

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

A METAFÍSICA DE ISAAC NEWTON

Bruno Camilo de Oliveira

NATAL

2012

BRUNO CAMILO DE OLIVEIRA

A METAFÍSICA DE ISAAC NEWTON

Dissertação de mestrado do curso de pós-graduação em filosofia na área: história e crítica da metafísica, para obtenção do título de mestre em filosofia. Orientador: Prof. Dr. Daniel Durante Pereira Alves.

NATAL

2012

Catálogo da Publicação na Fonte
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Biblioteca Central Zila Mamede

CAMILO, Bruno.

A metafísica de Isaac Newton / Bruno Camilo de Oliveira. Natal (RN), 2012.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação em Filosofia: História e Crítica da Metafísica. Natal, Campus Universitário, BR 101-RN, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Durante Pereira Alves.

1. Sir Isaac Newton, 1642-1727. 2. Filosofia natural. 3. Mecânica racional. 4. Filosofia da ciência. 5. Razão. 6. Metafísica. I. ALVES, Daniel D. P. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. A metafísica de Isaac Newton.

RN/BCZM-UFRN

BRUNO CAMILO DE OLIVEIRA

A METAFÍSICA DE ISAAC NEWTON

Dissertação apresentada em 13 de Abril de 2012.

BANCA EXAMINADORA

.....
ORIENTADOR: Prof. Dr. Daniel Durante Pereira Alves (UFRN)

.....
MEMBRO (externo): Prof. Dr. Alberto Oscar Cupani (UFSC)

.....
MEMBRO (interno): Prof. Dr. Bruno Rafaelo Lopes Vaz (UFRN)

NATAL

2012

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha gratidão especial a Universidade Federal do Rio Grande do Norte e ao professor Dr. Daniel Durante P. Alves, do Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelo estímulo de seus ensinamentos referentes à Filosofia da Ciência, pelo conteúdo bibliográfico e por seu próprio interesse crítico na filosofia de Newton; ao Prof. Dr. Markus Figueira da Silva, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, por me proporcionar o encanto pela filosofia e me mostrar a sua utilidade em minha vida prática; ao pesquisador e biógrafo de Newton, Edwin A. Burt, da Universidade de Chicago, cujas amplas pesquisas tornaram suas críticas extremamente valiosas para a elaboração desta dissertação; desejo ainda expressar agradecimentos cordiais aos meus “amigos de copo”, que ainda proporcionam o meu desenvolvimento filosófico e intelectual pela arte do discurso e do pensamento; por fim aos meus pais, que me financiaram ferramentas e conhecimento adquiridos por capital, cuja sem a sua confiança e cooperação, a execução dessa tarefa acadêmica seria praticamente impossível.

Bruno Camilo de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Não faz muito tempo que um grupo importante discutia a banal e frívola questão de quem era o maior dos homens - Cesar, Alexandre, Tamerlão ou Cromwell? Alguém respondeu que era Isaac Newton. E com razão: porque é aquele que domina a nossa mente pela força da verdade e não aqueles que escravizam pela violência.

Voltaire

RESUMO

O objetivo geral dessa dissertação é analisar os aspectos metafísicos da “mecânica racional” de Isaac Newton, esclarecendo, pelo discurso científico e filosófico, os seus elementos principais, com destaque para a presença de uma entidade infinitamente racional por trás dos fenômenos de toda a natureza, e para a percepção de Newton como certo empirista que, no entanto, aceita deduções metafísicas; um filósofo-cientista. Os objetivos específicos podem ser assim enumerados: a) breve apresentação do desenvolvimento da ciência moderna, desde os pré-socráticos, buscando compreender os aspectos históricos que possibilitaram o surgimento da mecânica newtoniana; b) apresentação dos elementos da metodologia científica e filosófica, visando à compreensão de certa “metodologia newtoniana”, compreendendo como essa metodologia específica consegue apresentar aspectos empíricos, matemáticos, filosóficos e religiosos; c) exposição, a partir dos conceitos newtonianos, do papel concernente ao homem no mundo e das “noções nocionais” de massa, espaço, tempo e movimento, necessários à análise e compreensão de certos aspectos metafísicos na física de Newton; d) elucidar os conceitos newtonianos referentes ao éter, para entendermos por que ele assume necessariamente características metafísicas e de mediação entre os corpos; e) apresentar e compreender os fatores que levam o empirista Newton assumir a religião na sua mecânica, bem como, a existência e funções de Deus na natureza, para objetar o conteúdo maior de sua metafísica; f) evidenciar os elementos metafísicos de sua mecânica clássica, que confirmam a presença de conceitos como Deus Criador e Preservador das leis naturais; g) por fim, analisar a importância de Newton para a metafísica moderna e a herança da filosofia da ciência do século XVII para a ciência contemporânea.

Palavras-chave: Filosofia natural; Mecânica racional; Filosofia da ciência; Razão; Metafísica.

ABSTRACT

The general objective of this dissertation is to analyze the metaphysical aspects of "rational mechanics" of Isaac Newton, clarifying, by scientific and philosophical discourse, their main elements, with emphasis to the presence of one entity infinitely rational behind all the phenomena of nature, and to the Newton's insight as certain empiricist which, however, accepts deductions metaphysics; a philosopher-scientist. The specific objectives are detailed below: a) brief presentation of the development of modern science, since the Pre-Socratics, seeking to understand the historical conjecture that enabled the rise of Newtonian mechanics; b) presentation of the elements of scientific methodology and philosophical, aimed at comprehension of certain "Newtonian methodology", understanding how this specific methodology able to present empirical aspects, mathematics, philosophic and religious in communion; c) to understand, from the Newtonian concepts, both concerning man's role in the world as the "notional notions" of mass, space, time and movement, necessary for analysis and understanding of certain metaphysical aspects in the Newtonian physics; d) to present the Newtonian concepts related to the ether, to understand why it necessarily assumes metaphysics characteristics and mediation between the bodies; e) to present and understand the factors that lead the empiricist Newton to assume the religion in his mechanics, as well as, the existence and functions of God in nature, to object to the higher content of his metaphysics; f) to highlight the metaphysical elements of his classical mechanics, that confirm the presence of concepts like God Creator and Preserver of the natural laws; g) at last, to analyze the importance of Newton to the modern metaphysics and the legacy to philosophy of science at sec. XVII to science contemporary.

Key-words: Natural philosophy; Rational mechanics; Philosophy of science; Reason; Metaphysics.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
Breves notas biográficas.....	11
Revoluções newtonianas.....	13
Sobre o objetivo, o conteúdo e a perspectiva teórico-bibliográfica desta pesquisa.....	15
1 – FILOSOFIA NATURAL.....	18
1.1 Os primeiros: a unidade pré-socrática e a causalidade aristotélica.....	18
1.2 O aristotelismo: a Idade Média e seu dogmatismo.....	20
1.3 Os modernos “filósofos cientistas”: nascimento de uma nova filosofia natural..	23
1.4 Aspectos de metodologia científica e filosófica.....	27
1.4.1 Filosofia da ciência.....	28
1.4.2 O racionalismo aplicado.....	30
2 – A METODOLOGIA DE NEWTON.....	34
2.1 O aspecto empírico: a mecânica geométrica.....	35
2.2 O aspecto matemático: a mecânica racional.....	38
2.3 Aspectos filosóficos: <i>Hypothesis non fingo</i>	42
2.4 O <i>modus operandi</i> : a união entre filosofia e ciência.....	46
3 – ASPECTOS METAFÍSICOS NA FÍSICA DE NEWTON.....	51
3.1 Concepções de Newton sobre o homem no mundo.....	52
3.2 Concepções metafísicas do conceito de massa.....	55
3.2.1 Sobre a “extensão” e seu caráter divino.....	58
3.2.2 Propriedades não acidentais da matéria.....	61
3.2.3 Os corpos sólidos e os corpos fluidos.....	63
3.2.4 A gravidade.....	66
3.3 O espaço e o tempo.....	71

	10
3.3.1 Absoluto ou relativo?.....	71
3.3.2 Condição divina do espaço e do tempo.....	75
3.3.3 Crítica de Leibniz sobre o espaço como <i>sensorium</i> de Deus.....	79
3.4 O movimento.....	81
3.4.1 Crítica ao movimento cartesiano.....	87
4 – O ÉTER.....	91
4.1 Funções do éter.....	91
4.2 Especulações iniciais sobre a constituição e função do éter.....	93
4.3 Uma fundamentação mais elaborada do éter.....	96
5 – DEUS.....	103
5.1 A fundamentação teológica e religiosa da natureza.....	103
5.2 Funções metafísicas de Deus.....	111
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
REFERÊNCIAS.....	126

INTRODUÇÃO

Quando me propus estudar a história da filosofia, diante da imensidão de temas e autores que atravessam as épocas, percebi logo certa afinidade de minha parte com o pensamento moderno. Por isso, já na minha monografia de graduação, no final do ano de 2009, resolvi pesquisar de forma mais profunda os pensadores deste período. Logo percebi o brilho e importância de “um inglês cuja autoridade e influência nos tempos modernos rivaliza com a que Aristóteles exercia no final da Idade Média” (BURTT, 1991, p. 5) – Sir Isaac Newton. Assim, resolvi assumir a responsabilidade de uma pesquisa avançada acerca dos aspectos metafísicos do pensamento newtoniano, tendo em vista a tentativa de esclarecer uma questão: como alguém que é considerado um dos principais fundadores da ciência empírica ¹ moderna foi capaz de, ao mesmo tempo, assumir asserções metafísicas ² no corpo principal de seu trabalho científico? Ao estudar mais profundamente o pensamento de Newton, pude perceber o que ele foi, de fato: um filósofo-cientista.

Breves notas biográficas ³

Nasceu no dia 25 de Dezembro de 1642, em Woolsthorpe, na Inglaterra, já órfão de pai, que morrera quase três meses antes. Cresceu sob os cuidados dos avós maternos e já nesta fase realizava pequenas invenções. Relutava em divulgar suas descobertas porque sempre vivia desconfiado dos outros. Atingiu o auge de sua carreira quando publicou sua codificação dos princípios da mecânica racional em uma obra clássica, **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural** (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, geralmente mais citado como *Principia*), publicado originalmente em latim em 1687. Nesta obra encontramos, especificamente no Livro III, a exposição do princípio e da lei da gravitação universal, que é o fundamento do seu sistema do mundo.

¹ Daqui em diante, o uso desse termo refere-se àquele modelo de ciência de métodos experimentais e objetos empíricos, ou seja, predominantemente ocupados com os fenômenos naturais e qualquer outro tipo de matéria condensada. Esse modelo obteve desenvolvimento entre os empiristas do período moderno como Isaac Newton e David Hume.

² É asserção metafísica todo tipo de investigação acerca da essência ou causa dos fenômenos naturais, na medida em que essas investigações almejam aspectos constituintes que estão além da experiência imediata dos sentidos. Quando essas investigações presumem a existência de uma substância ou causa primeira na constituição dos fenômenos, podemos dizer que essas investigações apresentam um discurso metafísico.

³ As fontes bibliográficas utilizadas para essas informações biográficas de Newton foram (BREWSTER, 1840), (NEWTON, 1991), (BURTT, 1991) e (WESTFALL, 1995).

Contudo, foi com a publicação de **Óptica** (*Opticks: or, a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*, inicialmente publicado em 1704), que a grande reputação de Newton atingiu maiores seguidores. Diferentemente de **Principia**, **Óptica** foi redigido em uma linguagem mais simples e eficaz, o que possibilitou a compreensão de muitas pessoas, **Principia**, por outro lado, é uma obra bastante complicada de se entender, até para os iniciados nos temas da matemática porque para sua compreensão é preciso do leitor um exímio conhecimento de temas específicos como as seções cônicas e outros aspectos técnicos da matemática, além de exigir do leitor a compreensão dos princípios da mecânica e da filosofia natural. É graças aos esforços de um dedicado grupo de intérpretes que a filosofia natural newtoniana ganhou ampla circulação. Pesquisadores e Historiadores da filosofia moderna como Voltaire, Henry Pemberton ⁴, Edwin A. Burt, Alexandre Koyrè, Gaston Bachelard, e Cohen/Westfall acabaram contribuindo para uma interpretação mais segura do pensamento newtoniano. Newton ainda foi professor lucasiano ⁵ na Universidade de Cambridge, onde era membro do Trinity College. Depois de ter inventado o telescópio de reflexão foi eleito membro e, em seguida, presidente da Royal Society, passando a dirigir a ciência britânica com braço forte. Posteriormente, cumpriu mandatos como membro do Parlamento inglês. Além disso, foi servidor público, sendo o diretor da Casa da Moeda da Inglaterra, fiscalizando a cunhagem da moeda. Fora ainda eleito o terceiro Grão Mestre da Loja Maçônica de Londres, um membro Rosa Cruz. Sua obra passou a ser geralmente conhecida como uma obra puramente física, entretanto, Newton também estabelece conceitos acerca da filosofia natural, consolidando a filosofia da ciência, naquilo que podemos chamar de “revolução newtoniana”, marcando a idade moderna. Teve uma vida marcada por intensas disputas intelectuais com vários filósofos, dentre eles, Robert Hooke, John Flamsteed, Cristian Hudgens e, principalmente, com Leibniz. Morreu no dia 20 de Março de 1727, aos 84 anos, sendo enterrado na Abadia de Westminster.

⁴ Médico especializado em matemática que organizou a terceira edição de **Principia** sob a orientação do próprio Newton.

⁵ Professor lucasiano é o nome que se dá a uma cátedra de Matemática da Universidade de Cambridge, na Inglaterra.

Revoluções newtonianas

Pesquisadores e historiadores de Newton admitem que as suas realizações científicas abarcaram o auge da revolução científica dos séculos XVI e XVII, pela forma de encarar a natureza, a partir de novos conceitos. Essa nova forma foi o grande marco da ciência moderna, e este período, comumente citado como a “Revolução Newtoniana” (COHEN & WESTFALL, 2002, p.11), ficou marcado por lançar as bases de um sistema que permanece atual, capaz de associar os fenômenos empíricos da natureza à linguagem mais formal do pensamento realizando, deste modo, o objetivo de alguns expoentes anteriores, como Kepler, Galileu, Copérnico, Descartes, dentre outros, de obter um conhecimento mais seguro acerca da realidade pela ciência e filosofia. Além disso, Newton também é valorizado como formulador do método apropriado de investigação científica, método que busca a união entre matemática e fenômenos.

O grande prestígio no campo da física mecânica não significa que Newton preocupou-se apenas com os temas desse campo, isso porque podemos dizer que Newton foi autor não apenas de uma, mas de várias “revoluções intelectuais” além do campo da física mecânica, estabelecendo conceitos e decifrando enigmas que a natureza atribuía. A primeira delas foi no campo da matemática, em que Newton (paralelamente a Leibniz) criou o “cálculo infinitesimal”⁶. Foi precursor no uso das séries infinitas e introduziu diversos métodos de cálculos e aproximação usados até hoje. A segunda revolução ocorreu no campo da óptica, onde Newton definiu a heterogeneidade da luz do Sol e constituiu o entendimento acerca da estrutura da natureza da cor. Seu estudo revelou porque o céu nos parece azul e levou a uma exposição matemática da formação dos arco-íris. Realizou ainda estudos sobre a reflexão e refração da luz, e propriedades da cor, constituindo assim a base de nossa compreensão atual da visão das cores. Um subproduto destas descobertas foi sua invenção de um novo modelo de telescópio, com um refletor que eliminava a aberração cromática, por formar a imagem através de um espelho e não de uma lente objetiva (técnica, aliás, que é usada em quase todos os grandes telescópios atuais). Uma terceira revolução foi realizada no campo da ciência mecânica e da “mecânica racional” que estabeleceu as três leis newtonianas do movimento, bases fundamentais da mecânica atual. Foi ele quem definiu o conceito de massa mais essencial para o estudo acerca da matéria, reconhecendo que existem duas

⁶Newton disputava ferozmente com Leibniz a autoria do cálculo infinitesimal, acusando-o de plágio.

medidas diferentes da massa, uma chamada de “gravitacional” e outra chamada de “inercial” no caso da queda dos corpos, e ainda, postulou a distinção entre “corpos fluidos” e “corpos sólidos”. Ainda neste campo, Newton confere o reconhecimento da importância da experimentação em laboratório, a partir de hipóteses e cálculos, método que busca chegar à conclusão das certezas científicas. Essa analogia entre matemática e experimentação é uma característica fundamental da Teoria da Relatividade de Albert Einstein, porém, o método de uma comprovação pela experiência, aliada à matemática, deve figurar como uma das descobertas primordiais desta terceira revolução de Newton. Posteriormente, naquilo que podemos chamar de a quarta revolução newtoniana, destacamos a sua descoberta acerca do princípio da gravitação universal. Newton usou esta lei para elaborar seu “sistema de mundo” (COHEN & WESTFALL, 2002, p. 12), que lhe serviu para explicar a atração entre corpos, o movimento dos planetas e dos cometas e os movimentos dos corpos na Terra, como no caso do movimento das marés e dos objetos. O princípio da gravidade serviu-lhe para explicar fenômenos intrigantes como, por exemplo, a descoberta de Galileu, na famosa experiência da torre de Pisa “de que os corpos em queda livre na Terra, seja qual for o seu peso, têm a mesma aceleração ou movimento de queda” (GALILEU, **As duas novas ciências**), se desprezarmos a resistência do ar.

Embora comumente se julgue as atividades de Newton nestes diferentes campos – a matemática, a óptica, a mecânica racional, a física experimental e a astronomia – como o escólio principal de suas pesquisas, observamos que todas estas conquistas, na ciência e na matemática, apenas representam parte de sua atividade criativa. Foram também objetivos de suas atividades intelectuais a interpretação das Escrituras Sagradas da Bíblia, a cronologia, a teologia, profecias bíblicas, filosofia natural, metafísica e ainda alquimia. Apesar de ter sido um marco para a ciência e a matemática, não obstante, Newton ocupava-se, na maior parte do seu tempo, com as questões ocultas da teologia, magia e alquimia; por estas razões foi também chamado de “o último mago”⁷.

⁷ Definição do economista John Maynard Keynes sobre Newton. Segundo consta, no artigo **Newton, o último mago da razão**, da revista eletrônica da FAPESP (FAPESP, 2000), em 1942, após ter comprado em um leilão uma escrivaninha, Keynes acidentalmente encontra, num fundo falso, escritos de Newton sobre alquimia, magia e religião; "o último dos magos, o último dos babilônios e dos sumérios, a última grande mente que viu além do mundo visível e racional, com os mesmos olhos daqueles que iniciaram a construção de nossa herança intelectual", definição do próprio Keynes para a imprensa.

Sobre o objetivo, o conteúdo e a perspectiva teórico-bibliográfica desta pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa é tão-somente esclarecer e articular alguns dos conceitos centrais da metafísica de Newton. Não estamos preocupados aqui em julgar seus conceitos, problematizar para definir se estão ultrapassados ou não. O nosso objetivo é apenas esclarecer alguns dos aspectos da metafísica newtoniana, visto que esse assunto é por demais obscuro na história da ciência. Tentaremos compreender a concepção de Newton acerca da metafísica fundamentalmente a serviço da filosofia natural⁸. Para tanto, no decorrer do desenvolvimento, perceberemos de imediato que Newton representa uma desestabilização religiosa de sua era, já que conseguiu propiciar a união da religião com sua mecânica tradicional e seria bastante interessante explorar cautelosamente seus escritos. A religião era algo muito básico para ele e jamais um mero assessorio da sua ciência, ou uma adição acidental a sua metafísica. Abordaremos temas gerais como o papel de Deus no universo, causalidade e teleologia e temas mais específicos como a estrutura do espaço, tempo e matéria. Veremos como eles convergem na rede de influências sobre Newton, tentando definir justamente os critérios que determinam a legitimidade destes temas. Pretendemos investigar os aspectos metafísicos da mecânica racional de Newton, compreendendo de que maneira é possível estabelecermos um conceito de união entre filosofia e ciência, em seu pensamento. Inicialmente, abordaremos alguns aspectos da história da filosofia natural, que é o que podemos chamar de antiga filosofia da ciência, com o surgimento do conceito de “uno” pelos pré-socráticos e a “causalidade” aristotélica. Em seguida, analisaremos o problema do aristotelismo como visão de mundo prevalecente por quase toda a Idade Média, a fim de esclarecer a conjectura que possibilitou o desenvolvimento da ciência do século XVII. Logo adiante analisaremos aquilo que ficou conhecido como a revolução científica do Século XVII, a partir de uma análise dos objetivos da ciência e da filosofia, para podermos ter um maior vislumbre do surgimento da filosofia da ciência e para quê ela se propõe. No segundo capítulo analisamos o método newtoniano para compreendermos seus aspectos empíricos, matemáticos e metafísicos, culminando na união entre filosofia e ciência, dialogando com grandes teóricos da epistemologia e

⁸ Concepção exposta por Newton no corpo total do Prefácio de *Principia* (NEWTON, 2008a, p. 13, 14 e 15) e na Questão 31 de *Óptica*: “argumentar a partir dos fenômenos, sem formular hipóteses, e deduzir as causas a partir dos efeitos até chegar à causa primeira, que certamente não é mecânica” (NEWTON, 2002, p. 270).

da filosofia da ciência. No terceiro capítulo nos dedicaremos ao estudo dos aspectos metafísicos na física de Newton: noções de massa, gravidade; a dualidade entre o espaço, tempo e movimento absolutos e relativos, para podermos ter uma visão geral da necessidade que sua física exigia de uma metafísica elaborada para dar conta da construção do conhecimento empírico. No quarto capítulo veremos como Newton desenvolveu, pouco a pouco, a noção de éter, suas funções definidas e sua fundamentação pela metafísica. No capítulo seguinte perceberemos como a metafísica newtoniana clama pela existência de Deus, como fundamentação teológica, teleológica⁹ e religiosa da natureza, bem como suas funções assim definidas, de acordo com as definições metafísicas que sua física exigia. Por fim, concluiremos, no último capítulo, sobre a importância de Newton para a metafísica moderna e sobre o grande legado da ciência moderna para a ciência contemporânea.

Para tanto, assumiremos esta responsabilidade a partir de proposições registradas, principalmente, nas seguintes obras newtonianas: o prefácio e os Escólios da edição que comporta apenas os Livros I e II de **Princípios matemáticos da filosofia natural** (NEWTON, 2008a)¹⁰; o Livro III de *Principia* chamado “Do sistema do mundo”, exposto na edição da coleção “Os pensadores” (NEWTON, 1991)¹¹; o manuscrito chamado **O peso e o equilíbrio dos fluidos**, presente na mesma coleção (NEWTON, 1991)¹²; além, dos prefácios às três edições, o Livro I e as “31 Questões” da edição completa de **Óptica** (NEWTON, 2002) para termos uma visão ampla dos aspectos metafísicos de sua extensa obra.

Apoiar-nos-emos também em referências complementares, dialogando com teóricos da filosofia da ciência, comentadores e biógrafos de Newton, visando nosso objetivo geral, principalmente, a partir dos seguintes autores e suas obras: David Brewster em *The life of Sir Isaac Newton*, um renomado biógrafo e admirador da extensa obra newtoniana, famoso por escrever a mais conceituada biografia de Newton;

⁹ Usamos o termo “teleológico” porque enxergamos no pensamento newtoniano certa finalidade ou objetivo existente na própria natureza. Entendemos que o pensamento de Newton almeja determinar que a natureza e seus fenômenos apresentam uma ordem, na qual nada é por acaso, mas fruto da vontade e interesse de uma entidade metafísica chamada por ele de “Deus”. Nesse sentido, almejamos entender que a mecânica e a física de Newton ocupa-se com um argumento teleológico da natureza.

¹⁰ Daqui em diante adotarei o termo mais utilizado, *Principia*, para me referir à obra.

¹¹ Esta edição (Volume Galileu e Newton), apresenta trechos selecionados de *Principia* e *Óptica*, além do manuscrito completo chamado **O peso e o equilíbrio dos fluidos**.

¹² Daqui em diante, adotarei, *De Gravitatione*, para acompanhar o uso corrente dentre os comentadores de Newton.

Richard S. Westfall, em **A vida de Isaac Newton** e na obra em parceria com Bernard Cohen chamada **Newton**: “Textos, antecedentes, comentários”, obra de suma importância para nossa pesquisa porque apresenta uma reunião de textos referenciais de vários autores que tratam da filosofia e do método de Newton, ajudando ainda mais na compreensão dos aspectos metafísicos na física de Newton; Gaston Bachelard, em suas obras **Filosofia do novo espírito científico** e **A filosofia do não**, apresentando seu pensamento focado principalmente em questões referentes à filosofia da ciência, contribuindo para uma perspectiva mais elaborada para a nossa pesquisa da metodologia e da metafísica no pensamento de Newton; Edwin A. Burt, em **As bases metafísicas da ciência moderna**, cuja obra apresenta os fundamentos metafísicos da ciência física moderna, críticas e conteúdo bibliográfico de suma importância para o sucesso de nossa pesquisa; Alexandre Koyrè em **Do mundo fechado ao universo infinito**, **Estudos de história do pensamento científico** e *Newtonian studies*, que tanto contribuiu para moldar a história da ciência moderna, e que voltou sua atenção para Newton em seus últimos anos de vida, contribuindo para o esclarecimento mais fundamentado de uma metafísica newtoniana; e A. R. e Marie Boas Hall em *Unpublished scientific papers of Sir Isaac Newton*, contribuindo ao publicar textos póstumos de Newton, que ainda estavam sem título, como *De aere et aethere*, de suma importância para uma compreensão mais detalhada sobre o éter, assim como o texto “Newton e a teoria da matéria” presente na obra *The “annus mirabilis” of Sir Isaac Newton*, contribuindo para uma discussão mais detalhada acerca da constituição metafísica da matéria, bem como, o método newtoniano.

Em suma, esses são os teóricos complementares mais relevantes. Procuraremos dialogar, principalmente, com eles nessa pesquisa, não desmerecendo vários outros que, mesmo não aparecendo no corpo da pesquisa, foram, igualmente, importantes para a realização dessa pesquisa.

1. FILOSOFIA NATURAL

Para compreender o pensamento de Newton, e atingir nosso objetivo, é preciso antes ter em mente a conjectura histórica e social de sua época – o pensamento que predomina em uma época, de forma a influir no pensamento dos pensadores que constituem esta época. Tal discernimento serve para nos apoiarmos em uma história do conhecimento, e possibilitar uma melhor compreensão do desenvolvimento do pensamento newtoniano. E, quando almejamos conhecer a visão de mundo de qualquer época, devemos observar os problemas que ocupam os filósofos desta época, este é o fator decisivo sobre todo o estudo que se possa ter na história do pensamento. Contudo, não basta apenas nos inserirmos no ponto de vista da época moderna para logarmos estudar, a partir de suas premissas fundamentais, a sua conjectura de pensamento. É preciso também levar em consideração a filosofia dominante na Grécia Antiga e na Idade Média, a qual a antecede e da qual o pensamento moderno desvencilhou-se em uma rebeldia bem sucedida. Vamos, portanto, dar um passo atrás.

1.1. Os primeiros: a unidade pré-socrática e a causalidade aristotélica.

Entre os pré-socráticos encontramos o embrião do surgimento da “filosofia natural”, quando os pensadores desta época tentaram compreender os fenômenos da natureza a partir de um conhecimento sem imagem e fabulação, orientado exclusivamente pelo viés da razão para compreender a origem da natureza e o conhecimento que podemos fazer dela. Tales de Mileto (séc. VI a.C.) considerava a água como uma substância primordial que fundamentava a origem do universo e de todas as coisas. Empédocles de Agrigento (séc. V a.C.) atribuía à causalidade das coisas duas forças antagônicas, amor e ódio, e a quatro elementos: terra, ar, fogo e água, que se interagiam sob a ação dessas duas forças. Para Pitágoras de Samos (séc.V a.C.), todas as coisas do mundo deveriam produzir-se de acordo com um modelo matemático baseado em números inteiros e figuras geométricas perfeitas. Para os atomistas como Demócrito de Abdera (séc. IV a. C.) e Leucipo de Mileto (séc. V a. C.), tudo que existe provém de algo preexistente, porque nada surge do nada, e as alterações do universo se dão pela combinação e recombinação de átomos. Posteriormente, no período helenístico, o atomismo de Epicuro de Samos (entre os séculos II e III a. C.) foi uma modificação do atomismo de Demócrito e Leucipo, defendendo que os átomos se encontram por uma leve inclinação em suas trajetórias, que os fariam chocar-se com outros átomos,

formando a matéria, ao contrário do atomismo de Demócrito, onde o encontro dos átomos é necessário. Segundo Epicuro, tal inclinação a que o átomo se desvia poderia ser por meio da vontade, do desejo ou afinidade com outro átomo.

Essas concepções acerca da origem das coisas e do entendimento dos fenômenos da natureza, com exceção de Epicuro, acabaram influenciando o pensamento de Aristóteles (IV a.C.), que escreveu tratados acerca da física, metafísica, ética, dentre outros temas. Segundo estudiosos como Alexandre Koyrè e Émile Bréhier, o problema do aristotelismo é que há uma infinidade de coisas, principalmente referentes à sua física, que não são possíveis, “que sabemos de antemão serem falsas” (KOYRÈ, 1982, p. 47). A física aristotélica, lembra Koyrè, não é um “amontoado de incoerências mas, pelo contrário, é uma teoria científica, altamente elaborada e perfeitamente coerente” (KOYRÉ, 1982, p. 185). Entretanto, possui algumas lacunas, que apesar de serem falhas, não tiram o mérito de uma base científica e filosófica bastante profunda e coerente com as questões físicas e metafísicas de sua época. Émile Bréhier nos lembra que, no pensamento aristotélico, a Terra se localiza no centro do universo (BRÉHIER, 1967, p. 200), visão errônea, que posteriormente precisava ser destruída para que o heliocentrismo pudesse predominar como visão de mundo. Segundo Aristóteles, em algumas de suas obras acerca da constituição do mundo e do universo, como *On the cosmos*, *On the heavens*, *Meteorologica* e *Física*, o universo é uma espécie de *Cosmos* físico bem ordenado, finito, constituído de certo número de esferas, hierarquicamente ordenadas, onde se encontram um diferente plano ontológico entre a realidade da Terra e a realidade dos Céus.

Cosmos, então, significa um sistema composto por céu e terra e os elementos contidos nele. Em outro sentido, *cosmos* é utilizado para significar a disposição ordenada do universo, que é preservada por Deus e através de Deus. O centro do cosmos, que é imóvel e fixo, é ocupado pela terra "portadora de vida", a casa e mãe dos seres vivos de todos os tipos. A região acima dela, um único conjunto com um limite de finitude superior em todos os lugares, e morada dos deuses, é chamada *céu*. (Tradução nossa. Em: ARISTÓTELES, 1992, P. 347-348).

No *cosmos* de Aristóteles as leis naturais não eram universais – algumas valiam apenas na Terra e outras valiam no restante do *Cosmos*. O *Cosmos* é uma circunferência que estaria dividida em duas regiões e que é composto de órbitas que existem do centro para as extremidades da circunferência. A primeira região é denominada de “sublunar”,

região do centro, aonde se encontra a Terra, imóvel, em uma “primeira órbita”, formada pelos quatro elementos de Empédocles – terra, água, fogo e ar – e caracterizada por corpos mutáveis, por movimentos retilíneos e descontínuos; a segunda região, chamada de “supra-lunar”, compreende a órbita da Lua, em seguida a órbita dos planetas e do Sol e, a terceira a órbita das estrelas, região esta formada pelo éter e caracterizada por corpos imutáveis, por movimentos circulares e contínuos – os corpos desta região apresentam apenas movimentos contínuos e circulares em torno da Terra. Notemos então que a física aristotélica fez surgir esta concepção de que a natureza dos corpos celestes seria imutável, assim como os homens enxergavam o céu da mesma forma, vendo os astros como se estivessem se movimentando ao redor da Terra. Para além da órbita das estrelas, não existe movimento, tempo ou lugar. Segundo Aristóteles, a força que impelia os corpos em direção a Terra existia porque as coisas sempre tendem a voltar a sua origem: um corpo tende a se direcionar ao centro, ao chão, a Terra, porque é seu lugar de origem, e quanto mais pesado o objeto fosse, mais rápida seria a sua queda¹³, ao passo que, a chama do fogo, tende a subir, porque sua origem se encontra no mundo “supra-lunar”.

1.2 O aristotelismo: a idade média e seu dogmatismo

A imagem concebida da Idade Média, até poucos anos atrás, relatava uma época sombria, triste, onde o espírito humano era subjugado à autoridade da igreja e do pensamento aristotélico. De certo modo, esta visão pejorativa não é totalmente falsa, tampouco totalmente verdadeira.

A Idade média teve sua época de profunda barbárie política, econômica e intelectual, época que se estende mais ou menos do século VI ao século XI. Mas teve também uma época extraordinariamente fecunda, época de vida intelectual e artística de uma intensidade sem par, que se estende do século XI ao século XIV (inclusives), e à qual devemos, entre outras coisas, a arte gótica e a filosofia escolástica. (KOYRÉ, 1982, p. 22).

A filosofia da Idade Média não pode ser totalmente diminuída – expoentes como Agostinho, Tomaz de Aquino, Roger Bacon, dentre outros, sustentaram o seu período fértil. Entretanto, a força prevaiente do poder autoritário e da ignorância dogmática da

¹³ Visão que prevaleceu por 1,8 mil anos, até ser contestada por Galileu, em 1590, na já mencionada experiência da Torre de Pisa, que provou de forma prática que Aristóteles estava errado.

Igreja, acabou escurecendo o período, no caso da aceitação do *cosmos* aristotélico pela Igreja ¹⁴. A filosofia medieval, até certo longo período, é totalmente “dominada pela autoridade de Aristóteles” (KOYRÉ, 1982, p. 27). Segundo vários historiadores do período moderno, como Edwin A. Burt, Ray Spangenburg, Diane Kit Moser e Alexandre Koyrè, o contraste metafísico fundamental entre o pensamento medieval e o pensamento moderno é que, no pensamento dominante do período medieval, o lugar que o homem ocupa no universo é mais significativo e determinante do que o lugar que o próprio reino da natureza física ocupa, enquanto que para o pensamento moderno, a natureza ocupa um lugar mais autônomo, mais categórico e mais permanente que o do homem. Há a necessidade, por parte da maioria dos pensadores modernos, de rever o lugar do homem no universo e de classificá-lo enquanto ser finito, em contrapartida à infinitude maior que é a realidade em que ele vive. Para a corrente de pensamento da idade média, o homem ocupava, em todos os sentidos, o centro do universo. “Acreditava-se que todo o mundo da natureza estava teleologicamente subordinado a ele e ao seu destino eterno” (BURTT, 1991, p. 11). É graças à herança da filosofia grega e da teologia judaico-cristã que a síntese do pensamento medieval foi fundamentada. A visão prevalecente neste período é marcada pelo ponto de vista ao qual, o homem, era o fator mais importante e mesmo até controlador de todo o universo.

Desta forma, para o pensamento medieval, todo o mundo da natureza existia apenas para os interesses e benefícios dos homens. Evidentemente, o que estabelecia a realidade dos objetos, a conceituação deles, era somente o que podia ser percebido imediatamente neles através dos sentidos humanos – toda a compreensão da realidade era dependente dos sentidos. Uma mesma substância, desde que parecesse ser diferente aos sentidos, como o gelo, a água e o vapor, era encarada como substâncias diferentes. O famoso dilema entre a água que hora apresentava-se quente a uma mão e fria à outra, “era uma dificuldade autêntica para a física medieval” Burt (BURTT, 1991, p. 12). A vertente teleológica medieval da natureza sempre procurava explicações que fossem condizentes com a percepção imediata e com o propósito humano. Assim, as coisas existiam no mundo para satisfazerem as necessidades humanas. A chuva, por exemplo,

¹⁴ A igreja católica na época medieval até a Idade Moderna não admitia a hipótese de que o Sol fosse o centro do nosso sistema planetário (teoria heliocêntrica), porque assim estaria admitindo que a Terra (ou seja, a igreja e o homem) não seria o centro do universo. Assim, o *cosmos* aristotélico teve a aceitação da Igreja por favorecer seus interesses. Vários pensadores foram condenados a morte na fogueira como Giordano Bruno, ou persuadidos a negarem a teoria heliocêntrica, como foi o caso de Galileu Galilei, já na Idade Moderna.

caía do céu porque beneficiava as necessidades humanas de alimentar-se. Tudo o que compreendia a estrutura da natureza existia somente para o homem – ela estava subordinada teleologicamente aos propósitos humanos.

