EDSON ADRIANO MOREIRA

LEIBNIZ *VERSUS* NEWTON: SOBRE QUALIDADES, MILAGRES E LEIS DA NATUREZA

CAMPINAS
2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

EDSON ADRIANO MOREIRA

LEIBNIZ *VERSUS* NEWTON: SOBRE QUALIDADES, MILAGRES E LEIS DA NATUREZA

Orientadora: Prof.ª D.ra Fátima Regina Rodrigues Évora

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, para obtenção do Título de Doutor em Filosofia.

Este exemplar corresponde à versão final da Tese defendida pelo aluno Edson Adriano Moreira, e orientada pela Prof.ª D.ra Fátima Regina Rodrigues Évora.

CAMPINAS
2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Cecília Maria Jorge Nicolau - CRB 8/338

M813L

Moreira, Edson Adriano, 1981-
Leibniz versus Newton : sobre qualidades, milagres e leis da natureza / Edson Adriano Moreira. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Fátima Regina Rodrigues Évora.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Newton, Isaac, Sir, 1642-1727. 2. Leibniz, Gottfried Wilhelm, 1646-1716. 3. Gravitação. 4. Ciência - Metodologia. 5. Epistemologia. I. Évora, Fátima Regina Rodrigues,1958-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Leibniz versus Newton : about qualities, miracles and laws of nature
Palavras-chave em inglês:
Gravitation
Science - Methodology
Epistemology
Área de concentração: Filosofia
Titulação: Doutor em Filosofia
Banca examinadora:
Fátima Regina Rodrigues Évora [Orientador]
Márcio Augusto Damin Custódio
Eduardo Salles de Oliveira Barra
Érico Andrade Marques de Oliveira
José Portugal dos Santos Ramos
Data de defesa: 28-03-2014
Programa de Pós-Graduação: Filosofia

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em vinte e oito de março de 2014, considerou o candidato EDSON ADRIANO MOREIRA aprovado.

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida e aprovada pela Comissão Julgadora.

Profa. Dra. Fatima Regina Rodrigues Evora

Prof. Dr. Marcio Augusto Damin Custodio

Prof. Dr. Eduardo Salles de Oliveira Barra

Prof. Dr. Érico Andrade Marques de Oliveira

Prof. Dr. José Portugal dos Santos Ramos

RESUMO

Essa Tese analisa a controvérsia entre Gottfried Wilhelm Leibniz e Isaac Newton acerca do estatuto adequado à gravitação universal newtoniana. Mais precisamente, ela procura esclarecer porque Leibniz critica a teoria newtoniana, acusando-a de postular um princípio milagroso ou uma qualidade oculta escolástica no domínio da filosofia natural, enquanto Newton, por sua vez, tentará defendê-la dessas críticas, afirmando ser a gravidade uma qualidade manifesta da matéria e o princípio que a expressa uma verdadeira lei da natureza. Para tanto, serão analisadas as cartas desses autores onde essas questões são pontualmente discutidas, quais sejam a *Correspondência Leibniz-Clarke* [1715-1716], a *Correspondência Leibniz-Newton* [1692-1693], a *Carta de Leibniz a Hartsoeker* [1711], a *Carta de Newton ao editor das "Memoirs of Literature"* [1712]; ademais, serão analisadas passagens importantes das três edições dos *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural* [1687, 1713 e 1726], das cinco edições da *Óptica* [1704, 1706, 1717, 1721 e 1730 (edição póstuma)] e de alguns outros textos talvez menos conhecidos de Newton se comparados a estes dois, mas igualmente fundamentais para um bom entendimento das suas réplicas a Leibniz, a saber, a *Carta de Newton a Bentley* [1692], a *Carta de Newton a Cotes* [1713], a resenha que Newton publica anonimamente nas *Philosophical Transactions* da *Royal Society* sob o título de "*An Account of the Book Entituled Commercium Epistolicum*" [1714-1715] e uma "*Conclusio*" projetada por Newton para fazer parte da primeira edição dos *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*, a qual ele acabou não incluindo na versão final deste texto de 1687, mas que deu origem às considerações do famoso Escólio Geral, inserido na obra partir da sua segunda edição em 1713. Todo esse trabalho deverá, ainda, levar em conta os métodos e as entidades explicativas admitidos no panorama geral da ciência nos séculos XVI e XVII.

Palavras-chave: Newton, Isaac, Sir, 1642-1727; Leibniz, Gottfried Wilhelm, 1646-1716; Gravitação; Inteligibilidade.

