento terra, por ser resistente à luz, seria o elemento constituinte dos planetas e cometas que fazem parte do cosmos.

O céu do sistema cosmológico cartesiano, segundo Peduzzi (2010), seria formado por uma natureza interposta aos corpos luminosos, formados pelo fogo e aos corpos duros e pesados, compostos pelo elemento terra. O céu, assim, seria formado, basicamente, pelas partes vazias e líquidas do elemento ar.

Dessa maneira, Peduzzi (2010) defende que todos os corpos do sistema cosmológico cartesiano são corpos compostos pelo fogo, pelo ar e pela terra e, necessariamente, submetidos à corrupção. Entretanto:

A matéria primordial é um sólido duro, impenetrável, imóvel, que tudo preenche. Não há vazio. A sua extensão ilimitada em todas as direções não autoriza a razão a concebê-la como infinita, pois só a Deus cabe essa designação. Essa matéria não tem a forma da terra, nem do ar, nem do fogo e nem de qualquer outra coisa conhecida. Também não possui qualidades, pois não é úmida, não é seca, não é quente e nem é fria; não emite som e nem luz, e não tem sabor, nem cheiro e nem cor. Assim, em um primeiro momento, a extensão é o único atributo da matéria primitiva no cosmo cartesiano (PEDUZZI, 2010, p. 39).

No sistema cosmológico cartesiano, responsável pela criação de todos os corpos do cosmos, segundo Peduzzi (2010), seria Deus. Toda a existência do mundo material, conforme mostra o autor, seria resultado do ato de Criação de Deus. O universo, seria uma entidade eterna, condizente aos mesmos atributos de Deus.

Após a criação da matéria primordial¹⁸, Peduzzi (2010) destaca que Deus outorgaria movimento à matéria. Tal movimento, de acordo com o autor, seria responsável pela propulsão da infinita diversidade de tamanhos, formas e movimentos existentes no cosmos. Todavia, o estado caótico inicial seria, gradativamente, organizado através da fricção e do choque entre as

¹⁷ O trecho inserido entre aspas simples faz referências às próprias palavras de Descartes, extraídas por Peduzzi (2010), do *El mundo o el tratado de la luz*.

¹⁸ Peduzzi (2010), caracterizada, a matéria primordial cartesiana, como absolutamente dura e completamente ausente de espaços vazios e de movimento entre as suas partes.

várias partes da matéria. Essa propulsão, conforme defende Peduzzi (2010), representaria as Leis divinas emanadas de Deus. Deste modo:

Da ruptura e do desgaste das formas pontiagudas e irregulares, segue-se um processo natural de arredondamento de extensos segmentos desse imenso sistema, do qual resultam dois tipos de matéria: de um lado se encontram corpos esféricos, duros, resistentes; de outro, diminutos corpúsculos, extremamente móveis e quebradiços, que preenchem os espaços existentes entre as esferas do grupo anterior, evitando o vazio. De acordo com a terminologia empregada por Descartes, as partes de formato irregular constituem a matéria do primeiro elemento; os pedaços esféricos, a matéria do segundo elemento (PEDUZZI, 2010, p. 40).

Nesse contexto, o choque entre as infinitas e diversificadas partes do conteúdo cósmico são responsáveis por preservar aquele primeiro movimento dado por Deus à matéria primordial. Assim, "O movimento cedido por Deus à matéria primitiva é indestrutível: a quantidade de movimento do mundo é constante" (PEDUZZI, 2010, p. 40).

Os movimentos dos corpos existentes no mundo cartesiano, por sua vez, tendem sempre a ser movimentos em linhas retas. Porém, devido à inexistência de espaços vazios no universo, os movimentos dos corpos passariam a ser circulares. Por conseguinte, gigantescas estruturas rotacionais se disseminam no universo cartesiano.

A matéria próxima a cada centro de rotação tem um tamanho menor do que aquela de pontos mais afastados, pois tendo todas a mesma inclinação para continuar o seu movimento em linha reta, 'são as mais fortes, isto é, as maiores entre aquelas com igual agitação e as mais agitadas entre as de igual tamanho, as que descrevem círculos maiores, posto que são essas as que mais se aproximam da linha reta' (PEDUZZI, 2010, p. 41).

Em conformidade com Peduzzi (2010), Henry (1998) destaca que, nos imensos vórtices da matéria, imaginados por Descartes, as menores partículas iriam sempre se acumular no centro, pois teriam menores tendências centrífugas. A aglomeração dessas pequenas partículas, no centro da estrutura rotacional (vórtice), iriam ocasionar fortes atritos, gerando, assim, a luz do Sol e das estrelas fixas.

Assim, as estrelas fixas e o Sol estariam muito próximos dos centros dos vários vórtices existentes no universo. As partículas maiores, ao contrário, segundo Henry (1998), iriam se aglomerar, formando, através do elemento terra, os planetas e os cometas. O movimento dos planetas, do sistema elaborado por Descartes, se expressa do seguinte modo:

Se um planeta se aproxima mais do centro do vórtice em órbitas fixas, por exemplo, encontrará partículas menores, em movimento mais rápido (as partículas maiores, tendo uma tendência centrífuga mais forte, estão mais distantes do centro); em consequência, seu próprio movimento aumenta e ele adquire uma maior tendência centrífuga que o transportará para longe do centro novamente. O sistema é auto regulador (HENRY, 1998, p. 69).

A exposição de Henry (1998) leva a considerar, em acordo com Peduzzi (2010), que o cosmos cartesiano não é uma pluralidade descontínua de mundos isolados e independentes. Ao contrário, os vórtices compostos de estrelas, sóis e planetas se espalham pelo universo sem fim, formando um sistema cosmológico autorregulado pelas forças interestelares.

Sobre a concepção de Descartes, acerca da vida mundana terrena, a tela pintada pelo francês Pierre Louis Dumesnil (1698 - 1781), faz refletir a respeito da situação. Observa-se a gravura:

Figura 25 - René Descartes com a Rainha Cristina da Suécia.



Fonte: *René Descartes com a Rainha Cristina da Suécia* (s/d), de Pierre Louis Dumesnil. Disponível em: <<http://www.pinterest.com>>. Acesso em 21 jan. 2016.