Além disso, os interesses da igreja católica dominavam toda e qualquer visão acerca da natureza, estabelecendo dogmas, como a ideia de que o homem estava no centro do reino astronômico. A igreja punia com a morte qualquer homem que ousasse ir contra a visão geocêntrica do universo. Com a exceção de alguns corajosos pensadores, a ideia de algum outro ponto de referência que não a Terra não era sequer cogitada. A Igreja acabou favorecendo, em grande parte, o predomínio do aristotelismo por perceber que as teorias aristotélicas não se confrontavam com os dogmas religiosos. Quem inaugurou o processo destrutivo da concepção de mundo aristotélica do *Cosmo bem ordenado* foi Nicolau de Cusa, já no final da era medieval, ao afirmar que a Terra não era o “centro do mundo” (CUSA, 2003, p.113), iniciando a demolição do Cosmo bem-ordenado, colocando a Terra e o céu em uma mesma categoria ontológica, realizando, pouco a pouco, o movimento de destruição do aristotelismo, que, em certo ponto, não é tão difícil assim de compreender a razão de sua autoridade. Em primeiro lugar, Aristóteles foi o único filósofo grego cuja obra completa – ou pelo menos aquelas cuja existência se sabe – foi traduzida para o árabe e, posteriormente, para o latim (KOYRÉ, 1982, p. 27). Por sua vez, a obra de Platão, não obteve este êxito, sendo bem menos conhecida. Segundo Koyré, isto aconteceu devido à imensidão da obra aristotélica, a qual, forma “uma verdadeira enciclopédia do saber humano”. Encontramos na obra de Aristóteles um amplo conteúdo sobre as mais importantes disciplinas: lógica, física, astronomia, metafísica, ciências naturais, psicologia, ética, política, dentre várias outras. Em contrapartida, Platão não era tão didático quanto Aristóteles. Os escritos em forma de diálogo não constituíam uma linguagem científica ao ponto de Aristóteles. Além do mais, Platão reverenciava o campo das ideias de forma mais especial do que o campo físico. E ainda, definir a Terra como o centro do universo é o mesmo que definir a igreja como centro do universo, visão que contribuía para o lugar de destaque da Igreja no *cosmos*. O aristotelismo propagou-se nas universidades, sendo dirigido e invocado pelas as pessoas havidas do saber – era impulsionado pelo desejo do saber científico, não da *alma*, mas o mundo físico, a física, as ciências naturais.

1.3 Os modernos “filósofos cientistas”: nascimento de uma nova filosofia natural.

Os Tempos Modernos é inspirado pelo pensamento medieval, no que a filosofia moderna busca, ou seja, outro elemento de relação entre o mundo natural e os homens, outra via de acesso para o conhecimento da natureza, disposta a não partir apenas da experiência sensitiva para fundamentar um conhecimento verídico, mas também das formalidades que os fenômenos podem transmitir pelas disciplinas formais, como a matemática, por exemplo, assim como a metafísica.

Na Grécia Antiga a filosofia natural atribuía qualidades ocultas a várias espécies de coisas, dando a suposição de que os fenômenos de corpos particulares aconteciam de uma forma um tanto confusa. Pois, o conjunto da doutrina das escolas derivadas de Aristóteles e dos peripatéticos ¹⁵ fundamenta-se na afirmação de que os vários efeitos dos corpos surgem das naturezas particulares daqueles corpos ¹⁶. Talvez o maior obstáculo do pensamento aristotélico seja a apreensão imediata da realidade pelos sentidos: Descartes, Newton, Leibniz, Berkeley, Kant, e tanto outros, têm um mesmo interesse, de além de devolver ao homem o seu devido lugar de importância na realidade cósmica, resgatar a matemática para a formulação dos conceitos da realidade fenomênica, procurando demonstrar que os fenômenos são percebidos pelos sentidos, de acordo com leis naturais, que possibilitam essa compreensão pelos órgãos dos homens. O impacto causado pelos interesses da igreja, e por alguns aspectos do aristotelismo nos homens e na sua forma de conceber o mundo, havia deixado os homens em uma espécie de fracasso intelectual, no qual eles mesmos haviam criado obstáculos (quando descartaram as formalidades por trás dos fenômenos) que impediam o seu desenvolvimento científico e intelectual. Surgia a necessidade por parte dos pensadores modernos de devolver ao homem sua integridade intelectual frente às questões da natureza e de Deus. Tratava-se agora de revelar ao senso comum o poder da influência que a visão errônea acerca dos fatos havia doutrinado a visão das pessoas, e

¹⁵ Discípulos de Aristóteles.

¹⁶ O pensamento aristotélico admitia propriedades inatas nos objetos. Desse modo, a cor de determinado objeto, por exemplo, seria uma propriedade do próprio objeto e não uma propriedade dependente da refração da luz nesse objeto, a qual viaja pelo espaço até quem as observa, no caso do homem, até o seu olho, sua retina e sua capacidade de enxergar determinada cor. De fato, Aristóteles não assumia o conhecimento da ótica (reflexão e refração da luz), concluindo, através da experiência sensitiva, que os objetos apresentavam propriedades particulares, descartando que a compreensão dessas propriedades depende do observador.

talvez neste momento, mais do que em qualquer outro da história, encontramos filósofos ansiosos por serem honestos intelectualmente para devolver a dignidade intelectual aos homens. A visão moderna acerca da relação do homem com o seu ambiente almeja, exclusivamente, uma visão verdadeira. A imaturidade humana de criar conceitos que sustentem os seus interesses, o leva, facilmente, aos equívocos do pensamento. Quando o homem pretende conhecer apenas de forma imediata, descartando a matemática como ferramenta de conhecimento, ele determina um modo errôneo de viver e de enxergar a realidade, na medida em que pensa sobre si em termos mais elevados que os devidos. Tal problema é percebido pelos primeiros pensadores modernos, e a tarefa de mudar esta conjectura passa a ser uma característica marcante deste período – era a época de uma espécie de “renascimento”¹⁷ do conhecimento humano, uma volta ao período grego antigo de desmistificação da natureza, no qual o homem poderia se apoiar em um conhecimento íntegro, baseado na razão.

Segundo Koyré, o pensamento moderno tem início com Bacon quando se opôs ao pensamento escolástico e passa a ter uma linha de raciocínio baseada na razão (KOYRÉ, 1982, p. 15). Contudo, na opinião dele, a grande inimiga da Renascença, do ponto de vista científico e filosófico, foi a visão de mundo baseada no aristotelismo, duramente predominante tanto nas academias quanto no senso comum e, ainda diz que a grande obra do renascimento foi a destruição desta visão de mundo. O primeiro passo é dado por Tycho Brahe, em meados de 1453, quando destruiu definitivamente a concepção das órbitas celestes aristotélicas e impôs a seus sucessores a considerarem a causa física dos movimentos celestes. Copérnico, em meados de 1542, retirou a Terra da sua condição especial e a encaixou dentro do infinito, classificando-a como um planeta móvel como qualquer outro, destruindo a estrutura hierarquizada do aristotelismo, e unificando o Universo regido pelas mesmas leis. Entre 1609 e 1619, Kepler postula as leis do movimento dos corpos celestes, destruindo a hierarquia aristotélica dos astros do *Cosmo* fechado, o que é especialmente importante para a nova concepção de mundo de Kepler: a unificação do universo, sendo regido pelas mesmas leis, e por leis apreendidas pela matemática. Em seguida, Galileu observa o céu com telescópios, revelando novos

¹⁷ O termo foi registrado pela primeira vez por Giorgio Vasari, já no século XVI, porém a noção do termo como redescoberta e revalorização das referências culturais da antigüidade clássica surgiu a partir da publicação do livro de Jacob Burckhardt **A cultura do renascimento na Itália** (1867), onde ele definia o período como uma época de "descoberta do mundo e do homem" (BURCKHARDT, 1991, pags. 139 a 142). Ouso aqui atribuir um significado metafísico ao termo, de uma tentativa de buscar o verdadeiro conhecimento acerca das coisas, assim como aconteceu entre os antigos gregos.

corpos celestes não previstos no modelo da cosmologia aristotélica. A matemática ressurge como uma esquecida ferramenta (ao menos para o ocidente) que é encontrada no porão e que volta a ser utilizada! Juntamente com suas descobertas acerca do princípio da inércia, assim como a lei da queda livre dos corpos, Galileu acabou derrubando a coerência do pensamento aristotélico acerca da queda dos corpos leves e pesados, e o surgimento de uma nova física e uma nova cosmologia tornou-se necessário para explicar as novas questões deste novo universo heliocêntrico. Galileu e Descartes indicam a matemática como uma nova ferramenta desta nova descrição da natureza – esta é a herança para Newton. A obra de Newton representa a culminância deste processo: transformação que destronou de vez a cosmologia aristotélica e fundamentou o surgimento da ciência moderna.

Segundo I. Bernard Cohen e Richard S. Westfall, na época em que Newton ingressou como graduando na Universidade de Cambridge em 1661, um jovem aos 19 anos, logo se deparou com o aristotelismo que ainda dominava a visão de mundo das universidades. Porém, com o desenvolvimento da sua carreira acadêmica, ele pode descobrir um novo conjunto de autores e leituras que, gradualmente, já vinham substituindo a filosofia natural aristotélica, num processo de criar uma nova ciência da natureza, processo que se realizou por completo no final do século XVII. O conjunto dessas novas leituras foi fundamental para a formação do pensamento de Newton: Robert Boyle, Pierre Gassendi, Renè Descartes, dentre outros, determinaram a direção de sua vida intelectual e o sucesso de suas descobertas; estes autores pioneiros abriram caminho para a revolução newtoniana.

Newton devorou os livros que havia descoberto e se alistou efetivamente nas fileiras de seus autores. Como a palavra *cientista* não existia no século XVII, é provável que, se solicitado a definir sua nova vocação, Newton se denominasse filósofo natural, alguém que procurava compreender a natureza do mundo em que vivemos. (COHEN & WESTFALL, 2002, p. 19).

Este conjunto de novas ideias acerca da filosofia natural preencheu seus escritos, desde a época de jovem universitário até a maturidade, num ultimo conjunto de questões chamadas **Algumas questões filosóficas**¹⁸, que foram acrescentados em

¹⁸ Tradução nossa de “*Quaestiones quaedam philosophicae*”, denominação dada por Newton ao conjunto de anotações filosóficas iniciada em algum momento de 1664 que constituem os primeiros passos de Newton na carreira científica. Acima deste título Newton grafou a frase “*Amicus Plato amicus Aristoteles*”

Óptica em 1717. É interessante que acima deste título ele grafou o lema “Platão é meu amigo, Aristóteles é meu amigo, porém minha maior amiga é a verdade”, mostrando, nesta fase, a maturidade de Newton com relação às questões filosóficas e do conhecimento, as quais, não era o caso de pertencer às correntes platônicas ou aristotélicas, mas aquela que fosse verdadeira e coerente, em perfeita comunhão a um conhecimento mais verdadeiro, ou seja, “a nova filosofia natural, que Robert Boyle passara a chamar, pouco tempo antes, de *filosofia mecânica*” (COHEN & WESTFALL, 2002, p. 20); Newton havia deixado para sempre o mundo de Aristóteles.

Um aspecto marcante, da produção intelectual da época moderna, é o conceito de Deus, que passa a ser muito importante e determinante para a maioria das concepções científicas e filosóficas dos pensadores deste período. Na maior parte das vezes, Deus surge como justificção para a ordem matemática que começava a se descortinar no mundo. Assim, temos pensadores como Descartes e Hobbes, que compreendiam Deus como a causa primeira de tudo. Para outros pensadores como More e Newton, além da causa primeira de tudo, Deus era também um Agente atuante e presente no mundo, sendo capaz de interferir na ordem por sua vontade. O mais importante, é que, para todos esses pensadores, seria contrário a razão, acreditar que toda a harmonia que a razão desvelava na natureza teria se engendrado a partir do acaso, sem qualquer espécie de causa para esse movimento racional percebido na natureza e nas suas leis.

Muitos cientistas modernos acabaram adotando métodos de caráter racionalista e materialista, passando a considerar esta nova visão, ou novo método, como a própria expressão da verdade científica. Esta nova filosofia experimental busca compreender a causa das coisas a partir dos princípios mais simples possíveis, mas, então, não aceita nada como princípio, a não ser que tenha sido provado empiricamente. Procede, portanto, em um método duplo: sintético (experimental) e analítico (racional). Ademais, a separação entre filosofia e ciência ocorre na medida em que se constituíam suas independentes formas de compreender os fatos, a partir de seus próprios métodos, características que culminaram em particularidades específicas a cada uma, mas na modernidade ambas comportam-se enquanto uma só *episteme*, a qual permeará toda a

magis amica veritas”, cuja tradução livre pode ser “Platão é meu amigo, Aristóteles é meu amigo, porém minha maior amiga é a verdade”. (NEWTON, 1983, p. 349-431. Em: COHEN & WESTFALL, 2002, p. 22).

forma de produzir conhecimento na modernidade. A filosofia mecânica pretende compreender a certeza de algo a partir das disposições empíricas, reduzindo a natureza a categorias aritméticas ¹⁹. Assim a natureza passa a ser um grande livro, onde a linguagem de seus fenômenos é compreendida pela matemática, assim como o experimento criterioso é fundamental para o estabelecimento de verdades científicas. Ambas correntes são imediatamente tomadas como método da filosofia da ciência moderna. Mas, infelizmente, o que restou dessa nova maneira de fazer ciência, foi uma incongruência destes métodos, de forma a classificá-los, gradativamente na história, como distintos epistemologicamente e com finalidades diferentes.

A esta evolução do pensamento que conduziu à criação da ciência experimental no renascimento, provocou divergência acentuada entre “ciência” e “filosofia”, fazendo a filosofia assumir um sentido cada vez mais extenso e englobando até a ética individual e social, bem como as partes mais subjetivas da reflexão do homem sobre si mesmo. (MOLES, 1981, p. 4).

Em que medida, a partir da evolução do pensamento, podemos fazer uma comparação entre o pensamento filosófico e o pensamento científico? A origem do conhecimento científico não se desprende da filosofia. Um e outro já estavam mutuamente compreendidos no termo “filosofia natural” (MOLES, 1981, p. 3). Como ambas podem juntas atingir seu objetivo? Antes de tudo, precisamos compreender o que distingue filosofia e ciência, para termos êxito na nossa investigação.

1.4 Aspectos de metodologia científica e filosófica

Os cientistas não procuram esclarecer seus problemas a partir da reflexão metafísica, mas de uma reflexão que é própria da ciência, que a identifica como tal, sua própria metodologia para o estabelecimento de uma base mais “particularmente rica de conhecimentos bem adquiridos, de conhecimentos bem articulados” ²⁰. Por causa dessa necessidade de comprovação empírica, os cientistas desconsideraram uma reflexão metafísica que esteja além do domínio empírico. Devemos refletir até que ponto a

¹⁹ Significa dizer que a natureza passa a ser codificada por números e pelas operações aritméticas (adição, subtração, multiplicação e divisão) que esses números permitem.

²⁰ (BACHELARD, 1976, p. 9). Fenômenos explicados por racionalidade não nega a finalidade científica, não se tornam menos fenômenos, mas fenômenos mais ricos porque são também confirmados pela razão.

metodologia científica, que se ocupa apenas com evidências experimentais, não pode considerar as ciências matemáticas, almejando princípios da evidência racional.

O sistema filosófico tem sua eficácia na faculdade do conhecimento pelo plano espiritual – ele se movimenta desta forma, e perder esta faculdade, é como perder certa identidade que lhe é própria –, esta “finalidade íntima” (BACHELARD, 1976, p. 7), de conseguir transcender a experiência quando procura o essencial e universal, é que dá sentido a um sistema filosófico, acima de tudo, porque o filósofo é aquele que toma consciência da unidade do pensamento; é nesta síntese que o filósofo coloca o problema geral do conhecimento.

O filósofo pede apenas à ciência exemplos para provar a atividade harmoniosa das funções espirituais, mas pensa ter sem a ciência, antes da ciência, o poder de analisar esta atividade harmoniosa. (BACHELARD, 1976, p. 9).

Segundo Gastón Bachelard, se pretendermos misturar ciência e filosofia – os experimentos científicos com as reflexões filosóficas – precisamos aplicar uma “filosofia necessariamente finalista e fechada a um pensamento científico aberto” (BACHELARD, 1976, p. 8). Quando o filósofo se propõe fazer uma “filosofia da ciência”, pensa em limitar-se unicamente aos princípios das ciências, ou seja, precisa transcender a experiência para contemplar esses princípios, almejando articular o princípio das ciências com o princípio de um pensamento puro, preocupando-se com os temas mais gerais – ele busca manter a sua reflexão do mundo empírico, sempre pronto a relativizar, transformar hipóteses em suposições e axiomas metafísicos em verdades práticas. Por outro lado, a ciência, empírica e factual, recolhe-se a um aspecto mais particular, limita-se a permanecer em seu mundo empírico.

1.4.1 Filosofia da ciência

Por esse motivo, Bachelard, em **Filosofia do novo espírito científico**, orienta que a “filosofia da ciência” deve tomar cuidado para não entrar em conflito por dois caminhos divergentes: o caminho dos princípios muito gerais, feito pelo estudo dos filósofos, e dos resultados particulares, realizados pelos estudos dos cientistas. A filosofia da ciência precisa ser uma harmonia entre os aspectos da filosofia e da ciência; deve ultrapassar os dois obstáculos epistemológicos, contrários, que limitam o

pensamento. O mediato e o imediato. Somente na abstração desses valores epistemológicos, entre o *a priori* e o *a posteriori*, entre os “valores racionais” e os “valores experimentais”, é que a filosofia da ciência pode atingir seu objetivo.

Assim, a “filosofia da ciência” é este duplo movimento que anima o pensamento moderno, que tem a obrigação de mediar a alternância do *a priori* e do *a posteriori*, de ligar o empirismo ao racionalismo, por um estranho mas bem sucedido laço, capaz de se nutrir a partir da divergência – tanto o empirismo precisa ser compreendido quanto o racionalismo precisa ser aplicado. Um fato empírico, sem leis claras, coordenadas e dedutivas, não pode ser pensado ou ensinado. Por outro lado, “um racionalismo sem provas materiais, sem aplicação à realidade imediata, não pode convencer plenamente” (BACHELARD, 1976, p. 11). Mais ainda, o racionalismo, propõe-se a fundamentar os próprios fenômenos, que agem segundo leis, portanto, a filosofia da ciência é um desenvolvimento dialético, porque seus conceitos se esclarecem segundo dois pontos de vista diferentes.

A filosofia natural de Newton buscava compreender várias questões acerca do sistema da natureza como a conjunção dos corpos da matéria e dos orbes celestes; a característica e desempenho do Sol, das estrelas, dos planetas e dos cometas; da gravidade e da leveza; constituição, reflexão, refração e cor da luz; o surgimento da sensação nos homens a partir dos corpos externos a si; dos fluxos e refluxos do mar; do éter como meio de propagação de ondas; da química; da alquimia; da metafísica. A partir de alguns fenômenos selecionados, deduz, por análise, as forças da Natureza e as mais simples leis das forças, e daí, por síntese, a constituição do resto. Que o atributo da gravidade fosse encontrado em todos os corpos, outros até suspeitaram ou imaginaram antes dele, mas ele foi o único, e primeiro cientista, que pôde demonstrá-lo e torná-lo base sólida para as discussões mais matemáticas. É uma prova para nós que o empirismo e o racionalismo newtoniano se complementam efetivamente, um respondendo ao outro. Essa nova ciência moderna busca um campo epistemológico intermediário, entre teoria e prática, entre matemática e experiência, e Newton é o expoente maior desta revolução – ele percebe que conhecer cientificamente um fenômeno natural, por exemplo, é conhecê-lo simultaneamente como fenômeno, força e número.

Antes de Newton, esta nova filosofia mecânica era sustentada por duas correntes de pensamento. Uma era representada pela filosofia racional de Descartes que, segundo Cohen & Westfall, “foi o principal responsável pelo novo estilo de filosofia natural” e outra, empírica, representada pelo filósofo francês Gassendi. Desde o início, Newton inclina-se mais para o lado de Gassendi, realizando críticas a Descartes, principalmente em relação à mecânica cartesiana. Ademais, vale salientar que o nosso interesse neste capítulo é caracterizar a filosofia da ciência moderna e, objetar posteriormente a metafísica de Newton. Nosso objetivo nos obriga, portanto, a supervalorizar uma destas duas direções do movimento epistemológico – não aquela na qual se deve partir de ideias para se explicar os fenômenos, mas a que vai da experiência científica ao racionalismo, comunicada pela física matemática newtoniana e de Gassendi.

1.4.2 O racionalismo aplicado

O entendimento da realidade fenomênica só é possível porque traduzimos as ações práticas em programas de realização lógica. Não podemos tentar compreender os fenômenos sem fundamentar esta compreensão na própria razão. A ação científica, guiada pelo racionalismo matemático, não é uma negação da condição empírica, mas, a ação racional, determina uma realidade experimental sem irracionalidade. Em outras palavras, o fenômeno, ordenado por um raciocínio lógico é mais rico que o fenômeno puramente natural, sem nenhum conteúdo racional. O que a filosofia da ciência procura, é, justamente, eliminar a ideia de que “a realidade é uma fonte inesgotável de irracionalidade” (BACHELARD, 1976, p. 13) – busca, justamente, uma eliminação da irracionalidade dos fenômenos – a ciência moderna busca esta eliminação, esta proteção contra toda a perturbação irracional. Para o racionalismo científico, a aplicação da lógica racional não é uma derrota, mas um compromisso com o conhecimento mais puro. A ciência moderna quer aplicar esta cooperação. Deste modo, a filosofia da ciência, é uma filosofia aberta, por superar os seus próprios princípios ²¹.

Deste modo, é o racionalismo newtoniano que dirige toda a física matemática do século XIX, a partir de seus elementos fundamentais como o espaço absoluto e o tempo absoluto, movimento e massa, propondo um novo sistema fundamental de medida da

²¹ Segundo Bachelard, qualquer outra filosofia coloca os seus princípios como intocáveis, as suas verdades primeiras como totais e acabadas, se glorificando pelo seu caráter fechado. A filosofia da ciência se aplica determinando uma superação dos seus princípios experimentais, modificando-se quando necessário. (BACHELARD, 1976, p. 13).

construção da realidade. Segundo Bachelard, tais elementos são a base daquilo que podemos chamar de *átomos nocionais*²², ou seja, elementos *a priori* que fundamentam as bases métricas de tudo o que pode ser medido. A noção de massa, por exemplo, define-se não apenas como um elemento primitivo de uma experiência imediata e puramente direta, mas num corpo de noções racionais. Newton é o principal precursor deste racionalismo científico, que tem a pretensão de ir além da física da balança, e de outros instrumentos puramente empíricos, para atingir, um grau maior, no conhecimento dos próprios fenômenos, fomentando o surgimento da sua mecânica racional. E, não se trata de ultrapassar as barreiras empíricas, numa necessidade de simplificar o fenômeno em algo puramente racional, mas, procurar um maior esclarecimento do fenômeno, enriquecendo-o. Newton consegue isso, quando define, por exemplo, a massa como o quociente da força pela aceleração. Percebemos os conceitos de massa, força e aceleração em perfeita harmonia, numa relação racional, analisada pelas leis racionais da aritmética.

Entretanto, na opinião de Bachelard, para interpretar, no sentido realista, a correlação das três noções de massa, força e aceleração, é preciso ir além do realismo das coisas para o realismo das leis, obrigando-nos a admitir duas ordens de realidade: o realismo sobre entidades e o realismo sobre leis.

A partir do momento em que se definiram em correlação as três noções de força, de massa, de aceleração, realizou-se imediatamente um afastamento em relação aos princípios fundamentais do realismo, dado que qualquer destas três noções pode ser apreciada através de substituições que introduzem ordens realísticas diferentes. (BACHELARD, 1978, p. 17).

Esta ordem epistemológica complica-se mais ainda com a era da Relatividade, no início do século XX, principalmente a partir dos estudos de Albert Einstein, que abre o racionalismo essencialmente fechado nas concepções newtonianas e kantianas, pois, constata-se, que a noção de massa tem uma estrutura funcional “interna”, ao passo que todas as noções anteriores, eram, de certo modo, “externas”. A Relatividade descobre que a massa, antes definida como absoluta e independente no espaço, é na verdade uma função complicada da velocidade – a massa de um objeto passa a ser relativa ao

²² (*Notionnels*), bases nocionais que fundamentam a estrutura das coisas, permitindo estabelecer a correspondência entre as noções e a medida das coisas. “Tudo o que se mede, deve e pode depois apoiar-se nestas bases métricas”. (BACHELARD, 1976, p. 41).

deslocamento deste objeto – e é impossível definir a massa de forma tão simples como fazia a dinâmica newtoniana. Neste sentido, o realismo tradicional torna-se condicional; ele admite um realismo das coisas e dos fatos, e um realismo das leis, sendo que, agora, ele vai fragmentar o realismo das leis em uma realidade idealista ou teórica. E a hierarquia destas realidades (dos fatos e das noções) só existe na medida em que a racionalidade tenta impor seu domínio tentando separar e organizar os conceitos que analisa. De fato, como veremos adiante, Newton está persuadido que existe uma realidade verdadeira das leis naturais, e que o homem é capaz de perceber essas leis pelos métodos da filosofia da ciência ou conforme ele mesmo, da “filosofia natural”²³.

Contudo, a definição de “filosofia da ciência” que pretendemos chegar, é de uma filosofia aberta, sem preconceitos, consciente de um espírito e ações, que se fundam, na medida em que trabalham sobre o desconhecido, sempre com a disposição de encontrar na realidade aquilo que contradiz conhecimentos anteriores. Newton é um grande, se não o maior, expoente desse novo espírito científico, que busca uma ‘transcendência experimental’²⁴. Ele é o grande responsável à objeção que impõe uma leitura necessariamente sensível do conhecimento científico, à objeção que pretende reduzir “a experimentação a apenas a leitura física dos fenômenos, negligenciando a leitura teórica” (BACHELARD, 1976, p. 16). Assim, não é nenhum absurdo dizer que a experiência, nas ciências físicas, tem um além, uma transcendência, que ela não está fechada sobre si própria. Isto é claramente exposto por Bachelard, quando afirma que a razão não deve sobrevalorizar uma experiência imediata, mas deve pôr-se em equilíbrio com a experiência, de modo a construir uma estrutura mais rica, naquilo que ele chama de “filosofia do não”. Deste modo, o racionalismo que explica ou informa uma experiência, deve estar de aceite com esta abertura, deve permitir esta transcendência empírica. Bloqueio que a ciência tradicional, pré-newtoniana, insistiu em adotar, mas que a cultura científica de Newton e seus contemporâneos determinaram mudanças

²³ Uso o termo “filosofia natural”, em relação ao termo “filosofia da ciência” aqui, onde normalmente usar-se-ia apenas “ciência”, ou “ciência moderna”, não em sentido tradicional, de uma investigação filosófica a respeito dos limites, possibilidades e conexões do conhecimento científico, mas para deixar clara a hipótese que subjaz esta pesquisa, a saber, que toda a investigação científica em geral, e a de Newton em especial, é também investigação filosófica, pois traz consigo pressuposições e posicionamentos sobre a realidade e o conhecimento que não podem ser justificados pelos métodos empírico-racionais da ciência e, no caso de Newton, muitas vezes, trazem também, como se espera de um texto filosófico, a exposição, argumentação e justificação destes posicionamentos. Sobre este aspecto, ver (JANIAK, 2008).

²⁴ Com efeito, esta expressão não é exagerada para definir a ciência instrumentada como uma transcendência da ciência de observação natural.

profundas nesta forma de pensamento científico, estabelecendo novas bases para o que ficou conhecido como “o novo espírito científico”.

2. A METODOLOGIA DE NEWTON

Na modernidade, a filosofia mecânica compreende que a única forma de garantir a certeza de algo é dispô-lo matematicamente. Propõe a redução da natureza às categorias matemáticas e, deste modo, conforme Galileu, decifrar o “alfabeto com que Deus escreveu o universo”. A outra corrente, a filosofia empírica, argumentando sobre a capacidade humana diante da diversidade das coisas da realidade, propõe grandes sistemas coerentes com a realidade empírica, cujo experimento criterioso é fundamental para o estabelecimento de verdades ou conceitos acerca dessa realidade. A metodologia newtoniana, o uso de tecnologias ²⁵ na busca pelo conhecimento dos fenômenos da natureza, não negava esta ou aquela disciplina, simplesmente, por divergirem em seu método, mas, como disciplinas que podiam andar juntas, pois seus métodos almejam se aproximar do verdadeiro conhecimento. O talento e o discernimento experimental de Newton ajudaram-no em uma completa compreensão, bastante clara, do método e do sentido de investigação, que o novo pensamento científico exigia. Durante quase um século de matemática, mecânica, astronomia e ótica, e de que este século esteja repleto de grandes gênios em cada um destes campos, atestaram o gênio poderoso de Newton e de que este gênio estivesse pronto para realizar as suas próprias descobertas. Aliás, o próprio Newton, certa vez, assinalou que, “se eu vi mais adiante [do que outros homens], foi porque me ergui por sobre os ombros de gigantes” ²⁶. Serviu-se de um método necessário para reduzir os maiores fenômenos de todo o universo da matéria a uma simples lei matemática. A filosofia da ciência de Newton desfruta de uma especial posição, por ter-se tornado uma autoridade equiparada somente à de Aristóteles, numa época caracterizada, principalmente, pela rebelião contra a autoridade da igreja. Podemos encontrar, em vários trechos de sua obra, Newton relatando o modelo do

²⁵ Entendemos tecnologia como o uso de qualquer método ou técnica evolutiva que caracteriza a criatividade humana, seja acerca de um conhecimento empírico, como os cientistas, ou acerca de um conhecimento metafísico como os filósofos – o uso simultâneo de métodos ou tecnologias em busca de um conhecimento mais verdadeiro, acerca de algo em comum, determinado a conhecer, não significa uma contraposição de métodos, uma anulação de um ao outro, e que não podem ser pensados e usados juntos, mas que contribuem e enriquecem a construção de um conhecimento mais apurado acerca das coisas quando fazemos uso de mais métodos do que apenas só um.

²⁶ Num ensaio intitulado *A note on science and democracy* (“Nota sobre ciência e democracia”), Robert King Merton menciona uma observação de Isaac Newton: “Se me foi possível enxergar mais longe, foi por estar nos ombros de gigantes.” Acrescentou uma nota de rodapé esclarecendo que “o aforismo de Newton é uma frase padronizada que encontrou repetida expressão a partir do século XII”. De fato, não encontramos essa frase nas obras de Newton, entretanto, é consenso, entre os historiadores e a comunidade científica, que de fato o Newton proferiu essa frase.

método utilizado por sua mente para realizar seus desempenhos brilhantes na filosofia natural, e algumas outras declarações, muitas vezes, vagas, a respeito de seu método, que requerem trabalhosas interpretações, e um rigoroso estudo de sua biografia. Seus escritos sobre método, todavia, são superiores aos seus pronunciamentos metafísicos, fato natural, em vista do seu interesse na estrutura científica e da herança que herdou de seus antecessores. Analisemos como ele descreve seu método para que seja necessária uma apreciação de sua influência ao surgimento da metafísica newtoniana.

2.1 O aspecto empírico: a mecânica geométrica

O realismo científico de Newton tem interesse principal na matéria: o conjunto de fenômenos do movimento será objeto de estudo para ele, que, prosseguirá com as descobertas das forças, de onde em seguida, serão tomadas demonstrações referentes a outros movimentos. Deste modo, o seu método busca tanto o estudo dos fenômenos observados na natureza quanto a descoberta de seus significados verdadeiros pelo método experimental e verificado, ou seja, acompanhado passo a passo de um processo explanatório. Segundo Edwin A. Burt, não havia em seu pensamento certezas *a priori*, do tipo da que Kepler, Galileu, Descartes, Espinoza e, especialmente Leibniz acreditavam, de que o mundo é retidamente matemático e racionalista e que seus segredos podem ser desvendados por métodos não empíricos. Leibniz e sua teoria sobre as mônadas, expostas em sua obra **A monadologia**, presume que as mônadas são elementos máximos na constituição do universo, construindo uma filosofia racionalista²⁷. Desse modo, Leibniz aponta certa primazia a um mundo racionalista, buscando a prioridade desse aspecto em suas investigações acerca da natureza. Talvez, racionalistas como Leibniz, pequem, por um lado, ao tentar compreender a natureza e seus fenômenos – compreender aquilo que é empírico – a partir daquilo que é puramente não empírico. Já Newton nunca ascendeu aos seus conceitos de Verdade sem antes admitir qualquer grau de sinceridade que aquele revelado pela sua própria prática²⁸. Deixou bastante claro, nas suas obras, especialmente em *Principia*, que não fazia como cientista “especulações ou conjecturas infundadas”, sem ter a comprovação empírica destas

²⁷A razão representa uma realidade ontológica, extrínseca ao homem, de modo que as ideias em relação a natureza podem ser alcançadas independentemente da experiência (LEIBNIZ, 1974).

²⁸Significa que o campo principal com que Newton estava realmente preocupado era o campo empírico. A aceitação de um método não empírico servia-lhe, exclusivamente, para tentar elucidar, de forma mais precisa quanto possível, os fenômenos; ele não estava preocupado com um conhecimento que não tivesse o seu valor demonstrado nos fenômenos.

conjecturas. Várias passagens explícitas na Questão 31 da **Óptica** ressaltam a matéria como o objeto de seus estudos, mecanismo necessário para a interpretação e explicação das leis da natureza. O grande questionamento que fazia em seus escritos era como as partículas sofriam ou possuíam forças de atração e repulsão, questionamento respondido posteriormente com a ajuda da matemática – a gravidade. O mundo empírico era realmente o objeto principal de seus estudos, que precisava ser complementado e solidificado através da intervenção matemática, já que no processo empírico podia-se observar uma lei matemática em pura ação prática, confirmando o seu valor algébrico, suas deduções lógicas no processo empírico, ou seja, um método que se baseava na busca pelas causas de efeitos perceptíveis. Newton via na empiria seu verdadeiro interesse na filosofia natural, e este é, claramente, o espírito do Prefácio de *Principia*:

Gostaria que pudéssemos derivar o resto dos fenômenos da Natureza dos princípios mecânicos pelo mesmo tipo de raciocínio, pois, por muitas razões, sou induzido a suspeitar de que todos eles possam depender de certas forças pelas quais as partículas dos corpos, por algumas causas até aqui desconhecidas, ou são mutuamente impelidas umas em direção às outras e se ligam em formas regulares, ou são repelidas e se afastam uma das outras... mas espero que os princípios aqui expostos tragam alguma luz, seja a esse ou algum outro método mais verdadeiro de filosofar. (NEWTON, 2008a, p. 14).

Aqui, seu interesse principal é no conjunto dos fenômenos. Sua preocupação era precisamente com as entidades físicas – partir dos corpos, que por sua vez, são compreendidos em razão de forças – e, a matemática, servia-lhe apenas para comprovar a essência e a constituição dos corpos em razão da velocidade. Conforme Newton, é exatamente quando deduções de tais princípios levam a possibilidades distintas de certeza que os experimentos precisam ser empregados afim de que se chegue a uma conclusão mais correta. Para Galileu e Descartes a empiria só seria necessária para complementar o que a matemática deixava confuso. Para Newton, a matemática sem empiria, era mero jogo hipotético. A matemática deve moldar-se continuamente à experiência – sempre que se permitiam longas deduções de princípios, ele zelosamente insistia no caráter abstrato dos resultados até que se provassem fisicamente verificados – havendo uma clara distinção entre verdades matemáticas e verdades físicas²⁹.

²⁹ Desse modo, podemos deduzir Newton como certo empirista que aceita deduções matemáticas.

Portanto, Newton soube tratar dois importantes aspectos no desenvolvimento do seu método, o empírico e o experimental, como também o matemático e teórico e, se separarmos inteiramente os dois aspectos do seu método, teria de ser dito que seu critério fundamental era mais empírico que matemático. Por isso escrevia que não se interessava pela causa da gravidade, como escreveu a Bentley em 1692 ou 1693: “A causa da gravidade é o que não tenho a pretensão de saber, e, portanto, levaria mais tempo para considerá-la”. Newton continuou a pensar na causa da gravidade até o fim de sua vida, mas nunca de modo a ficar satisfeito com os fatos experimentais, tentando convencer-se que havia provas empíricas suficientes para demonstrar uma teoria definitiva, o que ficou claro que não havia. Embora fosse matemático, tinha muito menos segurança no uso do raciocínio dedutivo e mais exatidão no método empírico quando aplicado aos problemas da natureza – empregava a verificação experimental para a solução de qualquer questão apesar do título de sua maior obra ³⁰ (**Princípios matemáticos da filosofia natural**).

Em sua **Aritmética Universal** (inicialmente publicado em 1707), sugere que alguns problemas não podem ser apropriadamente traduzidos para a linguagem matemática, algo que seria absurdo para Galileu ou Descartes. Não é nenhum absurdo afirmar que a matemática era, para Newton, unicamente necessária para a solução de problemas apresentados pela experiência perceptível. Ele era pouco interessado em raciocínios matemáticos que não fossem destinados à aplicação de problemas físicos. No começo do primeiro parágrafo de *Principia* ele diz,

Já que os antigos (como nos diz *Pappus*) consideravam a ciência da mecânica da maior importância na investigação das coisas naturais, e os modernos, rejeitando formas substanciais e qualidades ocultas, têm se esforçado para sujeitar os fenômenos da natureza às leis da matemática, cultivei a matemática, neste tratado, no que ela se relaciona à filosofia. Os antigos consideravam a mecânica sob dois aspectos: como racional – a qual procede rigorosamente por demonstrações – e prática... A solução deste problema é exigida da mecânica, e seu uso é mostrado pela geometria; e é a glória da geometria que, a partir desses poucos princípios, trazidos do nada, seja capaz de exibir tantos resultados. Portanto, a geometria está fundamentada na

³⁰ Newton buscava não admitir definições acerca dos fenômenos que não pudessem ser comprovadas por experiências científicas. Mesmo que seus cálculos mostrassem maior probabilidade no resultado de determinadas questões relativas aos fenômenos, ele procurava não assumir esses resultados sem antes ter a comprovação deles pelo método experimental.

prática mecânica e não é nada mais do que aquela parte da mecânica universal que rigorosamente propõe e demonstra a arte de medir. (NEWTON, 2008a, p. 13).