ABSTRACT

This Thesis analyzes the controversy between Gottfried Wilhelm Leibniz and Isaac Newton regarding the adequate statute to the Newtonian universal gravitation. More precisely, it tries to elucidate why Leibniz criticizes the Newtonian theory, accusing him of postulating a miraculous principle or a scholastic occult quality in the domain of Natural Philosophy, whereas Newton advocates his theory and protects it from such reviews claiming that gravity is a manifest quality of the matter and that the principle which expresses it is a true law of nature. To conduct this work, letters and texts written by these authors discussing such issues will be analyzed: *The Leibniz-Clarke Correspondence* [1715-1716]; *The Leibniz-Newton Correspondence* [1692-1693]; *The Letter from Leibniz to Hartsoeker* [1711]; and *The Letter from Newton to the Editor of the "Memoirs of Literature"* [1712]. Besides these letters, other important texts will be studied: passages from three editions of the *Mathematical Principles of Natural Philosophy* [1687, 1713 and 1726]; passages from five editions of the *Optics* [1704, 1706, 1717, 1721 and 1730 (a posthumous edition)]; and some other Newton's texts perhaps not as well-known as the other two, but equally fundamental for a good understanding of the author's replies addressed to Leibniz: *The Letter from Newton to Bentley* [1692], *The Letter from Newton to Cotes* [1713], the review Newton published anonymously in the *Philosophical Transactions* of the Royal Society under the title of "*An Account of the Book Entituled Commercium Epistolicum*" [1714-1715] and a "*Conclusio*" projected by Newton to be part of the first edition of the *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, which he did not include in the final version of this text from 1687, but which was the origin to the considerations presented in the famous General Scholium, appended to his work since its second edition in 1713. It should also be mentioned that this Thesis will take into consideration the methods and the explanatory entities admitted in the general panorama of science of the XVI and XVII centuries.

Keywords: Newton, Isaac, Sir, 1642-1727; Leibniz, Gottfried Wilhelm, 1646-1716; Gravitation; Intelligibility.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 01

CAPÍTULO I: Qualidades, Revolução Científica e Inteligibilidade 17

1.1 - "*Qualidades Ocultas" e "Qualidades Manifestas" no Início do Século XVII* 23

1.2 - *As Qualidades Ocultas no Aristotelismo Escolástico* 29

1.2.1 - *Insensibilidade Implica Incorporeidade* 29

1.2.2 - *Insensibilidade Implica Ininteligibilidade* 31

1.2.3 - *As Idiossincrasias das Qualidades Insensíveis* 38

1.3 - *As Qualidades Ocultas na Nova Filosofia* 41

1.3.1 - *Insensibilidade Não Implica Incorporeidade* 42

1.3.2 - *Insensibilidade Não Implica Ininteligibilidade* 46

1.3.3 - *A Efetividade dos Insensíveis* 53

CAPÍTULO II: As Críticas de Leibniz à Gravitação Universal Newtoniana em sua Correspondência com Clarke 59

2.1 - *Leibniz Critica o Caráter Milagroso da Gravitação Universal Newtoniana* 63

2.1.1 - *Clarke Defende que a Gravitação Universal Newtoniana Não É Milagrosa* 66

2.2 - *Leibniz Critica a Gravitação Universal Newtoniana como Sendo Uma Qualidade Oculta Escolástica* 71

2.2.1 - *Clarke Defende que a Gravitação Universal Newtoniana Não É como Uma Qualidade Oculta das Escolas* 74

2.3 - *A Mesma Versão da Famosa Crítica "Milagre ou Qualidade Oculta" Anteriormente Exposta na Carta de Leibniz a Newton e na Carta de Leibniz a Hartsoeker* 77

CAPÍTULO III: Newton Defende a Gravitação Universal das Críticas de Leibniz 79

3.1 - *O Projeto Newtoniano de Investigação das Forças na Natureza* **83**

3.2 - *As Respostas de Newton às Críticas de Leibniz* **95**

3.2.1 - *A Carta de Newton a Leibniz (1693): A Gravidade é Suficiente para Explicar os Movimentos Celestes* **96**

3.2.2 - *A Carta de Newton ao Editor das "Memoirs of Literature" (1712): A Gravidade Não é um Milagre nem uma Qualidade Oculta Escolástica, mas Sim uma Lei da Natureza e uma Qualidade Manifesta da Matéria* **99**

3.3 - *O Método da "Filosofia Experimental" Newtoniana como a Chave para Salvaguardar a Aceitabilidade e a Sustentabilidade da Teoria da Gravitação* **109**

3.3.1 - *O Penúltimo Parágrafo do Escólio Geral como Uma Resposta ao Problema da Causa da Gravidade* **114**

3.4 - *Considerações Finais do Terceiro Capítulo* **121**

BIBLIOGRAFIA **127**

Para minha mãe, Maria Aparecida R. Moreira,
Para meu pai, Braz Moreira,
Para minha irmã, Juliana.
Para a Isla;
E para a **Kurochan**!