A representação artística de Dumesnil, de acordo com Peduzzi (2010), mostra a corte da Rainha Cristina da Suécia: Descartes (à esquerda, com a mão nas folhas sobre a mesa) e a própria Rainha Cristina (1626 - 1689), no centro da imagem. Segundo o autor, esta pintura retrata a rainha, e os membros de sua corte, tendo aulas de Filosofia com Descartes e, "[...]

Refletindo sobre a extensão do universo cartesiano, ela duvida que o homem possa ter um lugar privilegiado no cosmo, como ensinam os religiosos" (PEDUZZI, 2010, p. 45).

Os estudos mecanicistas realizados por Descartes, acerca do homem, de acordo com Descartes *apud* Valéry (1954), encontram respaldo nas dissecações realizadas pelo filósofo em corações de vacas e bois.

De acordo com Henry (1998), os resultados obtidos por Descartes ofereceram uma explicação mecanicista da circulação sanguínea humana. Não satisfeito com o paradigma de Galeno, que considerava que o sangue era produzido pelo fígado e que, ao chegar ao coração, o sangue entrava pelo ventrículo direito, e através de poros, passava ao ventrículo esquerdo, Descartes sugeriu, conforme mostra Henry (1998), a existência de um calor vital, de um fogo queimando eternamente dentro do sujeito, responsável por produzir o sangue e dispersá-lo aos demais órgãos do corpo. A teoria mecanicista da circulação sanguínea, proposta por Descartes, é apresentada pelo autor da seguinte maneira:

Ao penetrar no lado esquerdo do coração vindo dos frios pulmões, o sangue era imediatamente vaporizado pelo calor, causando assim uma rápida expansão do coração e uma rápida evasão do sangue vaporizado para a aorta e dela para todo o sistema arterial. O coração expandido sucumbia e, nesse exato momento, mais sangue vindo dos pulmões entrava para provocar o ciclo mais uma vez (HENRY, 1998, p. 77).

Seguro dessas afirmações, Descartes insistiu, conforme defende Henry (1998), que tal explicação dos movimentos do coração decorria, necessariamente, da própria estrutura do coração. Dissecando e analisando alguns corações bovinos, Descartes concluiu que suas estruturas eram similares à disposição das rodas dentadas de um relógio. Nesse sentido, o fogo vital seria, para Descartes, a mola propulsora, o motor dos demais movimentos corpóreos.

Henry (1998) assevera que, Willian Harvey (1578-1657), contemporâneo de Descartes, também realizou análises importantes acerca da estrutura do coração. Através de experimentos de vivissecação, Harvey se convenceu de que o sangue continha algum princípios correspondente ao elementos dos astros e que seria o princípios da vida e da alma dentro dele.

Todavia, "Descartes prosseguiu com a elaboração de uma fisiologia especulativa em que os corpos animais e humanos funcionavam como autômatos complexos baseados em sistemas hidráulicos" (HENRY, 1998, p. 77).

De acordo com Peduzzi (2010), a dualidade *Res Cogitans* (pensamento) versus *Res Extensa* (mundo físico), se reproduz no homem na dualidade corpo/alma. Enquanto a alma é

compreendia nos termos da razão, ela diferencia-se do corpo. O corpo, por sua vez, ligado ao sentido da extensão, configura-se como inferior ao *Cogito*.

Segundo Bauab (2005), o *cogito* configura-se como independente dos sentidos do sujeito, que é o que é, apenas em decorrência do seu intelecto. Caso seja retirado o corpo do sujeito, a substância pensante do *cogito* continuaria existindo. Desse modo, o autor defende que o mundo extensivo, para Descartes, composto de figuras, movimentos e proporções mensuráveis, está desvinculado da estrutura corporal do sujeito, pois, enquanto repositório das Qualidades Secundárias, não oferece objetividade ao conhecimento. O mundo, essencialmente composto de Qualidades Primárias, está diretamente ligado ao *cogito* do sujeito. O *cogito*, assim, compreende a primazia de tais qualidades por ser, substancialmente, constituído pelos mesmos princípios matemáticos que compõem o mundo exterior.

Em conformidade com Bauab (2005), Allègre (2000) destaca que a dualidade entre mente/corpo, em Descartes, relaciona-se a uma outra: Deus e homem. Sobre essa situação, o autor destaca que:

Deus, considerado onipotente, vai servir de fundamento lógico à existência do mundo físico: o homem pensa, portanto, existe; a idéia de Deus é inata ao homem, portanto, Deus existe; Deus ser onipotente, é tão perfeito que não - criaria o homem tão imperfeito a ponto de ser incapaz de conhecer o mundo, não pelos sentidos, mas pela razão; portanto, o mundo percebido pelas "intuições intelectuais claras e distintas", realmente existe. Mais do que isso, a razão humana, ativa e com um potencial infinito de aperfeiçoamento permite o controle e o domínio da natureza, esta vista como passiva, mecânica, maquinal (ALLÈGRE, 2000, p. 193).

Em conformidade com a exposição de Allègre (2000), Bauab (2005) defende que Descartes, considerando a existência de outros seres, pressupôs a existência de um Ser mais perfeito do que nós. Tal Ser, mais perfeito do que o homem, seria responsável por oferecer tudo o que ele possui em matéria de conhecimento.

De acordo com Descartes *apud* Valéry (1954), Descartes apela à existência de Deus, para mostrar de onde emerge a ideia de perfeição e infinitude. Sendo, Deus, perfeito e responsável por imprimir na razão humana a ideia de perfeição e infinidade, logo, Deus, portanto, precisa necessariamente existir para ser perfeito e representar, fixar e reproduzir, na alma humana, ideias que reúnam as qualidades positivas, concebíveis a partir dos princípios matemáticos. Ao contrário, se Deus não existisse, Ele não poderia fazer proceder tais idéias, pois lhe faltaria o atributo de existência para poder ser perfeito.

Peduzzi (2010) destaca que um dos principais atributos, impressos por Deus na alma humana, é a vontade. Agindo conforme as diretrizes de sua vontade, o homem torna-se quase um semideus porque, dotado de razão e vontade, ambas qualidades designadas por Deus, as ações humanas passam a derivar dos intentos divinos.