Newton observa que, aquilo que é perfeitamente acurado, veio a ser chamado de geométrico; e o que é menos que acurado, mecânico. De fato, essas terminologias não são óbvias para o leitor contemporâneo. Ele quer dizer que a geometria, por ser a disciplina que lida com perspectivas e dimensões dos objetos, ocupa-se, justamente, com as formas dimensionais dos corpos (profundidade, altura e largura), ocupa-se com o formato físico das coisas. Deste modo, “descrever linhas retas e círculos constituem problemas, mas não problemas geométricos”³¹. A mecânica racional (matemática) é quem fornece a solução destes “problemas”, ela lida justamente com as medidas ou símbolos algébricos da mecânica geométrica (física) e, apenas quando solucionados esses “problemas”, que o seu uso é mostrado. A geometria é, portanto, para Newton, a representação da prática mecânica, não no que demonstra e a arte de medir, mas uma vez que as artes manuais versam particularmente sobre movimentos de corpos, ocorre que a geometria é comumente referida às suas magnitudes, e a mecânica aos seus movimentos. É nesse sentido, que a mecânica racional será a ciência dos movimentos matemáticos resultantes de quaisquer forças no mundo empírico e geométrico, a ênfase empírica e prática, aqui, é central, pois, a geometria é parte da “mecânica universal”, ou seja, os outros ramos da mecânica, juntos, compreendem uma única ciência dos movimentos dos corpos, ciência esta que originalmente é desenvolvida em resposta a necessidades práticas.

Nesse sentido, a mecânica racional será a ciência dos movimentos que resultam de quaisquer forças, e das forças exigidas para produzir quaisquer movimentos, rigorosamente propostas e demonstradas. (NEWTON, 2008a, p. 14).

2.2 O Aspecto matemático: a mecânica racional

Para importantes pesquisadores de Newton, como Burt, Koyrè e Westfall, é óbvio que ele era tão ativamente empírico, quanto matematicamente capaz. Newton

³¹ Não constituem problemas geométricos porque linhas retas e círculos são abstrações da mente e, neste sentido, não existem fisicamente. Apenas os corpos na natureza são geométricos porque esses apresentam dimensões de profundidade, altura e largura, características ausentes nas noções puramente abstratas.

acredita que a verdadeira metodologia da ciência consiste em observar os fenômenos da natureza, e daí, verificar e explicar o movimento desses fenômenos e, enquanto leis matemáticas exatas puderem ser descobertas, ótimo. A matemática é uma ferramenta, e se ela não der conta de explicar algum movimento, então teremos que expandir ainda mais a nossa ferramenta e compreender melhor o movimento nos fenômenos. Ou ainda, teríamos a alternativa de contentarmo-nos com algum outro método, que não o da matemática, o que com certeza para Newton seria menos seguro.

Em *Principia*, ele escreve em seu prefácio aquilo que poderíamos chamar de primeiro aspecto do seu método matemático:

E, portanto, ofereço este trabalho como os princípios matemáticos da filosofia, pois toda a essência da filosofia parece constituir nisso – a partir dos fenômenos de movimento, investigar as forças da natureza e, então, dessas forças demonstrar os outros fenômenos; e para esse fim dirigem-se as proposições gerais no primeiro e no segundo Livros. No terceiro Livro, dou um exemplo disso na explicação do Sistema do Mundo; pois, pelas proposições matematicamente demonstradas nos Livros anteriores, no terceiro derivo dos fenômenos celestes as forças de gravidade com as quais corpos tendem para o Sol e para os vários planetas. Então, dessas forças, por outras proposições que também são matemáticas, deduzo o movimento dos planetas, dos cometas, da Lua e do mar. (NEWTON, 2008a, p. 14).

Gostaria que pudéssemos derivar o resto dos fenômenos da Natureza dos princípios mecânicos pelo mesmo tipo de raciocínio, pois, por muitas razões, sou induzido a suspeitar de que todos eles possam depender de certas forças. (NEWTON, 2008a, p. 14).

Estes dois trechos nos revelam o campo o qual Newton direciona seus esforços intelectuais: o seu objetivo de tentar compreender os fenômenos existentes na natureza, precisamente, o conjunto de fenômenos de “movimento”. O movimento será o objeto de seus estudos, que prosseguirá com a descoberta das forças ³² (gravidade), e que em seguida, serão demonstrados outros movimentos por eles confirmados por explicações matemáticas. Era seu desejo “que pudéssemos derivar o resto dos fenômenos da Natureza dos princípios mecânicos” (NEWTON, 2008a, p. 14), reduzir todos os fenômenos da natureza à linguagem fundamentalmente matemática, talvez porque

³² Definidas por Newton, naturalmente, como a causa de todas as mudanças de movimento.

acreditasse que os fenômenos são fundamentados por uma força divina. Esta concepção surge quando Newton suspeita que todos os corpos dependam de certas forças, e que estas determinam sua estrutura interna e sua relação com outros corpos. Uma dedução das forças a partir de certos movimentos, e as demonstrações de outros movimentos a partir das forças assim conhecidas. Percebemos que a matemática surgia para representar a força por trás dos fenômenos, apenas por considerações metodológicas, como forma metodológica de decodificar racionalmente os fenômenos da natureza. Pois, tendo sua invenção do cálculo fluxionário ³³ lhe suprido de um instrumento cujas representações não podiam ser inteiramente representadas geometricamente ou empiricamente, seria preciso apor símbolos matemáticos para representarem todas as propriedades fenomênicas, como a direção do movimento e da força, e a posição, brilho e nitidez das imagens óticas, reduzindo, de certo modo, o conteúdo desses fenômenos à matemática. Em **Aritmética universal** Newton trata da linguagem matemática aplicando-a somente a questões que envolvem relações quantitativas; representações da linguagem natural. Surge a necessidade de classificar a força dentro um sistema matemático para que este símbolo represente nos cálculos a constante da gravidade ou de outras forças que caracterizam os fenômenos. Na sua concepção de método, para ter sucesso neste seu objetivo, Newton, de fato, nunca ascendeu a qualquer grau mais alto que aquele revelado pela sua própria prática. Mas, como estudamos no capítulo anterior, a matemática, aliada a experiência, não diminui a certeza empírica, mas explica-a e a fortalece, é uma ferramenta preciosa demais para deixar de fora. No trecho “demonstrar os outros fenômenos” Newton logo sugere o lugar específico da matemática no seu método, cuja importância, ele próprio evidencia, ao escolher o título da obra – ***Mathematical Principles of Natural Philosophy***.

Outro aspecto fundamental é o simbolismo que a matemática fornece aos estudos dos fenômenos, pois, uma vez que, Newton se propõe a lidar com a mecânica e a ótica algebricamente, seria preciso introduzir símbolos para representar todas as suas propriedades, como a direção do movimento, da força, e a posição, brilho e nitidez das imagens óticas, reduzindo essas características à linguagem matemática. A matemática

³³ Evidências mostram que Newton foi o primeiro a estabelecer o método geral chamado *theory of fluxions* (STRUIK, 1948) apesar de alguns estudantes de Leibniz afirmarem a autoria do mestre ao cálculo. Deixando a discussão acerca da criação do cálculo de lado, Newton e Leibniz abordaram de forma inovadora o problema de tangentes e curvas, tentando encontrar uma curva representativa da trajetória descrita por um móvel que ao deslocar-se de um ponto para outro gastasse o menor tempo possível.

surgia para ajudar a lidar com as questões, para que claramente elas sejam analisadas através dos fenômenos, comparando as quantidades neles envolvidas, podendo supor quaisquer quantidades, que, com cuja ajuda, é possível chegar às equações.

Outro aspecto matemático no método newtoniano, é que a matemática compreendia justamente aquilo de mais essencial nos fenômenos, o que representava o conhecimento *a priori* de um fenômeno, ou uma representação “metafísica” dos fenômenos³⁴, tinha o papel principal, conferido por Newton, para atuar na filosofia natural e alimentar sua esperança de conseguir explicar todos os fenômenos matematicamente pela “mecânica racional”. Em **Aritmética universal**, encontramos de maneira bastante resumida esta função da aritmética e da álgebra, como ciências matemáticas fundamentais porque são capazes de compreender, ou ao menos se ocuparem, com a fundamentação ou causa primeira dos fenômenos, que se desenvolvem em reação computadas matematicamente.

Por fim, encontramos em **Óptica**, breves indicações de uma concepção um tanto mais geral do método matemático. Newton estende os limites da ótica matemática através da aplicação do método matemático aos fenômenos das cores, tendo-o conseguido encontrando as separações de raios heterogêneos e suas diversas misturas e proporções em cada mistura, pois, é pela determinação matemática, de todos os tipos de fenômenos de cores, que é possível descobrir as separações de raios heterogêneos, suas várias combinações e proporções³⁵. Ao final do primeiro livro, ele resume suas conclusões afirmando o resultado de sua precisa determinação experimental das qualidades de refrangibilidade e reflexibilidade, “a ciência das cores torna-se uma especulação tão verdadeiramente matemática como qualquer outra parte da ótica”. Sua determinação de reduzir outro grupo de fenômenos a fórmulas matemáticas ilustra, novamente, o papel fundamental e metafísico desta disciplina no seu trabalho.

³⁴ Este termo evidencia o sentido de metafísica segundo Aristóteles em **Metafísica**: a disciplina chamada de “filosofia primeira” que se ocupa com as essências ou substâncias. Para Newton, a matemática era capaz de representar aquilo de mais essencial e teórico nos fenômenos, como uma força ou energia, uma causa primeira ou substancial. Os fenômenos são fundamentados por princípios de movimento, o qual fundamenta os próprios fenômenos, iniciando seu desenvolvimento, cabendo à matemática a representação do início e do desenvolvimento desses movimentos.

³⁵ Em **Óptica** encontramos o argumento de Newton de que as cores serão formadas de quaisquer outras combinadas em qualquer proporção desejada.

2.3 Aspectos filosóficos: *hypothesis non fingo*³⁶

No final da Questão 31 de **Óptica**, Newton aponta alguns problemas de metodologia e a maneira de realizar e interpretar experimentos, formulando uma série de regras aos procedimentos da “filosofia natural”. Seus feitos científicos não se destacaram apenas por seus resultados obtidos, mas como provas de validade de seu método, o qual se tornou rapidamente em modelo exemplar da investigação científica.

Como na matemática, assim também na filosofia natural, a investigação de coisas difíceis pelo método de análise deve sempre preceder o método de composição. Esta análise consiste em fazer experimentos e observações, e em traçar conclusões gerais deles por indução, não se admitindo nenhuma objeção às conclusões, senão aquelas que são tomadas dos experimentos, ou certas outras verdades. Pois as hipóteses não devem ser levadas em conta em filosofia experimental. (NEWTON, 1991, p. 204).

De certo, Newton proclama certa advertência às hipóteses, por serem intelectualmente indigeríveis se tomadas isoladamente, no entanto, o leitor de sua obra deve estar familiarizado com o real valor que ele atribuía às hipóteses, um valor menos pejorativo. Algumas das teorias contempladas por Newton, como a teoria da matéria, eram necessariamente hipotéticas³⁷, portanto, o estudante newtoniano parece encontrar no próprio pensamento de Newton instruções para que só leve em consideração um sistema científico que procura abstrair as hipóteses de seus argumentos, e observa que algumas das realizações de Newton no campo da mecânica racional continuam incompletas, não se sustentam por comprovação empírica ou matemática, mas se sustentam como meras hipóteses científicas – será que não podemos de forma alguma instaurar o conhecimento científico em algumas das doutrinas de Newton? Vale ressaltar que não nos interessa examinar o uso de Newton das palavras “hipótese” ou “doutrina”, muito menos discutir o fracasso de suas doutrinas, objetivando as incongruências percebidas em seu pensamento, nem tampouco tentar estabelecer a sua doutrina como verdadeira essencialidade. Interessa-nos apenas assinalar a postura meramente metodológica e científica de ataque às hipóteses; certo temperamento que o

³⁶ É uma famosa expressão em latim usada por Newton no prefácio da segunda edição de *Principia* que significa “Não admito hipóteses”.

³⁷ Qualquer teoria da matéria contemplada por Newton era necessariamente hipotética porque a causa da força atuante entre partículas de corpos era desconhecida por experiência científica. (COHEN & WESTFALL, 2002, p. 102).

cientista tem em julgar as novas “doutrinas” de forma mais profunda, tentando ultrapassar o nível de hipótese.

Devemos esperar de Newton uma forte insistência na necessidade do experimento e conclusões sobre os fenômenos da natureza que não fossem deduções, mas experimentos de fenômenos perceptíveis ou verificáveis exatamente pela experiência, exatamente emergentes a partir das hipóteses ou deduções lógicas, pois, observamos no corpo principal de seus tratados certa polêmica constante contra “hipóteses”, mas não deste tipo.

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... Esta regra deve ser seguida para que o argumento da indução não se perca em hipóteses. (NEWTON, 1991, p. 166).

Esta passagem foi acrescentada por Newton na segunda edição do Livro III, chamado “Do sistema do mundo” em *Principia* talvez para responder as críticas às hipóteses pejorativas. Encontramos em sua fase inicial, na época de seus primeiros experimentos óticos, esta polêmica acerca das hipóteses, principalmente por causa de suas discussões intelectuais com Hooke, que o criticava e dizia que algumas de suas descobertas não passavam de meras hipóteses. Mas, em uma carta a Hooke, Newton sustenta a hipótese na medida em que declara o adiamento delas até que leis experimentais acuradas fossem estabelecidas por um estudo mais apurado. Depois que as propriedades e leis são finalmente estabelecidas experimentalmente, todas as hipóteses proferidas e, que não estejam de acordo com elas, devem ser rejeitadas. Na verdade o interesse de Newton se concentra nas propriedades e leis experimentais demonstráveis a partir dos fatos, “e estas ele insistiu em distinguir, de forma absoluta, das hipóteses” (BURTT, 1991, p. 173) pejorativas. Segundo alguns biógrafos de Newton, ele ficava bastante irritado quando sua doutrina da refrangibilidade da luz, por exemplo, era chamada de hipótese neste sentido.

Parecia conter nada mais que certas propriedades da luz, que eu descobri e não vejo dificuldade em provar; e se eu não as tivesse percebido como verdadeiras, teria preferido rejeitá-las como fúteis, como especulação sem

importância, a ter de reconhecê-las como minhas hipóteses. (NEWTON, 1779-85, p. 318 e seg. Em: BURTT, 1991, p. 173).

A eficiência de Newton para determinar a verdade propõe uma perfeita enumeração dos modos, pelos quais, os fenômenos podem ser explicados, caso contrário não poderia explicar os fenômenos. O método consiste em deduzir do experimento modos para buscar as propriedades das coisas, sendo necessário suspender todas as objeções, tomadas das hipóteses, que não fossem comprovadas empiricamente – mostrar a insuficiência dessas indagações a partir dos experimentos assinalando as imperfeições e correções das conclusões delas tiradas ou produzir outros experimentos, que contradigam, se puder, estas hipóteses. Deste modo, Newton, de forma alguma, se absteve das especulações hipotéticas, mas tentou manter clara a distinção entre tais sugestões e seus resultados experimentais exatos. Revelou a possibilidade de esperança, ao apreciar a distinção fundamental entre hipótese e lei experimental e, com o passar dos anos, depois da sua fase inicial com experimentos óticos, já em *Principia*, e todos os trabalhos subsequentes, sentiu-se forçado à convicção de que o único método seguro era banir inteiramente as hipóteses da filosofia experimental, confinando-se apenas, às propriedades e leis descobertas e verificadas com exatidão, talvez porque estivesse cansado de uma disputa atrás da outra a respeito da natureza e validade de suas doutrinas, por parte de outros pensadores, que insistiam em criticá-lo. Em *Óptica* podemos encontrar algumas extensas especulações – algumas nunca solucionadas – mas ele as excluiu do corpo principal do trabalho, propondo-as, simplesmente, como indagações para a condução de maiores pesquisas experimentais.

Mas até aqui não fui capaz de descobrir a causa dessas propriedades da gravidade a partir dos fenômenos, e não construo nenhuma hipótese; pois tudo que não é deduzido dos fenômenos deve ser chamado uma hipótese. E as hipóteses, quer metafísicas ou físicas, quer de qualidades ocultas ou mecânicas, não têm lugar na filosofia experimental. Nessa filosofia as proposições particulares são inferidas dos fenômenos, e depois tornadas gerais pela indução. Assim foi que a impenetrabilidade, a mobilidade e a força impulsiva dos corpos, e as leis dos movimentos e da gravitação foram descobertas. (NEWTON, 1991, p. 170).

Devemos desconsiderar todas as hipóteses de Newton por acreditarmos no seu *hypotheses non fingo*? É claro que não. Pois temos que admitir que toda vez que

Newton sugeriria um mecanismo apropriado para explicar certos fenômenos, ele não acreditava que esse era necessariamente o único e verdadeiro mecanismo. Além do mais, o leitor de sua obra percebe Newton dizendo algo questionável, sem certeza ou confirmação científica, e neste caso, o leitor presume que mesmo que ele não tenha a confirmação científica de alguma doutrina ele está convencido de que ela não é uma hipótese, mas um método apurado para reconhecer leis experimentais, ora comparando-a com outras hipóteses ora deduzindo conceitos – ora ele distingue entre “minha hipótese” e “a de vocês”, ou a de Hooke, ou a de Huygens, ou a de Leibniz – noutras vezes percebemos ele discutindo diretamente hipóteses contraditórias. Qualquer ideia que Newton pudesse ter sobre a estrutura da matéria ou as causas mecânicas dos fenômenos deveria partir do campo das hipóteses. A menos que classifiquemos tais ideias como meros pensamentos emprestados ou derivados de outros como Gassendi, podemos classificá-las como produtos, em linhas gerais, de uma metafísica newtoniana da natureza guiada por inferências bem precisas, porém, sempre definidas a partir dos fenômenos da física. Há muitas passagens longas em que Newton era franco a respeito das hipóteses, e deixava bastante claro o conceito que ele remetia as hipóteses ou, como ele a chamava, “a base plausível de suspeita” de que os raios de luz refratados se curvavam.

Não levo a mal que o reverendo padre chame minha teoria de hipótese, pois ele ainda não apreendeu. Mas eu havia proposto de um ponto de vista diferente, no qual ela parecia não abarcar nada senão algumas propriedades da luz, que penso poderem ser facilmente demonstradas depois de serem descobertas, e as quais, se não as soubesse verdadeiras, eu preferiria repudiar como especulações vazias e ociosas a reconhecer como hipóteses minhas... propriedades... em certa medida, passíveis de ser esclarecidas não apenas por esta [a hipótese da luz], mas por muitas outras hipóteses mecânicas. (NEWTON, carta ao padre Pardies. Em: (HALL, A. R. / HALL, M. B., 2002, p. 103).

Com esses esclarecimentos, devemos absolver Newton da acusação de haver aceito em sua filosofia certos princípios não científicos, pois, sua linguagem defensiva, deve dissuadir de qualquer reclamação desse tipo. São essas suposições especulativas sobre a estrutura do universo que tornam sempre possível reduzir seus fenômenos a leis, especialmente leis matemáticas. E, devido à base teológica ser uma visão marcante na sua visão científica, talvez seja provável que ele tivesse respondido, substancialmente,

como Descartes, a várias dessas hipóteses ainda não definidas experimentalmente³⁸ (algo que jamais saberemos com certeza), porém, nos seus parágrafos estritamente científicos, a ênfase é dominadoramente em favor do seu caráter tentativo, ou seja, mesmo que esteja intuindo a resposta de uma determinada questão, ele não divulgava em público e nem a assumia completamente, porque não conseguia prova-las empiricamente. Para ele, não dispomos de qualquer garantia metafísica contra o aparecimento de exceções a, até mesmo, nossos princípios adotados com a maior segurança; para Newton o empirismo ainda é o supremo teste.

2.4 O *modus operandi*³⁹: a união entre filosofia e ciência

Um cuidadoso exame das obras de Newton revela de imediato uma constante esperança de que os fenômenos da natureza sejam reduzidos à linguagem formalmente matemática. Uma completa e rara declaração desta afirmação pode ser encontrada em sua carta a Henri Oldenburg⁴⁰, em resposta aos ataques de Hooke ao seu “ataque às hipóteses”.

Em último lugar, eu deveria tomar conhecimento de uma expressão casual, que sugere uma certeza maior que eu jamais prometi nessas coisas, *a saber, a certeza das demonstrações matemáticas*. Eu realmente disse que a ciência das cores era matemática e tão certa como de qualquer outra parte da óptica; mas quem não sabe que a óptica, como muitas outras ciências matemáticas, depende tanto das ciências físicas como de demonstrações matemáticas? E a certeza absoluta de uma ciência não pode exceder a certeza dos seus princípios. Ora, a evidência pela qual enunciei as proposições das cores deriva de experimentos, e é, portanto, física: por conseguinte, as próprias proposições não podem ser avaliadas como mais que princípios físicos de uma ciência. E se aqueles princípios forem tais que com base neles um matemático possa determinar todos fenômenos de cores que podem ser causados por refrações..., suponho que a ciência das cores será considerada

³⁸ Como veremos adiante, no capítulo dedicado as questões de Deus, Newton estava convencido, mesmo não tendo provas empíricas, da existência de um Deus que criou a natureza e dotou-a de razão. O estudante de Newton, de certo modo subentende, que toda a sua filosofia natural, de certo modo, parte da esperança de comprovar a existência desse Deus.

³⁹ Expressão em latim, utilizada pelos historiadores da filosofia e da ciência, para designar o “modo de operação” de determinado pensador. Seria a maneira de executar determinada tarefa, seguindo sempre os mesmos procedimentos.

⁴⁰ H. W. Turnbull, J. F. Scott, A. Rupert Hall e Laura Tilling editam, entre 1959 e 1977, algumas das mais relevantes correspondências de Isaac Newton em sete volumes. Nesta, especificamente, Newton comenta a Henry Oldenburg sobre sua resposta a Robert Hooke acerca da chamada “hipótese da luz”.

matemática, e tão exata quanto qualquer parte da óptica. (NEWTON, 1779-85, p.342. Em: BURTT, 1991, p. 176).

Observamos nesta passagem o quanto é evidente a esperança de Newton em alcançar, através de sua metodologia, um grau mais alto do que aquele revelado pelas experiências. Suas proposições acerca das cores derivam de experimentos, que transformam as proposições em princípios da ciência, de tal modo, que podem delas sofrer demonstrações matemáticas de todos os fenômenos de refração de cor. Depois da análise empírica do fenômeno, segue-se a indução de um argumento, resultante da conclusão do fenômeno parcialmente comprovado, o qual é exposto sob uma conclusão geral. As proposições acerca das cores derivam de experimentos e se transformam em princípios da ciência, de tal maneira que é possível fazer demonstrações matemáticas de todos os fenômenos de refração da cor. Entretanto, se posteriormente ocorrer uma exceção proveniente dos experimentos, ela deve ser declarada de acordo com as exceções que ocorreram. Newton está persuadido que desta forma de análise podemos proceder dos compostos para os ingredientes, e dos movimentos para as forças que os produzem, e dos efeitos para suas causas e das causas particulares para as mais gerais, até que o percurso do argumento termine na sua forma mais geral. Este é o método de análise newtoniano empírico-matemático; é deste modo que se realizou o sucesso de suas descobertas científicas – presumir que estão descobertas as causas, estabelecer os princípios, e a através deles explicar os fenômenos daí provenientes.

É justamente na experiência, que conceitos matemáticos podem ser observados na prática. O método experimental-matemático de Newton, seu *modus operandi*, parece almejar justamente esta relação entre experiência e matemática, o que é bastante claro em seus escritos. Partir com a simplificação dos fenômenos por experimentos, para que suas características quantitativas variáveis possam ser apreendidas e definidas precisamente através da matemática. Em seguida, torna-se necessária a elaboração matemática de tais proposições, geralmente com o auxílio do cálculo, de tal forma que a operação desses princípios, em quaisquer quantidades ou relações em que possam ser encontrados, possa ser expressa matematicamente. Por fim, sugerir, nos casos em que a natureza de tais causas adicionais permaneça obscura ou ilógica, uma expansão do nosso presente aparato matemático, para lidar com elas mais eficazmente. Assim, a partir dos experimentos, devemos descobrir as características, e conseqüentemente, ter nossas conclusões verificadas a fim de aprofundar o conhecimento exato. O seu

propósito é responder a exigência que os fenômenos impõem, é se certificar das quantidades e propriedades da força de atração entre os corpos a partir dos fenômenos e descobrir princípios que, de maneira matemática, possam explicar o fenômeno mais elaboradamente. Ele admite no Livro III de *Principia* a impossibilidade da observação direta e imediata de cada detalhe, por isso, a matemática surge para evitar todas as questões a respeito dos fenômenos da natureza ou qualidades das forças, surge, justamente, para não determinar esta ou aquela teoria como mera hipótese.

Ora, se quisermos interpretar, no sentido realista, a correlação entre as noções de força, massa e aceleração, é preciso ultrapassar o realismo das coisas e mergulharmos no realismo das leis naturais, enquanto entidades teóricas que existem de fato na natureza, o que nos força a presumir duas formas de realidade: a realidade das entidades e a realidade das leis gerais. Essa divisão ontológica estabelece a relação fundamental da dinâmica entre leis naturais e corpos no pensamento newtoniano. Isso, porque, se Newton admite uma realidade das leis, significa a admissão de que as teorias aceitas são verdadeiras na realidade, independentemente do que sabemos sobre as entidades físicas, tornando à mecânica verdadeiramente racional. Contudo, será que podemos inferir que os princípios racionais são hierarquicamente designadores da realidade fenomênica? Na mecânica racional de Newton podemos! De fato, encontramos apenas poucas passagens em sua obra, que merecem cuidadosas interpretações, que o classificam como um ‘realista sobre leis’⁴¹. Além do mais, é mais conveniente para nós (contemporâneos) essa discussão, visto que esses conceitos foram definidos apenas em uma época posterior a Newton, e como dissemos, é raro encontrarmos em suas obras um esclarecimento preciso acerca dessa questão. Uma passagem do final de *Óptica* ilustra justamente a realidade existente das leis naturais.

Considero esses princípios (gravidade, fermentação, coesão, etc.), não como qualidades ocultas, que se supõe resultar das formas específicas das coisas, mas como leis gerais da natureza, em virtude das quais as coisas são formadas, a verdade deles aparecendo para nós pelos fenômenos, embora

⁴¹ Não achamos exagero essa definição, tendo em vista a nossa interpretação da aceitação de Newton de que as leis gerais existem em uma realidade natural, independente, e que participam da constituição dos fenômenos. Uma abordagem que vai nesta direção, mas um pouco menos radical, foi classificada contemporaneamente (HACKING, 1983, p.27) com o rótulo de realismo de teorias, em oposição ao realismo de entidades. O realismo de teorias considera que as teorias científicas serão verdadeiras ou falsas, independentemente do nosso conhecimento. Há, portanto, nesta classificação, um grau de realidade e independência para as teorias/leis científicas que parece aproximar-se da concepção que defendemos para Newton.

suas causas ainda não estejam descobertas. Pois estas são qualidades manifestas, e apenas suas causas estão ocultas. (NEWTON, 2002, p. 290).

Neste trecho encontramos claramente a afirmativa de princípios ativos, como os da gravidade, não como “qualidades ocultas”, mas leis naturais que existem em determinada realidade natural e que fundamentam as qualidades manifestas. Newton admite o realismo das leis naturais, uma vez que os fenômenos precisam se fundamentar em leis para se desenvolverem no espaço e no tempo. E como vimos anteriormente, para Newton, a matemática associa-se à experiência racionalizando-a, permitindo deduções formais, mostrando-se aberta a um campo de abstração indefinido, exprimindo-se nas mais diversas equações simbólicas. E a causa destas forças e leis naturais Newton atribuía a Deus. Percebemos assim que a mecânica racional conquista rapidamente todas as funções de um *a priori* Kantiano.

A mecânica racional de Newton é uma doutrina científica já dotada de um caráter filosófico Kantiano. A metafísica de Kant instruiu-se na mecânica de Newton. Reciprocamente, pode explicar-se a mecânica newtoniana como uma informação racionalista. Ela satisfaz o espírito independentemente das verificações da experiência. Se a experiência viesse dissenti-la, suscitar-lhe correções, tornar-se-ia necessário uma modificação dos princípios espirituais. (BACHELARD, 1976, p. 40).

Segundo Bachelard, a mecânica racional de Newton conquista todas as funções de um *a priori* kantiano e não é a toa que a metafísica de Kant se instruiu na mecânica racional de Newton. A informação racional da mecânica newtoniana se satisfaz em um campo mais independente das verificações empíricas. Os princípios matemáticos existem na natureza, o problema é que não apreendemos estes princípios corretamente, porque nosso limitado “*sensorium*” não permite. Mesmo que a natureza tenha se revelado como uma ordem matemática, existem leis e aspectos quantitativos exatos em qualquer fenômeno que a experiência em laboratório não pode confirmar, até que experimentos mais amplos detectem sua forma mais genérica. Newton crê em seu método como princípios de “indução” de movimento “a partir dos fenômenos”, justamente porque estes princípios são confirmações completas e exatas dos fenômenos. Analisamos os fenômenos para deduzir suas leis matemáticas, dentre as quais aquelas com maior observação e aplicação precisamente confirmadas são tornadas gerais por

indução, já que a indução não significa diminuir a certeza matemática dos resultados, mas simplesmente enfatiza o empirismo fundamental newtoniano.

Sua invenção do cálculo infinitesimal lhe permitiu demonstrar a gravidade e descobrir a lei de atração fundamental que une os corpos menores e maiores, ou seja, os átomos e as estrelas do Universo infinito. É óbvio que não devemos esquecer que o desenvolvimento do cálculo, assim como o desenvolvimento de seu método, sem o qual o *systema mundi* newtoniano jamais teria êxito, deve-se também a seu grande rival de discussões filosóficas, Leibniz.

Contudo, para Newton, a ciência é composta de leis que enunciam o comportamento matemático da natureza, leis claramente redutíveis aos fenômenos e verificáveis exatamente nos fenômenos, o que torna a verdade científica mais segura dos fatos do mundo físico. A atitude newtoniana de unir o método matemático e experimental proporcionou a exatidão ideal de um à constante necessidade epistemológica do outro, criando uma nova ciência, cuja definição era a formulação matemática exata dos processos do mundo natural. Assim, percebemos Newton como certo empirista que aceita deduções metafísicas e matemáticas: um filósofo-cientista. Podemos resumir o seu *modus operandi*, sendo uma comunhão entre os métodos experimentais de observação e comprovação em laboratório, com os métodos mais formais, como o ataque as hipóteses e o uso da matemática como linguagem e representação. E, embora seu interesse maior seja o mundo empírico, ele admitia o uso de métodos transcendententes à experiência para compreender melhor justamente as questões desse mundo empírico, e isso não o fazia menos cientista, mas ao contrário, deixava-o mais próximo de um conhecimento verdadeiro acerca da natureza.

Essa análise acerca da metodologia de Newton serve para adentrarmos no nosso objetivo principal que é o esclarecimento dos aspectos de sua metafísica, entendendo como ele, um empirista, é capaz de assumir deduções metafísicas.

3. ASPECTOS METAFÍSICOS NA FÍSICA DE NEWTON

Ora, uma análise dos aspectos do método newtoniano nos leva a uma compreensão da metafísica newtoniana. Como vimos antes, seu método aponta tanto para o mundo empírico quanto para uma explicação, mensurável, sobre a ideia da natureza do universo a partir dos sistemas especulativos, já que o seu método vislumbrava um corpo de conhecimentos exatos, de exatidão e percepção da natureza pelo homem. Deste modo, como podemos falar em metafísica newtoniana?

Em primeiro lugar, as explicações finais de qualquer proposição ou qualquer análise de uma afirmação não podem escapar da metafísica, ou seja, a única maneira de não ser um metafísico é não dizer nada. Deste modo, quando Newton pretende conhecer a realidade dos fenômenos, de fato ele está no rastro de um conhecimento mais fundamental da natureza dos fenômenos. E o que importa no nosso estudo, não é se estes postulados são falsos ou verdadeiros, mas se é possível encontrar metafísica neles. Encontramos na extensão de seu pensamento definições sobre “natureza fundamental”, “conhecimento correto”, “natureza do todo”, o que revela suposições extremamente importantes acerca do universo; encontramos visões que sugerem acontecimentos em termos universais sem referência a qualquer outra coisa puramente antropológica. Por mais que possamos nos distanciar da metafísica nos escritos newtonianos, ela mesma surge em proposições por conta dos princípios que estes estudos almejam, é neste sentido que a física newtoniana envolve proposições metafísicas altamente significativas.

Por isso, é possível que possamos perceber em Newton argumentos metafísicos, já que a metafísica sempre se realizará inconscientemente, e ainda proporcionará um discurso que poderá ser passado adiante a outros de modo bem mais articulado, propagando-se por postulados ou insinuações, em vez de um argumento direto e fechado. O engajamento em qualquer investigação importante deverá ter um método e este estará em uma forte tentativa em criar, dele mesmo, uma metafísica, supondo um universo que fundamentalmente este método esteja apropriado e bem desenvolvido de acordo com seu objetivo. Quando tratamos de questões fundamentais acerca da natureza, necessariamente sucumbimos à metafísica se quisermos atingir uma completa realização intelectual. A definição geral de Newton do mundo físico, com o uso de

noções formais, foi parte da sua pretensão em tratar da “massa”⁴², que ganhou importância metafísica, quando essas formalidades representavam a constituição mais essencial dessa “massa”. Além disso, Newton expõe suas ideias sobre a natureza do todo e função do éter nesta, sobre a existência de Deus, dentre outros aspectos conforme veremos. A sua metafísica demonstrava-se de acordo com os teoremas mecânicos ou ópticos, desenvolvendo ainda mais conceitos científicos e filosóficos e, embora tentasse se livrar da metafísica newtoniana, acabamos presos a uma metafísica um tanto quanto definida.

3.1 Concepções de Newton sobre o homem no mundo

Acolhendo a herança de seus ilustres predecessores, Newton também aceitou a posição privilegiada do lugar do homem no mundo, aceitou-a, em grande parte por ter sido a sua matemática um instrumento a serviço da filosofia experimental. Para ele, o mundo físico era possuidor, essencialmente, de características matemáticas, composto de partículas muito rígidas, indestrutíveis, de forma que, todas as mudanças na natureza devem ser vistas como separações ou movimentos desses átomos permanentes, algo bastante claro em **Óptica** (NEWTON, 2002, p. 281-282) o que dá ao homem a compreensão de sua significância perante o universo.

É bastante claro nos escritos de Newton um forte empirismo sempre buscando dominar e qualificar sua interpretação matemática do mundo atômico, ou seja, os átomos ou “partículas” são predominantemente matemáticos, porém não passam de elementos menores de objetos empíricos. Encontramos Newton sugerindo em *Principia* a possibilidade de tratar todos os fenômenos da natureza a partir de um método matemático mais exato, apesar de seu caráter fundamentalmente empirista ser certamente também evidente. O mundo da física é necessariamente um mundo perceptível, mas passa a ser caracterizado de forma única pelas qualidades que a sua redução a leis puramente matemáticas impõe.

Esta seria a estrutura básica do mundo físico na visão newtoniana de mundo. Sendo a natureza portadora de leis matemáticas, como será que Newton encarava o próprio homem no meio disto tudo? Esta questão é respondida por Newton com base nas principais características da fisiologia e da metafísica de seus predecessores, como

⁴² De acordo com a definição newtoniana de massa, principalmente nas Questões de **Óptica**, como o cociente da força sobre a aceleração, Newton representa por essa fórmula um conceito mais essencial de massa.