AGRADECIMENTOS

Não posso deixar de aqui expressar meus agradecimentos à Profª. Fátima Regina Rodrigues Évora por ter me orientado na elaboração desta Tese. Sua prontidão e dedicação tornaram meu trabalho, com certeza, menos árduo e seu rigor muito ensina àquele que pesquisa em filosofia.

Também agradeço aos professores Márcio Augusto Damin Custódio e Kleber Cecon, que formaram a banca do meu Exame de Qualificação. As valiosas críticas e sugestões feitas por ambos, naquela ocasião, foram muito importantes para confecção desta Tese.

Agradeço aos membros da Banca Examinadora pela disponibilidade e pela prontidão com que aceitaram o convite para dela fazer parte.

Agradeço, ainda, aos membros do grupo de pesquisa "Revolução Científica dos Séculos XVI e XVII: Origens Influências e Bases Científicas e Filosóficas", pelo companheirismo, e ao amigo Hélio Ázara de Oliveira, pela leitura atenta de parte deste trabalho e pelos seus valiosos comentários, especialmente enquanto um leitor de filosofia não habituado aos escritos de Newton.

Não poderia deixar de agradecer à Maria Rita Gandara e à Sônia Beatriz Miranda Cardoso, sempre tão atenciosas com minhas "demandas" burocráticas. Aquele bolo no intervalo da defesa foi um mimo... e estava delicioso! Muitíssimo obrigado, meninas!

Por fim, agradeço ao CNPq, cujo apoio financeiro, durante os oito primeiros meses do meu doutorado, foi fundamental para a realização deste trabalho.

INTRODUÇÃO

Quando Isaac Newton [1642-1727], em 1687, publica o seu *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*[1] [*Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*], estabelece um marco fundamental na história do pensamento ocidental. O livro é caracterizado por um estilo inovador claramente desenhado para combinar os métodos matemáticos com os resultados da experimentação, o que produz uma verdadeira revolução na filosofia natural em particular e no pensamento científico como um todo. Assim, Newton gozou de grande prestígio ao longo dos séculos XVII a XIX, tendo sua obra tomada como um modelo para a pesquisa nos mais diversos campos.[2]

Cientistas, filósofos e historiadores da ciência geralmente concordam em tomar o *Principia Mathematica* como o pináculo de uma série de rápidas e significativas mudanças ocorridas nas doutrinas tradicionais dos movimentos naturais, as quais tiveram início no final do século XVI, e que resultaram, por um lado, numa série de conquistas para a filosofia natural e, por outro, no abandono progressivo de quase todos os princípios da filosofia aristotélica e escolástica. A repercussão dessas mudanças foi tão intensa nos diversos círculos científicos e filosóficos da Europa que o conjunto delas é hoje denominado "Revolução

---

[1] A partir daqui, irei me referir à obra simplesmente como "*Principia Mathematica*". A justificativa trivial para isso é a questão da praticidade de se utilizar uma forma abreviada para indicar uma obra de título extenso a qual terei de me referir inúmeras vezes ao logo desta Tese. No entanto, tradicionalmente, os estudiosos de Newton costumem chamá-la apenas de "*Principia*", mas optei por empregar também o adjetivo "*Mathematica*". Assim, não deixarei de marcar, sempre que me dirigir a ela, uma de suas características mais inovadoras e fundamentais, e que o próprio Newton fez questão de salientar já nas linhas iniciais do Prefácio à sua primeira edição: que "o objetivo desse tratado é cultivar com acuidade a matemática na medida em que se relaciona com a filosofia". Isto é, para o autor, os princípios da filosofia natural devem ser "princípios matemáticos". Conforme veremos, isso, por um lado, foi o que permitiu a referida obra alcançar um extraordinário sucesso e angariar uma série de adeptos, mas, por outro lado, também foi o que abriu ensejo para que seus opositores lhe fizessem severas críticas, tanto do ponto de vista físico, como do ponto de vista metafísico, colocando em xeque não somente a sua credibilidade, mas mesmo a sua própria sustentabilidade enquanto uma legítima teoria física.
O *Principia Mathematica* foi publicado em três edições: 1687, 1713 e 1726.

[2] A esse respeito, cf. COHEN, 1967 e 1980; KOYRÉ, 1968; LAUDAN, 1980 e 1981; BURTT, 1983; e ABRANTES, 1989.

Científica" dos séculos XVI e XVII e tido como o surgimento de uma "nova" filosofia natural, cujas principiais implicações foram tanto a ênfase no papel da experiência e da experimentação para o estabelecimento de resultados científicos quanto a matematização (geometrização) da natureza e, portanto, da própria ciência.