Apesar de as ações humanas serem derivadas de Deus, a natureza torna-se dessacralizada. Enquanto o homem existe no mundo, para agir conforme as vontades intrínsecas à sua razão, a natureza passa a ser concebida, pelo homem, como um sistema mecânico engendrado e autorregulado por si mesmo, sem a intervenção de agentes metafísicos externos.

E, nesse sentido, as ações humanas sobre a natureza, entendida na perspectiva passiva, quantitativa e mecânica, continua a ser fragmentada, dominada e explorada diante dos movimentos desencadeados pelo homem. Apesar de a vontade humana ser percebida como uma propriedade divina, a natureza se apresenta como sistema repleto de conteúdos mensuráveis e objetivos, que devem ser submetidos à análise racional e matemática. Nesses termos, o mundo natural está submetido às regras e às leis da Matemática.

3.4.2 A importância das artes mecânicas na fundamentação do projeto filosófico de Francis Bacon.

No contexto político inglês do séc. XVII, a família Bacon, muito íntima da Família Real Inglesa, foi uma das mais influentes da Inglaterra no período histórico que marcou o país como um dos mais poderosos do mundo.

Nicholas Bacon, segundo Durant (1990), que havia sido Guardião do Sinete nos primeiros vinte anos, marido da *lady* Anne Cooke, a ilustríssima cunhada de Burghley, o tesoureiro-mor da Rainha Elizabeth, não poupou esforços para educar seu filho, Francis Bacon, na mesma atmosfera de negócios do Estado.

Sendo bastante conhecido, devido à sua força política e financeira, Nicholas Bacon enviou Francis, com então doze anos de idade, ao Trinity College, em Cambridge, onde, permaneceu por apenas três anos. De acordo com Russel (1957), a vida profissional de Francis Bacon começou muito cedo. Com dezesseis anos de idade, mostra o autor, Francis Bacon aceitou o convite de nomeação para o quadro de funcionários do embaixador inglês, na França.

Foi em 1579, com dezoito anos de idade, que Francis Bacon teve uma das maiores decepções de sua vida. A morte repentina de Nicholas Bacon impedira Francis de receber parte da herança da família. Assim "[...] o jovem diplomata, chamado apressadamente a Londres, viu-se aos dezoito anos de idade, sem pai e sem tostão" (DURANT, 1990, p. 120).

Naquela ocasião, Bacon passou a dedicar-se à advocacia sem abandonar as expectativas de, um dia, retornar ao poder político, através das influências de seus parentes conhecidos, para não ter que se preocupar com sua condição financeira. Todavia, a volta à atividade política, foi muito árdua para Bacon, pois segundo Durant (1990), ele subiu sem apadrinhamento. Assim:

Em 1583, Bacon foi eleito para o Parlamento de Taunton, e seus eleitores gostavam tanto dele, que o reconduziram à sua cadeira numa eleição atrás da outra. Ele tinha uma eloquência lapidar e vívida em debate, e era um orador sem oratória. 'Nenhum homem', disse Ben Jonson, 'falou mais clara, resumida e seriamente, ou tinha menos vacuidade, menos inutilidade no que dizia'. Nenhum trecho de sua fala deixava de refletir seus encantos. Seus ouvintes não podiam tossir ou desviar o olhar sem perderem alguma coisa. Ele dominava quando falava [...]. Invejável orador (DURANT, 1990, p. 120).

Em conformidade com Durant (1990), Russel (1957) mostra que, em 1567, Bacon obteve o cargo de Lord do Grande Selo; em 1613, o título de procurador-geral da Inglaterra e, em 1618, o selo de Chanceler da Câmara dos Pares.

Figura 26 - Francis Bacon, Chanceler da Câmara dos Pares.



Fonte: Francis Bacon, Chanceler da Câmara dos Pares. Disponível em <<http://www.universoracionalista.org>>. Acesso em 05 fev. 2016.

Entretanto, transcorridos dois anos, "[...] foi processado por aceitar suborno dos litigantes. Admitiu a verdade da acusação, alegando apenas, em sua defesa, que os obséquios por ele recebidos jamais influíram nas suas decisões" (RUSSELL, 1957, p. 65).

Como consequência, Bacon "[...] foi condenado a uma multa de quarenta mil libras esterlinas, encarceramento na torre durante o tempo que o rei desejasse, afastamento perpétuo da corte e incapacidade para desempenhar cargos públicos" (RUSSELL, 1957, p. 66).

Trancado, a sete chaves, no quarto úmido e sombrio do alto da torre, do castelo do Rei, Bacon, de acordo com Durant (1990), começou a produzir os pilares de seu projeto filosófico.

Seu sistema de conhecimento filosófico, como afirma o autor, era prático: oferecer à humanidade oportunidades de dominar as forças da natureza através das descobertas e invenções científicas.

Desse modo, Durant (1990) expõe que o projeto filosófico baconiano concentrou-se em: 1º) explicações sobre a estagnação da filosofia escolástica; 2º) elaboração de uma nova classificação das ciências, evidenciando os problemas não solucionados de cada campo; 3º) descrição de um novo método para a interpretação da natureza; 4º) dedicação de esforços à ciência natural e à investigação dos fenômenos da natureza; 5º) combate às fragilidades no conjunto teórico herdado dos antigos e dos medievais, e 6º) tentativas de cunhar verdades científicas através do uso de seu método.

Rossi (1989) afirma que, o projeto filosófico de Bacon rompeu, quase definitivamente, com a tese da inferioridade da técnica diante da ciência, do trabalho manual diante do intelectual. Tal concepção, de acordo com o autor, estava muito associada às civilizações clássicas e medievais.

Devido à estrutura econômica das sociedades escravistas e feudais, em que a abundância das *máquinas vivas* tornava supérflua a construção de máquinas que tendessem a substituir (por completo) o trabalho humano, a humanidade não reconhecia a união entre o trabalho material e o espírito científico. Com efeito, Rossi (1989) assevera que Francis Bacon romperia com tal dicotomia, revelando que o pragmatismo e experimentalismo são muito importantes para o conhecimento científico.

A união entre as artes mecânicas e o saber científico, no projeto filosófico de Bacon, segundo Rossi (1989), valoriza a função da filosofia no âmago do homem daquela época. O pragmatismo frente ao mundo da natureza, no projeto filosófico de Bacon, preza, conforme defende Rossi (1989), pela aplicação prática da ciência.