Galileu e Descartes, os quais Newton aceitou sem questionar a visão acerca da relação do homem com um mundo dotado de leis matemáticas e, neste caso, seu rigoroso empirismo deixou de prevalecer. Encontramos várias passagens em *Principia* em que Newton fala do homem no mundo e seu constante contato perceptivo imediato e em contato cognitivo com as coisas materiais, porém, especialmente em *Óptica*, ele trata da relação do homem com a natureza, com uma visão mais ortodoxa. Nessa obra, ele define a alma (idêntica à mente), trancada dentro do corpo e isolada do ambiente externo (sem nenhuma espécie de contato imediato com o mundo externo); ela está presente em uma parte restrita do cérebro chamada por ele de *sensorium*, á qual possibilita os cinco sentidos da percepção imediata, a partir da transmissão de movimentos de objetos externos pelos nervos, e da qual os movimentos são transmitidos aos músculos. No tempo de Newton, a investigação fisiológica tinha se combinado com a metafísica de Descartes e Hobbes para sugerir as impressões sensoriais na alma e, não apenas a sensação deve ser transmitida de um objeto externo inacessível, mas estes movimentos da sensação são criados a partir de imagens, no caso da visão, criadas na retina dos olhos criando a imagem do objeto que supomos ver; os movimentos, transmitidos, não vêm do objeto externo, mas sim da interferência dos raios de luz na retina como confirma esta passagem de *Óptica*.

Os raios de luz, ao incidir sobre o fundo dos olhos, não excitam vibrações na *túnica retina*? Vibrações essas que, propagando-se ao longo das fibras sólidas dos nervos ópticos para o cérebro, geram o sentido da visão?... Quando um homem no escuro pressiona qualquer canto dos olhos com o dedo e move o olho em direção oposta ao dedo, vê um círculo de cores como as da pena da cauda de um pavão. Se o olho e o dedo permanecem quietos, essas cores desaparecem em um segundo, mas se o dedo for impulsionado com um movimento vibratório, elas reaparecem. Não resultam as cores desses movimentos excitados no fundo do olho pela pressão e movimento do dedo, como em outras são ali excitados pela luz para provocar a visão? (NEWTON, 2002, p. 255-256).

Estas especulações, especificamente entre as Questões 12 a 16 de *Óptica*, são respondidas por ele a partir da noção metafísica de Deus – o único que poderia ver os objetos como eles realmente são – já que o homem está inserido num mundo onde, constantemente, está recebendo vibrações no seu *sensorium* de um mundo exterior, “somente as imagens transportadas, através dos órgãos da percepção, aos nossos pequenos sensores, são lá vistas e contempladas por aquilo que em nós percebe e

pensa”, assim é também pela visão, audição, tato, paladar e olfato. Esta doutrina de Newton é claramente a aceitação apreciável de uma doutrina que foi passada a ele por seus predecessores metafísicos, com uma ressalva de que seus experimentos em **Óptica**, especialmente dedicados às cores, houvessem derrubado de vez a teoria de que as cores são qualidades próprias dos objetos, mas qualidades da luz que incide na retina, tendo seus raios como sujeito da percepção. Newton não tinha qualquer intenção em considerar conjecturas com incertezas, ou seja, as cores não existem nem na luz, nem nos corpos, mas são fantasmas produzidos na nossa mente pela ação da luz, e a única conjectura é a descrição pela qual este processo realmente acontece. Essas qualidades não têm vida própria fora dos cérebros dos homens, já que, externamente, nada mais são do que as partículas da matéria providas com qualidades que se tornam matematicamente tratáveis, movendo-se de determinadas maneiras.

De fato, a crítica de Newton acerca da separação do espírito, fundamentalmente estabelecida por Descartes em **Meditações** na divisão entre *res cogitans e res extensas*, foi totalmente estabelecida por ele em suas obras, principalmente em *De gravitatione*, quando ele criticou a tentativa cartesiana de destinar uma categorização dos corpos fundamentalmente distinta do espírito, como veremos adiante, e por isso, conquistou a sua influencia sobre seus contemporâneos e sucessores. Esta tentativa de atribuir à alma uma realidade distinta do corpo, superior aos limites do corpo, não oferecia em termos científicos fundamentações epistemológicas, sendo abandonada aos poucos pelo desenvolvimento da ciência, que rapidamente adotou a alma como ocupante de um lugar pequeno na extensão do cérebro, o qual veio a ser conhecido como *sensorium*. No entanto, já que ele defende a ideia de extensão de Deus e de espíritos etéreos, como veremos adiante, por que Newton, da mesma forma, não teria acreditado na extensão da alma? Realmente ele não adentrou neste assunto de forma mais específica. Devido ao seu forte empirismo ou pela convicção de nunca deixar que seu método matemático o dominasse, ele tenha resolvido não responder esta questão porque já tinha sido elaborada e resolvida pelos grandes matemáticos metafísicos que o antecederam, pois adotava, substancialmente, a mesma visão deles, como Descartes em **Meditações**, que procurava resolver estes problemas com recurso a Deus.

Mas o grande legado da postura do seu pensamento em relação ao lugar do homem no mundo, com certeza é a legitimação daquela visão que considera o homem como um mero expectador inferior do mundo, do vasto sistema matemático, cujos movimentos constituem o mundo da natureza. Os novos conceitos de espaço, tempo,

movimento, massa, dentre outros, destruíam a romântica visão do homem enquanto ser no mundo – visão adotada pela Igreja Católica de que o universo existe apenas para o homem. O mundo, rico em cores, sons, cheiros, gostos e tatos, era agora comprimido em um diminuto lugar do cérebro, passando a ser um lugar escuro, duro, frio e sem cor, quieto e morto, de quantidades, de movimentos matemáticos computáveis. O mundo depois de Newton finalmente derrubou o aristotelismo como visão de mundo dando lugar a um newtonismo, que se tornou a visão de mundo predominante nos tempos modernos. Mais do que afirmar, de acordo com seus predecessores, o verdadeiro lugar do homem e da mente no mundo da natureza, Newton fez as mais admiráveis descobertas sobre este mesmo mundo, estabelecendo, de forma mais explícita e aceitável, como realmente o mundo, externo ao homem, deve ser imaginado por ele, pois, desde o sucesso de Newton, a natureza passou a ser pensada como o domínio de massas, movendo-se de acordo com leis matemáticas pelo espaço e pelo tempo, sobre a influência de forças definidas e confiáveis. O mais importante é que neste ponto observamos seu experimentalismo sendo gradativamente desertado, pois, é aqui que vemos ele sugerindo concepções bastante além do alcance da verificação experimental e perceptível no corpo principal da sua obra clássica.

3.2 Concepções metafísicas do conceito de massa

Para Newton, a noção de massa não deve se deter a uma apreciação puramente quantitativa, grosseira, como é a apreciação da massa pelos sentidos, os quais conhecem a massa valorizando suas qualidades visíveis, palpáveis, inaladas, degustadas ou escutadas, e não apreendendo suas qualidades numa perspectiva de intensidade, valor e outras qualidades internas. Para um filósofo-cientista como Newton, o conceito de massa deve se pautar nas suas características empíricas e interiores, numa riqueza íntima de uma concentração de valores, de outro modo, o conceito bloqueia o conhecimento mais puro acerca de massa. Este aspecto, ganha toda sua nitidez no fim do século XVII quando nasce, com Newton, a mecânica racional, naquilo que poderíamos chamar de uma revolução científica ou o início da filosofia da ciência. E Talvez o grande legado de Newton para a mecânica moderna e para a filosofia da ciência foi a definição do mundo físico, eminentemente, a noção de “massa”, agora estabelecida de forma mais coerente, quando também a definiu como formalidade matemática e movimento. Erroneamente, para alguns dos antecessores de Newton como

Galileu, assim como para alguns de seus contemporâneos como Christiaan Huygens, a massa era equivalente ao peso. No que concerne a Newton, o seu grande triunfo foi reduzir a massa a características matematicamente observáveis⁴³, nas quais a variação da força era suscetível de formulação quantitativa exata, e sob a aplicação desta mesma força corpos podem ser acelerados diferentemente. A definição de massa torna-se um conjunto de “noções” e não mais como um elemento de experiência direta, imediato e primitivo. Ele define a massa como o quociente da força pela aceleração⁴⁴. Ora, força, aceleração, massa, se fundem numa relação racional, dado que esta relação é perfeitamente analisada pela matemática.

Antes de Newton, estudava-se a massa no seu *ser*, como quantidade de matéria. Depois de Newton ela é estudada no *dever* dos fenômenos, como coeficiente de *dever*. Podemos, aliás, fazer uma observação curiosa: é a necessidade de compreender o *dever* que racionaliza o realismo do *ser*. (BACHELARD, 1976, p. 38).

É justamente neste campo das “formas” que surge a necessidade de aceitar eventos espirituais na constituição dos corpos. O importante observarmos é que estas diferenças entre a aceleração dos corpos podem ser comparadas exatamente em termos matemáticos, definido os corpos como sendo possuidores de inércia, característica essencial dos corpos mensurável pela aceleração aplicada a eles por uma força externa. Assim, quando definimos massa, dizemos que além das características geométricas, palpáveis e físicas, eles também possuem esta qualidade mecânica de inércia. Força e massa passaram a serem definidos como inteiramente correlativos e, por isso, a força passou a ser definida mais facilmente pela massa, uma vez que a força é invisível. O mesmo ocorre com os conceitos de densidade e pressão, aos quais foram mais úteis na mecânica a partir da definição de massa e volume.

Em **Óptica**, na Questão 31, Newton faz uma exposição das partículas que formam os corpos, dizendo que são dotadas de certos poderes, ou forças através das

⁴³ Características expressas a partir da famosa primeira lei do movimento – todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por forças impressas nele (NEWTON, 2008, p. 54).

⁴⁴ “Pois a quantidade de movimento é o produto da celeridade pela quantidade da matéria; e a força motora origina-se da multiplicação da força acelerativa pela mesma quantidade de matéria”. (NEWTON, 2008, p. 44). Ou ainda, nos Axiomas ou Leis do movimento, “Lei II – A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida”. (NEWTON, 2008, p. 54).

quais elas agem à distância, umas sobre as outras para produzir em grande parte os fenômenos da natureza, através das ações da gravidade, magnetismo e eletricidade. Ele não se dispõe a estudar a causa dessas forças, mas unicamente perceber tais propriedades em que os corpos agem uns sobre os outros, qualquer que seja a causa, perceber quais corpos se atraem entre si e quais são as leis e propriedades da “atração”. As partes de todos os corpos duros e homogêneos se tocam totalmente e se ligam muito intensamente, e para explicar como isto pode acontecer, diz ele, “alguns inventaram átomos em forma de ganchos”, ou ainda, “outros nos dizem que os corpos se colam pelo repouso” (NEWTON, 2002, p. 281) por uma espécie de qualidade oculta, o que seria “o nada”. Newton, ao contrário, infere em **Óptica** que as partículas se atraem por “alguma força”, que podem ser a gravidade, o magnetismo ou a eletricidade.

Todos os corpos apresentam essa qualidade de coesão entre suas partículas, o que nos comunica dureza. Não obstante, os fluidos, para Newton, também são corpos, embora de maneira mais tênue que os corpos sólidos, “pois de outro modo os fluidos não se congelariam” (NEWTON, 1991, p. 197). A exemplo disso, Newton cita a água, óleos, vinagre e espírito ou óleo de vitríolo, os quais se congelam; o mercúrio por emanções de chumbo; o espírito de urina e o espírito de sal, sublimando-os juntos para produzir sal amoníaco. Até mesmo os raios de luz são classificados por ele como corpos, pois de outro modo não guardariam propriedades diferentes em seus lados diferentes ⁴⁵. E deste modo, a Natureza efetua todos os grandes movimentos dos corpos celestes pela atração da gravidade que intercede esses corpos, e enquanto outros movimentos pequenos, por alguns outros poderes atrativos e repulsivos que intercedem às partículas. A *vis inertiae* ⁴⁶ é um princípio passivo o qual os corpos persistem em seu movimento ou repousam, e apenas por este princípio isolado, segundo ele, “nunca poderia ter havido movimento algum no mundo” (NEWTON, 2002, p. 287), deste modo, algum outro princípio é necessário para colocar os corpos em movimento, e uma

⁴⁵ Admitia o conceito de massa espiritual e material. Em **De gravitatione** percebemos pistas para acreditar que Newton admitia a luz como um corpo fluido e a matéria como um corpo sólido ao analisar como a luz viaja pelo espaço e consegue vibrar os sensores do nervo óptico e interferir na imagem que temos no cérebro, a conclusão era que a luz teria que ser um corpo para interferir em corpos mais sólidos, a luz como uma espécie de corpo, embora de maneira muito mais tênue, porque consegue vibrar os sensores do nervo óptico e interferir na imagem que temos no cérebro. Era preciso responder: como a luz consegue se relacionar com corpos?

⁴⁶ Termo que se refere à inércia, propriedade da matéria que, quando em repouso, tende a permanecer assim, e quando em movimento, tende a permanecer em movimento, em linha reta ou mesma direção, ao menos que seja interferido por alguma força externa ao corpo – comumente chamada de *vis inertiae*. A inércia de um corpo é proporcional a sua massa.

vez em movimento, outro princípio é necessário para conservar este movimento, pois a impenetrabilidade dos corpos os fazem parar, a menos que sejam elásticos, e recebam novo movimento de sua fonte, pois sem estes princípios, os corpos da Terra e os celestes, e todas as coisas, seriam frias e se congelariam, se tornando massas inativas; “e toda putrefação, geração, vegetação e vida cessariam, e os planetas e cometas não se manteriam em suas órbitas” (NEWTON, 2002, p. 290). Estudaremos estes princípios de conservação novamente no capítulo referente ao éter.

3.2.1 Sobre a “extensão” e seu caráter divino

É bastante raro encontrarmos escritos newtonianos que se direcionem exclusivamente à sua metafísica, em face de grande maioria de seus escritos puramente mecânicos. De fato, o estudante newtoniano consegue através de um sério estudo de suas obras, coletar no corpo de seu trabalho, passagens que fazem referência a sua metafísica, sempre contando com a sorte de que ele as escreva nos seus tratados sobre mecânica. Podemos considerar *De gravitatione* uma dessas raras exceções, já que encontramos Newton em uma dura crítica ao pensamento cartesiano, especificamente na questão referente à distinção entre substâncias pensantes e as substâncias extensas (entidades) e na questão do movimento cartesiano que estudaremos mais adiante. Contudo, é justamente a partir desta dura crítica ao pensamento cartesiano em *De gravitatione* que vemos Newton discursando abertamente sobre a constituição dos corpos e de sua origem a partir de Deus. Percebemos de imediato neste manuscrito, diferentemente dos clássicos como *Principia* e *Óptica*, a preocupação principal de Newton em fugir das explicações puramente mecânicas e de adentrar nos conceitos filosóficos de espaço, movimento e corpos, de maneira a dedicar o corpo principal desta obra a este aspecto, a partir da tentativa aparentemente bem sucedida de Newton de corrigir o suposto erro de Descartes e, quase que aproveitando a ocasião, de exprimir sua própria metafísica, é sem sombra de dúvida uma grande oportunidade para o estudante de Newton. Daí a importância única desta obra para o nosso estudo.

Antes de analisarmos algumas passagens desta obra (principalmente mais adiante quando tratarmos do movimento e posteriormente do conceito de Deus nas obras de Newton) é de suma importância que estejamos familiarizados com o termo “extensão”. Para Newton a “extensão” se relaciona com os corpos, e ela tem a sua própria maneira de existir, não se enquadrando no conceito de substância nem no

conceito de acidente nem no conceito de nada absoluto. Primeiramente, Newton não a enquadra enquanto substância porque a “extensão” não é absoluta por si mesma, mas um efeito emanante de Deus, o que a torna não absoluta por si mesma. Todo ser necessariamente recebe essa imanência perante uma racionalidade e uma vontade universal, que para ele provém de Deus. A “extensão” não é substância, mas uma vontade da presença infinita e absoluta de Deus (NEWTON, 1991, p. 218). É justamente por ser um efeito da vontade divina que Newton não a admite como um acidente, mas como fruto dos propósitos de Deus e, por isso, os corpos são essencialmente substância primeira, eles são efeito emanante de Deus, ou “uma disposição de todo ser”. Por fim, a “extensão” não pode ser definida como um nada absoluto, mas ao contrário, ela é uma coisa real, mais real do que um acidente, íntima, portanto, da natureza da substância, pois, não podemos ter alguma ideia do “nada” porque o “nada” não tem propriedades, ao passo que podemos ter uma ideia extraordinariamente clara da extensão, mesmo abstraindo suas propriedades perceptíveis, ainda assim permanece a extensão em comprimento, largura e profundidade. Para Newton, a extensão é inseparável dos corpos e do pensamento, pois mantém uma relação entre as propriedades físicas e quantitativas, algo inerente a um sujeito, o oposto que queriam os cartesianos na separação entre corpo e alma. Descartes foi fundamental para a definição do método, linguagem e conceitos a serem utilizados pelos filósofos sucessores a ele. No entanto, a sua metafísica reduz todas as propriedades materiais à sua essência puramente geométrica, e todas as outras coisas que não pudessem ser explicadas pela matemática – a mente, Deus, etc. – seriam reduzidas a uma segunda classe de seres, os seres sem *extensão*⁴⁷, em uma forma radical de total separação entre a *res extensa* e a *res cogitans*. Tal posição será duramente criticada por Newton e More, porque segundo eles esta divisão provoca certa ateização da natureza, algo que de antemão, seria contraditório no pensamento cartesiano.

⁴⁷Encontramos esta posição cartesiana em **Meditações**, especificamente na Meditação Sexta: “Enquanto sou somente uma coisa pensante não extensa, e, por outro, tenho uma ideia distinta do corpo enquanto é apenas uma coisa extensa e que não pensa, é certo que eu, ou seja, a minha alma, pela qual sou o que sou, é inteira e verdadeiramente distinta do meu corpo e pode ser ou existir sem ele”. (DESCARTES, 2008, p. 132). Ou ainda mais adiante: “Observo aqui, em primeiro lugar, que há uma grande diferença entre o espírito e o corpo, pois o corpo, por natureza, é sempre divisível, e o espírito é inteiramente indivisível”. (DESCARTES, 2008, p. 137).

Se dissermos, com Descartes, que a extensão é um corpo, não é por ventura evidente que com isto abrimos caminho ao ateísmo, seja pelo fato de que, nesta hipótese, a extensão não é criada mas existe desde toda a eternidade, seja porque temos uma ideia absoluta dela, sem qualquer relação com Deus e, assim sendo, em certas circunstâncias seria possível para nós conceber a extensão, imaginando ao mesmo tempo a não existência de Deus? (NEWTON, 1991, p. 227).

Newton nos alerta que a distinção entre a inteligência e o corpo não pode ser inteligível dentro da filosofia cartesiana, pois com esta divisão, afirmamos ao mesmo tempo, que a inteligência não tem em absoluto extensão, e, por conseguinte, não está substancialmente presente em nenhuma extensão, ou seja, não existe em parte alguma. Newton diz que “isto parece ser o mesmo que negar a existência da inteligência”. Ou seja, se assumirmos a posição cartesiana de distinção das substâncias em substâncias pensantes e extensas, Deus não encerra eminentemente em si mesmo a extensão, e por consequência, não pode criá-la. Na hipótese cartesiana, Deus e a extensão constituirão duas substâncias separadamente completas, absolutas e dotadas do mesmo significado. Portanto, se dissermos como Descartes, que a extensão é apenas corpo, é evidente que com esta afirmação abrimos caminho para o ateísmo. O que Newton sugere é justamente o contrário desta posição cartesiana, pois se a extensão estiver eminentemente contida em Deus, certamente a ideia da extensão estará eminentemente contida na ideia de pensamento, e por conseguinte, ambas podem convir à mesma substância criada, ou seja, que os corpos possam pensar ou que as coisas pensantes possam ser extensas. Newton considera que tudo que existe, existe em algum lugar e, se a “inteligência criada” (a inteligência dos homens) é totalmente separada das coisas extensas, então ela não pode existir. O mesmo se pode argumentar quanto a Deus, que está em todo o lugar e obviamente é pensante. Também se Deus é radicalmente separado da extensão, conforme vimos, “abrimos caminho para o ateísmo” (NEWTON, 1991, p. 227). Tudo deve emanar de Deus e mesmo a extensão que é eterna, sempre existiu apenas como uma disposição do ser de Deus: “Não encontramos praticamente outra razão para o ateísmo senão esta noção dos corpos que têm, por assim dizer, uma realidade completa, absoluta e independentes em si mesmos” (NEWTON, 1991, p. 228). A distinção cartesiana, segundo nos observa Newton, levava inevitavelmente a dois problemas principais: uma ateização da natureza e a dificuldade de se explicar a interação entre seres de uma e outra classe. O pensamento cartesiano, ao postular certa

distinção entre “corpo” e “alma”, acaba atribuindo aos “corpos” certo significado ontológico.

Além do mais, Descartes, em sua física do movimento relativo, concluía que sem matéria não haveria espaço, e sendo este apenas consequência das posições relativas de partes materiais. Newton, em sua crítica a Descartes, defende que mesmo se retirada toda a matéria, ainda se poderia conceber o espaço, já que ele tem existência real, substancial e absoluta. O espaço não pode ser apenas a consequência da relação entre corpos, precisa ter existência concreta e necessária desde que o ser precisa necessariamente existir em algum lugar. Além do mais, observa Newton, quando Descartes concebe o espaço como algo puramente relativo, também abre espaço ao ateísmo e acaba dando realidade ontológica aos corpos, porque negligencia o espaço absoluto; estudaremos esta questão mais adiante.

3.2.2 Propriedades não acidentais da matéria

Algo comum entre Newton e Descartes é que ambos fundamentam suas filosofias em torno do conceito de “Deus”. Pensadores como Descartes e Hobbes conceituavam “Deus” como a causa “primeira” aristotélica e também como fundamentador da racionalidade matemática na natureza. E outros pensadores como Newton, Boyle e More, além da causa primeira e fundamentador da matemática na natureza, também conceituavam “Deus” como “Alguém” sempre presente e atuante na realidade. Newton parece não enfrentar os mesmos dilemas com relação às informações sensoriais que levam Descartes à tese do *cogito ergo sum* (DESCARTES, 2008, p. 96). Pelo contrário, veremos que ele dá um importante papel aos sentidos quando exige como propriedade não acidental da matéria a capacidade de excitar nossos sentidos.

Algo, de certa forma, bastante enigmático e polêmico no pensamento newtoniano, é a sua noção de que os corpos não existem necessariamente por si mesmos, mas como fruto de uma vontade divina, e, certamente, precisamos analisar profundamente esta questão. “Com efeito, o corpo não existe necessariamente, mas apenas em virtude da vontade de Deus” (NEWTON, 1991, p. 233). O que Newton quer dizer com esta afirmação em *De gravitatione* e como podemos interpretar a sua explicação para essa afirmação? De fato, o papel concedido a Deus em toda a sua obra é um traço marcante e o estudante não familiarizado com seus conceitos metafísicos, pode

realmente confundir-se ao tentar entender tal vinculação dos corpos com a vontade de Deus. Estudaremos com mais exatidão o papel e a constituição de Deus no sistema de mundo newtoniano mais adiante. Além disso, será útil observar esta passagem de *De gravitatione* para que possamos esclarecer aqui esta questão da interferência de Deus na natureza e na formação da “extensão”.

Já que todo homem está consciente de poder mover o seu corpo à vontade, e além disso acredita que todos os homens têm o mesmo poder de mover igualmente os seus corpos exclusivamente pelo pensamento, o livre poder de mover os corpos à vontade não pode em absoluto ser negado a Deus, cuja faculdade de pensamento é infinitamente maior e mais rápida. Com base no mesmo argumento deve-se admitir que Deus, exclusivamente pelo pensamento e pela vontade, pode evitar que um corpo penetre qualquer espaço definido por certos limites. (NEWTON, 1991, p. 224).

A utilidade da ideia de “corpo” que Newton descreve acima se demonstra pelo fato de que ela envolve claramente as “principais verdades da metafísica”⁴⁸, pois, para Newton, não podemos postular corpos sem ao mesmo tempo supor que Deus existe, e que Ele possibilitou do nada a existência dos corpos no espaço vazio, e que eles constituem, em determinado aspecto, seres distintos das inteligências criadas, ou seja, distintos da inteligência humana em sua forma estrutural, embora, num aspecto mais geral, combinando-os com a inteligência de Deus.

Newton está convencido de que a substância é uma entidade que pode agir sobre as coisas e reconhece na “extensão” um efeito emanante da substância e não um acidente. Leibniz critica-o neste ponto, pois se Deus é um ser que dispõe de um meio para exercer as suas vontades, as próprias leis físicas da realidade e a “extensão” seriam independentes Dele, já que para existirem teriam que propagar por meio de algo, ou seja, sem esse meio as coisas que Deus quer que existam não poderiam existir⁴⁹.

⁴⁸ Com esta afirmação Newton supõe que os corpos nos comunicam sensações devido à vontade divina, e que eles só existem devido à sua vontade. (NEWTON, 1991, p. 227).

⁴⁹ De acordo com a abjeção de Leibniz, nas famosas **Correspondências com Clarke** presente em **Discurso de metafísica e outras obras**, se Newton pressupõe que Deus precisa de um meio para se relacionar com os corpos, então esse meio não é Deus, já que se fosse Ele, Deus não precisaria dele para se relacionar com os corpos, mas se relacionaria diretamente sem precisar desse meio. O problema, segundo Leibniz, é que se Deus precisa desse meio para se relacionar com os corpos, então o próprio Deus não é onipresente nem onipotente, já que existe algo (um meio) que não é Ele e, que Ele, precisa desse meio para comunicar sua vontade aos corpos. No entanto, Newton argumenta que esse meio também é Deus, na medida em que é um efeito emanante da presença divina.

Porém, em contra resposta, Newton argumenta que a “extensão” é um efeito emanante da presença de Deus, a própria presença de Deus é a causadora da existência dos corpos, o que os torna íntimos da existência de Deus, porque são coisas por Ele criadas (esta foi uma ardorosa discussão na época). Ademais, todo homem é consciente de poder mover o seu corpo à vontade e, além disso, todos os homens têm o mesmo poder de mover igualmente os seus corpos exclusivamente pelo seu pensamento, assim, não podemos negar a Deus também ser livre para mover os corpos à vontade, cuja faculdade de pensamento é infinitamente maior e mais rápida do que a dos homens. Baseando-se neste argumento, Newton está convencido que Deus, exclusivamente pelo pensamento e pela vontade criou corpos e fundamentou leis naturais deixando sua própria impressão na realidade como uma marca registrada de sua existência.

3.2.3 Os corpos sólidos e os corpos fluidos

Para Newton todos os corpos são constituídos de partículas muito pequenas, indestrutíveis, indivisíveis e imperceptíveis – estas partículas participam da formação de tudo o que existe. Mas, se essas partículas participam da constituição de tudo então obviamente elas também deveriam participar da constituição do espaço e do tempo, ou não?

Todos os corpos parecem ser compostos de partículas duras, pois se assim não fora os fluidos não congelariam, como o fazem a água, o óleo, o vinagre e a essência ou óleo de vitríolo pelo congelamento... Mesmo os raios de luz parecem ser corpos duros, pois de outra forma não teriam propriedades diferentes em seus lados diferentes. Portanto, a dureza pode ser considerada como a propriedade de toda matéria não-composta. (NEWTON, 2002, p. 282).

Nesta passagem de **Óptica** encontramos a pista para entender como Newton resolveria esta questão. O espaço assume propriedades de uma partícula corpórea, propriedades como a temperatura ou outras propriedades de textura, propriedades visuais como a reflexão da luz pelo espaço. Assim, não seria absurdo considerar o espaço como uma espécie de corpo muito tênue e que permite o deslocamento de qualidades formais pelo espaço e pelo tempo. Tudo o que existe no universo são corpos ou corpos semelhantes a outros corpos, ou como diria Newton, “se forem corpos neste

caso podemos definir os corpos como sendo determinadas quantidades de extensão que o Deus onipresente dota de certas condições” (NEWTON, 1991, p. 224).

Se pudermos imaginar ulteriormente que a impenetrabilidade não é sempre mantida na mesma parte do espaço, mas pode ser transferida para cá e para acolá segundo certas leis, porém de tal maneira que a quantidade e a forma desse espaço impenetrável não são alteradas, não haverá nenhuma propriedade corporal que este não possua. Teria forma, seria tangível e móvel, seria também capaz de refletir e ser refletido, constituindo também uma parte da estrutura das coisas, tanto quanto qualquer outro corpúsculo, e não vejo por que não haveria igualmente de operar sobre as nossas inteligências, visto não ser outra coisa senão o produto da inteligência divina realizado em uma quantidade definida do espaço. Com efeito, é certo que Deus pode estimular a nossa percepção pela sua própria vontade, e conseqüentemente aplicar este poder aos efeitos da sua vontade. (NEWTON, 1991, p. 224).

Em *De gravitatione*, Newton presume a extensão e um ato da vontade de Deus como suficientes para a existência dos corpos fluidos, ou seja, os corpos ocupam o lugar no espaço, no qual a forma do corpo é conservada pela vontade divina e, “aquele produto da vontade divina é a forma ou a razão formal do corpo que caracteriza cada dimensão do espaço no qual o corpo deve ser produzido” (NEWTON, 1991, p. 225). Esses “seres”, como ele chama o espaço e os corpos fluidos, não serão menos reais do que os corpos, apesar de qualquer realidade que atribuamos aos corpos serem derivadas de seus fenômenos e qualidades sensíveis. Por isso, Newton não considera estes “seres” fluidos não menos reais que os corpos, tendo em vista que podem receber todas as qualidades deste gênero, quando ocupados por um corpo, com exceção do movimento, já que para sua época era concebível que o espaço era isento de movimento em si mesmo⁵⁰. Seria a mesma analogia entre os corpos (extensão) e a forma impressa por eles, no sentido que Aristotélicos expõe no Capítulo 3 do Livro I da **Metafísica**, entre a matéria prima e as formas substanciais, com a ressalva de que, a extensão engloba um campo de domínio mais geral dos corpos, pelo fato de ser ao mesmo tempo *quid* (o quê), *quale* (de que constituição) e *quantum* (quanto), ao passo que o espaço encerra a

⁵⁰ É compreensível que Newton tivesse esta postura com relação à impossibilidade do movimento do espaço em si mesmo, devido a imensa distância tecnológica de sua época, como telescópios espaciais ultra potentes. Não se sabia que o espaço poderia sofrer variações de movimento, algo bastante aceito nos dias de hoje depois dos estudos de Edwin Powell Hubble e da descoberta de que o universo está se expandindo.

mesma realidade dos corpos. Assim, Newton acaba supondo que toda forma pode ser transferida através de qualquer espaço e tão pouco, os “corpos fluidos” são menos substâncias do que os “corpos sólidos”, uma vez que eles também subsistirão exclusivamente pela vontade e virtude de Deus.

Consideradas todas essas coisas, parece-me provável que no princípio Deus formou a matéria em partículas sólidas, maciças, duras, impenetráveis, móveis, de tais tamanhos e formas, e com tais outras propriedades, e em tal proporção em relação ao espaço, como as que conduziriam mais ao fim para o qual Ele as formou; e que essas partículas primitivas, sendo sólidas, são incomparavelmente mais duras do que quaisquer corpos porosos que delas se componham e mesmo tão duras a ponto de nunca se consumir ou partir-se em pedaços, pois nenhum poder ordinário é capaz de dividir o que o próprio Deus fez uno na primeira criação. Enquanto as partículas continuam inteiras, elas podem compor corpos de uma mesma natureza e textura em qualquer época; mas se elas se consumissem, ou se fizessem em pedaços, a natureza das coisas que delas dependem seria modificada. A água e a terra, compostos de velhas partículas gastas e de fragmentos de partículas, não teriam hoje a mesma natureza e textura que tinham no princípio a água e a terra compostos de partículas inteiras. Portanto, para que a natureza possa ser duradora, as mudanças das coisas corpóreas devem ser colocadas apenas nas várias separações e nas novas associações e movimentos dessas partículas permanentes; com os corpos compostos tendendo a romper-se, não no meio das partículas sólidas, mas no lugar onde essas partículas se reúnem e apenas se tocam nuns poucos pontos. (NEWTON, 2002, p. 290).

Estas “partículas” não têm somente uma *vis inertiae* elas possuem leis naturais, “princípios ativos”, como a gravidade e outras qualidades ocultas, pelas as quais as próprias coisas são formadas, mesmo que se não reconheça suas causas. Pois, estas são qualidades manifestas, e somente suas causas estão ocultas. E conforme exposto a partir destes princípios, Newton infere que todas as coisas, materiais ou não, parecem ter sido compostas de partículas duras e sólidas, variadamente associadas na primeira criação pelo conselho de um agente inteligente.

Há uma passagem bastante interessante daquilo que poderíamos chamar de um primeiro indício da teoria da relatividade ⁵¹, posteriormente elaborada por Einstein. Na

⁵¹ Uma das definições da teoria da “Relatividade geral” de Einstein, conforme exposto em **A evolução da física**, admite a possibilidade da energia se transformar em matéria e vice versa, já que a matéria é

Questão 30 de **Óptica**, Newton se questiona a respeito da possibilidade dos corpos se transformarem em luz e vice versa.

A transformação dos corpos em luz, e da luz em corpos, é muito conforme ao curso da natureza, que parece deliciar-se com as transmutações... E, em meio a essas transmutações variadas e estranhas, por que não pode a natureza transformar os corpos em luz, e a luz em corpos? (NEWTON, 2002, p. 274).

Esta inocente questão demonstra que Newton realmente acreditava que a luz poderia assumir características de um corpo, e vice e versa. Encarar a luz como uma espécie de corpo, e vale ressaltar, um corpo de maneira bastante sutil e tênue, com características espirituais, mas ainda assim corpo, poderia determinar a extensão deste corpo fluido e suas propriedades mais gerais, o que lhe representava um objetivo crucial nos seus estudos sobre ótica. É claro que a ciência de sua época era muito juvenil, e a possibilidade de aplicar velocidades extremas a corpos, como a velocidade da luz, não foi se quer cogitada.

3.2.4 A gravidade

A ideia de gravidade surge quando Newton percebe que as partes de todos os corpos duros homogêneos se tocam plenamente uma as outras e mantêm-se juntas ou se separam com muita força – alguma força deveria existir para possibilitar esta atração u repulsão. Os corpos sólidos comunicam dureza por suas partes que se tocam e se ligam intensamente. E para explicar como isto pode acontecer, de forma um tanto quanto obscura ⁵², Newton acaba deduzindo que as partículas dos corpos “se atraem entre si por alguma força” (NEWTON, 1991, p. 197). Uma força extremamente intensa e possui um contato imediato, efetuando operações químicas a pequenas distâncias, e que longe das partículas, não consegue, de forma alguma, qualquer efeito sensível. Desta forma, a dureza pode ser concebida como propriedade de todos os corpos sólidos, pois todos os corpos, até onde a experiência alcança, são duros ou podem ser endurecidos, assim como é evidente a impenetrabilidade universal dos corpos sólidos. Newton presumiu a

composta de energia, ou a fórmula $E = M \times C^2$. Graças a teoria de Einstein, sabe-se que um objeto de massa “x” comporta certa carga de energia que pode ser liberada pela fissão nuclear (no caso de bombas atômicas) ou pela fusão nuclear (no caso do Sol). Em teoria, aplicando a mesma equivalência massa = energia ($M = E/C^2$), pode-se transformar grandes quantidades de energia em matéria.

⁵² Newton não define o que é essa força, a gravidade, mas sempre invoca a existência dela nos seus teoremas.

existência da gravidade e das partículas e fez questão de mencionar, em um trecho da **Óptica**, os antigos filósofos da natureza que erroneamente haviam tentado explicar esta força inventando “Átomos enganchados”, ou que corpos são colocados pelo repouso por uma qualidade oculta, ou nada. Entretanto, Newton sempre insistiu na presença desta força, e o que mais perturbava a sua mente engenhosa era tentar explicar de que maneira essas partículas possuíam ou sofriam forças de atração e repulsão e como essas forças poderiam agir entre as partículas. Esta força de atração que existia entre os corpos, e, por extensão, entre as partículas, era uma força com a qual Newton soube lidar matematicamente – a gravidade.

Aliás, o caso da gravidade mostrou explicitamente que todas as forças atuantes entre os corpos podiam ser reduzidas a forças que agiam entre partículas. A repulsão era um corolário natural da atração. (HALL, A. R. / HALL, M. B., 2002, p. 101).

Quando cessa a atração a repulsão a sucede. Newton não tinha dúvidas disso. Havia uma força de atração e seu negativo era uma força de repulsão. Mas ele encontrava sérias dificuldades em encontrar uma teoria definitiva da causa da gravidade (ou de outro modo, da causa da atração), desde o início de seus estudos acerca da filosofia natural até o fim de sua vida, sem nunca encontrar total satisfação em uma resposta. Encontramos Newton desenvolvendo um conceito de atração pura nas cartas a Bentley, por volta de 1692 a 1693. Fez analogias com fatos experimentais como a atração capilar, a falta de aderência da pólvora seca, a dificuldade de comprimir duas superfícies, o andar das moscas sobre a água, a elevação anômala do mercúrio, a refração da luz, a atividade química e a atração elétrica. Sua busca em procurar provas experimentais suficientes para elaborar uma teoria correta e definitiva, e explicar esta questão acabou frustrando-o. Em algumas obras percebemos que ao escrever sobre o assunto ele não arrisca fazer mais do que suposições ou palpites, como encontramos, por exemplo, em trechos da **Óptica**. Deste modo, as teorias de Newton acerca da matéria eram necessariamente hipotéticas porque ele não conhecia a causa da gravidade. Trataremos mais profundamente deste tema no tópico referente ao éter.