Na época em que o *Principia Mathematica* veio a público, e pelos menos durante um século depois, quando se queria fazer alusão à revolução simbolizada pelo principal resultado científico alcançado na obra: o princípio da gravitação universal, falava-se em "Revolução Newtoniana"[3]. Nesse sentido, pode-se encarar a referida obra como representando uma nova e surpreendente síntese que, partindo das contribuições científicas de alguns dos antecessores imediatos de Newton (Nicolau Copérnico [1473-1543], Tycho Brahe [1546-1601], Galileu Galilei [1564-1642], Johannes Kepler [1571-1630] e René Descartes [1596-1650])[4] e também de alguns de seus contemporâneos mais próximos (Christiaan Huygens [1629-1695] e Robert Hooke [1635-1703])[5], somadas à algumas transformações e

---

[3] Nos dias de hoje, entretanto, entende-se por "Revolução Newtoniana" não apenas o estabelecimento do principio da gravitação universal, mas também alguns outros notáveis feitos de Newton, a saber: a invenção do cálculo infinitesimal, a descoberta da heterogeneidade da luz solar e a reformulação do entendimento da natureza da cor, e a codificação da ciência da mecânica por meio das três leis do movimento. A esse respeito cf. COHEN e WESTFALL, 2002, pp. 11-12.

[4] Vide *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (1543), de Nicolau Copérnico; *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis* (1588), de Tycho Brahe; *Astronomia nova* (1609), *Epitome Astronomiae Copernicanae* (1618-21) e *Harmonices Mundi* (1619), de Johannes Kepler; *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1632) e *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a Due Nuove Scienze* (1638), de Galileo Galilei; e, de René Descartes, *Principia Philosophiae* (1644), que é o texto da versão original latina, com a qual se sabe que Newton teve contato. Uma análise detalhada da influência fundamental dessa obra de Descartes sobre as ideias mecânicas de Newton, desde os seus escritos de juventude até a sua versão mais madura e acabada no *Principia Mathematica*, pode ser encontrada em BARRA, 1994.

É importante notar que as influências que Newton recebeu dessa tradição do pensamento do século XVII nem sempre se deram diretamente através da leitura das obras fundamentais desses autores, mas, não raro, por meio de manuais que rapidamente se propagaram nessa época na Inglaterra. De qualquer modo, não entrarei aqui nos méritos dessa questão, pois isso fugiria ao escopo desta Tese.

[5] Vide *Micrographia* (1665)– que, além de tratar da então nascente ciência dos microscópios e da teoria da luz, abordava também a astronomia, descrevendo os fenômenos celestes e calculando as distâncias de objetos bastante afastados–, de Robert Hooke e *Horologium Oscillatorium* (1673), de Christiaan Huygens.

Como é sabido, Robert Hooke foi o primeiro a colocar para Newton, em uma carta de 09 de Dezembro de 1979, a questão da trajetória de um corpo sob uma força central inversamente

acréscimos originais do próprio autor, foi capaz de elevar o conhecimento da mecânica a um novo patamar, de modo a explicar com sucesso os fenômenos do céu e da terra em um único sistema matemático[6]. Em outras palavras, podemos dizer que a façanha de Newton foi não só formular o princípio da gravitação universal como também estabelecer a lei quantitativa da gravidade e ser capaz de fazer uso dela para elaborar a versão final de seu "sistema do mundo". Assim, apoiado numa única ideia, qual seja a de que todos os planetas pesam (ou gravitam) uns sobre os outros, isto é, que eles se atraem mutuamente, e determinando que essa gravitação devesse ser diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado das distâncias que os separam, nosso autor logrou êxito em explicar de modo econômico e com precisão quantitativa o sistema físico da terra, planetas, cometas, sol e estrelas fixas. Ao fazer isso, levou o projeto da "nova" filosofia natural às suas últimas consequências e, assim, realizou o sonho de toda uma geração de alguns notáveis pensadores– como, por exemplo, aqueles seus ilustres antepassados e contemporâneos citados há pouco– que remonta ao início do século XVI.