Segundo Bauab (2005), a Casa de Salomão, cenário apresentado por Bacon na *Nova Atlântida*, evidencia importantes marcas das sociedades científica-modernas. O fator responsável pela felicidade e pelo bem-estar dos habitantes da ilha Nova Atlântida, nesse sentido, seria o conhecimento científico propagado pela Casa de Salomão.

Em uma ilha, para além do Velho ou do Novo Mundo, repleta de elevados edifícios, de túneis escavados no solo para a prática da pesquisa, de observatórios astronômicos e muitos aceleradores de partículas, a Casa de Salomão, de acordo com Bauab (2005), torna-se o símbolo fictício da Ciência Moderna.

Rossi (1989) defende que, na Casa de Salomão, o grande centro de distribuição e disseminação de conhecimentos científicos da ilha de Nova Atlântida, os homens seriam

orientados pelas pesquisas científicas. A finalidade destas, por sua vez, seria descobrir as causas de todos os movimentos da natureza e da vida dos homens

Bauab (2005) afirma que, na Nova Atlântida, a harmonia entre Ciência e Religião significa a clara demonstração do verdadeiro lugar que o homem deveria ocupar na Criação.

Para o autor:

Na singularidade do cenário da Nova Atlântida, a posse da natureza configura-se, com toda certeza, no elemento que mais salta aos olhos, dada, claramente, a distância que todo o mundo se encontrava de tal potencialidade. Tal singularidade primeiramente é construída em termos de conversão cristã, ensinamentos bíblicos, doutrinários. Cria-se, antes de mais nada, a predisposição do espírito, moralmente regado de valores cristãos para, simultaneamente, edificar a objetividade do trato científico com relação ao meio, aos revezes do mundo natural (BAUAB, 2005, p. 277).

A vinculação entre Religião e Ciência, no projeto filosófico de Bacon, para Bauab (2005), oferece ênfase à sobreposição do homem em relação à natureza. "A religião forneceria o senso moral do domínio, presente nas Escrituras, e a ciência forneceria as ferramentas para tanto" (BAUAB, 2005, p. 280).

Deus, no projeto filosófico de Bacon, segundo Bauab (2005), é apenas semelhante a Si Mesmo. Nesse sentido, seria eloquência procurar na natureza fragmentos imperfeitos de Sua perfeição. "Ao olharmos para a natureza devemos, assim, nos ater a ela mesma, sem preocupações simbólicas, sem fazer dela um ponto de re-ligação com a divindade" (BAUAB, 2005, p. 280).

Nesse ínterim, estando Deus para além do mundo da natureza, a natureza, como afirma Bauab (2005), torna-se dessacralizada e manancial pleno para o trabalho e para as aspirações humanas. Controlando a natureza, o homem, por sua vez, busca nela finalidades ligadas aos seus anseios. Com isso, defende Bauab (2005), a natureza torna-se desvencilhada de semelhantes metafísicos, imateriais e transcendentais, para estar ligada a aspectos puramente físicos, técnicos e pragmáticos. Essa situação também é apresentada com Durant (1990, p. 129) da seguinte maneira:

O projeto de filosofia baconiano, iria diferir de todas as outras filosofias por visar a prática e não a teoria, a bens concretos específicos e não a uma simetria especulativa. Conhecimento é poder, não apenas um simples argumento ou ornamento, não é uma opinião a ser dotada, mas sim um trabalho a ser feito'.

Para dominar a natureza e conhecer objetivamente seus fenômenos, Bacon afirmou, segundo Rossi (1989), a utilidade dos fatos naturais, através das técnicas e das invenções

científicas. Desse modo, a finalidade da natureza deixaria de corresponder a relações causais de ordem metafísica, para estar ligada às objeções humanas práticas e utilitárias.

Assim, o pragmatismo do método proposto por Bacon está ligado diretamente às regras *a-posterioris*, e não a operacionalizações lógico-dedutivas dos silogismos. De acordo com Padovani; Castagnola (1956), o método proposto por Bacon é dividido epistemologicamente, em duas partes: *a negativa* ou *crítica*, e *positiva* ou *construtiva*.

Para romper com o senso comum, Bacon desenvolveu um método capacitado em averiguar e reproduzir, seguramente, os fenômenos da natureza. Nessa perspectiva, os Ídolos pertencem à parte *negativa* do método de Francis Bacon. Segundo Bauab (2005), os Ídolos de Bacon são responsáveis por ludibriar a mente humana frente à realidade fenomênica.

Por tal razão, "Devemos tornar a ser como criancinhas, livre de ismos e abstrações, despidos de quaisquer preconceitos e predisposições. Temos que destruir os Ídolos da Mente" (DURANT, 1990, p. 137). Assim, livrando-se dos Ídolos da Mente, o homem conhece as verdadeiras causas materiais de todos os movimentos da natureza, para pôr-lhes as regras impostas pela praticidade humana.

O primeiro dos Ídolos é denominado por Bacon (1984) como *Ídolos de Las Tribus*. Os Ídolos da Tribo correspondem às falácias naturais declaradas, equivocadamente, pela humanidade. Nesse sentido, Padovani; Castagnola (1956) defendem que Bacon estava criticando, friamente, a excessiva valorização do entendimento humano como critério para o conhecimento das coisas naturais, pois, para o filósofo inglês, a verdadeira norma para o conhecimento dos fenômenos da natureza seria concebida pelos dados sensoriais, legitimados pela experimentação instrumentalizada dos fatos naturais.

O segundo Ídolo de Bacon consiste, antes de tudo, em alertar a mente humana contra os erros comuns no percurso que leva à ciência verdadeira. Esses ídolos são denominados por Bacon (1984), de *Ídolos de Las Cavernas*.

Los Ídolos de Las Cavernas tienen su fundamento en la naturaleza individual de cada uno; pues todo hombre independientemente de los errores comunes a todo el género humano, lleva en si cierta caverna en que la luz de la naturaleza se quiebra y es corrompida" (BACON, 1984, p. 40).

Os Ídolos da Caverna, para Bacon (1984), são considerados como provenientes da constituição do espírito e do corpo de cada um, oriundos da educação, dos costumes e das circunstâncias. Essa espécie de erro é muito comum e variada. De acordo com Padovani;

Castagnola (1956) eles são os mais enraizados na natureza, pois dependem, antes de tudo, da constituição do corpo, da educação e dos hábitos do homem.