Consequentemente, definiu-se que a massa tem diferente peso a distancias diferentes da Terra – não é preciso o homem estar na lua para saber que uma pedra cairá, sabemos disso porque podemos reduzir este fenômeno em termos matemáticos,

por exemplo –, com a ajuda de definições matemáticas antes descobertas por Kepler e posteriormente a partir dos estudos de Boreli, Huygens, Wren, Halley e Hooke, que conduziram a extraordinária formulação da lei da gravitação por Newton, culminando numa ciência matemática da matéria em movimento. Não apenas na Lua, mas qualquer corpo no sistema-mundo, tende a cumprir certo movimento em direção a qualquer outro corpo em proporção direta ao produto de suas massas, e inversa ao quadrado da distância entre os seus centros.

É difícil até nos dias de hoje conceber quaisquer movimentos que não sejam redutíveis matematicamente pela mecânica racional de Newton, isto graças aos conceitos de massa, força e aceleração que, embora apresente exceções no caso da aceleração quando são causadas por forças bastante regulares e constantes, como no caso da velocidade da luz, continuam sustentando corolários importantes da física contemporânea.

A partir de um estudo detalhado das obras de Newton, não seria nenhum absurdo afirmar que ele concebeu a massa não apenas dotada de qualidades empíricas, mas também dotada de características formais – fácil notar em várias passagens de *Principia* e *Óptica* –, já que embora sua maior tendência fosse empírica ele não descartava hipóteses metafísicas como método mais apurado de avaliar os fenômenos. É compreensível que dotado de uma reserva teológica, ele estivesse sempre pronto a fazer de seu método um método metafísico. Na realidade, mesmo que Newton tenha sido posteriormente o grande expoente de uma mecânica mais rígida do mundo físico e eleito como fervoroso empirista, foi fácil para seus seguidores esquecerem em parte o empirismo e conceber a massa como uma redução dos movimentos da matéria a fórmulas matemáticas exatas, as quais devem ser vistas como axiomas da filosofia natural, universal e necessariamente verdadeiros. Além do mais, a descoberta de que todas as unidades básicas da mecânica podiam ser definidas em unidades de massa, espaço e tempo, colabora bastante para um progresso metafísico da física, em contraste real com certas presunções de sua época, Newton surge como um vigoroso defensor do conceito integralmente metafísico da natureza física.

E esta nova postura acerca da noção de massa acaba levando Newton ao conceito de gravidade. Acerca do sistema de nosso mundo, os pensadores da natureza combateram-se, por muito tempo, sobre a causa que faz girar e que retém na suas

órbitas todos os planetas, e sobre o que faz com que todos os corpos desçam à superfície da Terra. O sistema cartesiano, explicado e muito mudado depois dele, parecia dar uma razão plausível, simples e inteligível a todos a esses fenômenos. Entretanto, na filosofia, devemos desconfiar daquilo que se entende fácil demais, bem como das coisas que não se entendem. A gravidade, a queda acelerada dos corpos que caem sobre a Terra, a revolução dos planetas nas suas órbitas, suas rotações em torno do seu eixo, todos esses fenômenos são movimentos; sendo que movimentos só podem ser concebidos por impulso; só podem ser fundamentados a partir de uma força motora que os façam sair de um estado de repouso para um estado de movimento. Portanto, todos esses corpos que se movimentam de alguma forma no espaço são empurrados por alguma coisa. Mas pelo quê?

Segundo o ultrapassado sistema de vórtice cartesiano todo o espaço está cheio de uma matéria muito sutil que não percebemos e que, essa matéria, vai do Ocidente para o Oriente onde imaginamos um vasto turbilhão de matéria sutil, no qual os planetas são arrastados em torno do Sol; mergulhado nesse sistema há outro turbilhão particular, que flutua no grande, e que gira diariamente em torno do planeta. Os cartesianos acreditam que a gravidade depende desse movimento diário, pois, dizem, “esse peso não consiste em outra coisa senão em que as partes do pequeno céu que cercaram a Terra giram muito mais rápido do que as partes da Terra giram em torno de seu eixo, tendendo, com mais força, a afastar-se e, por consequência, a repelir as partes da Terra”⁵³. Eis a causa da gravidade no sistema cartesiano conforme exposto em **O mundo ou tratado da luz**. No entanto, antes de calcular a força centrífuga e a velocidade de tal matéria sutil, devia-se ter a certeza de que ela existe, e supondo que ela existe, ainda se demonstrou falso que ela seria a causa da gravidade. Newton discordou fervorosamente de Descartes e anulou todos esses turbilhões, grandes e pequenos, tanto o que conduz os planetas a girarem em torno do Sol, quanto o que faz com que cada planeta gire em torno de si mesmo.

⁵³ (DESCARTES, 2008, p. 91). Considerando que Descartes rejeita à atração a distância, o modelo dos turbilhões comportará uma explicação da atração que a Terra exerce sobre os corpos que estão em sua superfície em função do peso da matéria do espaço que a cerca. À medida em que a matéria do céu gira mais rápido em torno da Terra do que a Terra em torno do seu próprio eixo, ela tende a sair e, conseqüentemente, a empurrar os corpos terrestres em direção a Terra. Assim, os corpos tendem ao centro da Terra em razão do peso que lhe exerce a matéria do céu, e não em razão da massa da Terra, como prescreve a física newtoniana.

O mecanismo absurdo da teoria cartesiana da gravidade resistiu a matematização, ao contrário de Galileu, toda a física cartesiana do impacto manteve-se não matemática até depois do aparecimento de *Principia*. Com a mesma esperança de Galileu, Newton conseguiu matematizar a física e, mesmo desconhecendo os mecanismos tecnológicos de impacto mais útil e, adotando especulações mecanicistas que decorriam do conceito de força, confessou uma limitação do conhecimento, comparável a que Galileu confessou ao se recusar a discutir a causa da “aceleração”. Galileu não dispunha de um conceito de força, ao contrário de Newton que tinha uma ideia bastante clara, embora não muito definida, daquilo que causa o movimento. Para Newton a força não é o fim da cadeia de movimentos, mas existe uma causa que faz com que essas forças motoras se dissipam, embora esta causa ainda esteja inexplicável em termos puramente científicos. Segundo ele relata, na citação abaixo, sem uma causa essas forças não se propagariam no espaço.

Sem a qual essas forças motoras não se propagariam nos espaços circunjacentes; se essa causa provém de um corpo central (como o imã no centro da força magnética, ou a Terra no centro da força gravitacional), ou de alguma outra coisa, ainda não está evidente. Pois tenciono aqui fornecer apenas uma ideia matemática dessas forças, sem considerar suas causas e lugares físicos. (NEWTON. Em: COHEN & WESTFALL, 2002, p. 110).

De fato, Newton nunca conseguiu definir a causa da gravidade, mas compreendia a sua existência a partir das reações observadas nos fenômenos. Salvo esta única frustração em sua obra, não podemos negar o seu legado, a nova compreensão de como as coisas se movimentam no mundo e fora dele, talvez o grande feito de sua obra.

Para os seus cartesianos, tudo se faz por um impulso incompreensível; para o Sr. Newton, é uma atração, cuja causa tampouco se conhece. Em Paris, imaginamos a Terra feita como um melão; em Londres, ela é chata de ambos os lados. A luz, para um cartesiano, existe no ar; para um newtoniano, ela vem do Sol em seis minutos e meio. Nossa química faz todas as suas operações com ácidos, álcalis e matéria sutil; a atração domina até a química inglesa. (VOLTAIRE, 2001, p. 101).

Nesse breve comentário de Voltaire, em *Cartas filosóficas*, percebemos o prestígio maior que ele concede a Newton comparando-o com Descartes, enfatizando o sucesso de Newton e o fracasso cartesiano, de modo irreverente, característico em seus

textos. O interessante nesse trecho é que Voltaire capta bem a frustração de Newton por não conseguir definir a causa da gravidade, ou, de outro modo, a resposta para a pergunta: o que é e qual é a causa dessa força que impulsiona a gravidade? Talvez, ele já tivesse em mente a resposta para essa questão, embora não conseguisse provar, não seria absurdo, para sua mente teológica, pensar que a causa dessa força só poderia ser Deus.

3.3 O Espaço e o tempo

Aqui percebemos que as observações de Newton sobre o espaço e o tempo, todavia, acaba o distanciando de seu empirismo, posição esta parcialmente proferida a partir de seu método matemático, e parcialmente baseada em fundamentos teológicos, e isso no corpo principal de seu trabalho mecânico e físico. Isto, porque ao querer oferecer caracterizações fundamentais de espaço, tempo e movimento, necessariamente temos que assumir certos aspectos metafísicos compreender estes termos em conceitos puros, algo que ele deixa bem claro em *Principia* quando ele diz que em investigações filosóficas “devemos abstrair de nossos sentidos e considerar as coisas em si mesmas, distintas daquilo que são tão-somente suas medidas perceptíveis” (NEWTON, 2008a, p. 47), uma observação até certo ponto metafísica para um fervoroso empirista como ele. Será de suma importância para o nosso estudo de sua metafísica analisarmos e compreendermos a posição de Newton referente a estes conceitos, e entender como se dá este desvio dos seus propósitos experimentais.

3.3.1 Absoluto ou relativo?

No Escólio de *Principia* Newton introduz suas definições sobre esses assuntos, com o propósito principal de remover certos preconceitos empíricos.

Até aqui estabeleci as definições dos termos acima do modo como eles são menos conhecidos e expliquei o sentido no qual eles devem ser entendidos no que se segue. Não defino tempo, espaço, lugar e movimento por serem bem conhecidos de todos. Contudo, admito que o leigo não concebe essas quantidades sob outras noções, exceto a partir das relações que elas guardam com objetos perceptíveis. Daí surgem certos preconceitos, para a remoção dos quais será conveniente distingui-las entre absolutas e relativas, verdadeiras e aparentes, matemáticas e comuns. (NEWTON, 2008a, p. 44).

Após esta polêmica introdução no Escólio de *Principia*, contra os relativistas de seu tempo, Newton passa a fazer suas próprias definições. O que se segue adiante são definições ou corolários acerca do espaço e tempo, com a finalidade de acabar com certos conceitos vulgares estabelecidos pela física de Descartes de que o espaço e o tempo são exclusivamente relativos, algo que Newton em suma condena. O entendimento de Newton acerca do espaço e tempo absolutos e relativos ainda hoje é muito discutido pelos estudiosos do seu pensamento. Na realidade o que Newton quer evitar é justamente o erro de tomar os conceitos de espaço e tempo de uma maneira vulgar e aparente. É justamente por isso que se faz necessário ter uma compreensão filosófica e, portanto, metafísica destes termos, evitando assim que classifiquemos estes termos apenas num sentido mais vulgar.

I – O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo e por sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com qualquer coisa externa e é também chamado de duração. O tempo comum aparente e relativo é uma medida de duração perceptível e externa (seja ela exata ou irregular) que é obtida por meio de movimento e que é normalmente usada no lugar do tempo verdadeiro, tal como uma hora, um dia, um mês, um ano.

II – O espaço absoluto, em sua própria natureza, sem relação com qualquer coisa externa, permanece sempre similar e imóvel. Espaço relativo é alguma dimensão ou medida móvel dos espaços absolutos, a qual nossos sentidos determinam por sua posição com relação aos corpos, e é comumente tomado por espaço imóvel; assim é a dimensão de um espaço subterrâneo, aéreo ou celeste, determinado pela sua posição com relação à Terra. Espaços absoluto e relativo são os mesmos em configuração e magnitude, mas não permanecem sempre numericamente iguais. (NEWTON, 2008a, p. 45).

Espaço e tempo são vistos vulgarmente como inteiramente relativos, ou seja, são vistos pelos cartesianos apenas como distâncias entre objetos ou eventos perceptíveis. Na verdade, Newton nos alerta que além de tais espaços e tempos relativos, há espaços e tempos absolutos, reais e matemáticos. E estes são completamente distinguidos dos anteriores, pois são infinitos, homogêneos, contínuos e inteiramente independentes de qualquer objeto perceptível. O tempo flui uniformemente de eternidade para eternidade e o espaço existe todo, infinito, ao mesmo tempo, em mobilidade infinita. Assim, o espaço é imóvel por sua própria essência ou natureza, pois a ordem de suas partes não

pode ser mudada, de outro modo, seria mudada com relação a si própria, o que seria absurdo.

As partes do espaço e do tempo não podem pelos nossos sentidos só pela metafísica, por isso usamos medidas relativas a outros corpos para podermos perceber a distância ou dimensão deste espaço, bem como a duração do tempo propagado. Pois, definimos todos os lugares pelas posições e distâncias das coisas em relação a outras coisas, que consideramos imóvel em relação ao objeto que consideramos estar em movimento; calculamos todos os movimentos relativamente a estes lugares, os quais, corpos imóveis preenchem. Por isso, para medir ou definir distâncias, por exemplo, temos de considerar algum corpo como imóvel, e então estimar os movimentos e medir as distâncias em relação a outros corpos. Por esse motivo, Newton nos alerta no Escólio de *Principia*, que “em vez de lugares e movimentos absolutos, usamos relativos, e isto sem qualquer inconveniente prático” (NEWTON, 2008a, p. 47), porém, nos alerta que em investigações filosóficas “devemos abstrair de nossos sentidos e considerar as coisas em si mesmas”, ou seja, se quisermos definir o espaço e o tempo filosoficamente, não devemos nos ater a uma espécie particular de espaço e tempo, o que seria uma definição muito vulgar, mas justamente ao conceito que representa toda forma de espaço e tempo, seja aquele tomado em referência a outros corpos, seja aquele na sua forma mais universal. Por isso o espaço e o tempo, verdadeiro e absoluto, não podem ser definidos pela translação a partir dos corpos vizinhos, que são vistos como parados. Por conseguinte, todos os movimentos oriundos dos lugares em movimento são somente partes dos movimentos integrais e absolutos, e todo movimento integral compõe-se do movimento do corpo a partir de seu primeiro lugar, e do movimento deste lugar para fora de seu lugar, e assim por diante. Logo, no pensamento newtoniano, as quantidades relativas não são as próprias quantidades na sua forma mais essencial de espaço, tempo e movimento, mas sim as medidas sensíveis delas (verdadeiras ou erradas), usadas vulgarmente em lugar das qualidades em si. Portanto, se queremos definir os termos “tempo”, “espaço”, “lugar” e “movimento”, teremos de entendê-los puramente em suas medidas absolutas e não relativas a outro corpo, pois, de outro modo, não estaríamos contribuindo com a matemática e a filosofia, mas confundindo as verdadeiras quantidades com suas relações e medidas vulgares.

Além do mais, Descartes, em sua física do movimento relativo, concluía que sem matéria não haveria espaço, e sendo este apenas consequência das posições relativas de partes materiais. Newton, em sua crítica a Descartes, defende que se retirada toda a matéria ainda se poderia conceber o espaço já que ele tem existência real, substancial e absoluta. Uma crítica baseada na incompreensão do conceito de sistema de referência cartesiano, já que o espaço não pode ser apenas a consequência da relação entre corpos, precisa ter existência concreta e necessária desde que o ser precisa necessariamente existir em algum lugar e Deus precisa existir em todos. Além do mais, observa Newton, quando Descartes concebe o espaço como algo puramente relativo, também abre espaço ao ateísmo e acaba dando realidade ontológica aos corpos, porque negligencia o espaço absoluto. O mesmo pode se dizer do movimento absoluto, o qual também é distinguido do tempo relativo. “Todos os movimentos podem ser acelerados e retardados, mas o fluxo do tempo absoluto não é passível de mudanças” (NEWTON, 2008a, p. 46). Portanto, essa espécie de duração deve ser distinguida daquelas que são apenas suas medidas perceptíveis, e da mesma forma como a ordem das partes do tempo é imutável, assim também o é a ordem das partes do espaço, pois é como se tempos e espaços fossem referidos tanto de si mesmos (absolutos) quanto em relação a todas as outras coisas.

No entanto, Newton assume como veremos adiante, no tópico dedicado ao movimento, que é impossível por observação e por experimento nos aproximar de qualquer dessas duas entidades absolutas, verdadeiras e matemáticas, pois elas são fundamentalmente inacessíveis a nós por experimento, e podemos nos perguntar: como então sabemos que há coisas tais como o espaço, tempo e movimento absolutos, tendo admitida inacessibilidade à observação e ao experimento, e da completa relatividade de todas as nossas medições com referência a corpos perceptíveis? Como Newton, o fervoroso empirista e refutador de hipóteses, ousa introduzi-las em suas definições de massa e força, e nos seus axiomas de movimento? Como mencionado anteriormente, esta questão será melhor abordada no tópico referente ao movimento, porque achamos que esta questão pode ser mais bem desenvolvida e respondida a partir dos conceitos newtonianos de movimento e de repouso absolutos.

3.3.2 Condição divina do espaço e do tempo

Outro aspecto importante na concepção de Newton sobre o espaço e o tempo são as qualidades infinitas que estes termos necessariamente impõem. De certa forma, a destruição do *cosmo* aristotélico contribuiu para uma maneira nova de pensar o espaço, que deixa de ser concebido como um todo finito e hierarquicamente ordenado, ou de outro modo, qualitativa e ontologicamente diferenciado. Em Newton o espaço passa a ser encarado como um Universo indefinido e infinito, unido pela identidade de seus conteúdos e leis fundamentais. Para ele, como para More e Barrow, espaço e tempo não eram simplesmente entidades sugeridas pelo método matemático-experimental, mas tinham fundamentalmente um significado religioso, que, era igualmente muito importante. Pois as características do espaço e do tempo eram características divinas, já que significavam a onipresença e a existência contínua, de eternidade a eternidade, de Deus Todo-Poderoso. As funções precisas de Deus na metafísica de Newton serão objeto de um capítulo mais adiante; aqui observaremos apenas como o conceito da Divindade fornece a chave para a presente compreensão divina do espaço e do tempo para Newton. Deste modo, quando a segunda edição de *Principia* surgiu em 1713, Newton acrescentou em seu Escólio Geral este trecho:

E de seu domínio verdadeiro segue-se que o Deus verdadeiro é um Ser vivente, inteligente e poderoso; e, de suas outras perfeições, que ele é supremo ou o mais perfeito. Ele é eterno e infinito, onipotente e onisciente; isto é, sua duração se estende da eternidade à eternidade; sua presença do infinito ao infinito; ele governa todas as coisas e conhece todas as coisas que são ou podem ser feitas. Ele não é eternidade e infinitude, mas eterno e infinito; ele não é duração ou espaço, mas ele dura e está presente. Ele dura para sempre, e está presente em todos os lugares; e por existir sempre e em todos os lugares, ele constitui a duração e o espaço. Desde que toda partícula de espaço é *sempre*, e todo momento indivisível de duração está *em todos os lugares*, certamente o Criador e Senhor de todas as coisas não pode ser *nunca* e estar *em nenhum lugar*. (NEWTON, 1991, p. 168).

É evidente, a partir desses pronunciamentos, que a mente de Newton não estava exclusivamente confinada às implicações matemáticas e mecânicas quando ele se dispôs a tratar dos corpos e de como eles se moviam no espaço absoluto – ele também quis dizer que eles se moviam em Deus, na presença eterna e onisciente do Criador. Naturalmente, Newton concebeu Deus em boa parte como More e Gassendi o fizeram,

ou seja, combinando entre seus atributos aqueles que faziam referência à ordem matemática e à harmonia do mundo, a partir de Sua autoridade absoluta na existência das coisas. A isto se acrescenta uma passagem da Questão 28 de **Óptica** em que ele se refere ao espaço como o *divine sensorium*, para que possamos analisar e compreender este aspecto metafísico concedido ao espaço, ou seja, o espaço é relacionado com o intelecto e a vontade de Deus, os quais, guiam as ações do mundo físico, pois, espaço absoluto, para Newton, não é somente a onipresença de Deus, mas também o cenário infinito do conhecimento e controle divinos.

E o que impede as estrelas fixas de caírem umas sobre as outras? Como vieram os corpos dos animais a ser planejados com tanta arte, e para que fins foram planejadas suas várias partes? Foi o olho planejado sem a habilidade em óptica, e o ouvido sem conhecimento dos sons? Como decorrem da vontade os movimentos do corpo, e por que existe o instinto nos animais? Não é o sensorio dos animais o lugar onde está presente a substância sensitiva e para o qual são transportadas as imagens perceptíveis das coisas através dos nervos e do cérebro, que ali podem ser percebidas por sua presença imediata nessa substância? E, sendo estas coisas tratadas corretamente, não se segue do exame dos fenômenos que há um Ser incorpóreo, vivo, inteligente, onipresente, que no espaço infinito (como se fosse em seu sensorio) vê as coisas em si mesmas, intimamente, e as percebe completamente, e as compreende inteiramente pela presença imediata delas? (NEWTON, 2002, p. 271).

Posteriormente a esta passagem, Newton insiste no controle divino ativo do mundo que se soma ao conhecimento perfeito de Deus. Pois, Deus por estar em toda parte, é capaz, por sua vontade, de mover os corpos dentro do seu ilimitado *sensorium* uniforme (o espaço), e de formar e reformar as partes do universo, assim como nós somos capazes de mover os nossos próprios corpos. O “espaço” e o “tempo” absolutos não são características ontológicas de Deus, mas efeitos emanantes de sua vontade, consequências imediatas e necessárias devido à vontade de Deus. Por isso também a “extensão” não é um acidente, mas consequência de uma presença divina. Leibniz contesta Newton, de forma rigorosa, acerca da passagem acima em **Óptica**, que postulava a “extensão” como uma vontade divina, referindo-se ao “espaço” como o “sensorio” de Deus.

É nestas observações acerca do espaço e do tempo que percebemos Newton abandonando, parcialmente, o seu empirismo, e apresentando uma posição predominantemente metafísica e teológica em suas obras mais importantes. Em outras palavras, “espaço” absoluto comunica Deus por ser extrínseco e necessário a tudo. Pois, o volume ou a cor de um “corpo” é sua propriedade, mas o “espaço” que ele ocupa, em qualquer “tempo”, não é propriedade dele. De acordo com Newton, para existir alguma coisa tem que necessariamente existir algum “espaço”, o que significa deduzir a existência do “espaço” sem o “corpo”. Dessa forma, o “espaço” é logicamente anterior às coisas criadas, assim como o “tempo”. A condição ontológica do espaço é absoluta e infinita na medida em que percebemos o seu status ontológico de necessidade a um ser. Esta condição ontológica do espaço e do tempo para a existência de qualquer corpo, também está proferida em *De gravitatione*:

O espaço constitui uma disposição do ser enquanto ser. Não existe nem pode existir ser algum, que não tenha alguma relação com o espaço, de uma forma ou de outra. Deus está em toda parte, as inteligências criadas estão em algum lugar, o corpo está no espaço que ocupa, sendo que qualquer coisa que não estivesse nem em nenhum lugar nem em algum lugar, na realidade não existiria. Daqui se infere que o espaço constitui um efeito derivante da própria existência do ser, pois, ao se postular algum ser, postula-se também para ele o espaço. O mesmo pode ser afirmado quanto à duração: com efeito, ambos constituem disposições do ser ou atributos, segundo os quais denominamos quantitativamente a presença e a duração de qualquer coisa que exista individualmente. Assim, a quantidade da existência de Deus era eterna, com respeito à duração, e infinita em relação ao espaço no qual ele está presente; e a quantidade da existência de um ser criado era tão grande, com respeito à duração, quanto a sua duração desde o começo da sua existência, e, em relação ao tamanho da sua presença, tão grande quanto o espaço a ele pertencente. (NEWTON, 1991, p. 222).

Assim, o tempo é eterno em sua duração e o espaço imutável em sua natureza, o que ocorre segundo Newton “por ser ele o efeito que deriva de um ser eterno e imutável”. Neste sentido, no pensamento newtoniano exposto em *De gravitatione*, compreendemos a partir destas posições, que o espaço e Deus comunicam a mesma existência, ou seja, assumir o espaço significa necessariamente assumir Deus, pois, se em algum momento não existisse o espaço, naquele momento Deus não poderia estar em nenhum lugar, e de acordo com essa questão, Deus ou teria criado o espaço mais

tarde (espaço no qual ele mesmo não estaria, portanto, algo contraditório a razão), ou então, Deus teria criado a sua própria ubiquidade, o que seria igualmente contraditório. Podemos imaginar que exista um espaço vazio, mas não podemos imaginar, de acordo com Newton ⁵⁴, que algo exista sem ocupar um espaço, da mesma forma com a duração. E mesmo assim, encontramos algumas passagens em *De gravitatione* que defendem a não existência de um vácuo absoluto por Newton, pois, embora o espaço possa estar isento de corpos, em todo momento, ele não é, em si mesmo, um vácuo; “alguma coisa está lá” diz Newton, “pois os espaços lá estão, embora não seja mais do que isso”. Ademais, tudo o que tiver mais realidade em um espaço do que em outro, pertence ao corpo, e não ao espaço, que é eterno e imutável.

Ademais, de acordo com a compreensão de que o espaço e o tempo atinjam o significado de infinitude e, desta forma, acabam assumindo características semelhantes à de Deus, com efeito, não devemos imaginar, de acordo com o pensamento newtoniano, que “Deus é como um corpo”, ou seja, “extenso e feito de partes divisíveis”, e que o espaço infinito seja divisível, mas que o espaço absoluto não é divisível.

E todavia não devemos considerar o mundo como o corpo de Deus, ou as várias partes dele como as partes de Deus. Ele é um Ser uniforme, destituído de órgãos, membros ou partes, e elas são suas criaturas, subordinadas a Ele e subservientes à Sua vontade; e Ele não é mais a alma delas do que a alma do homem é a alma das espécies das coisas levadas através dos órgãos dos sentidos ao lugar de sua sensação, onde ela as percebe por meio de sua presença imediata, sem a intervenção de uma terceira coisa qualquer... E Deus não tem necessidade de tais órgãos, pois está presente às próprias coisas em todo lugar. (NEWTON, 2002, p. 292).

Segundo Newton, não devemos considerar o mundo como o corpo de Deus, pois Ele é um ser uniforme, desprovido de membros e órgãos, e os “corpos” são suas criaturas a Ele subordinadas à sua vontade, já que Deus não tem necessidade de tais órgãos, estando presente Ele em toda a parte, perante as próprias coisas. E em toda parte existem limites comuns e partes contíguas que distanciam as coisas uma das outras, ou

⁵⁴ Conjunto de quatro definições presentes no início de *De gravitatione*: “Os termos quantidade, duração e espaço são por demais conhecidos para poderem ser definidos através de outros termos”. “Lugar é uma parte do espaço que uma coisa enche adequadamente”. “Corpo é aquilo que enche um lugar”. “Repouso é a permanência no mesmo lugar”. “movimento é a mudança de lugar”.

seja, em toda parte existem superfícies atuando como um limite com outros sólidos neste e naquele lado. Consequentemente, existem em toda parte toda espécie de figuras, pois em toda parte podem existir esferas, cubos, triângulos, linhas retas e todas as outras espécies de figuras, de todas as formas e tamanhos, ainda que não apareçam a olho nu. Com efeito, a configuração material de qualquer figura constitui uma representação corpórea da mesma no espaço, de sorte que, aquilo que anteriormente era insensível no espaço, como o espaço que engloba uma esfera, por exemplo, este espaço agora aparece aos sentidos como existente, quando há uma esfera nele. Pois, Newton, acredita serem esféricos todos aqueles espaços, através dos quais englobam qualquer esfera, ou outros objetos, sendo este espaço movido progressivamente de momento para momento, ainda que ali não permaneça nenhum vestígio sensível de esfera. Para Newton, no caso da esfera, o espaço era esférico antes que a esfera o ocupasse, de maneira que ele podia conter a esfera.

3.3.3 Crítica de Leibniz sobre o espaço como *sensorium* de Deus

Conforme Newton, tudo o que está presente no espaço deve estar submisso ao conhecimento divino, e deve ser percebido imediatamente e compreendido intimamente por Ele, mas não pelo espaço. Desse modo, a própria consciência humana é percebida e conhecida por Deus porque Ele está em todos os espaços. E é a própria consciência divina que provê o centro de referência fundamental para o movimento absoluto, conforme veremos no tópico adiante. Além disso, de acordo com Newton, Deus é não somente conhecimento infinito, mas também vontade Toda-Poderosa. Leibniz critica Newton acerca dessas características do espaço em suas **Correspondências com Clarke**, analisemos esta crítica mais profundamente.

Newton diz que o espaço é o órgão de que Deus se serve para sentir as coisas. Mas se ele tem necessidade de algum meio para as sentir, elas não dependem inteiramente dele e não são sua produção. (LEIBNIZ, 1974, p.405).

Esta passagem está presente na primeira página das **Correspondências com Clarke**, e mostra Leibniz profundamente preocupado em corrigir Newton devido a uma passagem na Questão 28 de **Óptica** na qual, para Newton, o espaço infinito compreende o sensorio de Deus, bem como na Questão 31: “excetuadas algumas irregularidades insignificantes que podem ter resultado das ações mútuas dos cometas e planetas uns

sobre os outros e que estarão aptas a aumentar até que o sistema necessite de uma reforma”. Ora, conforme Leibniz é contraditória esta visão newtoniana, já que ela não pressupõe um movimento perpétuo de Deus, mas um movimento grosseiro, o qual precisará sofrer reparos e agir por algum meio. O estudioso de Newton é convicto de que tais acusações não têm nenhum fundamento, e apenas caracterizam uma má interpretação dos escritos newtonianos. Primeiramente, como já vimos anteriormente, Newton não diz que o espaço é o órgão de que Deus se serve para perceber as coisas; não diz tampouco que Deus precisa de qualquer meio para as perceber. Newton afirma que Deus, por ser um Ser que está presente em toda a parte, percebe as coisas exclusivamente por sua presença imediata pelo espaço, portanto, sem a intervenção de nenhum órgão sensitivo ou de nenhum meio. Ademais, o termo *sensorium* não significa propriamente o órgão, mas o lugar da sensação e Newton não diz que o espaço é uma espécie de sensorio, mas que é comparativamente relacionado a uma espécie de sensorio. A questão colocada na **Correspondência com Clarke**, em torno de saber se o espaço constitui ou não o sensorio de Deus, do ponto de vista da ciência, está ligada à necessidade que tem o espaço absoluto de apresentar um caráter inobservável, que os objetos materiais e observáveis estarão sujeitos para se movimentarem e se alterarem, e nesse caráter inobservável, faz-se, erroneamente, a comparação do lugar da percepção da alma com o espaço infinito onde Deus se faz onipresente.

Por conseguinte, quando Newton diz que Deus precisa fazer uma inspeção em sua obra, para realizar reparos, este ato não significa a depreciação de sua obra, como algo inacabado ou grosseiro, mas antes faz reconhecer a grandeza de Deus como um engenheiro e mantedor da ordem excelente do universo e suas leis. Segundo Newton, a sabedoria de Deus consiste em que tenha formado, desde o começo, uma ideia perfeita e completa de uma obra que Ele começou, e que subsiste de acordo com essa ideia, somente pelo exercício perpétuo do poder divino. Por isso, as palavras “correção” e “reforma” não devem ser entendidas em relação a Deus, mas unicamente em relação às criaturas de Deus, que pela liberdade podem danificar ou atrasar o sistema, e segundo Newton, cabe a Deus providenciar as reformas.

O espaço tem uma extensão infinita em todas as direções. Com efeito, não podemos imaginar qualquer limite onde quer que seja, sem com isto mesmo imaginarmos ao mesmo tempo que para além deste espaço existe outro. Em consequência, todas as linhas retas, bem como todas as parabolóides,

hiperbolóides, todos os cones e cilindros e outras figuras da mesma espécie, se estendem ao infinito e não têm limite algum em parte alguma, ainda que aqui e acolá sejam cruzadas por linhas e superfícies de todos os tipos, as quais se estendem transversalmente, e com elas formam segmentos de figuras em todas as direções. (NEWTON, 1991, p. 219).

3.4 O movimento

É a partir de Galileu, que a matemática começa a ser utilizada em parceria com os métodos empíricos e científicos para atingir o princípio de uma certeza, tanto empírica quanto metafísica. Talvez esta tenha sido a principal herança dos filósofos cientistas, dos quais Newton é o maior expoente. Os pensadores anteriores a Galileu, assim como Descartes, aceitavam a noção de que “o movimento” era apenas um conceito matemático que descrevia os fenômenos, sendo por isso objeto de um estudo puramente geométrico, pois apenas explicava o mundo dos corpos físicos; um valor prático da matemática almejado por Descartes. Galileu era criticado por Descartes por tentar descobrir na natureza um movimento puramente matemático em sua estrutura, como algo redutível exatamente⁵⁵ a fórmulas matemáticas, almejando a esperança de que seria possível elaborar uma física cuja complementação não recorresse a qualquer princípio além da matemática pura.

A questão do movimento era tema de discussão entre Newton e seus antecessores e contemporâneos relativistas, já que, a mesma discussão entre o espaço e o tempo relativos pode ser inferida na questão do movimento. O tema mais polêmico acerca dessa discussão se referia ao fato que, segundo Newton, a variedade de movimento que encontramos no mundo está sempre decrescendo e, há necessidade de conservá-lo. Vejamos de início uma passagem de *Principia* na qual Newton busca uma definição de movimento, para termos uma maior orientação acerca dessas questões.

IV – Movimento absoluto é a translação de um corpo de um lugar absoluto para outro; e movimento relativo, a translação de um lugar relativo para outro. Assim, em um navio que está navegando, o lugar relativo de um corpo é aquela parte do navio que o corpo ocupa; ou aquela parte da cavidade que o

⁵⁵ Antes de Descartes Galileu manifestara a visão de que não existe absolutamente nada no “movimento” de um corpo físico que não possa ser expresso em termos matemáticos, porém ele só admite que isso pode ser feito atribuindo-se certas qualidades últimas ao movimento que estão além da geometria, e assim a manipulação integralmente matemática de seus movimentos possa ser realizada. Descartes criticava essa visão porque não admitia a existência de um movimento sem “extensão”.

corpo preenche, e que, portanto, move-se junto com o navio; repouso relativo é a permanência do corpo naquela mesma parte do navio ou de sua cavidade. Mas repouso real, absoluto, é a permanência do corpo na mesma parte daquele espaço imóvel, no qual o próprio navio, sua cavidade e tudo o que ele contém, se move. (NEWTON, 2008a, p. 45).

O movimento absoluto é a transferência de um corpo de uma parte do espaço absoluto para outra, enquanto o movimento relativo é uma mudança na sua distância relativa a qualquer outro corpo perceptível. Assim, o movimento absoluto de qualquer corpo na Terra deve ser computado pela combinação matemática dos seus movimentos relativos na Terra como o movimento da Terra no espaço absoluto. O movimento verdadeiro não é gerado nem se muda senão por forças impressas no próprio corpo movido, ao passo que, o movimento relativo pode ser gerado e mudar-se sem forças impressas nesse corpo, para isso, basta apenas que se imprimam forças em outros corpos, com os quais se faz a relação de referência, de modo que muda-se aquela relação em que consiste o repouso ou movimento relativo de determinado corpo. Por esse motivo, Newton nos alerta no Escólio de *Principia* que “as causas pelas quais os movimentos verdadeiros e relativos são diferenciados, um do outro, são forças imprimidas sobre os corpos para gerar movimento” (NEWTON, 2008a, p. 48). De fato, Newton assume em *Principia* que é difícilimo compreendermos os verdadeiros movimentos de cada um dos corpos, distinguindo-os verdadeiramente dos aparentes, já que as partes do espaço em que os corpos se movem de verdade não caem sob os sentidos. Entretanto, ele está munido de argumentos que suprem esse defeito, provindos dos movimentos aparentes, os quais se constituem diferentes dos movimentos verdadeiros ou absolutos, a partir da força que são causa e efeito desses movimentos.

Voltemos àquela questão do tópico anterior sobre a existência do espaço e do tempo absolutos, e reformule-mo-la na seguinte pergunta: como podemos determinar se um corpo realmente está em repouso, sem admitirmos outro corpo por referência, ou ainda, se admitirmos outro ponto de referência, como saber se este próprio ponto de referência esta realmente em repouso, já que é uma propriedade do repouso que os corpos realmente em repouso repousem uns com relação aos outros? Segundo Newton não podemos, por observação e experimento, fazer mais do que aproximar-nos de qualquer dessas duas entidades absolutas (espaço e tempo), verdadeiras e matemáticas, pois, elas são fundamentalmente, inacessíveis a nós.

E, portanto, é possível que nas regiões remotas das estrelas fixas, ou talvez muito além delas, possa haver algum corpo em repouso absoluto; mas como é impossível saber, a partir das posições dos corpos uns com relação aos outros nas nossas regiões, se qualquer deles mantém a mesma posição com relação àquele corpo remoto, conclui-se que repouso absoluto não pode ser determinado a partir da posição dos corpos nas nossas regiões. (NEWTON, 2008a, p. 47).