O impacto causado pelo aparecimento do *Principia Mathematica* de Newton no cenário da filosofia natural do século XVII foi tamanho que ele já desponta como o principal rival do *Principia Philosophiae* [*Princípios da Filosofia*] de

---

quadrática. Sobre a grande importância desse evento para a obra newtoniana, há considerações bastante esclarecedoras do professor Ildeu de Castro Moreira. Cito: "Em 1679, Hooke escreve uma carta amável para Newton em busca de cooperação e sugerindo que se engajassem numa correspondência filosófica. Convida-o a comentar sua ideia de que o movimento dos planetas poderia ser explicado por uma combinação de duas componentes: um movimento tangencial à orbita, de origem inercial, e outro atrativo na direção do centro, ocasionado por uma atração proveniente do Sol. Essa ideia foi decisiva para colocar Newton no caminho da gravitação universal. Em sua resposta [de 13 de Dezembro de 1979], ele [Newton] admitiu que a análise era nova para ele. Na esteira do matemático e filósofo René Descartes [...] e de Huygens, Newton vinha raciocinando até então em termos de forças centrífugas [...] para analisar o movimento curvilíneo. Hooke imaginou também que a atração ocorria por pulsos na direção do Sol que desviavam o planeta de uma trajetória reta e faziam com que percorresse um caminho curvo. Baseado nessa ideia, propôs que a atração centrípeta, que puxava o planeta na direção do Sol, variava com o inverso do quadrado da distância ao Sol." (*Jornal da Ciência*, dez. 2013). Há uma análise minuciosa do papel decisivo dessa correspondência no desenvolvimento do pensamento de Newton em KOYRÉ, 1952.

[6] Para uma análise detalhada sobre o significado da "síntese newtoniana", cf. KOYRÉ, 1968, pp. 3-24.

Descartes, publicado em 1644 e que detinha, desde então, o posto de exemplar mais maduro e bem sucedido dessa "nova" filosofia. Como se pode notar, o próprio título da obra de Newton parece fazer uma clara alusão à de Descartes. E é bastante importante observarmos que os principais fenômenos que Newton julgava haver explicado pelo seu princípio da gravitação universal também eram explicados na física cartesiana, só que de um modo diferente: pelos vórtices celeste e terrestre. Vejamos.

Descartes expõe sua teoria sobre o "sistema do mundo" na terceira parte do seu *Principia Philosophiae*, intitulada "Sobre o Mundo Sensível". A teoria cartesiana ali exposta parte da hipótese de que os espaços celeste e terrestre são plenos de uma matéria fluída e invisível, a "matéria inicial", na qual estão imersos os objetos visíveis, como os planetas e os objetos terrestres. Essa matéria é então forçada, por ação divina, a mover-se circularmente, gerando uma série vórtices, ou seja, redemoinhos ou turbilhões. Isso faz com que os objetos nela mergulhados sejam arrastados ou empurrados em direção a alguns pontos centrais pelas leis que regem esse seu movimento turbilhonante. Desse modo, os deslocamentos circulares aparentes dos planetas em torno do Sol explicam-se por eles estarem mergulhados no redemoinho de "matéria inicial" que se move ao redor do mesmo. Assim como a causa da gravidade que atua nos corpos ou objetos terrestres é igualmente atribuída a essa matéria muito sutil e rarefeita que, ao formar também um vórtice em torno da Terra, carrega-os consigo em direção ao seu centro. Com isso, Descartes procura reduzir todos os efeitos naturais aos princípios "claros e distintos" da matéria– entendida como a extensão geometricamente determinada– e do movimento– que consiste na mudança de posição de um móvel em relação a um ponto de referência. Além disso, há um detalhe fundamental que não podemos deixar aqui de salientar: o modelo explicativo cartesiano não admitia a ideia de força, que parecia "confusa e obscura", dada a sua impossibilidade de ser traduzida em conceitos puramente geométricos.

Assim, para Descartes, o mundo natural é uma realidade puramente material cuja essência é a extensão (entidade geométrica) e, portanto, não

comporta em si nenhum princípio de atividade imanente. Logo, só a extensão e o movimento são inteligíveis e, consequentemente, aquilo que pode ser objeto da física. Nisso consistia o "mecanicismo cartesiano" que significou, aos olhos de Descartes e da maioria de seus contemporâneos, a principal ruptura "terapêutica" da metafísica cartesiana com a tradição do aristoletismo escolástico, a qual a cada nova evidência de operações naturais que julgasse não passíveis de uma explicação por meio das qualidades manifestas da matéria– isto é, aquelas suas qualidades que, para Descartes e seus seguidores, eram explicadas mediante princípios implicados na natureza "matemática" da mesma–, recorria ao emprego abusivo de "princípios ativos" na natureza, atribuindo à matéria uma vasta gama de "qualidades ocultas" fantasiosas[7].