Os *Ídolos del Foro*, terceiro dos Ídolos, segundo Bacon (1984), está ligado ao comércio e às várias formas de organização social do homem. Os erros impostos à mente humana pelos Ídolos do Mercado, para Bacon (1984), correspondem ao ímpeto da linguagem mal constituída e vulgar nesses ambientes, conforme ele próprio destaca:

Los lombres se comunican entre si por él lenguaje; pero el sentido de las palabras se regula por el concepto de vulgo. He aquí por qué la inteligencia, a la que deplorablemente se impone una lengua mal constituida, se siente importunada de extraña manera. "Pero las palabras hacen violencia al espíritu y lo turban todo, y los hombres se vez lanzados por las palabras a controversias e imaginaciones innumerables y vanas (BACON, 1984, p. 41).

Assim, os Ídolos do Mercado, empecilhos na constituição da sabedoria humana, correspondem à linguagem vulgar, inconsistente e controversa utilizada pelo homem, no mundo dos negócios. Portanto, o vocabulário empregado na fundamentação do projeto filosófico de Bacon, deve ser distinto da linguagem heterogênea utilizada pela humanidade no mundo dos negócios.

O Quarto Ídolo de Bacon, os Ídolos do Teatro, referencia, negativamente, as tradições filosóficas fundamentadas em peças teatrais, as quais, "[...] representam mundos criados por elas mesmas segundo um estilo irreal e cênico" (DURANT, 1990, p. 139). Esses Ídolos não são inatos na mente humana. Eles também não devem ser introduzidos no espírito humano pois, são fábulas imaginadas por quem as escreve, e repletas de subjetividades alheias, abstraídas dedutivamente de axiomas lógicos.

Os quatro Ídolos apresentados até o momento (Ídolos da Tribo, Ídolos da Caverna, Ídolos do Mercado e Ídolos do Teatro), como afirmam Padovani; Castagnola (1956), pertencem, epistemologicamente, à parte *crítica* do método de Bacon. Entretanto, o quinto Ídolo, os Ídolos das Escolas, pertence à parte *construtiva* da proposta metodológica do filósofo inglês, pois objetiva a construção genuína de uma interpretação indutiva da natureza, para a sua dominação.

Bacon foi o primeiro de uma longa série de filósofos de espírito científico que ressaltou a importância da indução como coisa oposta à dedução. Como a maioria de seus sucessores, procurou encontrar algum tipo de indução melhor do que a chamada 'indução por numeração'. A indução, como simples enumeração, pode ser ilustrada por meio de uma parábola. Era uma vez um empregado do censo que tinha de anotar os nomes de todos os chefes de família de uma certa aldeia de Gales. O primeiro que ele interrogou se

chamava William Williams; o mesmo aconteceu com o segundo, o terceiro e o quarto... todos eles se chamam William Williams, evidentemente. Mas estava equivocado; havia um cujo nome era John Jones. Isto mostra que podemos extraviar-nos, se confiarmos demasiado implicitamente na indução por simples enumeração (RUSSELL, 1957, p. 67).

Bacon (1984) defende que, para construir uma indução completa e legítima, mais aprimorada do que a indução por enumeração, é preciso aplicar infindas regras que devem se ocupar, antes, da natureza do que dos silogismos. As regras do método *a-posteriori* de Bacon (1984), pautadas nos dados sensoriais da experiência e na indução, estabelecem leis gerais para interpretar os fenômenos da natureza. As leis gerais de interpretação e compreensão da natureza, que são induzidas pela experiência, quando reveladas, permitem ao sujeito conhecedor penetrar nos segredos e nas entranhas da natureza.

Os princípios abstraídos pela indução geram hipóteses axiológicas dedutivas, as quais devem, necessariamente, ser eliminadas uma a uma. A dedução do método de Bacon, por sua vez, deve elencar o maior número possível de suposições de um determinado fenômeno que acontece na natureza. Posteriormente, é preciso enumerar possíveis casos semelhantes, para eliminar as hipóteses divergentes, a fim de restar uma que leve a experiências necessariamente práticas, amparadas pelas artes mecânicas. Esse panorama, é apresentado por Rossi (1989, p. 134), da seguinte maneira:

Para atingir tal fim, Bacon recorre justamente à descrição de uma operação, para mostrar, com maior clareza possível, o preceito e a direção que devem ser seguidos e, conseqüentemente, determinar o *axioma verdadeiro* ou a formulação teórica que deve ser usada em todas as operações voltadas à transformação de um corpo.

Desse modo, as experiências práticas têm profunda relação com as artes mecânicas. As espécies e os fenômenos naturais, após serem re(finados) pelo processo de indução e dedução aprimorado, passam a ser compreendidos de maneira objetiva, através das artes mecânicas. Responsáveis por produzirem invenções capazes de modificar a natureza, as artes mecânicas, tornam-se, no projeto filosófico de Francis Bacon, uma importante ferramenta experimental, utilizada para compreender o funcionamento da natureza

Nessa perspectiva, a natureza deixa de ser considerada pelo homem como sagrada, para se tornar uma máquina, que deve ser operacionalizada pelas mesmas regras das artes mecânicas. Lenoble (1969) defende que os atributos da natureza passam a corresponder às necessidades do

homem, e seu caráter imaterial, divino e sagrado passa a ser considerado como algo ultrapassado, longínquo e distante.

Assim, o método proposto por Bacon atribui às técnicas a incumbência de fazer a natureza servir ao homem. Decifrando suas leis, a partir da reprodução dos fenômenos naturais, o homem possibilita modos de explorar a natureza, de maneira cada vez mais complexa. Construindo através dos procedimentos científicos os utensílios necessários para a suprir suas necessidades ou desejos, o homem potencializa intenções que degradam o mundo natural em diferentes níveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percorreu-se, histórica e epistemologicamente, a constituição da ideia de natureza, compreendida pelo homem antigo, medieval, renascentista e moderno. Apontaram-se alguns dos principais motivos que levaram à representação da natureza semelhante a um organismo mecânico. Natureza, espaço, cosmos, nesse trabalho de dissertação, foram interpretados e compreendidos como sinônimos da realidade exterior, dessacralizada pelo homem, na medida em que a prática científica e o exercício filosófico foram guiados por princípios mensuráveis e pela experimentação instrumental dos fenômenos da natureza.