Deste modo, Newton é ciente de que não podemos perceber o movimento absoluto, assim como o espaço e o tempo absoluto, a partir da posição de outros corpos referenciais. Para resolver esta questão, Newton infere em *Principia* que podemos conhecer o movimento absoluto por certas propriedades suas, e que o movimento absoluto implica espaço e tempo absolutos.

Logo, se corpos vizinhos são movidos, aqueles que estão em repouso relativo dentre eles compartilharão de seu movimento. Por essa razão, o movimento verdadeiro e absoluto de um corpo não pode ser determinado por sua translação a partir daqueles que apenas parecem estar em repouso; pois os corpos externos não apenas devem aparentar estar em repouso, mas estar realmente em repouso... Uma propriedade similar à precedente é que se o lugar é movido, o que for colocado ali dentro se move junto com ele; e, portanto, um corpo que é movido do seu lugar. Por essa razão, todos os movimentos a partir de lugares em movimento são nada mais do que partes de movimentos inteiros e absolutos; e qualquer movimento inteiro é composto pelo movimento do corpo para fora de seu lugar original e pelo movimento desse lugar para fora de seu lugar; e assim por diante, até atingirmos algum lugar imóvel... Por essa razão, movimentos inteiros e absolutos não podem ser determinados por outra forma que não seja por lugares imóveis; e por essa razão, relacionei anteriormente aqueles movimentos absolutos a lugares imóveis, mas relativos, a lugares móveis. Agora, nenhum outro lugar é imóvel, com exceção daqueles que, por todo o espaço infinito, mantém uma mesma posição uns para os outros; e, por essa razão, devem sempre permanecer imóveis, e assim, realmente constituem espaço imóvel. (NEWTON, 2008a, p. 47 e 48).

Neste trecho Newton apenas distingue repouso e movimento absoluto de repouso e movimento relativo, por suas propriedades, causas e efeitos. Argumenta que é propriedade do movimento que as partes, ou seja, posições num sistema, partilham de qualquer movimento ou repouso real do sistema. Por conseguinte, o movimento

absoluto, o qual representa tanto a parte quanto o resto do sistema, não pode ser determinado por suas relações recíprocas, mas somente em relação ao espaço imóvel. Mas é justamente este espaço absoluto que é inacessível a observação e ao experimento e, apesar deste trecho apontar vagamente para a solução do nosso problema, a nossa dificuldade ainda persiste. Como podemos dizer se um corpo está realmente em repouso, se para isso, precisamos tomar outro ponto que realmente esteja em repouso para podermos percebê-lo empiricamente? No decorrer desta passagem, Newton prossegue discutindo sobre as causas e efeitos do movimento, neste trecho em seguida, talvez encontremos uma pista para essa questão.

As causas pelas quais os movimentos verdadeiros e relativos são diferenciados, um do outro, são as forças imprimidas sobre os corpos para gerar movimento. O movimento verdadeiro não é nem gerado nem alterado, a não ser por alguma força imprimida sobre o corpo movido; mas o movimento relativo pode ser gerado ou alterado sem qualquer força imprimida sobre o corpo. Pois é suficiente apenas exercer alguma força sobre os outros corpos com os quais o primeiro é comparado, pois quando eles se deslocarem, aquela relação, em que consistia o repouso ou movimento relativo desse outro corpo, é modificada... É realmente uma questão de grande dificuldade descobrir, e efetivamente distinguir, os movimentos verdadeiros de corpos particulares daqueles aparentes; porque as partes daquele espaço imóvel, no qual aqueles movimentos se realizam, de modo algum são passíveis de serem observadas pelos nossos sentidos. No entanto, a situação não é totalmente desesperadora, pois temos alguns argumentos para nos guiar, parte devido aos movimentos aparentes, que são as diferenças dos movimentos verdadeiros, e parte devido às forças, que são as causas e os efeitos dos movimentos verdadeiros. (NEWTON, 2008a, p. 48 e 50).

Conforme Newton expõe neste argumento, há duas maneiras pelas quais podem ser demonstrados e medidos os movimentos absolutos (e daí, espaço e tempo absolutos). Uma a partir dos movimentos aparentes, que são as diferenças dos movimentos reais, e outra pelas forças, que são as causas e efeitos dos movimentos reais. Examinemos a nossa questão a partir desta última.

Entretanto, no que se refere à força, como efeito, Newton de fato nos dá uma explicação plausível para essa questão. Ao expressar as experiências realizadas com o vaso com água e dos dois globos, conforme ele expõe em *Principia* (NEWTON, 2008a,

p. 49, 50 e 51), de fato nos comunica algo realmente importante. O exemplo do vaso que gira e comunica gradualmente seu movimento à água nele contida, movimento o qual resulta numa força centrífuga, mensurável pelo grau de concavidade tomado pela água, ou no caso dos globos, pela tensão da corda.

Se um recipiente, suspenso por uma longa corda, é tantas vezes girado, a ponta da corda ficar fortemente torcida, e então enchido com água e suspenso em repouso junto com a água; a seguir, pela ação repentina de outra força, é girado para o lado contrário e, enquanto a corda desenrola-se, o recipiente continua nesse movimento por algum tempo; a superfície da água, de início, será plana, como antes de o recipiente começar a se mover; mas depois disso, o recipiente, por comunicar gradualmente o seu movimento à água, fará com que ela comece nitidamente a girar e a se afastar pouco a pouco do meio se subir pelos lados do recipiente, transformando-se em uma figura côncava (conforme eu mesmo experimentei), e quanto mais rápido se torna o movimento, mais a água vai subir, até que, finalmente, realizando suas rotações nos mesmos tempos que o recipiente, ela fica em repouso relativo nele. (NEWTON, 2008a, p. 49).

Nessa experiência, realmente temos movimentos como causas de certas forças, pois estes fenômenos não estão presentes quando os movimentos antecedentes não estão e, deste modo, quando eles estão presentes, devemos estar lidando não com movimentos relativos, mas com movimentos que podemos realmente chamar de absolutos. No caso do movimento relativo, Newton argumenta que ele pode ocorrer sem a aplicação de qualquer força, pois, basta mudar a relação dos outros corpos com os quais um corpo é comparado, impelindo assim a mudar suas relações com ele. No entanto, o movimento real e absoluto, não pode ocorrer, todavia, sem a aplicação de força, e, vice-versa, ou seja, sempre que a força seja aplicada, o movimento absoluto tem de ocorrer, o que nos força a concluir que, sempre que a força seja operativa, ali existe movimento absoluto. Entretanto, é difícil perceber qualquer poder de convicção neste argumento, pois só podemos descobrir a presença de forças somente por mudanças de movimento e, deste modo, enquanto que as acelerações sempre invocam forças, não é coerente tomar a direção oposta e assegurar que a aplicação da força sempre significa movimento absoluto, até mesmo porque a causa desta força nos é desconhecida, pois, não podemos compreendê-los da causa para o efeito, mas apenas do efeito para a causa – a causa é totalmente desconhecida para efeito de análise, o que a torna hipotética até que o efeito

aparece. E é claro que em se tratando de Newton, é bastante claro que só um Ser é capaz de referir-se às causas desconhecidas da mudança de movimento. Deste modo, sempre que houver uma força operando, deve haver uma aceleração de massa afetada, ou seja, movimento absoluto, e, para ele, seria Deus o Agente da força primeira, o que torna esta questão para nós ilegítima no pensamento newtoniano, e nesse sentido, esta dificuldade ainda permanece ⁵⁶.

Portanto, tomando qualquer corpo, por si só, segundo Newton, é impossível dizer inteligivelmente que esteja em movimento ou em repouso no espaço absoluto ou no tempo absoluto ⁵⁷. As coisas movem-se no espaço e tempo absolutos, apenas com referência a outras coisas. E, a resposta para a questão de quem seria capaz de perceber esse movimento absoluto, é encontrada na teologia de Newton. Pois, é a própria consciência divina quem estabelece o centro de referência fundamental para o movimento absoluto. Talvez para Newton, Deus certamente seja o único que deve saber ao menos se qualquer dado movimento é absoluto ou relativo, já que Ele é o Criador fundamental do movimento, o Agente da força, e é capaz a todo momento de acrescentar movimento aos corpos dentro do seu ilimitado *sensorium*. Mario Barbatti, em **Conceitos físicos e metafísicos no jovem Newton**, deixa claro, que por influência de pensadores como Henry More, Gassendi e Barrow, Newton acaba adotando tal postura metafísica em sua mecânica do movimento.

No *De Gravitatione*, todas estas questões encontram-se discutidas a partir da crítica à Descartes, por um Newton que já deixa revelar os esboços, ainda imaturos, de sua Mecânica. Assim, o movimento absoluto é enunciado (em contraposição ao relativo, de Descartes) como consequência direta da existência de espaço e tempo absolutos. O espaço e tempo absolutos são concebidos (por influências de More, Gassendi e Barrow) como necessidade intrínseca à existência (se é, está), radicalizada pela perfeição da existência de

⁵⁶ Newton de fato não define cientificamente a causa da força que impulsiona o movimento geral da natureza, mas apenas presume, de forma não científica, que o agente impulsionador desse movimento é Deus. Desse modo, essa questão do agente impulsionador permanece como um postulado em seu pensamento.

⁵⁷ Uma maneira simples de defender este ponto, um tanto quanto obscuro do pensamento newtoniano, é encararmos a própria natureza do que seja uma “medida” ou “percepção”. Como medimos um movimento? Como medimos uma força, ou qualquer outra coisa? Fazemos isso sempre tendo como base e fundo um objeto referência, um outro corpo, um sensor, alguma outra coisa. Medir é relacionar. Perceber, no sentido mais abstrato, é relacionar algo conosco. Então, jamais mediremos ou perceberemos o movimento absoluto! O tempo e o espaço absoluto, justamente por terem o adjetivo “Absoluto” aderido a eles, são imperceptíveis, imensuráveis. Podem apenas ser postulados!

Deus. A matéria é então concebida literalmente como uma negação do espaço por um ato da vontade de Deus e, portanto, a matéria é não-necessária. (BARBATTI, 1997, p. 11).

Assim, de acordo com as leituras de *De gravitatione* (NEWTON, 1991, págs. 216 e 217), presumimos que, para Newton, todo movimento absoluto, em última análise, é o resultante de um gasto de energia divina, e sempre que esta inteligência divina é consciente deste gasto, o movimento acrescentado dessa forma ao sistema deve ser absoluto. Logicamente, é difícil achar este argumento convincente e, naturalmente, explicações em termos de referência religiosa não podem ser contestadas criticamente, porém a onisciência de Deus, e sua transcendência em relação ao conhecimento humano foram aceitas tradicionalmente, por Newton, como postulados não-testados. Portanto, insinuou-se na ciência matemática de Newton, nesse ponto, uma importante noção, que foi, em última análise, o produto de suas convicções teológicas e metafísicas.

3.4.1 Crítica ao movimento cartesiano

Segundo Newton, em *De gravitatione*, a concepção cartesiana de movimento é bastante vaga e de modo algum matemática. O próprio Newton aponta e corrige diversos erros no pensamento de Descartes quando este procura estabelecer a verdadeira causa da gravidade na sua teoria dos vórtices. Vale salientar que, embora Descartes estivesse errado na concepção do movimento dos corpos celestes, a teoria cartesiana do vórtice foi uma realização histórica de grande valor, sendo a primeira tentativa de representar a realidade de uma maneira fundamentalmente diferente da visão aristotélico-cristã, a qual era uma visão essencialmente teleológica e espiritual que controlara o pensamento humano por mil e quinhentos anos. Newton é o primeiro que dá esperança à metafísica para elaborar uma física fundamentada em princípios da matemática pura, ele procurava compreender a primeira causa ⁵⁸ (metafísica) da

⁵⁸“Ciência do peso e do equilíbrio dos corpos fluidos e dos corpos sólidos nos fluidos” (NEWTON, 1991, p.209). Na medida em que concerne a causa da gravidade, Newton não a define, mas apenas constata sua existência, não se preocupando em definir como se deu o surgimento da gravidade. No entanto, na medida em que concerne às ciências matemáticas, a metafísica de Newton busca os princípios abstratos, formalidades naturais que são capazes de fundamentar os próprios fenômenos, pois, é conveniente para os filósofos cientistas abstraírem o mais possível de considerações de ordem física, uma vez que a matéria que trata das formalidades possa ser considerada íntima da filosofia natural, afim de que sua utilidade possa ser particularmente evidente e a certeza dos seus princípios talvez seja confirmada, esta é sua metafísica e Deus o financiador das formalidades racionais da natureza.

gravidade. É nesta dura crítica a Descartes nesta obra que encontramos a essência da filosofia de Newton, a sua metafísica.

Em *De gravitatione*, Newton define o movimento como sendo uma mudança de lugar a que os corpos estão sujeitos e devem ocupar um espaço e preenche-lo, de forma que, nenhum outro corpo ocupe o mesmo lugar. Nestas definições, o espaço é distinto do corpo e o movimento é estabelecido como algo que acontece com respeito às partes desse espaço, e não com respeito à posição dos corpos vizinhos, como afirma Descartes e seu movimento relativo ⁵⁹. De fato podemos atribuir certo movimento relativo tomando como referência um corpo que observa o movimento de outro corpo, e estabelecer seu movimento perante outro corpo, mas segundo Newton, há também certo movimento absoluto, que age sobre os corpos, independente da posição relativa de outros corpos, que compreende movimento em um sentido mais filosófico e essencial.

Na realidade, porém, tal ensinamento é confuso e contrário a razão. Isto se infere não somente a partir das absurdas conseqüências que dele seguem, senão também do fato de que o reconhece o próprio Descartes, ao incorrer em contradições. Com efeito, afirma ele que, em se falando em sentido próprio e em conformidade com o sentir filosófico, a Terra e os demais planetas não se movem. Alega igualmente que aquele que afirmar que a Terra se move devido à sua mudança com respeito às estrelas fixas, fala contra os ditames da razão e se atém ao linguajar vulgar. [Descartes, Parte Terceira, artigos 26, 37, 28 e 29]. (NEWTON, 1991, p. 211).

Segundo o pensamento cartesiano, a cada corpo compete exclusivamente um movimento particular (DESCARTES, **Princípios**, parte segunda, artigos 28, 31 e 32), definido como sendo o deslocamento de uma parte da matéria ou de um corpo em relação à proximidade dos corpos que o tocam imediatamente – e que são considerados como estando em repouso – à proximidade de outros (DESCARTES, **Princípios**, parte segunda, artigo 25). Cumpre notar, que um corpo deslocado no seu movimento particular, conforme a mencionada definição, que além deste movimento peculiar a cada corpo, podem surgir neles inúmeros movimentos, que Descartes chama de movimentos por participação (ou seja, na medida em que faz parte de outros corpos que têm outros movimentos) (DESCARTES, **Princípios**, parte segunda, artigo 31). Entretanto, segundo

⁵⁹ (DESCARTES, **Princípios**, parte segunda, artigo 28) “O movimento considerado no sentido próprio, só pode ser referido aos corpos contíguos ao corpo que se move”.

Newton, estes movimentos não constituem movimentos no sentido filosófico do termo e em linguagem racional, nem segundo o rigor da verdade das coisas, mas tão-somente em linguagem imprópria e de acordo com o modo comum de falar. Pois Descartes descreve duas formas de movimento – isto é, o movimento próprio e o derivativo – deste modo, afirma também duas espécies de lugares dos quais procedem os citados movimentos; são eles: as superfícies dos corpos relativos a posição do corpo em movimento, e a posição destes e de qualquer outros corpos. Newton descreve que esse ensinamento é confuso e contrário a razão, e que infere absurdas consequências, incorrendo em contradições. Pois segundo o pensamento cartesiano acerca do movimento, a Terra e os demais não se movem (só há movimento se existir outro corpo como referencial deste movimento), pois a Terra só se move com respeito às estrelas fixas. Além deste erro grosseiro apontado por Newton no pensamento cartesiano, ele aponta também o absurdo de um sistema de vórtices, no qual atribui a Terra e aos planetas uma tendência a se afastarem do Sol como de um centro em torno do qual giram, tendência em virtude da qual são equilibrados nas suas devidas distâncias do Sol por uma tendência semelhante do turbilhão em rotação (DESCARTES, **Princípios**, parte terceira, artigo 140). Ora, isto parece implausível, diz Newton, pois o movimento dos corpos derivado do repouso de outros corpos é uma acepção vulgar do movimento, ao contrário, o movimento verdadeiro é aquele que deriva dos corpos neles mesmos, e não em relação a outros corpos.

Além do mais, Newton observa o “absurdo” de Descartes ao postular que a cada corpo compete um movimento individual, por se considerar que cada corpo possui um único movimento, segundo a verdade das coisas, ou seja, que existem inúmeros movimentos em cada corpo.

Que não se pode afirmar que qualquer movimento é verdadeiro, absoluto e próprio, mais do que outros, mas que, ao contrário, todos os movimentos, seja com respeito a corpos contíguos seja com respeito a corpos longínquos, constituem movimentos num sentido igualmente filosófico – o que constitui as mais absurdas das afirmações. Com efeito, a não ser que se admita poder haver um movimento físico, próprio de cada corpo, e que os restos das mudanças de relação e posição com respeito a outros corpos constitui apenas designações externas... (NEWTON, 1991, p. 214).

Em consequência do “absurdo” a que as consequências cartesianas conduzem, em *De gravitatione*, Newton acaba explicitando, de forma bastante rara em seus escritos, suas posições metafísicas. Do que ficou dito, não seria absurdo pensar que o movimento cartesiano não é movimento, na concepção de Newton, pois não representa o movimento absoluto, porque é definido com relação a corpos vizinhos, um conceito vulgar e, além das críticas em termos físicos sobre as contradições envolvidas, segundo Newton, havia também um problema de nível metafísico, justamente porque o espaço, para Newton, não pode ser apenas a consequência da relação entre corpos, mas precisa ter existência concreta e necessária.

4. O ÉTER

O conceito de éter surge em Newton como uma tentativa de explicar o processo de relação dos corpos com outros corpos pelo espaço por meio de algo. Newton acreditava que existia alguma coisa a qual servia de um meio para que tais forças fossem transmitidas no espaço de um corpo ao outro. E esse meio ele o chamava de éter. Conseqüentemente, o seu teologismo acaba por interferir nas suas posições metafísicas acerca do éter de forma ainda mais definida com relação as suas teorias acerca do tempo e do espaço. Em Newton, as tentativas de novas soluções especulativas para o universo com o auxílio do éter aparecem em quase todos os seus trabalhos iniciais.

4.1 Funções do éter

A existência de um meio etéreo já vinha sendo cogitada e desenvolvida no mínimo desde os pré-socráticos ⁶⁰. Futuramente a noção de um meio etéreo veio suprir no tempo de Newton duas funções distintas: a propagação de movimento de partículas através de distâncias e qualidades que explicavam fenômenos extramecânicos, como a eletricidade, o magnetismo e a coesão entre partículas. É fato que os estudos antecedentes de Boyle foram tomados como referência por Newton a fim de estabelecer progressos naquilo em que Boyle já havia iniciado em seus trabalhos. De fato, o grande impulso que levou Newton a considerar um estudo mais sério sobre o éter, foi por ele não conceber, ao menos nos seus trabalhos iniciais, que era possível uma ação à distância. Isso foi em grande parte devido aos seus estudos sobre ótica, que o levaram-no a pensar na necessidade de um meio para explicar a propagação da luz pelo espaço. Pois, em todo o corpo de seu trabalho referente a este tema, ele nunca duvidou da existência de um meio que ao menos desempenhasse a função de transmitir a luz pelo espaço, admitindo que existisse um “éter”, o qual era um meio suscetível a vibrações. E uma vez tendo esta preocupação referente à sua ótica, foi fácil para ele estender estas definições a outros fenômenos que envolviam a ação à distância, tais como a gravidade, o magnetismo, a atração elétrica, a coesão entre corpos, dentre outros. Uma passagem

⁶⁰ Uma das acepções mais antigas do termo é a de **Anaxágoras de Clazômenas**, do século V A. C. Esse filósofo propôs que o mundo que conhecemos teria surgido a partir de um caos inicial onde tudo estaria misturado. Em seu modelo, um *vórtice* teria começado a separar as coisas, inicialmente em duas grandes massas: o *ar* (que consistiria em coisas densas, frias e úmidas) e o *aithér* (coisas rarefeitas, quentes e secas).

interessante que confirma essa convicção da impossibilidade da ação à distância, a não ser por meio de algo, ocorre na terceira carta de Newton a Bentley, ele diz:

É inconcebível que a matéria bruta, inanimada, opere sem a mediação de alguma outra coisa, não-material, sobre outra matéria e a afete sem contato mútuo, como deve ocorrer se a gravitação, no sentido de Epicuro, for essencial e inerente a ela. E é por essa razão que desejei que não me fosse atribuída a gravidade inata. Para mim, é absurdo que a gravidade devesse ser inata, inerente e essencial à matéria, de modo que um corpo pudesse atuar sobre outro à distância, através de um vácuo, sem a mediação de qualquer outra coisa, por cujo intermédio sua ação e força pudesse ser transmitida de um corpo a outro. Absurdo tão grande que creio que nenhum homem dotado de uma faculdade de pensamento competente em questões filosóficas pode jamais cair nele. A gravidade deve ser causada por um agente que atua constantemente de acordo com certas leis; mas, se esse agente é material ou imaterial é uma consideração que deixo para meus leitores. (NEWTON, 1779-85, p. 438. Em: BURTT, 1991, p. 209).

Nesta passagem vemos que Newton realmente estava preocupado em explicar como era possível a ação à distância. Ele não admitia que essas ações pudessem ser propagadas por meio de nada pelo espaço, ou seja, ele não admitia um vácuo absoluto. Nesse sentido, a gravidade não se apresentaria por si mesma, pois, ela precisaria de algo externo a si para se propagar e exercer suas propriedades; ela não nasceria e agiria por si mesma, mas seria “causada por um agente que atua constantemente de acordo com certas leis”. Vimos que os trabalhos de Newton sobre as noções acerca de tempo, espaço e massa traduziam-lhe o mundo externo até onde lhe eram matematicamente compreendidos, e quando não era possível traduzi-los pela matemática apenas, ele recorria a sua metafísica. E com relação às suas colocações acerca do éter e Deus, elas apresentavam uma aparência bem mais metafísica do que física ou matemática.

A natureza desempenhava todos os grandes movimentos dos corpos celestes pela atração da gravidade que afetam os corpos, assim como as menores partículas por alguns outros poderes de atração e repulsão. O princípio da *vis inertiae*, o qual os corpos persistem em seu movimento ou repouso, não seria suficiente para propagar os corpos pelo espaço, unicamente porque antes desse princípio seria necessário um meio para que tais corpos se propagassem, e sem esse meio jamais poderia ter havido qualquer

movimento no mundo. A mente de Newton exigia outro princípio necessário para conservar os movimentos pelo espaço.

Como, pois, a variedade do movimento que encontramos no mundo está sempre diminuindo, há uma necessidade de conservá-lo e restabelecê-lo por princípios ativos, como a causa da gravidade, em virtude da qual os planetas e os cometas mantêm seus movimentos em suas órbitas e os corpos em queda adquirem um grande movimento; e a causa da fermentação, pela qual o coração e o sangue dos animais são mantidos em movimento contínuo e calor, as partes interiores da Terra são constantemente aquecidas e em alguns lugares tornam-se muito quentes, os corpos queimam e brilham, as montanhas se incendiam, as cavernas da Terra explodem e o Sol continua quentíssimo e lícido, aquecendo todas as coisas com sua luz. Pois encontramos no mundo muito pouco movimento além do que é devido a esses princípios ativos. E, não fossem esses princípios, os corpos da Terra, dos planetas, dos cometas, do Sol e de todas as coisas que neles existem ficariam frios, congelariam e se converteriam em massas inativas; e toda putrefação, geração, vegetação e vida cessariam, e os planetas e cometas não se manteriam em suas órbitas... Parece-me, ademais, que essas partículas não apenas têm uma *vis inertiae*, acompanhada com leis passivas do movimento como as que resultam naturalmente dessa força, mas também são regidas por certos princípios ativos, como o da gravidade e o que causa a fermentação e a coesão dos corpos. (NEWTON, 2002, p. 289-290).

Nesta passagem de **Óptica**, Newton propõe suprir essas necessidades de conservação do movimento das partículas a partir do éter e da *vis inertiae*. Todavia, nenhuma das suas considerações sobre este meio etéreo é satisfatoriamente clara e final, pois suas explicações sobre o éter fugiam de seu rigoroso método empírico, e ele próprio as reconhecia como simplesmente uma hipótese metafísica, portanto, sem valor de uma lei experimental.

4.2 Especulações iniciais sobre a constituição e função do éter

Desde o princípio Newton rejeita completamente a concepção cartesiana do meio etéreo como um fluido denso, compacto, que poderia atuar sozinho, equilibrando os planetas em suas órbitas a partir de um movimento de vórtice, e desenvolveu suas próprias premissas, a partir de alguns conceitos já trabalhados por Boyle, em uma especulação mais original em *Principia*. Sua primeira e elaborada apresentação do éter

surge numa carta para Oldenburg, em 1675. Observamos que Newton pressupõe de forma não-qualificada a constituição do éter e, embora ele condenasse as hipóteses – ele não toma como verdadeira esta hipótese – por conveniência escreva como se tivesse feito; ele mesmo admite que não se devam levar em consideração estas hipóteses.

Examinemos a hipótese: – I. Deve-se supor a existência de um meio etéreo, de constituição bastante semelhante à do ar, mas muito mais rarefeito, mais tênue e mais fortemente elástico. O movimento de um pêndulo dentro de um vidro sem ar, tão rápido quanto o ar livre, é um argumento considerável sobre a existência desse meio. Mas não se deve supor que esse meio seja matéria uniforme, mas sim composta, em parte, do corpo fleumático principal do éter, em parte de outros espíritos etéreos diversos, muito à maneira em que o ar é composto do seu corpo fleumático, combinado com diversos vapores e exalações. Pois as exalações elétricas e magnéticas, e o princípio da gravitação, parecem arrazoar tal variedade. Talvez toda a estrutura da natureza não seja mais que várias composições de certos espíritos etéreos ou vapores, condensados por precipitação, muito à maneira em que os vapores se condensam em água, ou as exalações em substâncias mais densas, embora não tão facilmente condensáveis; (NEWTON. Em: BURTT, 1991, p. 212).

Posteriormente a esta passagem, Newton continua a descrever o éter como espírito tênue e, explica sua função na criação das coisas materiais, nesta carta, e em várias outras que se seguem a Halley e Boyle, todas elas a níveis de especulações fundadas apenas em conjecturas que lhe vinham à mente. Talvez o teor principal destas cartas é que diferentemente do éter cartesiano, para Newton o “corpo fleumático” do éter é descrito como muito rarefeito, tênue e elástico. E além do “corpo fleumático principal do éter”, que é tido como um meio de transmissão pelo método da diferença, há difundidos, através dele, “outros espíritos etéreos”, que fornecem a explicação para outros fenômenos que envolvem outros princípios de propagação do movimento, como a eletricidade, o magnetismo e a gravidade e com a especulação de que a estrutura inteira da natureza material possa ser formada a partir destes espíritos condensados. Esta citação faz parte das primeiras especulações iniciais de Newton sobre o éter, e mostramos o tanto que fantasiosas e hipotéticas elas eram. Essas especulações iniciais indicam claramente a sua esperança de aplicar à teoria do éter as explicações de tais fenômenos, e por causa do seu reconhecido experimentalismo, elas foram apresentadas tentativamente por ele, e com alguma timidez aos seus correspondentes. Entretanto, quanto à existência de tal meio, e quanto à legitimidade desse meio para explicar

determinados fenômenos, ele não tinha nenhuma dúvida. Para ele, o mundo se deterioraria e se tornaria imóvel se não fosse pelo éter, nunca abandonando a esperança de uma assegurada evidência experimental, que estabeleceria ou descartaria definitivamente algumas dessas conjecturas. Estas especulações tomaram formas mais maduras em **Óptica**, onde o éter foi o propósito principal de muitas das trinta e uma questões anexadas à obra, como veremos no tópico seguinte. Em *Principia* o éter aparece de forma interessante no último parágrafo do Livro III intitulado **Do sistema do mundo**.

E agora poderíamos acrescentar algo concernente a um certo espírito mais sutil que penetra e jaz escondido em todos os corpos sólidos; um espírito através de cuja força e ação as partículas dos corpos se atraem entre si a distâncias próximas, e se unem, se contíguas; e os corpos elétricos operam a distâncias maiores, tanto repelindo como atraindo os corpúsculos vizinhos; e a luz é emitida, refletida, refratada, infletida, e esquentada os corpos; e toda sensação é excitada e os membros dos corpos animais movem-se ao comando da vontade, notadamente pela vibração desse espírito, mutuamente propagada ao longo dos filamentos sólidos dos nervos, dos órgãos exteriores dos sentidos até o cérebro, e do cérebro até os músculos. Mas essas são coisas que não podem ser explicadas em poucas palavras, nem estamos providos daquela suficiência de experimentos que é requerida para uma determinação precisa e para uma demonstração das leis pelas quais esses espíritos elétricos e elásticos operam. (NEWTON, 1991, p. 170).

Percebemos nesta passagem as ideias de Newton acerca do éter já demonstram mais maturidade, e é perfeitamente observável que a existência desse espírito e sua relação causal com tais fenômenos é tomada como incontestável. E a única razão pela qual o éter não tomou parte maior no corpo de *Principia*, e talvez a sua única incerteza com relação ao éter, era o fato de que, até este momento, Newton foi incapaz de obter leis experimentais acuradas que expressem a dominância e as operações desse meio penetrante. Vale notar que aqui o éter não assume distinções múltiplas como aparecem na carta de 1675, mas agora ele o toma como um meio único.

4.3 Uma fundamentação mais elaborada do éter

É nas indagações finais de **Óptica**, que encontramos as afirmações finais de Newton sobre a natureza e funções do éter. Aquelas suposições iniciais proferidas nas cartas, agora são de vez esclarecidas e fundamentadas com maiores detalhes, assim como a sua relação com a explicação da gravidade. As provas experimentais que ele tanto buscara, surgiam aos poucos, e a análise mais apurada delas precisava ser efetuada. A experiência descrita na Questão 18 de **Óptica** é a seguinte:

Se em dois recipientes cilíndricos altos e largos de vidro invertidos suspendermos dois pequenos termômetros de forma que não toquem os recipientes e retirarmos o ar de um desses recipientes e os levarmos, assim preparados, de um lugar frio para um lugar quente, o termômetro *in vacuo* se tornará tão quente, e quase no mesmo instante, quanto o termômetro que não está *in vacuo*. E, se levarmos os recipientes de volta para o lugar frio, o termômetro *in vacuo* se tornará frio quase que simultaneamente com o outro termômetro. Não é o calor do quarto quente transmitido através do vácuo pelas vibrações de um meio muito mais sutil do que o ar, o qual, depois de ar ter sido retirado, permaneceu no vácuo? E não é esse meio o mesmo que aquele pelo qual a luz é refratada e refletida e por cujas vibrações a luz comunica calor aos corpos e é colocada em estados de fácil reflexão e fácil transmissão? E não contribuem as vibrações desse meio em corpos quentes para a intensidade e duração de seu calor? E os corpos quentes não comunicam seu calor aos corpos frios contíguos pelas vibrações desse meio propagadas deles para os corpos frios? E não é esse meio extremamente mais rarefeito e sutil do que o ar e extremamente mais elástico e ativo? E não penetra ele prontamente em todos os corpos? E não é ele (por sua força elástica) expandido por todo o firmamento? (NEWTON, 2002, p. 257).

Nesta experiência dos dois termômetros compreendemos melhor o que Newton quer dizer com a transmissão de partículas pelo espaço através de algum meio. Primeiramente devemos considerar que o calor, assim como a luz e o som, são partículas, e partículas que se movimentam pelo espaço devem sempre se propagar por algum meio. Pois, se medirmos com um termômetro *in vacuo* ou pelo ar a temperatura de um determinado ambiente, a transmissão de calor mostrará os mesmos resultados, logo, deduzimos que deve existir algum meio, que não é o ar, mas que também não é um vácuo absoluto, que permita a transferência de calor pelo espaço. Mais adiante na Questão 21 Newton cita a velocidade do som e da luz como ilustração, e repete algumas

de suas especulações iniciais sobre a explicação da refração, a sensação e o movimento animal, o magnetismo e outras coisas tais, pelo auxílio do éter.

Assim, se alguém supusesse que o éter (como o nosso ar) pode conter partículas que se esforçam para afastar-se umas das outras (pois não sei o que é esse éter) e que suas partículas são muito menores do que as do ar, ou mesmo do que as da luz, a extrema pequenez de suas partículas pode aumentar a grandeza da força pela qual essas partículas podem afastar-se umas das outras, tornando assim esse meio extremamente mais rarefeito e elástico do que o ar, por consequência, extremamente menos capaz de resistir aos movimentos dos projéteis e extremamente mais capaz de pressionar os corpos grandes ao se esforçar por expandir-se. (NEWTON, 2002, p. 259).

Nesta definição de Newton acerca do éter, ele o classifica como um meio essencialmente da mesma natureza do ar, com a ressalva de ser muito mais rarefeito e de possuir partículas muito menores, elásticas e presentes, e em maior quantidade na natureza. Devido a esta alta elasticidade, estas partículas possuem poderes mutuamente repulsivos e atrativos, e tendem a afastar-se ou aproximar-se uma das outras constantemente, e esta tendência é justamente segundo Newton a causa dos fenômenos de gravitação, e vários outros fenômenos relacionados ao éter. E esses fenômenos são fundamentados em efeitos adicionais provindos dos poderes ativos de repulsão nas partículas do éter. Dessa forma, as partículas assumem movimento por propagações ondulatórias, portanto, precisam se propagar por meio de algo no espaço. E não apenas poderes ativos de transmissão de partículas pelo espaço, mas também carregam a responsabilidade de reconstruir ou atrasar constantemente o movimento do cosmo pelo exercício desses princípios ativos porque os fenômenos da natureza devem ser sempre redutíveis às determinadas forças de atração e repulsão. Para Newton todo o mundo físico deve consistir de partículas que se atraem em proporção ao seu tamanho, de um ponto zero a repulsão, até que se chegue às menores partículas, que compõe o que Newton chama de éter. Assim, explica-se a formação dos corpos sólidos pelas atrações das partículas maiores e os corpos fluidos (meio etéreo), com suas tendências de repulsão e suas variações de densidade. Na Questão 31 de **Óptica**, Newton conjectura sobre o “teor” e o “curso” do éter, admitindo que não estivesse preocupado ainda com a causa e a constituição do éter, mas que o percebia em presença a partir da interação comprovada nos fenômenos. Ele diz explicitamente:

Não têm as pequenas partículas dos corpos certos poderes, virtudes ou forças, por meio dos quais elas agem a distância não apenas sobre os raios de luz, refletindo-os, refratando-os e inflectindo-os mas também umas sobre as outras, produzido grande parte dos fenômenos da natureza? Pois sabe-se que os corpos agem uns sobre os outros pelas ações da gravidade, do magnetismo e da eletricidade; e estes exemplos mostram o teor e o curso da natureza, e não torna improvável que possa haver mais poderes atrativos além desses. Porque a natureza é muito consonante e conforme a si mesma. Não examino aqui o modo como essas atrações podem ser efetuadas. O que chamo de atração pode se dar por impulso ou por algum outro meio que desconheço. Uso esta palavra aqui apenas para expressar qualquer força pela qual os corpos tendem um para o outro, seja qual for a causa. (NEWTON, 2002, p. 274).

Não podemos encontrar em Newton uma explicação mais detalhada do significado de “certos poderes”, talvez por ele assumir a existência do éter apenas como teoria científica. Em todas as obras em que ele trata do assunto esta questão sempre fica aberta, sem aprofundamentos metafísico-epistemológicos ⁶¹, embora ele mesmo afirme em algumas passagens, que o éter “é constituído de uma energia não mecânica, imaterial e até mesmo espiritual, exterior a matéria” ⁶². Pois, o que Newton chama de atração é produzido por impulso em algum meio, sempre designando, em geral, que existe uma “atração” entre corpos. E conforme ele mesmo diz, no estudo das “leis da natureza” devemos apreender que os corpos se atraem uns aos outros a partir de certas leis e propriedades da atração, e só depois de descobrir estas leis, é que devemos investigar a “causa” que produz a “atração”. A Rupert Hall e Marie Boas Hall, no artigo “Newton e a teoria da matéria”, concordam que “tal teoria deve ser vista como um mecanismo necessário, e um mecanismo que teve muita serventia para Newton na interpretação e na explicação das leis da natureza” (HALL, A. R. / HALL, M. B, 1970, p. 101). Os Hall, publicaram um manuscrito de Newton, originalmente sem título e sem data, com o título composto a partir dos títulos dos dois capítulos do manuscrito, *De aere et aethere*, na edição dos *Unpublished Scientific papers of Isaac Newton*. Nesse manuscrito, percebemos Newton argumentando acerca da impossibilidade de definir a

⁶¹ Newton não entra em detalhes em suas obras acerca da verdadeira natureza do éter nem como essas “Atrações” são executadas.