Quanto a este ponto, Newton não fugiu à regra dos modernos e compartilhava inteiramente da crítica de Descartes às "qualidades ocultas" dos escolásticos[8], tendo sido inclusive bastante influenciado por ele. Talvez o reflexo mais importante dessa influência tenha sido o fato de que, grosso modo, o princípio metafísico da inatividade essencial da matéria foi um dos que menos se modificou na transição da filosofia natural cartesiana para a newtoniana. Newton não simplesmente herdou tal princípio da filosofia cartesiana como o acolheu, na condição de um axioma fundamental, no cerne de seu próprio sistema de mecânica racional. Assim, a Primeira Lei do Movimento do *Principia Mathematica* assevera que "Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme em linha reta a menos que seja forçado a mudar esse estado por causa de forças impressas". Enunciado este que também passou a ser conhecido como "Princípio ou Lei da Inércia" ou "Primeira Lei de Newton" e que implica a incapacidade dos corpos em, por si mesmos, iniciarem ou manterem qualquer movimento. Dito de outro modo: a matéria jamais pode ser o agente causal do movimento, pelo contrário, é ela exatamente "aquilo que é movido".

[7] A temática das ditas "qualidades ocultas" será analisada detalhadamente no Primeiro Capítulo desta Tese.
[8] A esse respeito, cf. DESCARTES, *Principia Philosophiae*, 1982, IV, p. 187 e ss. e NEWTON, 1972, p. 381 e 1979a, p. 55.

Nesse sentido ela deve necessariamente ser considerada um "princípio passivo"[9]– o que significa dizer que ela é essencialmente inerte– no interior da dinâmica do *Principia Mathematica*.

[9] Para uma análise detalhada da concepção newtoniana do papel passivo da matéria na dinâmica do *Principia Mathematica*, cf. MOREIRA, 2009, pp. 11-42. Trata-se do Primeiro Capítulo da minha Dissertação de Mestrado, intitulada "*O Problema de Newton: A Matéria Essencialmente Inerte versus A Evidente Atividade na Natureza*". Esse seu capítulo inicial, que recebe exatamente o nome de "A Passividade da Matéria", está subdivido da seguinte maneira: *1. A Matéria nos textos de Newton* (pp. 11-13), onde procuro mostrar que Newton sempre concebeu a matéria como sendo incapaz de mover-se por si mesma, desde os seus escritos de juventude até a formulação mais madura do seu pensamento conforme exposta no *Principia Mathematica*, e os motivos (i) teológicos e (ii) filosóficos que sustentam essa sua concepção– o que inclui tratar sobretudo da influência cartesiana sobre Newton, mas também destacar os limites dessa influência; *1.1. O Contexto Dinâmico do Principia* [*Mathematica*] (pp. 13-19), onde analiso o projeto newtoniano de explicação causal do "sistema do mundo" e as discussões fundamentais referentes a como se deve entender os papéis atribuídos ao conceito de matéria na referia obra e, em particular, se eles podem ser de fato reunidos num único sistema consistente de mecânica. É neste ponto que apresento sucintamente o chamado "Problema de Newton" que, de maneira simplificada, pode ser descrito como o problema de conciliar conceitualmente a inatividade essencial da matéria com a evidente atividade na natureza representada pela força de gravitação universal– esta questão será retomada com algum detalhe ainda na Introdução desta Tese; *1.2. O Conceito de Matéria* (pp. 19-29), onde pretendo esclarecer que o que Newton entende por "matéria" (ou "corpo") não deve ser confundido com aquilo que, na Definição I do *Principia Mathematica*, ele chama de "quantidade de matéria", denominada também de "massa", apesar da grande dificuldade interpretativa implicada na questão– afinal o próprio autor afirma, no pequeno comentário que se segue à sua definição de "quantidade de matéria", que "É essa mesma quantidade que doravante denominarei pelo nome de *corpo* ou *massa*. E a mesma é conhecida através do peso de cada corpo, como descobri em experimentos com pêndulos [...]" (*Principia Mathematica*, Livro I, Definição I; grifos meus). Não obstante, podemos verificar que a matéria é definida, mormente, por meio da terceira das "Regras para Filosofar", do início do Livro III do *Principia Mathematica*, e do comentário que a segue, a partir das suas propriedades ou qualidades universais (mas não essenciais– conforme será esclarecido ao longo desta Tese–) conhecidas, segundo Newton, como pertencentes "a todos os corpos dentro do campo de nossos experimentos", a saber: extensão, dureza, impenetrabilidade, mobilidade, inércia e um princípio de gravitação mútua. Além disso, em sentido estrito, "matéria" ou "corpo" devem ser tomados como significando partículas primordiais e, somente em sentido lato, como se referindo também aos corpos macroscópicos da nossa experiência. Por sua vez, a quantidade de matéria é apresentada na Definição I do *Principia Mathematica* como sendo "a medida da mesma, obtida conjuntamente a partir de sua densidade e volume". Assim sendo, a massa, enquanto medida matemática, diz respeito ao domínio da mecânica, ao passo que a matéria é um conceito da "filosofia natural" e, embora ambas estejam intimamente relacionadas na empresa newtoniana, não podem ser tomadas como significando exatamente a mesma coisa; *1.3 A Inércia da Matéria* (pp. 29-40), onde examino o modo pelo qual Newton pretende caracterizar a matéria como essencialmente inerte e as dificuldades intrínsecas a este processo. Ali, procurei mostrar que a tentativa mais significativa do autor para expor aquilo que ele entende por "natureza inerte da matéria" aparece na Definição III do *Principia Mathematica*, segundo a qual "A *vis insita*, ou força inata da matéria, é um poder de resistir, através do qual todo corpo, no que depende dele, matem seu estado presente, sela ele de repouso ou de movimento uniforme em linha reta". Ao analisar a referida definição e o pequeno comentário que a segue, à luz de algumas outras passagens do autor, esclareci que essa *vis insita* pode ser considerada sob três aspectos: (i) ela é uma função inata que mantém o corpo em um movimento que ele já possuía, (ii) ela é a resistência