Apresentado o longo percurso realizado, podem-se formular algumas conclusões, algumas certezas. A primeira delas é a seguinte:

a) O homem antigo e medieval compreendia a natureza, o espaço, o cosmos, a partir dos acontecimentos do seu cotidiano, que estavam envolvidos por um conjunto de valores e estímulos condizentes, respectivamente, à alegoria metafísica mítica e ao sincretismo religioso. A realidade exterior, nesses moldes, estava repleta de semblantes transcendentais, imateriais e sagrados. Assim, a materialidade dos fenômenos e dos seres ontológicos da natureza estava revestida de significados extramundanos. A causa de todos os fenômenos naturais eram externas ao mundo do homem, e o homem, crente na existência da figura de Demiurgo ou do Deus da doutrina cristã, contemplava a natureza na esperança de, um dia, alcançar a imortabilidade de sua alma e a tranquilidade paradisíaca.

Atestada e julgada como verdadeira essa primeira conclusão, há que se considerar que os propósitos, apresentados no primeiro capítulo dessa dissertação, esboçaram recortes teóricos bastante precisos. Dessa maneira, contudo, chega-se a uma segunda conclusão, a uma outra certeza possível, que está muito associada com a primeira:

b) A representação qualitativa do cosmos, oriunda (em parte) dos conjuntos de sapiência, elaborados pelos poetas e filósofos da Antiguidade e pelos filósofos medievais, pertencentes a Patrística e a Escolástica, está vinculada, obviamente, às condições materiais, ao simbolismo alegórico dos mitos e às funções específicas dos dogmas religiosos, reguladores da ordem social medieval. Os mitos proclamados ou escritos e as metafísicas elaboradas por Platão e Aristóteles, na Antiguidade, influenciaram a constituição de uma visão de natureza calcada em significados expressos em metáforas e em formas figuradas. Por outro lado, a filosofia patrística de Santo Agostinho e a filosofia escolástica de São Tomás de Aquino tiveram ascendência sobre a cosmovisão medieval, modelada a partir da exegese bíblica. A finalidade

dos fenômenos da natureza, assim, nos períodos Antigo e Medieval, não estava ligada às intencionalidades humanas, mas a causas transcendentais ao mundo humano.

De acordo com o que foi escrito nesta segunda conclusão, podem-se indagar: Quais as funções que a natureza da Idade Antiga e da Idade Medieval teve na vida dos homens? As representações espaciais, seja nos moldes metafísicos e míticos, ou na perspectiva bíblica alegórica, fizeram prevalecer o caráter qualitativo da natureza, pelo fato de não estar ligada às intencionalidades utilitaristas do homem. Neste sentido, também se conclui que:

c) A representação numérica, homogênea e objetiva da natureza começou a ser instaurada no Renascimento. Caracterizado pelas diversas rupturas científicas, pelas novas engenhosidades mecânicas construídas pelos engenheiros e pelos mestres artesãos e pelo descobrimento de novos continentes, o Renascimento Europeu dos séculos XV e XVI, nesta dissertação, foi apontado como o período histórico em que a percepção quantitativa da natureza, pautada nos princípios matemáticos, começou a substituir a visão de mundo qualitativa, enraizada pela Lógica de Silogismo, nas ultrapassadas Eras Antiga e Medieval. Nesse sentido, a radical mudança nos procedimentos epistemológicos foi acompanhada pela substituição de uma cosmovisão por outra: antes qualitativa, unitária e subjetiva; agora, quantitativa, homogênea e objetiva.

Como se viu, o declínio da ontologia aristotélica, no Renascimento, oportunizou diferentes possibilidades de entendimento da realidade natural. A alquimia, a teologia cristã e os temas pitagóricos misturaram-se, para constituírem uma efervescente miscelânea que, posteriormente, estruturou as bases da Ciência Moderna. Com a emergência do mundo burguês, as engenhosidades mecânicas elaboradas pelos mestres artesãos se mostraram mais úteis do que os discursos retóricos dos pensadores antigos e medievais. Assim, novas necessidades e desejos começaram, gradativamente, a despertar a atenção do homem. Este, fascinado pelo pragmatismo das novas engenhosidades mecânicas, construídas com o auxílio dos cálculos matemáticos e com as perícias manuais dos mestres artesãos, passou a perceber a natureza como um organismo mensurável e mecânico. Nesse sentido, também se conclui que:

d) A finalidade dos fenômenos da natureza passou a estar estreitamente ligada às intencionalidades humanas. O conjunto de mecanismos criados durante o Renascimento auxiliou a promover a representação mensurável do cosmos. No plano epistemológico de constituição das novas engenhosidades mecânicas, os princípios matemáticos ofereceram aos artesãos e engenheiros possibilidades concretas para facilitar a vida do homem. Frente aos obstáculos impostos pelo mundo, ainda não explorado em sua totalidade, pelos estorvos de uma natureza pouco deflagrada pela ciência e pela curiosidade especulativa, o homem teve o intento

de buscar na natureza os meios necessários para o progresso da humanidade. Suprindo suas necessidades ou desejos, através das utilidades oferecidas pelos inúmeros mecanismos construídos durante o Renascimento, a finalidade dos fenômenos da natureza passou a corresponder aos propósitos do homem.

Para os artesãos e engenheiros construírem os mecanismos necessários para o desenvolvimento e para o bem-estar da humanidade, foi preciso muita dedicação aos princípios matemáticos. A combinação entre os cálculos matemáticos e a perícia manual dos artesãos renascentistas, em parte, foi responsável por constituir um novo modelo de ciência, embasado no mecanicismo e no utilitarismo. Seduzido, de maneira irresistível, pelas engenhosidades mecânicas criadas, nunca antes vistas, o homem deixou de crer na invisibilidade, na imaterialidade e na sacralidade dos fenômenos da natureza. Dessa maneira, ele, através da empiria, apegou-se às propriedades concretamente percebidas nos corpos da natureza, na medida em que o racionalismo matemático passou a predominar nas dinâmicas epistemológicas. Neste sentido, também se depreende que:

e) A nova metafísica de caráter matemático, elaborada pelos filósofos naturais e pelos astrônomos da modernidade, a partir da (re)interpretação dos conjuntos filosóficos da Antiguidade (de Demócrito, de Epicuro e dos sábios da Escola de Mileto) criou um abismo entre homem e natureza. A doutrina das Qualidades Primárias e Secundárias, nesses termos, potencializou a geometrização da natureza, pois enfatizou, nos métodos utilizados pelos cientistas, através dos princípios matemáticos e da experimentação científica dos fenômenos da natureza, a certeza absoluta da linguagem mensurável do cosmos. Assim, o pensamento científico e filosófico moderno, emergente, reduziu as propriedades reais dos corpos da natureza a termos matemáticos universais.