⁶² Estudiosos de Newton como Alexandre Koyrè (KOYRÈ, 2006. P. 186) e Edwain A. Burt (BURTT, 1991, p. 212) afirmam a impossibilidade de encontrar uma definição para a natureza do éter, tanto em *Óptica* quanto em *Principia*, embora existam algumas passagens em que Newton parece apresentar uma definição, ao usar as palavras “espírito de ar”, “meio etéreo” e “matéria tênue”.

natureza ou causa do éter, porém, presumindo a sua existência, de acordo com suas observações científicas.

Muitas opiniões podem ser oferecidas a respeito da causa dessa repulsão. É possível que o meio interveniente ceda com dificuldade ou não suporte ser muito comprimido. Ou talvez Deus tenha criado uma certa natureza incorpórea que procura repelir os corpos e torná-los menos compactados. Ou talvez seja da natureza dos corpos não apenas eles terem um núcleo sólido e impenetrável, mas também terem uma certa esfera circundante de matéria sumamente fluida e tênue, que dificilmente admite outros corpos em seu interior. Sobre essas questões eu não discuto. Mas, como é igualmente verdade que o ar evita os corpos e que os corpos se repelem mutuamente, parece-me acertado inferir disso que o ar se compõe das partículas dos corpos afastados do contato, e que se repelem mutuamente com uma força poderosa... E, com esse fundamento, todas as propriedades do ar são fáceis de compreender. (NEWTON. Em: HALL, A. R. / HALL, M. B, 1962, p. 57).

Newton se projeta na discussão para outros aspectos do éter, como por exemplo, a “força”, mediante a qual os corpos tendem a se atrair, e que só pode ser produzida por um impulso, porque as forças de atração se propagam, e por si propagarem, precisam de um meio para que propaguem. Para Newton, tudo o que se propaga pelo espaço, tem que ser por meio de algo, de algum meio que lhe sirva para movimentar essa atração pelo espaço, por isso não há vácuo absoluto em Newton, mas sempre a presença do éter. Em todo caso, esses “poderes” são muito reais e inteiramente indispensáveis para a explicação – mesmo hipotética – da existência dos corpos, ou de outro modo, da coesão das partículas materiais que o compõem. Isso nos leva, a saber, que não é possível pensar num modelo materialista da natureza, principalmente se pensarmos na atração entre corpos, e uma física puramente materialista ou mecanicista, como a de Descartes, seria impossível de dar conta das exigências que a nova ciência estava impondo.

Quanto à constituição do éter encontramos algumas passagens em que Newton argumenta que se decomusermos os corpos da Terra em pequenas partículas, eles serão convertidos em ar, contudo, essas partículas de ar podem ser decompostas em partículas ainda menores, por uma ação violenta, sendo possível convertê-las em um ar ainda mais sutil e tênue, capaz de poder penetrar ainda mais nos poros dos corpos. Esta decomposição do ar pode ser chamada de “espírito de ar” ou “éter” (NEWTON, 1962, p. 221-228. Em: COHEN & WESTFALL, 2002, p. 60-61). Contudo, o éter consistia-se

em um corpo material ou imaterial? De fato desde as suas especulações iniciais nas cartas a Oldenburg até a explanação mais geral em **Óptica**, Newton sempre se referiu ao éter como um “espírito” ou “meio”, exceto quando numa correspondência a Oldenburg, em 1675, usava a expressão “corpo fleumático principal do éter” (NEWTON. Em: BURTT, 1991, p. 212). Essa questão de o éter ser corpóreo ou não-corpóreo é levantada em *Principia*, mas não é totalmente respondida. No entanto, se considerarmos as considerações expostas no nosso estudo acerca dos aspectos metafísicos na física de Newton, não seria absurdo afirmar que não há diferença em substância entre o éter e os corpos sólidos, o que faria do éter, necessariamente, corpóreo, embora seja um corpo de forma muito tênue. Entretanto, podemos objetar uma discussão, ao sugerir, conforme Newton em suas conjecturas iniciais e posteriores, que os corpos sólidos surgem por solidificação de diversos espíritos etéreos, o que parecia tornar os corpos, fundamentalmente, espirituais. De fato, Newton não aponta uma resposta definitiva para esta questão, na realidade, ele insistia em não se preocupar, ao menos por enquanto, com essa questão da constituição do éter – permaneceremos sem matar nossa curiosidade – e como ele mesmo dizia no prefácio da primeira edição de *Principia*, “espero que os princípios aqui expostos tragam alguma luz, seja a essa ou algum outro método mais verdadeiro de filosofar” (NEWTON, 2008a, p. 14). De certo, Newton estava convencido de duas coisas: no que se refere aos corpos, eles existiam, exibiam certas qualidades, e agiam de certas maneiras matemáticas; o éter existia da mesma forma, e supria as explicações para a propagação e o aumento do movimento decadente no mundo; chamava-o de “espírito”, entretanto as questões referentes à sua substância interior ou relações finais, essas ele considerava além do objetivo da ciência, portanto não merecendo atenção cuidadosa. Ademais, a espiritualidade para ele era garantida amplamente pelo fato de que todas as coisas e forças tiveram sua existência e movimentos dados originalmente por um Criador espiritual.

Assim, tal questão acerca da real constituição do éter, era deste modo sem importância, do ponto de vista religioso. O que realmente importava para ele era primeiramente buscar uma lei experimental do éter, para daí especular sobre a sua constituição. Naquela correspondência de 1675 que tratava das “hipóteses da luz” ao secretário da Royal Society, o Sr. Oldenburg, Newton tenta ilustrar e explicar seu conjunto de observações sobre a constituição e propagação da luz e dos anéis coloridos

(comumente conhecidos como “anéis de Newton”⁶³). Newton determina a constituição e o processo de propagação da luz no espaço, dizendo que ela é uma “coisa capaz de provocar vibrações no éter”⁶⁴. A luz e o éter atuam mutuamente um sobre o outro: o éter refratando a luz e a luz aquecendo o éter. As partes agitadas da luz, de acordo com diversos tamanhos e formas, acionam no éter vibrações de várias grandezas, as quais são propagadas pelo espaço ou em direção aos nossos olhos, provocando em nós uma sensação de luz e de cor, que variam de acordo com a intensidade desses pulsos. Assim, quando os raios de luz incidem sobre as superfícies, refletem provocando vibrações específicas no éter, diversas em magnitude, intensidade e vigor, de acordo com a estrutura de cada superfície. Estas diversas vibrações dão origem às diversas cores. Os raios refletidos excitam os nervos ópticos da retina, excitando vibrações diferentes, de acordo com cada intensidade do raio, “até chegarem ao sensorio” (NEWTON, 2002, p. 255), e ali, supõe Newton, afetam o sentido com várias cores, conforme sua grandeza e mistura.

Quando um homem no escuro pressiona ambos os cantos de seu olho com o dedo, e afasta o olho do dedo, verá um círculo de cores como de uma plumagem da cauda de um pavão. Se o olho e o dedo permanecem quietos, essas cores se desvanecerão num segundo, mas se o dedo for movido com um movimento agitado, elas aparecerão novamente. Não se originam essas cores de tais movimentos agitados no fundo do olho pela pressão e movimento do dedo como em outras vezes são excitados ali pela luz causando a visão? E os movimentos, uma vez excitados, não continuam aproximadamente um segundo antes de cessarem? (NEWTON, 2002, p. 256).

Os “eflúvios elétricos”, diz Newton, são capazes de informar-nos que o éter também é um constituinte da estrutura dos corpos. Em algumas experiências realizadas por ele, a certeza dessa afirmação pôde ser provada empiricamente. Em uma delas, mostram fragmentos de papel, muito finos, sendo atraídos por um vidro, depois de ser repetidamente friccionado a outro vidro, de forma a ficar carregado eletricamente e atrair os pedaços de papel. Newton deduz que esses movimentos estranhos do papel atraído pelo vidro sejam explicados por algum tipo de matéria sutil que fique

⁶³ Pequenos e múltiplos anéis multicoloridos que aparecem quando as superfícies transparentes se sobrepõem e seu contato não é perfeito, observa-se que em torno do ponto de contato se formam diversos anéis concêntricos, coloridos.

⁶⁴ Trechos da carta a Oldenburg traduzidos por Cohen e Westfall. (NEWTON, 1959-1977, p. 362-383. Em: COHEN & WESTFALL, 2002, p. 31).

condensada no vidro e seja rarefeita pela fricção. Essa matéria sutil deduz ser o éter. Tal suposição explicaria também o movimento das partículas dos elementos, como a água, no seu processo de condensação e vaporização, a atração elétrica e a atração gravitacional da Terra. Estas atrações, segundo Newton, devem ser causadas pela condensação contínua de algum outro espírito etéreo semelhante, que não o próprio corpo fleumático do éter, mas de algo sutilmente difundido através dele, tendo com o éter a mesma relação que tem os gases com o ar atmosférico. Dessa forma, o éter é um meio vibratório como o ar, sendo vibrado de forma muito mais veloz que o ar, e com um grau de rarefação bem maior, que permite o éter expulsar ou penetrar nos menores orifícios dos corpos, devido à relação da pressão do “éter ambiental”⁶⁵ em contraste com a pressão do éter no interior do corpo, conforme exista mais ou menos éter do lado de dentro para suportar e contrapor-se à pressão do éter do lado de fora, de forma a igualar as densidades do éter interno ao externo. Assim o éter interage com o movimento nos animais. Segundo Newton, para dilatar ou encolher o músculo, não é preciso “nada além de mudar a consistência do éter incluso” (NEWTON, 1959-1977, p. 362-383. Em: COHEN & WESTFALL, 2002, p. 36) no corpo animal, visto que o éter possui uma elasticidade muito mais forte que o ar. “A alma tem o poder de inspirar qualquer músculo com esse espírito” (NEWTON, 1959-1977, p. 362-383. Em: COHEN & WESTFALL, 2002, p. 36-37), espírito etéreo tão sutil que penetra nos músculos animais com a mesma facilidade com que os pulsos elétricos ou magnéticos penetram no vidro. Assim, a alma ao determinar que o éter vital vá para este ou aquele nervo, da mesma forma como o ar se move em espaços abertos, provoca todos os movimentos que observamos nos animais e nos homens.

Para que esses movimentos sejam fortes, não é necessário supormos que o éter no interior do músculo seja muito condensado ou rarefeito por esse meio, mas apenas que sua elasticidade é tão imensa, que uma pequena alteração de sua densidade provoca uma grande alteração na pressão. E o que foi dito sobre o movimento muscular pode ser aplicado ao movimento do coração,... (NEWTON, 1959-1977, p. 362-383. Em: COHEN & WESTFALL, 2002, p. 39).

⁶⁵ Alguns experimentos, feitos aproximadamente na época de escrita da carta a Henry Oldenburg, apontavam que havia algo no ar capaz de manter a vida e a combustão, e que era denominado de diversas maneiras, como “espírito aéreo vital” e “éter ambiental”.

5. DEUS

Por certo, Newton estava seguro de que certos fatos empíricos implicavam, de forma não-qualificada, a existência de um Deus com certa natureza e funções definidas. Pois no pensamento de Newton, Deus não era tão afastado assim do mundo que a ciência buscava conhecer, já que, cada passo verdadeiro que a ciência natural dava, nos aproximava de uma noção de causa primeira. Essa era uma lógica tão nítida para ele quanto especificamente a sua famosa terceira lei (de toda ação segue-se uma reação). E qual seria a causa da ordem matemática existente na natureza? Bem, para Newton essa causa era Deus. Portanto, embora a religião e a ciência sejam interpretadas de forma diferente uma da outra, cada uma válida ao seu modo, para Newton, o domínio da ciência era dependente de Deus. Assim, Newton banuiu preconceitos religiosos dos seus teoremas científicos positivos. “Este magnífico sistema do sol, planetas e cometas poderia somente proceder do conselho e domínio de um Ser inteligente e poderoso”. Esta frase, exposta no Escólio Geral do Livro III de *Principia*, chamado **Do sistema do mundo**, resume perfeitamente o papel e o lugar de Deus na filosofia natural de Newton.

5.1 A fundamentação teológica e religiosa da natureza

É importante compreender Newton não apenas como um cientista no sentido atual da expressão, mas como um pensador inglês do século XVII e um filósofo natural envolvido com os saberes característicos do seu tempo. Pois, além de física, matemática, filosofia, e astronomia, Newton se dedicara também a alquimia, astrologia, cabala, magia e teologia, e era um grande conhecedor da Bíblia. Newton, e vários outros filósofos naturais do século XVII, consideravam que todos esses campos do saber poderiam contribuir para o estudo dos fenômenos naturais. Acreditava que o mundo científico envolvia o teísmo, mas como ele mesmo dizia, ele “seria um teísta se seus poderes científicos tivessem sido adormecidos”. Observamos que os aspectos metafísicos do pensamento newtoniano até aqui investigados, nos remetem a compreensão dos fenômenos da natureza como sendo dotados de certa racionalidade. Estes aspectos ora são evocados ao movimento científico de compreensão acerca de certos aspectos metafísicos dos fenômenos naturais, ora como aspecto do método newtoniano de ataque as hipóteses para a comprovação empírica e deduções metafísicas. Além disso, seu julgamento acerca de determinados fenômenos e de

conceitos, como o espaço e o tempo, o conduziram gradualmente a uma aceitação de uma interpretação fundamentalmente teísta do universo. A religião surgia como um elemento de interesse fundamental para Newton, apesar de se ocupar, em grande medida, com um elemento diferente do objeto científico; este aspecto metafísico do seu método era, até certo ponto, inconsistente a comprovação ou refutação a partir dos padrões científicos, mas conforme já analisamos anteriormente, compreendia justamente um método mais elaborado para atingir as certezas empíricas, a partir de deduções metafísicas. Desse modo, Newton estava seguro, como veremos adiante, que certos fatos empíricos na natureza exigiam, de forma não qualificada, a existência de um Deus de certa natureza e função constituída. Isto porque para Newton Deus não era afastado do mundo que a ciência buscava conhecer, já que a cada passo verdadeiro que a ciência dava no conhecimento da natureza, se aproximava gradativamente de um conhecimento de causa primeira, e por esta razão, Newton aboliu preconceitos em sua filosofia natural.

De fato, ele dizia que a apreensão de uma causa primeira a partir dos métodos científicos, não tinha importância apenas para o domínio da mecânica, mas também de uma filosofia moral.

Até onde podemos saber pela filosofia natural, o que é a Causa Primeira, que poder Ela tem sobre nós e que benefícios recebemos dEle, ficará evidente para nós, pela luz da natureza, até onde vai o nosso dever para com Ele e o nosso dever uns para com os outros. (NEWTON, 2002, p. 293).

Nesta passagem de **Óptica** ele sugere que uma vez percebida a existência de Deus na natureza, seremos capazes de direcionar nossas ações e atitudes em consonância com uma lei natural e moral. Por esse motivo, além do caráter científico em suas obras, Newton também escreveu várias dissertações teológicas, talvez fortes e significantes posições que ele teria chamado de puramente científicas, algo que seria interessante de estudarmos para compreendermos sua metafísica.

Ele iniciou os seus estudos sobre teologia por volta de 1670, e convenceu-se que a doutrina professada pela igreja anglicana era uma fraude, principalmente a Santíssima Trindade a qual era vista por ele como uma corrupção da verdadeira religião, introduzida pela igreja no século IV, para atender a seus interesses políticos da época. Os tratados teológicos mais extensos de Newton, como **As profecias do apocalipse e o**

livro de Daniel ⁶⁶ (inicialmente publicado em 1733), somente confirmam essas indicações de que ele era um ardiloso e crente teólogo, assim como um genial cientista. As idéias que Newton escrevia em seus manuscritos sobre a natureza do Cristo eram parecidas com às do arianismo ⁶⁷. Há vários biógrafos e historiadores que defendem que Newton era um ariano, talvez porque em alguns de seus escritos como **Duas notáveis corrupções da escritura** ele veemente condenava a Santa Trindade, supondo que a doutrina da Trindade fora ensinada no **Novo testamento**. Este aspecto ariano permeia a maioria de seus escritos teológicos; é importante notarmos que a religião era algo muito básico para Newton, e em nenhum sentido, um mero assessorio de sua ciência ou uma adição acidental de sua metafísica, com uma convicção clara e acentuada em seus escritos de que o mundo da ciência não é o mundo inteiro, mas que anda de mãos dadas com a religião. Para Newton, Cristo era um profeta superior a todos os outros, pois, ele se dedicara a resgatar a verdadeira religião. Essas idéias constam em seus manuscritos em forma de cartas e rascunhos, mas não nas principais obras publicadas. Apesar de seu fervoroso empirismo, ele possuía também grande admiração pela religião, e estudava desde jovem as escrituras sagradas do velho testamento, corrigindo erros históricos e interpretações deturpadas pela igreja como em **Observações sobre as profecias**, o que para ele, não o afastava do mundo da ciência, ao contrário, o mundo da ciência necessariamente era disfarçado por uma glória divina e plena do significado religioso, a partir da convicção de que Deus havia criado e ordenado o mundo conforme Sua inteligência e vontade, por evidências inquestionáveis do propósito inteligente na ordem cósmica. Nas **Observações sobre as profecias**, ele se refere a Cristo como um profeta. Nessa obra, Newton coloca explicitamente que a realização das profecias no presente era a prova da existência de Deus e sua dominação sobre a história. Parece que seu objetivo central na obra em questão é demonstrar que tal profecia refere-se à corrupção da igreja cristã, ou seja, o desvirtuamento da verdadeira religião. Assim, Newton estava preocupado em comprovar a existência de um criador, bem como, Sua constante atuação no mundo. Pois, a estrutura do universo racionalmente ordenado poderia demonstrá-lo como um produto de um Ser Divino. Há um manuscrito de Newton, intitulado *Origines (Theologiae Gentilis Origines Philosophicae)*, que, segundo Westfall (2002, págs. 443-446), foi o seu tratado teológico mais radical. A principal

⁶⁶ Usaremos a partir de agora a expressão **Observações sobre as profecias** para se referir a essa obra.

⁶⁷ Uma doutrina proposta por Ário, um sacerdote egípcio que viveu no séc. IV d. C. e foi excomungado por não aceitar o trinitarismo e a divindade do Cristo, embora acreditasse que ele não era inteiramente humano. Segundo Ário só existe um Deus e Jesus é seu filho e não o próprio.

idéia presente em *Origines*, além da diminuição da importância do Cristo, é sugerir que a verdadeira e única religião seria conhecida através do estudo da natureza. Pois, em se tratando de Newton e seus estudos acerca de Deus, podemos destacar duas idéias principais em seus escritos: Deus aparece como a causa da racionalidade nos fenômenos naturais, e, atuante e existente através da comprovação da realização histórica das profecias. Para ele, Deus se apresentava ao homem por meio de profecias e atuava constantemente em Sua obra. Eis uma passagem de *Principia* que mostra como a realização de uma profecia comprovaria a existência de Deus, como este trecho do Escólio Geral do Livro.

Muito menos, temos qualquer ideia da substancia de Deus. Nós o conhecemos somente por suas invenções mais sábias e excelentes das coisas e pelas causas finais; o admiramos por suas perfeições; mas o reverenciamos e adoramos por causa de seu domínio: pois nós o adoramos como seus serventes; e um deus sem domínio, providência e causas finais não é nada além de Destino e Natureza. (NEWTON, 1991, p. 169).

Com esta passagem Newton nos chama a atenção à vontade de Deus, que pode inclusive determinar o futuro e a história de acordo com a Sua vontade. Para tanto, no decorrer do nosso desenvolvimento, perceberemos de imediato que Newton representa uma desestabilização religiosa de sua era, já que conseguiu favorecer a união da religião com sua mecânica tradicional e, seria bastante interessante explorar cautelosamente seus escritos. Indubitavelmente, Newton cultiva certa ideologia religiosa, ideologia esta, alimentada pela tradição desligável do corolário da ciência, tão somente, pela sua convicção de que o mundo da ciência não é o mundo inteiro, mas também a nossa relação com este mundo.

Em *Óptica*, na questão 31, encontramos Newton, em uma definição de Deus e suas funções no universo, de certo ponto, nunca encontrada em seus escritos anteriores de forma tão clara. Segundo ele, como vimos anteriormente no tópico referente às partículas dos corpos, elas não apenas apresentam uma *vis inertiae*, mas que também são movidas por alguns princípios ativos, como são os da gravidade e o que causa a fermentação e a coesão dos corpos. Newton considera estes princípios não como qualidades ocultas nos corpos, mas como leis gerais da natureza, pelas quais as próprias coisas são formadas – trata-se de qualidades manifestas nos corpos e apenas suas causas são ocultas exclusivamente por ainda não terem sido descobertas.

Pois convinha a Ele, que as criou, ordená-las. E se ele o fez, não é filosófico procurar qualquer outra origem do mundo, ou pretender que ele pudesse originar-se de um caos pelas meras leis da natureza; embora, uma vez formado, ele possa continuar por essas leis ao longo de muitas eras. Pois enquanto os cometas se movem em órbitas muito excêntricas em todos os modos e posições, um destino cego nunca poderia fazer com que todos os planetas se movessem de uma mesma maneira em órbitas concêntricas, excetuadas algumas irregularidades insignificantes que podem ter resultado das ações mútuas dos cometas e planetas uns sobre os outros e que estarão aptas a aumentar até que o sistema necessite de uma reforma. Essa uniformidade maravilhosa no sistema planetário deve ser concedida ao efeito da escolha. (NEWTON, 2002, p. 291).

Essa “uniformidade” presente nos corpos animais, de certo modo, nos obriga a suscitar a existência de um engenheiro racional, que dotou a natureza de certas qualidades racionais. Newton expõe a constituição destes corpos animais, como o homem, como exemplo da presença deste “Agente”: tendo os corpos geralmente um lado direito e um lado esquerdo formados de modo semelhante, como são as pernas, os braços, ombros, joelhos; um pescoço estendendo-se numa espinha dorsal, e uma cabeça em cima dele; e na cabeça duas orelhas, dois corpos, um nariz, uma boca e uma língua, todos situados de maneira bastante semelhante e funcionando como em união como uma verdadeira máquina. Também na sua constituição mais interna, na primeira invenção dessas partes nos animais, como os olhos, os ouvidos, o cérebro, os músculos, o coração, os pulmões, o diafragma, as glândulas, a laringe, as mãos, as asas, as bexigas natatórias, e outros órgãos dos sentidos e do movimento, assim como, o instinto dos insetos e a razão no homem, não podem ter surgido senão pelo efeito da sabedoria e habilidade de um agente poderoso e inteligente.

O instinto das bestas e insetos não podem ser senão o efeito da sabedoria e habilidade de um agente poderoso, sempre vivo, que, estando em todos os lugares, é mais capaz por Sua vontade de mover os corpos dentro de Seu sensorio ilimitado, uniforme e assim formar e reformar as partes do Universo, do que nós somos capazes por nossa vontade de mover as partes de nossos próprios corpos. (NEWTON, 2002, p. 292).

Assim todos os mecanismos biológicos que mais parecem máquinas naturais, nas quais cada peça de suas engrenagens não poderiam ter surgido, em constituição e função, simplesmente pelo acaso. E aqueles que poderiam defender o darwinismo, ou

seja, que estas peças tenham evoluído geneticamente com o passar das eras, mesmo eles jamais poderiam responder como originou-se toda esta ordem e razão na primeira máquina viva de uma escala evolutiva? Ora, estas leis naturais podem ser comprovadas e entendidas pelo uso da matemática e pela comprovação empírica destas leis. Contudo, todas as coisas materiais são compostas destas leis ou princípios e, elas, segundo Newton, a partir da criação original, só podem ter sido fruto da intenção de um Agente inteligente e que dispôs as partículas em ordem.

Reconhecemos, portanto, um Deus infinito, eterno, onipresente, onisciente, onipotente, o Criador de todas as coisas, o mais sábio, o mais justo, o mais bondoso, o mais sagrado, Devemos amá-lo, temê-lo, honrá-lo, confiar nele, orar a ele, agradecer-lhe, glorificá-lo, consagrar o seu nome, obedecer seus mandamentos e dedicar tempo para seu serviço, como nos ordenam o terceiro e o quarto Mandamentos; pois este é o amor a Deus; que cumpramos seus mandamentos, e ele não são severos. I João v. 3. E essas coisas não devemos fazer a quaisquer mediadores entre ele e nós, mas sim a ele próprio, pois ele pode confiar a nossa guarda a seus anjos, os quais, sendo servidores tanto quanto nós, comprazem-se com a adoração que fazemos a seu deus. E esta é a primeira e principal parte da religião. Sempre foi, e sempre será, a religião do povo de Deus, do princípio ao fim do mundo. (NEWTON. Em: BURTT, 1991, p. 221).

A partir de evidências inquestionáveis de proposições inteligentes na ordem cósmica, ele se convence que Deus é a própria fonte dessa inteligência na natureza. Este tipo de visão acerca do papel de Deus na natureza, e conseqüentemente da religião, é propagado no corpo de todos os seus trabalhos clássicos. De que forma é possível a união de ciência e religião? Para resolver esta questão, Newton propõe tratar do problema essencial, a saber: encontrar uma redefinição das categorias metafísicas pós-escolásticas, na medida em que se procedia a uma crítica generalizada de noções como a de qualidades ocultas pelos antigos e a ineficiência das explicações teológicas e teleológicas, a fim de anular alguns pré-conceitos estabelecidos pelo curso da ciência na história, já que novos conceitos de espaço, tempo, movimento e etc. estavam surgindo e era preciso encaixar a teologia nestes novos conceitos, e era preciso algumas mudanças nas bases metafísicas do pensamento moderno, conforme ele nos diz no Escólio de *Principia*:

Pois todas as nossas noções de Deus são tomadas dos caminhos da humanidade por uma certa similitude, que, apesar de não ser perfeita, tem, entretanto, alguma semelhança. E dessa forma muito do que concerne a Deus, no que diz respeito ao discurso sobre ele a partir das aparências das coisas, certamente pertence à filosofia natural. (NEWTON, 1991, p. 169).

Posteriormente ao lançamento oficial de **Óptica**, em 1704, Newton acrescenta novas questões à obra, incluindo dois ensaios extremamente importantes e interessantes, em contraste às questões puramente científicas de sua mecânica e de sua ótica. Ali ele discursa sobre problemas metodológicos, epistemológicos e metafísicos adotados pela tradição e que precisavam serem revistos. São justamente estas novas perguntas que constituíram a polêmica nas cartas entre Leibniz e Clarke, já que é nestas “Perguntas” (as de número 21 e 22), com a exceção do *Scholium* Geral da segunda edição de *Principia*, que Newton expõe suas concepções sobre o propósito e a finalidade da filosofia natural. E não apenas devolver o verdadeiro significado para a religião, mas acima de tudo perceber sua importância em face a presença de um Agente inteligente. É fácil notar que o elemento metafísico que sustenta a existência de um Deus sábio e causador de toda a racionalidade no universo na filosofia natural de Newton é diferente, apenas em partes, do elemento metafísico que a sua ciência exigia, pois, embora a religião e a ciência sejam interpretações fundamentalmente distintas do universo, cada uma a seu próprio modo, para Newton o domínio da ciência era dependente do domínio do Deus da religião, o que contribuiu para a aceitação e obediência mais elevada aos comandos de uma inteligência superior, o que faz da ciência que trata das causas primeiras uma espécie de religião, por tratar justamente daquilo que é mais substancial na natureza. Esta substância era para Newton o “*Pantokrátor*”, o criador de toda essa ordem racional por trás dos fenômenos, conforme ele descreve no Livro III de *Principia* (NEWTON, 1991, p. 168). Deste modo, apesar da gritante incongruência e do sucesso newtonianos de banir tais preconceitos entre religião e ciência, Deus e sua existência nunca foi questionado em suas obras científicas.

O que há em lugares quase desprovidos de matéria, e por que motivo o Sol e os planetas gravitam em direção uma ao outro, sem matéria densa entre eles? Por que a natureza não faz nada em vão, e por que razão surge toda essa ordem e beleza que vemos no mundo? Para que servem os cometas, e por que motivo os planetas se movem todos de uma mesma maneira em órbitas concêntricas, enquanto os cometas se movem de todas as maneiras em órbitas

muito excêntricas? E o que impede as estrelas fixas de caírem umas sobre as outras? Como vieram os corpos dos animais a ser planejados com tanta arte, e para que fins foram planejadas suas várias partes? Foi o olho planejado sem a habilidade em óptica, e o ouvido sem conhecimento dos sons? Como decorrem da vontade os movimentos do corpo, e por que existe o instinto nos animais? Não é o sensorio dos animais o lugar onde está presente a substância sensitiva e para o qual são transportadas as imagens perceptíveis das coisas através dos nervos e do cérebro. Que ali podem ser percebidas por sua presença imediata nessa substância? E, sendo estas coisas tratadas corretamente, não se segue do exame dos fenômenos que há um Ser incorpóreo, vivo, inteligente, onipresente, que no espaço infinito (como se fosse em seu sensorio) vê as coisas em si mesmas, intimamente, e as percebe completamente, e as compreende inteiramente pela presença imediata delas? (NEWTON, 2002, p. 271).

Nesta passagem da Questão 28 de **Óptica**, Newton se questiona acerca da inteligência percebida em certos fenômenos da natureza, tais como a gravidade e a produção do movimento corpóreo, o que para ele só poderia surgir de uma inteligência e vontade divina. O aspecto teleológico é enfatizado com os fenômenos do sistema celeste, os quais, “os planetas se movem todos de uma mesma maneira em órbitas concêntricas, enquanto os cometas se movem de todas as maneiras em órbitas muito excêntricas”. E esta teleologia divina é evidenciada a partir da argumentação matemática de tais fenômenos celestes. E elaborando esta questão podemos inferir que a inclinação do eixo da Terra, bem como a sua perfeita distância entre o Sol, e a atração lunar, assim como vários outros aspectos inteligíveis na constituição dos corpos e na matematização das leis naturais, todavia leva Newton, a uma compreensão de uma natureza totalmente dotada de certas características racionais, e que, segundo ele, não é exagero presumir que toda essa ordem e beleza não tenha surgido por acaso. Alexandre Koyrè também defende certo elemento racional presente na filosofia natural de Newton, em um texto chamado “O significado da síntese newtoniana” na obra **Newtonian studies**. Segundo Koyrè, há uma “força hiperfísica” ou uma “restrição matemática” (KOYRÈ, 1965, p. 91) no conceito de Deus atribuído por Newton em suas obras, quando ele busca definir a proveniência de certa racionalidade presente nas leis naturais.

A aplicação universal da lei d atração restabelece a unidade física do Universo newtoniano e, ao mesmo tempo, lhe confere sua unidade intelectual. Relações idênticas unem conteúdos idênticos. Em outras palavras,

um mesmo conjunto de leis rege todos os movimentos no Universo infinito: o da maçã que cai no chão e o dos planetas que giram em torno do Sol. Além disso, as mesmíssimas leis explicam não só o padrão idêntico (descoberto por Kepler) dos movimentos celestes, mas também suas irregularidades (desigualdades). Todos os fenômenos que por séculos intrigaram a sagacidade de astrônomos e físicos (como as marés, por exemplo) aparecem como resultado da concatenação e combinação das mesmas leis fundamentais. (KOYRÈ, 1965, p. 92).

Portanto, embora a ciência newtoniana, como *filosofia matemática da natureza*, tenha enunciado expressamente à busca das causas (tanto físicas quanto metafísicas), ela aparece na história como baseada em uma concepção dinâmica da causalidade física e ligada à metafísica teísta ou deísta... Mais uma vez, o livro da natureza parecia revelar Deus, dessa vez um Deus engenheiro. (KOYRÈ, 1965, p. 97).

Desse modo, podemos dizer que a religião tem certa significância para Newton no estudo científico, uma vez que realmente existe um Ser que dotou a natureza de razão. E em várias vezes, como em algumas correspondências com o Dr. Bentley, Newton objetava que a gravidade não era uma qualidade essencial dos corpos, uma vez que a gravidade pode colocar os corpos em movimento, mas que sem o poder divino nunca poderia colocá-los como estão, ou seja, em movimento circulante e matemático ao redor do Sol. Assim, uma criação divina é afirmada e a religião tem sua importância na filosofia natural, pois, o Deus de Newton é a causa física e lógica de tudo o que existe. Ele é a causa motora e por isso essência de todos os movimentos. É também a racionalidade por trás do universo e suas leis.

5.2 Funções metafísicas de Deus

Assim, conforme exposto, Newton não teve dificuldade em aceitar uma visão fundamentalmente religiosa do universo. Segundo os postulados metafísicos de Newton, Deus na origem criou as massas e concebeu-lhes movimento. Da mesma forma, conforme vimos anteriormente, Ele constituiu o espaço e o tempo em que as massas se movem, pela Sua presença e existência infinita. É também o responsável pela ordem inteligente e pela harmonia dessa ordem na estrutura do cosmo, tornando-o objeto de conhecimento exato e de contemplação pelos homens e suas outras criaturas. E conceber Deus dessa forma, não implicaria assumir a não matematização da natureza,

mas muito pelo contrário. Descartes aproximou-se dessas definições, mas não o relacionava à primeira criação, pois se contradiz ao relacionar sua mecânica geral com os conceitos divinos, o que ocasionou em sérias contradições com a ideia de Deus. Huygens e Leibniz confinaram a atividade divina a primeira criação, não obstante, tendo Leibniz criticado duramente seu contemporâneo Newton por insultar Deus com a insinuação de Ele ter sido incapaz de criar uma máquina perfeita no começo, a qual precisaria de reparos constantes conforme estudamos no capítulo referente ao espaço, embora encontremos nas obras de Newton, inúmeras passagens que presumem que, após a criação original, o mundo da natureza ficou independente de Deus para a continuação de sua existência e movimento.

Ademais, Newton nos alerta que não devemos considerar o universo e toda a sua estrutura cósmica, como partes do corpo de Deus, no sentido mais grotesco da expressão, como se fossemos órgãos constituintes de seu organismo divino. Porque Deus é um Ser uniforme, sem órgãos, membros ou partes como são os animais, os quais são Suas criaturas, subordinadas a Ele e obedientes a Sua vontade. Do mesmo modo, Newton propõe que Deus também não é a alma presente nestes corpos animais.

Nele, são todas as coisas contidas e movidas; todavia nenhum afeta o outro: Deus não sofre nada do movimento dos corpos; os corpos não encontram nenhuma resistência da onipresença de Deus. É admitido por todos que o Deus Supremo existe necessariamente; e pela mesma necessidade ele existe *sempre e em todos os lugares*. De onde ele é todo similar, todo olho, todo ouvido, todo cérebro, todo braço, todo poder para perceber, entender e agir; mas de certo modo não é, em absoluto, humano, de certo modo não é, em absoluto, corpóreo, de certo modo é totalmente desconhecido para nós... Ele é completamente destituído de todo corpo e figura corporal, e não pode portanto nem ser visto, nem ouvido, nem tocado; nem deve ele ser adorado sob a representação de qualquer coisa corporal. (NEWTON, 1991, p. 169).

Nesta passagem Newton defende a não corporeidade material de Deus, admitindo que “ele é todo similar”⁶⁸, uma vez que ele precisa estar em todo canto e não

⁶⁸ Aqui, na expressão “é todo similar”, elucidamos ainda mais em que sentido, para Newton, o espaço não é o sensorio de Deus, porque, para ele, Deus é tudo e está em todo canto, portanto, Ele não precisa de meios para sentir as coisas, pois sua presença já é capaz disso, conforme ele mesmo diz na Questão 31 de **Óptica**: “Ele é um ser uniforme, destituído de órgãos, membros ou partes, e elas são suas criaturas, subordinadas a Ele e subservientes à sua vontade; e Ele não é mais a alma delas do que a alma do homem é a alma das espécies das coisas levada através dos órgãos dos sentidos ao lugar de sua

pode ser comunicado aos nossos sentidos. Essa visão da não materialidade de Deus, em suma, o distância ainda mais da visão tradicional acerca da deidade até a sua época. Diferentemente do aristotelismo, o qual coloca a Terra como centro do universo, a partir do que foi exposto, para Newton o centro do universo não poderia ser “físico”, mas “metafísico”. Tal explicação pode ser entendida a partir de certa análise: um centro terreno possui começo e fim em si mesmo, e seria limitado com relação a alguma outra coisa, e as coisas que estão fora do mundo, como o espaço, não existiriam de modo algum. Deste modo, este “centro” que é a mesma coisa que a circunferência, ou seja, começo e fim, fundamento e limite, o lugar que o contém, não é nada se não o Ser Absoluto ou Deus. Portanto, é impossível que nossa razão consiga ter uma plena compreensão do mundo, porque é impossível encerrar o mundo entre o centro e uma circunferência corpórea, ou seja, é impossível para nossa razão compreender aquilo que está além da sua compreensão, devido à condição de finitude e limites do ser humano. Newton abre brecha para essa interpretação nos seus textos sobre Deus. Em um sentido geral, a existência de Deus para Newton é comprovada porque sempre podemos atribuir algo maior às coisas, ou seja, podemos imaginar círculos e outros círculos maiores que este, e assim infinitamente, assim como os números, que pelo mesmo motivo, não têm fim. De certo modo isto era um postulado de Newton porque ele não podia ter a comprovação experimental desta dedução, e talvez a principal crítica que os seus leitores possam ter do seu pensamento. Tal posição é bastante semelhante ao pensamento de Nicolau de Cusa em a **Douta ignorância**, que consegue inverter o famoso argumento aristotélico em favor da limitação do mundo, no Livro II, capítulo II. Seguindo esse argumento, podemos inferir que não é possível que haja uma verdadeira esfera ou circunferência tal que uma mais verdadeira, e mais precisa, não pudesse ser possível existir, porque nem a Terra, nem qualquer outra circunferência, possuem um centro, e por isso uma esfera maior e mais precisa poderá sempre existir, de forma infinita, não podendo ser encontrada fora de Deus, pois somente ele é em igualdade infinita, somente um ser metafísico pode ser o centro do mundo. O aristotelismo perde seu mérito completamente e Newton com sua obra, passa a ser o grande mártir dessa revolução. Na conclusão da 28ª Questão de **Óptica**, ele rejeita esta corrente, invocando a autoridade dos mais antigos filósofos da Grécia e da Fenícia, os quais tomavam o vácuo, os átomos e a gravidade dos átomos como os primeiros princípios de sua

sensação, onde ela as percebe por meio de sua presença imediata, sem a intervenção de uma terceira coisa qualquer (NEWTON, 2002, p. 292).

filosofia, atribuindo tacitamente a gravidade a alguma outra Causa além da matéria densa. Para ele, os filósofos posteriores baniram da filosofia natural a consideração de tal Causa, imaginando hipóteses para explicar todas as coisas mecanicamente, e remetendo outras Causas à metafísica.