Entretanto o mesmo *Principia Mathematica* também parece implicar a descoberta da necessidade de um "princípio ativo" na natureza, representado pela força de gravitação universal. Com efeito, tratava-se de uma teoria cujas fontes de evidência de nenhum modo poderiam ser deixadas de lado– afinal, ela gozava de confirmações experimentais extremamente convincentes, apresentando um sucesso explanatório e preditivo até então jamais alcançado em filosofia natural– e possuidora de um admirável rigor inferencial– ao ponto de suas demonstrações poderem ser comparadas às mais sólidas demonstrações da geometria euclidiana[10]. E foi justamente essa sua capacidade de explicar o "sistema do mundo" com um sucesso empírico e uma precisão matemática sem precedentes na história da filosofia natural que fez com que, diante dela, a teoria dos vórtices e os raciocínios "geométricos" cartesianos passassem a parecer apenas um *flatus vocis*. Desencadeou-se, assim, um processo de declínio gradativo da influência do *Principia Philosophiae* de Descartes, de modo que as marcas da enorme projeção que esta obra tivera durante as primeiras quatro ou cinco décadas subsequentes à sua publicação acabaram desaparecendo quase que por completo[11].

---

inerente com a qual o corpo responde a qualquer tentativa de alteração do seu movimento por parte de um outro corpo e (iii) ela é um esforço pelo qual um corpo procura mudar o movimento de outro corpo que está agindo sobre ele; e *1.4 Considerações Finais do Primeiro Capítulo* (pp. 40-42), onde concluo que, seja como for, esses três aspectos estão, de algum modo, associados à tendência da matéria de conservar qualquer movimento que ela possua e de impor movimento por meio da reação em consequência da sua resistência; esses três elementos são sempre proporcionais à quantidade de matéria do corpo, embora nenhum deles possa ser entendido como redutível a ela. A matéria é dita, portanto, um "princípio passivo" do movimento na medida em que essas suas características derivam, em última instância, de algum tipo de passividade corporal. De qualquer modo, os historiadores da ciência ainda parecem divididos no que diz respeito a como devemos entender os papéis atribuídos ao conceito de matéria no *Principia Mathematica* e, em particular, se eles podem de fato ser reunidos em um único sistema consistente de mecânica. A este respeito, cf. WESTFALL, 1971 e McMULLIN, 1978, sobretudo o quinto capítulo deste último intitulado "*Epilogue: Matter and Activity in Later Natural Phylosophy*".

[10] Há uma análise minuciosa do célebre argumento de Newton para a gravitação universal e das diversas estratégias nele envolvidas em MOREIRA, 2009, pp. 43-72. Trata-se do segundo capítulo da minha Dissertação de Mestrado, intitulado de "O Argumento para a Gravitação Universal".

[11] Sobre a rápida ascensão do *Principia Philosophiae* de Descartes após sua publicação e sua posterior decadência frente ao sucesso do *Principia Mathematica* de Newton, cf. BARRA, 2000, pp. 25-27. Para uma análise detalhada dos modelos explicativos da física cartesiana e da newtoniana, bem como das polêmicas envolvendo os partidários de cada uma dessas duas teorias rivais, cf. BARRA, 1994 e 1995, e MOREIRA, 2009.

Por todos esses motivos, para muitos dos contemporâneos de Newton, clamar por maiores evidências sobre a real existência da gravidade parecia ser algo quase sem propósito e estar totalmente fora de questão. O próprio autor posiciona-se da maneira mais explícita e direta possível a esse respeito, afirmando que "a gravidade realmente existe"[12].