Nesse foco, os projetos epistemológicos da Modernidade atribuíram à natureza sentido mecanicista. Os segredos ocultos da natureza não são mais revelados pelos olhos da fé, como fora na Era Medieval. Através de complexos cálculos matemáticos e operações experimentais instrumentalizadas, as confidências da natureza são manifestadas à razão dos cientistas. As ambiciosas propostas científicas de Copérnico, Galileu e Kepler pretenderam abandonar os fatores subjetivos, as denotadas Qualidades Secundárias, dos processos epistemológicos. O raciocínio numérico, a utilização das perícias manuais e da retina ocular entrelaçaram-se para conformar o espírito científico moderno, fundamentado nas Qualidades Primárias dos corpos da natureza (número, figura, forma, movimento). De fato, pode-se perceber, no transcurso percorrido nessa dissertação, que a linguagem mensurável da natureza é constatada pela combinação entre a razão e a empiria. Enquanto os dados sensoriais precisam ser captados pelo

sujeito investigador, o racionalismo precisa ser aplicado nas etapas da experimentação instrumental dos métodos científicos, para julgar como verossimilmente científicos os fenômenos da natureza. A reprodução dos fenômenos da natureza, através das artes mecânicas, que acaba por reduzir a natureza a termos mensuráveis, requer, antes de tudo, a equidade entre a linguagem utilizada nos métodos científicos e a linguagem emanada pela natureza. Tal situação nos leva a uma sexta conclusão:

f) A poderosa ferramenta matemática que possibilitará a leitura homogênea e objetiva da natureza, dentro do recorte temporal dessa dissertação, tem o desfecho com a proposta científica de Newton. A formulação do mecanicismo newtoniano é fundamentada em postulados que revelam claramente o caráter universal das leis da natureza. A concepção absoluta de espaço e tempo, elaborada por Newton, oferece respaldo à compreensão de um cosmos formado por um conjunto de corpos naturais ordenados, matematicamente, pelos movimentos mecânicos da lei gravitacional. Assim, Newton desenvolveu uma completa formulação matemática e mecanicista da natureza, realizando uma grandiosa síntese das obras de Copérnico, Kepler, Bacon e Descartes. Desta conclusão, infere-se outra:

g) Os sistemas filosóficos de Descartes e Bacon, auxiliaram muito a fundar a representação quantitativa, mensurável e matemática da natureza. As propostas filosóficas de Descartes e Bacon, assim, revelaram uma significativa dicotomia entre homem \times natureza e intencionalidades humanas aos fenômenos da natureza. Desse modo, a natureza transforma-se em fonte única de recursos para a ciência, para a técnica e para a indústria. Edificada a visão de natureza, moderna, em perspectivas teóricas, de cunho matemático, experimental e instrumental, essa natureza deixa de ser contemplada por seus significados transcendentais, imateriais e sagrados, para ser explorada, especulada e abusada pelas intencionalidades humanas.

Finalizando essa dissertação, que teve o objetivo de relacionar os processos epistemológicos, ocorridos nas Idades Antiga e Medieval, no Renascimento e na Modernidade, às cosmovisões instituídas nesses períodos históricos (com ênfase na Idade Moderna), teve esse trabalho a intenção de vincular a História e Epistemologia da Ciência ao conceito de natureza, objeto muito investigado pela Ciência Geográfica.

Nisso reside a potência da intelectualidade humana. Através da análise interdisciplinar, envolvida por conteúdos da Geografia, da Filosofia e da História da Ciência, buscou-se vincular temáticas muito importantes da Ciência Geográfica a parâmetros mais amplos, conformando, dessa maneira, uma análise e um discurso bastante eficientes e necessários aos debates promovidos nos ambientes universitários.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ALLÈGRE, Claude. **Deus e a Ciência**. Tradução de Dulce Amarante dos Santos. Bauru, SP: EDUSC, 2000.
- ARISTÓTELES. **Metafísica**. Ensaio introdutório, texto grego com tradução e comentário de Giovanni Reale. *Tomo I, II e III*. São Paulo: Loyola, 1995.
- _____. **Da Geração e da Corrupção das Coisas Físicas**. Prefácio, introdução e comentário de Mário Ferreira dos Santos. São Paulo: Logos LTDA, 1958.
- BACON, Francis. **Novum Organum**. Los Grandes Pensadores. Traducción de Cristóbal Litrán. Madrid. Lisboa. 1984.
- BAUAB, Fabrício Pedroso. As matrizes Modernas da Ideia de Natureza: Galileu Galilei (1564-164) e René Descartes (1596 - 1650). **Terra Livre**. São Paulo/SP. V.1, n.32, p. 93-106, Jan-Jun/2009.
- _____. **Da Geografia Medieval às Origens da Geografia Moderna: contrastes entre diferentes noções de natureza, espaço e tempo**. Presidente Prudente/SP, 2005, 313 páginas. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista.
- _____. **Do Conhecimento Geográfico Medieval à Geografia Geral (1650) de Varenius: uma contribuição ao estudo da história e da epistemologia da Geografia**. Cascavel, PR: Editora da Universidade do Oeste do Paraná, 2012.
- BENING, Simon. **Setembro**. Disponível em: < <http://www.flickriver.com>>. Acesso em 3 nov. 2015.
- BURTT, Edwin A. **As Bases metafísicas da Ciência Moderna**. Tradução de José Veiga Filho e Orlando Araújo Henriques. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 1983.
- CÍRCULOS de Ptolomeu. Disponível em <<http://www.ghtc.usp.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.
- COHEN, Bernard; WESTFALL, Richard S. **Newton: Textos, Antecedentes e Comentários**. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 2002.
- CRISTIAAN Huygens (1629-1695) e Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716). Disponível em: <<http://www.commons.wikimedia.org>>. Acesso em 4 fev. 2016.
- CROSBY, Alfred. **A Mensuração da Realidade: A Quantificação e a Sociedade Ocidental 1250-1600**. Tradução de Vera Ribeiro. São Paulo, SP: UNESP, 2015.
- DESCARTES, René. **O Discurso do Método**. Biblioteca do Pensamento Vivo, apresentado por Paul Valéry. Tradução de Maria de Lourdes Teixeira, São Paulo, SP: Martins Editora, 1954.