Segundo Newton, o mundo não poderia ter surgido do caos pelas simples leis naturais, mas que antes era preciso à ação de um Agente impulsionador de movimento e de leis, e uma vez formado, o mundo continuasse a existir a partir destes movimentos e leis. É claro que também podemos inferir, que estas leis, que tanto compõem os corpos quanto toda a estrutura energética da natureza, possam realmente ter se originado a partir do acaso, de forma que toda a inteligência por trás destas leis fosse fruto de um acaso natural e que não necessariamente precisassem de um ser infinitamente inteligente para criá-las. Mas, segundo Newton, sugerir que o mundo e suas leis tenham surgido a partir do acaso, pelas meras leis naturais, sem a ação de um Agente inteligente, nos direciona pra a seguinte questão: uma vez formado o sistema do mundo, como ele pôde perdurar por muitas eras por meio dessas leis, sem que nenhuma falha acontecesse?

Pois convinha a Ele, que as criou, ordená-las. E se Ele o fez, não é filosófico procurar qualquer outra origem do mundo, ou pretender que ele pudesse originar-se de um caos pelas meras leis da natureza; embora uma vez formado, ele possa continuar por essas leis ao longo de muitas eras... Essa uniformidade maravilhosa no sistema planetário deve ser concedida ao efeito da escolha. (NEWTON, 2002, p. 291).

Nele, são todas as coisas contidas e movidas; todavia nenhuma afeta o outro: Deus não sofre nada do movimento dos corpos; os corpos não encontram nenhuma resistência da onipresença de Deus... Nós o conhecemos somente por suas invenções mais sábias e excelentes das coisas e pelas causas finais; o admiramos por suas perfeições; mas o reverenciamos e adoramos por causa de seu domínio: pois nós o adoramos como seus serventes; e um deus sem domínio, providência e causas finais não é nada além de Destino e Natureza... (NEWTON, 1991, p. 169).

Apesar de essas passagens defenderem, em certa medida, que após a primeira ação o mundo seguiu seu rumo independentemente de Deus, temos vários outros motivos para afirmar que ele não tinha o menor interesse em separar Deus do controle de sua imensa obra. Até as profecias mencionadas nas Escrituras Sagradas, não eram

suficientes para convencê-lo da relação divina com sua obra e o mundo humano; para Newton Deus também tem de ter uma função atual no cosmo, naquilo que poderíamos chamar de uma teleologia natural, o que assumiria um significado metafísico em Deus. Segundo Newton, esta ordem e uniformidade do sistema planetário deve ser conhecida como “efeito da escolha” divina, assim como a uniformidade dos corpos animais, que apresentam semelhanças de estrutura, como órgão, membros e as funções por eles desempenhados, como também, um lado esquerdo e um direito, de formato semelhante: nos braços, nas pernas, nas nadadeiras e nas asas, e acima uma cabeça com ouvidos, olhos, nariz, boca e língua, similarmente posicionados, assim como cérebro, músculos, coração, pulmões, diafragma, glândulas, laringe, mãos, bexigas natatórias, óculos naturais e outros órgãos dos sentidos e do movimento, assim como o instinto dos animais e dos insetos, para Newton, não podem ser efeito de outra coisa senão a sabedoria e a habilidade de um poderoso Agente eterno. Agente eterno que está em todos os lugares, e é capaz de movimentar os corpos dentro do Seu domínio, do “Seu sensório ilimitado” (Newton, 2002, p. 292), formando e reformando as partes do universo, por sua vontade, assim como nós somos capazes de mover as partes do nosso corpo por nossa vontade. Deste modo, ele não admitia que toda essa ordem e beleza tenham se originado do caos e que, apenas pela sorte do destino, as coisas tomaram esse rumo racional. Não devemos esquecer que Newton pretendia subordinar, em Deus, o intelecto à vontade. De fato, essa ênfase não está presente em algumas passagens, o que a torna um pouco confusa para aqueles leitores que não têm um maior contato com grande parte de sua obra. Encontramos essa evidência em um parágrafo sobre a natureza da divindade exposto no Livro III de *Principia*.

Esse Ser governa todas as coisas, não como a alma do mundo, mas como Senhor de tudo; e por causa de seu domínio costuma-se chamá-lo *Senhor Deus Pantokrátor*, ou *Soberano Universal*; pois *Deus* é uma palavra relativa e tem uma referência a servidores; a *Deidade* é o domínio de Deus não sobre seu próprio corpo, como imaginam aqueles que supõem Deus ser a alma do mundo, mas sobre os serventes. O Deus supremo é um Ser eterno, infinito, absolutamente perfeito; mas um ser, mesmo que perfeito, sem domínio, não pode dizer-se ser Senhor Deus... É o domínio de um ser espiritual que constitui um Deus: um domínio verdadeiro, supremo ou imaginário. E de seu domínio verdadeiro segue-se que o Deus verdadeiro é um Ser vivente, inteligente e poderoso; e, de suas outras perfeições, que ele é supremo ou o mais perfeito. (NEWTON, 1991, p. 168).

Feita essa exposição sobre Deus, segundo o próprio Newton, seria absurdo para privá-lo do controle real de sua criação. E esta é apenas uma de muitas passagens que nos deparamos com a atribuição que Newton concebe a Deus como agente de tarefas importantíssimas e específicas na economia cósmica. Conforme vimos anteriormente, Deus impediria as estrelas fixas de colidirem em pleno espaço. Esse argumento não é totalmente desenvolvido em *Principia*, cuja Newton confinou-se apenas a observação de que Deus as havia colocado a imensas distancias, impedindo assim os colapsos estelares, no entanto, em *Óptica*, Newton desenvolve mais a fundo essa definição, fazendo o seguinte questionamento: “o que impede as estrelas fixas de colidirem umas contra as outras?”, posteriormente admitindo a possibilidade das estrelas possuírem gravidade como uma das funções divinas exercidas constantemente para manter tais intervalos estelares. Em uma carta a Bentley ele acrescenta:

Apesar de a matéria ter sido dividida, no princípio, em vários sistemas, e cada sistema ter sido constituído por um poder divino, como o nosso, os sistemas externos convergiriam, entretanto, para os internos, de modo que isso não poderia subsistir para sempre sem que um poder divino cuidasse de conservá-lo. (NEWTON Em: BURTT, 1991, p. 227-28).

Há ainda aquela polêmica passagem na Questão final de *Óptica* na qual encontramos Deus responsável por uma tarefa um tanto incomum para seus contestadores, a tarefa destinada a Deus de reformar providencialmente o sistema quando ocorrer desgastes na máquina cósmica. Pois, embora o éter seja capaz de conservar os movimentos pelo espaço, ele por si só não é capaz de consertar as irregularidades que porventura possam ocorrer, por exemplo, no movimento dos planetas e cometas, através da ação das atrações mútuas entre si, de forma que haja um aumento gradual das irregularidades, o que tornaria necessário reparos, segundo Newton.

Pois enquanto os cometas se movem em órbitas muito excêntricas em todos os modos e posições, um destino cego nunca poderia fazer com que todos os planetas se movessem de uma mesma maneira em órbitas concêntricas, excetuadas algumas irregularidades insignificantes que podem ter resultado das ações mútuas dos cometas e planetas uns sobre os outros e que estarão aptas a aumentar até que o sistema necessite de uma reforma... e o instinto das bestas e insetos não podem ser senão o efeito da sabedoria e habilidade de um agente poderoso, sempre vivo, que, estando em todos os lugares, é

mais capaz por Sua vontade de mover os corpos dentro de Seu sensorio ilimitado, uniforme e assim formar e reformar as partes do Universo, do que nós somos capazes por nossa vontade de mover as partes de nossos próprios corpos. (NEWTON, 2002, p. 291).

Para Newton, cabe a Deus cumprir essa tarefa de maneira racional por ser ele o engenheiro do cosmo, um agente eterno, poderoso, sempre vivo, que por estar em todos os lugares, é capaz por sua vontade de mover os corpos dentro de seu ilimitado *sensorium*, e assim formar e reformar as partes do universo, ou de seguir “variando as leis da natureza e fazendo mundo de vários tipos nas várias partes do universo” (NEWTON, 2002, p. 292). Esse aspecto, acerca da tarefa divina de “formar” e “reformar” as partes do universo, é duramente criticado por Leibniz em uma de suas correspondências para Clarke. Leibniz alega que se Deus precisa consertar mecanismos que venham a dar problema no sistema cósmico, então esse Deus não é tão perfeito assim, por ter criado coisas que podem apresentar defeitos. Mas, conforme Clarke defende Newton, Deus realmente criou as coisas perfeitas, mas devido às atrações e repulsões entre os corpos, desgastes naturais podem acontecer no sistema, e somente nesses desgastes é que novos reparos precisariam ser feitos pelo Criador. Koyrè, na seguinte passagem de **Newtonian studies**, nos lembra dessa famosa discussão, ao confirmar o significado que Deus assume no pensamento de Newton, como sendo certo engenheiro e supervisor do universo.

Um Deus engenheiro, que não apenas fizera o relógio do mundo, mas também tinha de supervisioná-lo e cuidar dele continuamente, afim de concertar seu mecanismo quando necessário (era um relojoeiro bem precário esse Deus newtoniano, objetou Leibniz), com isso manifestando Sua presença e interesse ativos em Sua criação. (KOYRÈ, 1965, p. 97).

De certa forma, conforme nos orienta Koyrè, na filosofia natural de Newton Deus precisa conservar sua vontade nas criaturas subordinadas a Ele. O poder de Deus não se resumia apenas na criação das coisas, mas na conservação de Sua presença e vontade nas coisas criadas. Deste modo, Newton pressupõe que toda a ordem, beleza e harmonia que caracterizam o reino da natureza, devem ser preservadas eternamente, e não apenas pelo espaço, pelo tempo, pela massa e pelo éter, mas pelo exercício dessa vontade divina que criou essa ordem e harmonia a partir de seu primeiro esforço criador. Assim, Deus ocupa uma categoria científica em especial: Ele representa

justamente o primeiro movimento racional no universo, ou seja, representa justamente a causa metafísica na natureza.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da nossa pesquisa desenvolvemos uma maior compreensão acerca dos aspectos metafísicos do pensamento de Newton. Analisamos esses aspectos em sua “mecânica racional”, procurando dialogar com as referências complementares, esclarecendo, pelo discurso científico e filosófico, os elementos metafísicos em seu pensamento, percebendo Newton como certo empirista que aceita deduções metafísicas; um filósofo-cientista.

Tendo em vista nosso objetivo, foi preciso uma breve apresentação do desenvolvimento da ciência moderna, desde os pré-socráticos, até Newton, e o esclarecimento de alguns contextos históricos, como por exemplo, o surgimento da ciência na Grécia antiga e a necessidade, por parte dos modernos, de combater a predominância do aristotelismo, compreendendo melhor o surgimento da ciência moderna e da mecânica newtoniana. Apresentamos ainda, os modos epistemológicos que definem a construção do conhecimento científico e filosófico, assim como o estudo de seus métodos particulares de busca ao conhecimento, para que desse modo, possamos entender o método da filosofia da ciência. A partir da exposição dos elementos da metodologia da filosofia da ciência, entendemos certa “metodologia newtoniana”, o seu *modus operandi*, compreendendo como essa metodologia específica consegue apresentar aspectos empíricos, matemáticos, filosóficos e religiosos. Na física de Newton, encontramos ainda elementos que justificam certa metafísica, como às “noções nocionais” de massa, espaço, tempo e movimento, o que possibilitou uma maior compreensão dos aspectos metafísicos em sua física. Apresentamos o conceito newtoniano referente ao éter, entendendo porque esse conceito assume, necessariamente, características metafísicas, assim como, a sua função de mediação entre os corpos. Vimos os fatores que levam o empirista Newton assumir a religião na sua mecânica, bem como, a existência e funções de Deus na natureza, naquilo que seria o conteúdo maior de sua metafísica. Desse modo, descobrimos elementos metafísicos na sua mecânica clássica, elementos que confirmam em sua ciência conceitos como Deus Criador e Preservador das leis naturais.

Feitas essas considerações, analisaremos, agora, a importância de Newton para a metafísica moderna e a herança da metafísica moderna para a ciência contemporânea.

A partir de Newton e da nova metafísica científica moderna, destacamos uma nova atribuição ao entendimento da realidade fundamental. Pois, o mundo outrora percebido como um mundo de substâncias dotadas de tantas qualidades fundamentais, as quais podiam ser percebidas pelos os sentidos, passou a ser o mundo dos átomos, equipado com características matemáticas e movendo-se de acordo com leis matemáticas. No que diz respeito à natureza física da realidade, é bastante claro que após os feitos da física moderna, que o mundo ao nosso redor, entre outras coisas, é um mundo de massas que se movem de acordo com leis enunciáveis de forma matemática no espaço e no tempo. Pois, negar isso, seria negar os resultados reais de Newton e outros filósofos e cientistas, através de suas pesquisas e experiências científicas a respeito da natureza e do nosso ambiente físico.

A eficácia da matemática como ferramenta para compreensão dos corpos materiais que se movem no espaço e no tempo acabou culminando em uma melhor compreensão acerca da realidade. De fato, é a Newton que podemos atribuir essa transformação que resultou na vitória dessa visão metafísica. Seus estudos sobre questões essenciais da natureza perceptível como a massa, o tempo e o espaço, ajudaram a humanidade a ter uma visão diferente do que poderia ser o mundo sensível. As explicações em termos de causas finais nos fenômenos foram finalmente postas de lado, em favor de explicações relacionadas a causas eficientes, as quais consistiam de movimento dos corpos e assumiam qualidades mecânicas sempre que isso fosse possível. E, aonde não existia a crença em Deus, existia o pensamento da incógnita origem do universo, a causa desse movimento, a qual era confiada à ciência o papel de buscar a resposta para tal questão. Pois, principalmente a partir de Newton, a ciência admitiu novas formas de investigação, buscando o conhecimento não apenas pelo método empírico, mas assumindo asserções metafísicas na constituição dos fenômenos. O homem havia perdido a alta posição que havia sido sua, como parte da hierarquia teleológica do universo, e a sua mente passou a ser encarada como uma combinação de sensações, capaz de comunicar um mundo rico em corpos e formalidades matemáticas. Desse modo, a relação da mente humana com a natureza passou a ser objeto de estudo ainda mais intenso entre os pensadores posteriores a Newton, bem como a localização e as funções da mente no cérebro e sua explicação de sensações e de ideia, como exemplo Kant e Hegel. E não é difícil admitir que com o tempo, a partir do choque entre as visões antigas com as modernas acerca da realidade e de suas qualidades, será criada

uma nova concepção científica do mundo, que poderá prevalecer por tanto tempo e dominar o pensamento humano tão profundamente quanto à grande concepção do período medieval. Em certo sentido, nos dias de hoje, podemos comprovar isso e atribuir a Newton papel de destaque visão prevalecente do mundo contemporâneo, e no âmago dessa revolução ⁶⁹ podemos destacar alguns aspectos mais significantes que serviram de herança à metafísica e ciência contemporâneas.

No que diz respeito às leis acerca da realidade natural, era certo que ele não podia atingir o grau absoluto de todas as leis. Pois, Newton sugere fortemente que a realidade só pode ser vista somente de forma simples pelo homem devido a sua finitude ser inconsistente com um caso mais complexo que é causa natural, e que as qualidades primárias apenas caracterizam a natureza até o ponto em que se submeta à manipulação matemática, até o ponto em que seja a própria natureza uma mistura de qualidades ordenadas e irreduzíveis. A construção de uma estrutura racional a partir desses diversos aspectos da natureza se torna ainda mais evidente na fase metafísica de seu pensamento, o problema da causalidade. Pensadores diferentes em épocas distintas fizeram suposições largamente diferentes sobre o que constituiria uma explicação causal da natureza das coisas. E no que diz respeito ao estudo da filosofia científica em busca da causalidade das coisas, parece ter havido, até então na modernidade, três principais convicções, basicamente distintas, a esse respeito. Uma é a posição teológica da filosofia de Descartes, segundo o qual “a causa deve ser adequada ao efeito” ⁷⁰. A segunda é a posição mecânica de Newton e seus contemporâneos conforme aqui estudada. Além das comprovações puramente científicas, estabelece a premissa fundamental de que todas as causas e efeitos são redutíveis a movimentos dos corpos no tempo e no espaço e são equivalentes matematicamente em termos das forças enunciadas. E a explicação é dada pela análise dos fenômenos, nos movimentos das unidades-massa elementares de que são compostos, e pelo comportamento de qualquer fenômeno na forma de uma equação. Uma explicação de qualquer coisa é tida como inteiramente adequada se descobrir algum outro evento equivalente matematicamente que possibilite a previsão exata do anterior ou a ocorrência do posterior. A visão newtoniana do mundo é um corolário metafísico desta premissa, com respeito à

⁶⁹ Segundo Edwin A. Burt, foi o próprio Newton quem realizou a mudança nominal entre filosofia natural e ciência (Burt, 1991, p.22).

⁷⁰ Descartes demonstra a existência de Deus a partir do fato de que não podemos conservar a nós próprios. Se não podemos garantir a nossa existência, mas apesar disso existimos, é porque alguém pode nos garantir essa existência por nós. (DESCARTES, 2008, 1ª, 2ª e 3ª Meditações).

natureza da explicação. A terceira posição sobre a causa é a evolucionária, reforçada em épocas mais contemporâneas pelo darwinismo, defendendo os fenômenos de crescimento, tanto orgânicos como inorgânicos, requerendo um tipo de explicação causal essencialmente diferente de qualquer das duas anteriores. Tal diferença se refere à premissa central da posição evolucionária, a qual a causa pode ser mais simples que o efeito, enquanto responsável geneticamente por ele, a partir do caos até as evoluções gradativas. Pode-se resumir que, dentre as três posições, apenas as duas últimas premissas causais apresentam a previsibilidade e o controle do efeito por meio da causa, característica desnecessária e, portanto ausente do ponto de vista teológico cartesiano. Mas é certo que somente a segunda premissa, a de Newton, tenta acrescentar o elemento da exatidão matemática à relação.

Contudo, é certo que graças a contribuição de Newton, que o mundo inteiro passou a enxergar o mundo real com uma decodificação racional acerca das coisas, principalmente, no que diz respeito à natureza de uma forma mais científica e, portanto, mais explicativa. Graças às descobertas científicas de Newton, houve quase que uma “revolução mental” acerca do poder ao qual a mente tinha para o estudo das certezas, tanto físicas quanto metafísicas, e de como ela era capaz de resolver questões da natureza e, conseqüentemente, facilitar o modo de viver uma vida baseada na verdade e na sabedoria. Assim, admitida a legitimidade das motivações que desejam tornar material a mente, para a previsão e o controle exatos dos fatos, todo o vasto domínio revelado pela ciência encontra seu significado racional na atividade cognitiva da mente. Longe de ser uma curiosa substância sensível presente em um pequeno canto do cérebro, ou mesmo de ser uma atividade do sistema nervoso, a mente parece ser algo singular no qual o domínio espaço-temporal, assim como a própria linguagem da natureza, parecem estar contidos na mente enquanto um sentido racional. E isso foi percebido como nunca havia sido antes por Newton e seus contemporâneos. Deste modo, não seria absurdo invocar Deus para representar justamente a onipresença, onipotência e onisciência que rege as leis e fenômenos, comprovada à imensidão do universo, bem como as suas leis e a racionalidade matemática por trás delas. Pode-se ainda, atribuir à mente humana um papel especial, já que temos a dádiva intelectual em nós de compreendermos aquilo que é racional na natureza e tentarmos ficar mais íntimos da sabedoria natural. Discutir isso na modernidade abriu o caminho para posteriormente outros filósofos irem a fundo nessa questão do real valor da nossa

mente, contribuindo para o desenvolvimento das disciplinas morais. E a religião será favorecida na medida em que realizamos este esforço do conhecimento em ficar sempre mais próximo da sabedoria. E com certeza Newton cumpriu com mérito esse papel, estabelecendo significados, até então não traduzidos, para toda a humanidade.

De fato pode-se considerar no que concerne às informações da ciência, que ficamos indecisos sobre essas conclusões ou premissas acerca do que constitui uma explicação causal adequada. Pode-se afirmar ainda que os preconceitos dos intelectuais têm-se estabelecido com crescente vigor através do período moderno contra o tipo teológico de explicação. Contudo, é na terceira fase da doutrina newtoniana, ou seja, a sua doutrina da mente e da razão, que a crítica filosófica se mostra em melhores condições para lidar com os problemas metafísicos surgidos a partir da ciência moderna.

Desde os dias de Newton os filósofos posteriores tentaram estabelecer uma teoria da mente e da razão, assim como aqueles que a repudiavam. Houve uma diversidade radical de opiniões, mas em geral, pode-se dizer que duas direções principais foram seguidas. Pois, de um lado houve aqueles que ansiaram por fazer da razão a conhecedora da natureza física, uma ferramenta e objeto para a percepção de uma realidade natural. Proceder dessa forma significava compreender que o mundo dos corpos existia independente da razão. Já de outro lado, houve aqueles que atribuíam à razão um lugar e um destino proeminente metafísico, bastante compreensível a partir do desenvolvimento do nosso estudo, assumindo que a natureza pode apresentar aspectos racionais em seus fenômenos, na medida em que esses fenômenos estão sujeitos a leis matemáticas. Em geral os preconceitos dos intelectuais modernos acabaram estabelecendo-se contra o tipo racional de explicação.

Hoje percebemos indícios de que este preconceito gradualmente esteja sucumbindo, pois em algumas correntes científicas admite-se a existência de um valor⁷¹

⁷¹ Há uma discussão científica na atualidade que procura apresentar argumentos convincentes para a aceitação científica da teoria do “design inteligente”, exposta nas pesquisas recentes dos Drs. Michael Behe e Stephen C. Meyer em *Science and evidence for design in the universe* e os recentes artigos dos Drs. Paul A. Nelson e Jonathan Well na revista “*Darwinism, design, and public education*”. Tomando a crítica ao pensamento de Charles Darwin em *A origem das espécies*, no que diz respeito ao processo da “seleção natural” e na impossibilidade desse processo dar conta do surgimento de informações racionais presentes nas “máquinas moleculares”, como o DNA, por exemplo, esses pesquisadores argumentam que essas “máquinas” não podem existir gradativamente, pela “seleção natural”, já que não haveria a possibilidade da “seleção natural” admitir peças que não apresentem finalidade alguma. As máquinas moleculares precisam de todas as peças juntas e funcionando para cumprirem suas finalidades. Assim, a “seleção natural” não poderia por si dar conta do surgimento dessas “máquinas”.

na natureza, o que resulta em uma metafísica da natureza, a partir da análise dos elementos desse valor, estudando sua história e modo de surgimento, apenas explicando algumas questões desse valor, mas nunca explicando a sua natureza. Este estranho dualismo moderno entre teoria e prática contribui para uma ciência contemporânea aplicada a partir de preconceitos modernos – os elétrons são reais, mas, no entanto, o mundo dos elétrons é reduzido a um meio de realização de fins ideais! Certamente o cientista pode achar que vale a pena viver por um ideal, e abdicar-se de regras acadêmicas em prol desse mesmo ideal, justificando-o, mesmo que o conhecimento de sua origem seja humilde e o seu destino empírico incerto. Pois, pode ser possível que a ciência, mesmo rejeitando causas finais, revele a presença de categorias fundamentais de valor. Assim, uma filosofia adequada da razão passou a ser necessária para almejar uma cosmologia adequada, uma filosofia que satisfaça não apenas as motivações dos realistas, que almejam tornar a mente material, enquanto manipuladora de sensações, experimentações e mensurações exatas, mas, também, para a motivação dos idealistas, que almejam a diferença entre um universo organizado a partir da mente racional do homem e de um universo composto de racionalidade independente do homem. Ainda será preciso um estudo mais detalhado para termos alguma posição forte sobre essas questões, mas procuramos justificar aqui que esperamos o surgimento dessa resposta no futuro graças às pesquisas anteriores como esta.

Presumem esses pesquisadores que a natureza é dotada de razão ou informações lógicas, abrindo a discussão da existência dessas máquinas pela ação de um “projetista” racional, assumindo certa racionalidade na natureza, na medida em que esses elementos racionais fundamentam a existência dessas máquinas.

REFERÊNCIAS

- ARISTÓTELES. **Metafísica**. Porto Alegre: Editora Globo, 1969.
- ARISTÓTELES. *Meteorologica, books I-IV*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. London: William Heinemann LTD, 1987. (The Loeb Classical Library, vol. VII)
- ARISTÓTELES. *On the cosmos*. Cambridge, Massachusetts, London: Harvard University Press, 1992. (The Loeb Classical Library, vol. III).
- ARISTÓTELES. *On the heavens, books I-IV*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. London: William Heinemann LTD, 1986. (The Loeb Classical Library, vol. VI).
- ARISTÓTELES. *Physics, books I-IV*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. London: William Heinemann LTD, 1993. (The Loeb Classical Library, vol. IV).
- BACHELARD, G. **A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico**. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).
- BACHELARD, G. **Filosofia do novo espírito científico**. Lisboa: Presença, 1976.
- BARBATTI, M. **A filosofia natural à época de Newton**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Rio de Janeiro, v. 21, n. 01, p.153-161, 01 Mar. 1999. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_153.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2010.
- BARBATTI, M. **Conceitos físicos e metafísicos no jovem Newton: uma leitura de *De gravitatione***. Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência, Florianópolis, vol. 59, n. 17, p. 59-70, Jan-Dez. 1997. Disponível em: http://www.sbhci.org.br/revistahistoria/view?ID_REVISTA_HISTORIA=25>. Acesso em: 09/09/2010.
- BARRA, E. **Milagre ou qualidade oculta? O problema do estatuto da gravitação universal newtoniana na correspondência entre Leibniz e Clarke**. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Campinas, Série 03, v. 12, n. 1-2, p. 187-207, Jan-Dez. 2002. Disponível em: <<http://www.cle.unicamp.br/cadernos/12-12.html>>. Acesso em: 19/09/2010.

- BREHIER, É. *Histoire de la philosophie: l'antiquité et le moyen âge, moyen âge et renaissance*. Paris: Presses Universitaires de France, 1967. Disponível em: <http://www.uqac.ca/Classiques_des_sciences_sociales/>. Acesso em: 20 dez. 2010.
- BRET, G. S. *The philosophy of Gassendi*. Londres: Macmillan and Co. Limited, 1908. Disponível em: <<http://www.archive.org/details/philosophyofgass00bret/>>. Acesso em: 12/11/2010.
- BREWSTER, D. *The life of Sir Isaac Newton*. New York: Harper & Brothers, 1840. Disponível em: <<http://www.archive.org/details/lifesirisaacnew00unkngoog/>>. Acesso em: 04/09/2010.
- BRUNO, Gi. **Acerca do infinito, do universo e dos mundos**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1958.
- BURCKARDT, J. **A cultura do renascimento na Itália: um ensaio**. Brasília: Ed. Univ. de Brasília, 1991.
- BURTT, E. A. **As bases metafísicas da ciência moderna**. Brasília: Ed UNB, 1991.
- CHIBENI, S. S. **As posições de Newton, Locke e Berkeley sobre a natureza da gravitação**. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Campinas, v. 21, n. 1, p.01-25, Jan-Dez 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/~chibeni/public/gravitation.pdf>>. Acesso em: 05/09/2010.
- COHEN, B. / WESTFALL, R. S. **A vida de Isaac Newton**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.
- COHEN, B. / WESTFALL, R. S. **Newton: textos, antecedentes, comentários**. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002.
- COPÉRNICO, N. **As revoluções dos orbis celestes**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.
- CUSA, N. **A douta ignorância**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.
- DESCARTES, R. **Discurso do método. / Meditações**. São Paulo: Martin Claret, 2008.
- DESCARTES, R. **O mundo ou tratado da luz**. São Paulo: Hedra, 2008.

- DESCARTES, R. **Princípios da filosofia**. Lisboa: Guimarães, 1984.
- DURANTE, D. **Ciência e determinismo**. Revista Comciência, n. 89, p. 01-07, 10 Jul. 2007. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=26&id=292/>>. Acesso em: 08/06/2011.
- EINSTEIN, A. **A evolução da física**. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
- GALILEI, G. **O ensaiador**. São Paulo: Nova Cultural, 1991. (Coleção Os Pensadores).
- HACKING, I. **Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science**. New York: Cambridge University Press, 1983.
- HALL, A. R. / HALL, M. B. *Unpublished scientific papers of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1962, p. 221-228. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R. **Newton: textos, antecedentes e comentários**. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p. 55-84.
- HALL, A. R. / HALL, M. B. **The “*annus mirabilis*” of Sir Isaac newton, 1666-1966: Newton e a teoria da matéria**. Cambridge: MIT Press, 1970, p. 54-67. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R. **Newton: textos, antecedentes e comentários**. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p. 100-118.
- HEISENBERG, W. *Physics and philosophy: the revolution in modern science*. New York: Harper & Brothers Publishers, 1958.
- HUYGENS, C. **Treatise on light**. Chicago: University of Chicago Press, 2005. Disponível em: <<http://www.gutenberg.net/dirs/1/4/7/2/14725/14725-h.zip>>. Acesso em: 03/04/2010.
- JANIAK, A. *Newton as philosopher*. New York: Cambridge University Press, 2008.
- KANT, I. **Crítica da razão pura**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.
- KANT, I. **Fundamentação da metafísica dos costumes**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.
- KING, E. F. *A biographical sketch of Sir Isaac Newton*. Londres: Simpkin, Marshall & Co., Stationers’ Hall Court, 1858. Disponível em:

<<http://www.archive.org/details/abiographicalsk00kinggoog/>>. Acesso em: 23/05/2010.

KOYRÈ, A. *An unpublished letter of Robert Hooke to Isaac Newton*. Chicago, The History of Science Society, vol. 43, n. 4, Dec., 1952, p. 312-337. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/227384/>>. Acesso em: 12/09/2010.

KOYRÈ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

KOYRÉ, A. **Estudos de história do pensamento científico**. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária; Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1982.

KOYRÈ, A. *Newtonian studies*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965, p. 3-24. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R (org). **Newton: textos, antecedentes e comentários**. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p. 84-100.

LAPLACE, M. *Mécanique céleste*. Boston: Hilliard, Gray, Little, and Wilkins, Publishers, 1839. Disponível em: <<http://www.archive.org/details/mcaniqueceste00unkngoog/>>. Acesso em: 23/03/2010.

LEIBNIZ, G. W. **A monadologia / Discurso de metafísica e outras obras**. Trad. de Carlos Lopes de Mattos. São Paulo: Abril Cultural, 1974. (Coleção Os Pensadores).

LEIBNIZ, G. W. **Discurso de metafísica**. Trad. de Adelino Cardoso. Lisboa: Edições 70, 2000.

MACLAURIN, C. *An account of Sir Isaac Newton's philosophical discoveries, in four books*. Londres: impresso para os filhos do autor, 1748, cap. 1, p. 6-12. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R (org.). **Newton: textos, antecedentes e comentários**. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p.159-163.

MERTON, R. K. **Sociologia e ideologia da ciência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

MOLES, A. **A criação científica**. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 1981.

MORA, J. F. **Dicionário de filosofia (verbetes causa)**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

- MOSER, D. K., R. / SPANGENBURG. R. *The birth of science: ancient times to 1699*. New York: Facts on File Inc, 2004. (*The history of science*).
- NEWTON, I. **As profecias do apocalipse e o livro de Daniel**. São Paulo: Pensamento, 2008b.
- NEWTON, I. *Certain philosophical questions*: Newton's Trinity notebook, ed. by J. E. McGuire e Martin Tamny. Cambridge: Cambridge University Press, 1983, p. 349-431. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R. **Newton**: textos, antecedentes e comentários. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p. 22-30.
- NEWTON, I. **De Newton a Oldenburg**: 6 de Fevereiro, 10 de Junho e 6 de Julho de 1672. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R. **Newton**: textos, antecedentes e comentários. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p. 156-157.
- NEWTON, I. *Letter to Richard Bentley*. Cambridge: Trinity College Library, 2010. Disponível em: <<http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/view/texts/normalized/THEM00255/>>. Acesso em: 02/12/2010.
- NEWTON, I. **O peso e o equilíbrio dos fluidos**. São Paulo: Nova Cultural, 1991. (Coleção Os Pensadores).
- NEWTON, I. **Óptica**. Trad. de André Koch Torres Assis. São Paulo: EDUSP, 2002.
- NEWTON, I. **Óptica**: livro III, parte I, referente às questões. São Paulo: Nova Cultural, 1991. (Coleção Os Pensadores).
- NEWTON, I. *Opticks: or, a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*. Londres: William Innys, 1730. Disponível em: <<http://www.archive.org/details/opticksortreatis1730newt/>>. Acesso em: 14/04/2010.
- NEWTON, I. *Opticks*: questões 1-7 e 31, 4ª ed. Nova York: Dover Publications, 1706, p. 339-340, 375-406. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R. **Newton**: textos, antecedentes e comentários. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p.61-81.
- NEWTON, I. **Principia**: princípios matemáticos de filosofia natural. São Paulo: EDUSP, 2008a.

- NEWTON, I. **Princípios matemáticos da filosofia natural** (trechos selecionados). São Paulo: Nova Cultural, 1991. (Coleção Os Pensadores).
- NEWTON, I. *The correspondence of Isaac Newton*, 7v, ed. by H. W. Turnbull, J. F. Sott, A. Rupert Hall e Laura Tilling. Cambridge: Cambridge University Press, 1959-1977, v. 1, p. 362-383. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R.. **Newton**: textos antecedentes e comentários. Rio de Janeiro: EdUERJ e Contraponto, 2002, p. 30-54.
- NEWTON, I. *Unpublished scientific papers of Isaac Newton*, ed. by A. Rupert Hall e Marie Boas Hall Cambridge: Cambridge University Press, 1962, p. 221-228. Em: Cohen, B. I., Westfall, S. R. **Newton**: textos, antecedentes e comentários. Rio de Janeiro: Contraponto e EdUERJ, 2002, p. 55-61.
- NASCIMENTO, C. A. **O que é filosofia medieval**. São Paulo: Brasiliense, 2004. (Primeiros Passos).
- NIETZSCHE, F. **A filosofia na idade trágica dos gregos**. Lisboa: Edições 70, 1995.
- PEDUZZI, L. O. Q. **Física aristotélica**: por que não considera-la no ensino da mecânica? Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, vol. 13, n. 01, p. 48-63, Abr. 1996. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/13-1/index.html>>. Acesso em: 19/05/2010.
- PEMBERTON, H. *View of Sir Isaac Newton*. Londres: Printed by S. Palmer, 1728. Disponível em: <<http://www.archive.org/details/newtonphilosophy00pembuoft/>>. Acesso em: 23/05/2010.
- PRÉ-SOCRÁTICOS. **Os pré-socráticos**: fragmentos, doxografia e comentários. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).
- SAPUNARU, R. A. **A construção lógica do “estilo newtoniano”**. Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 14, n. 01, p. 55-56, Jan-Dez 2008. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=546&layout=abstract/>>. Acesso em: 21/09/2010.
- STRUIK, D. *A concise history of mathematics*. New York, New York: Dover Publications, Inc., 1948.

VOLTAIRE. **Cartas filosóficas**. São Paulo: Landy, 2001.

VOLTAIRE. **Cartas inglesas**. São Paulo: Abril Cultural, 1984. (Coleção Os Pensadores).

VOLTAIRE. **Elementos da filosofia de Newton**. Campinas: Ed. da Universidade de Campinas, 1996.

WESTFALL, R. S. **A vida de Isaac Newton**. Trad. de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

WESTFALL. *Never at rest: a biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.