_____. **Meditações: 1ª e 2ª.** Tradução de Gerard Lebrun. São Paulo, SP: Abril Cultural, 1983. (Coleção Os Pensadores).

DUMESNIL, Pierre Louis. René *Descartes com a Rainha Cristina da Suécia*. Disponível em: <<http://www.pinterest.com>>. Acesso em 21 jan. 2016.

DURANT, Will. **História da Filosofia**, Os Pensadores. Rio de Janeiro, RJ: Nova Cultural, 1990.

DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. **Oposições filosóficas: A Epistemologia e suas Polêmicas**. Florianópolis: EDUSC, 2005.

DONATELLO. **David Nu**. Disponível em <[http:// warburg.chaa-unicamp.com.br](http://warburg.chaa-unicamp.com.br)>. Acesso em 02 nov. 2015.

ESCADA da Ascensão Divina (séc. XII). Autor Desconhecido. Disponível em: <<http://noticias.universia.com.br>>. Acesso em 4 nov. 2015.

EYCK, Jan Van. **O Casal Arnolfini**. Disponível em: <www.noticias.universia.com.br>. Acesso em 02 nov. 2015.

FRANCIS Bacon. Chanceler da Câmara dos Pares. Disponível em: <<http://www.universoracionalista.org>>. Acesso em 05 fev. 2016.

GALILEU, Galilei. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. Trad. Pablo Rubén Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial/Fapesp, 2000.

GONÇALVEZ, Maria Luiza Striffler de Souza. **Os Desafios Teóricos da História sob o Prisma da Pintura, Literatura e do Cinema no Contexto da Intertextualidade da Obra Moça com o Brinco de Pérola**. Curitiba/PR, 2011, 160 páginas. Dissertação de mestrado. Centro de Linguagens. Centro Universitário Campos de Andrade.

HADOT, Pierre. **O Véu de Ísis**. Ensaio sobre a história da ideia de natureza. Tradução Mariana Sérvulo. São Paulo, SP: Loyola, 2004.

HENRY, John. **A Revolução Científica**. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges, Rio de Janeiro, RJ: Jorge Zahar, 1998.

HESÍODO. **A Origem dos Deuses**. Tradução de Jaa Torrano. São Paulo, SP: Iluminuras, 1995.

HUNT Edward : SHERMAN Howard. **História do Pensamento Econômico**. Tradução de João Neto. Petrópolis, RJ: Vozes, 1977.

JAPIASSU, Hilton. **A Revolução Científica Moderna**. Rio de Janeiro, RJ: Imago, 1985.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos de História do Pensamento Científico**. Tradução de Mácio Ramalho. Rio de Janeiro, RJ: Forense Universitária, 1991.

LENOBLE, Robert. **História da Idéia de Natureza**. Edições 70, Portugal, 1969.

LORENZETTI, Ambrogio. **A Vida no Campo**. Disponível em <<http://www.flickriver.com>>. Acesso em 2 nov. 2015.

LUNETTA Astronômica (Perspicillum) de Galileu. Disponível em <www.ada-astrofisica.to.infn.it>. Acesso em 15 dez. 2015.

MAPA T.O. Disponível em: <www.momentumsaga.com>. Acesso em 15 jan. 2016.

NEWTON, Isaac. **Princípios Matemáticos. O Peso e o Equilíbrio dos Flúidos**. Tradução de Helda Barraco. São Paulo, SP: Abril Cultural, 1972. (Coleção os Pensadores).

PADOVANI, Humberto; CASTAGNOLA, Luís. **História da Filosofia**. São Paulo: SP: Edições Melhoramentos, 1956.

PEDUZZI, Luiz. **Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana**. Florianópolis, SC: EDUSC, 2010.

PERINE, Marcelo. **Quatro Lições sobre a ética de Aristóteles**. São Paulo, SP: Loyola, 2006.

PLATÃO. **Banquete - Fédon - Sofista - Político**. Tradução de José Cavalcante de Souza, Jorge Paleikat e João Cruz Costa. São Paulo, SP: Abril Cultural, 1972. (Coleção Os Pensadores).

PORTOLANI das Águas do Mar Mediterrâneo. Disponível em: <www.docs.is.ed.ac.uk>. Acesso em 15 jan. 2016.

PROJEÇÃO de Mercator. Disponível em: <www.infoescola.com>. Acesso em 15 jan. 2016.

ROSSI, Paolo. **Os Filósofos e as Máquinas**. Tradução de Frederico Carotti. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 1989.

RUSSELL, Bertrand. **História da Filosofia Ocidental**. Livro Terceiro. Tradução de Brenno Silveira. São Paulo, SP: Nacional, 1957.

SANTOS, Douglas. **A Reinvenção do Espaço: diálogos em torno da construção de uma categoria**. São Paulo: Ed. Unesp, 2012.

SAUERLANDER, Willibald. **Escultura Medieval**. Lisboa: Verbo, 1970. (Coleção Ars Mundi, v. 8).

SISTEMA Planetário Aristotélico. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.

SISTEMA Planetário de Tycho Brahe. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 15 jan. 2016.

SISTEMA Ptolomaico. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.

SISTEMA Copernicano. Disponível em: <<http://www.fisikanarede.com.br>>. Acesso em 15 jan. 2016.

SORELL, Tom. **Descartes**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo, SP: Loyola, 2004.

VERMMER, Johannes. **Senhora escrevendo carta com sua criada**. Disponível em: <<https://www.pt.wahooart.com>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

VINCI, Leonardo da. **A Anunciação**. Disponível em: <www.noticias.universia.com.br>. Acesso em 18 jan. 2016.

WACKERNAGEL, Martin. **Renascimento e Barroco I**. Lisboa: Verbo, 1970. (Coleção Ars Mundi, v. 3).