De qualquer modo, mesmo que a atração deva ser considerada, segundo Newton, uma "qualidade universal" da matéria no arcabouço teórico da dinâmica do *Principia Mathematica*, não se deve sustentar, segundo ele, que essa atração possa também ser pensada como uma qualidade essencial ou inerente à matéria dentro dessa teoria.[13] Assim, por mais que todas as características da força da gravidade possam, em princípio, ser inteiramente derivadas das propriedades quantitativas da matéria– pois a gravidade é diretamente proporcional ao produto das massas (ou "quantidades de matéria")[14] e inversamente proporcional ao

---

[12] Esta é uma afirmação bastante famosa de Newton. Ela aparece em uma das várias discussões do autor sobre a causa da gravidade, mais precisamente, naquela que tem lugar no conhecido Escólio Geral, longo trecho discursivo inserido ao final do Livro III do *Principia Mathematica*, a partir de sua segunda edição (1713). Cf. *Principia Mathematica*, 1972, p. 943.

[13] Em MOREIRA, 2008, pp. 182-196, há uma análise cuidadosa das diversas estratégias diferentes empregadas por Newton para gerar a lista das ditas "qualidades universais" da matéria, além de uma discussão sobre porque as mesmas não podem ser também consideradas como suas "qualidades essenciais". Esta questão será retomada em detalhes ao longo desta Tese, pois, conforme veremos, foi pelo fato de entender a gravidade como sendo essencial à matéria que Leibniz sentiu-se no direito de criticar a gravitação universal newtoniana, acusando-a de qualidade oculta escolástica.

[14] Lembrando novamente que, conforme discutido ao logo da extensa nota 9 acima, apesar das dificuldades interpretativas que se possa apresentar, não devemos confundir "massa" ou "quantidade de matéria" com "matéria" ou "corpo". Tal leitura só seria conveniente caso o *Principia Mathematica* fosse apenas um tratado de mecânica, mas, certamente, este não é o caso. Afinal, Newton estava empenhado em construir uma verdadeira "filosofia natural" em torno e além dessa sua obra, uma tarefa que ocupou grande parte da sua vida antes e após a publicação do livro e na qual o conceito de matéria desempenha um papel fundamental. Essa discussão é apresentada também em MOREIRA, 2008, pp. 181, 182 e ss.

Para mais informações sobre a definição de massa como o produto da densidade pelo volume cf. MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, Leipzig, 1921, p. 188; CREW, *The Rise of Modern Physics*, Baltimore, 1928, p. 124; HOPPE, *Archiv fur Geschichte der Mathematik, der Naturndwissenchagten un der Technik*, n. s., vol. II, 1929, pp. 354-361; e, por fim, a nota 11 do Apêndice Histórico e Explicativo de NEWTON, 2002, pp. 311-312, onde além de um cotejo entre as interpretações presentes nessas três obras citadas há, ainda, algumas considerações adicionais.

Além disso, como bem nos alerta Ernan McMullin, é importante ter em mente que, no *Principia Mathematica*, Newton estava reformulando a concepção de matéria até então disponível. Assim sendo, "[não] é de se surpreender [...] que tensões e inconsistências sejam encontradas" ao longo do texto (cf. McMULLIN, 1978, p. 43).

quadrado da distância entre os corpos que se atraem– é impossível que a gravidade lhe seja essencial ou que se torne inteligível mediante apenas sua natureza ou características inerentes, as quais sabemos (vide final da nota 9 acima) denotam sempre algum tipo de passividade corporal. E foi essa atitude ambígua de Newton, de, por um lado, acreditar haver encontrado a necessidade de um princípio ativo na natureza, mas, por outro lado, conceber a matéria como essencialmente inerte, que, como veremos, acabou dando ensejo para o surgimento de algumas críticas bastante incisivas contra a sua teoria e fez com que a sua ontologia adquirisse um alto grau de complexidade.

Daqui em diante, passarei a chamar esse impasse acima apresentado de "Problema de Newton", e todas as vezes que alguma nova referência for feita a ele ao longo desta Tese deve-se ter em mente precisamente essa complicada questão de fundamentação, interna ao projeto de filosofia natural newtoniano, no que diz respeito, em linhas gerais, a sua patente impossibilidade de conciliar conceitualmente a inatividade essencial da matéria com a evidente fonte de atividade na natureza representada pela força de gravitação universal. Faltava, portanto, uma metafísica da natureza capaz de conferir inteligibilidade e sustentabilidade metodológica ao modo como atuava a força da gravidade pela qual pareciam ocorrer atrações reais entre os corpos. Coloca-se, então, a seguinte questão: se existe de fato esta tal fonte de atividade na natureza, conforme Newton e os partidários da sua teoria veementemente sustentavam, qual poderia ser a sua causa ou substrato real, uma vez que, por essa mesma teoria, está vedada a possibilidade de que ele seja a própria matéria inativa?[15]

[15] A minha formulação dessa problemática foi inspirada naquela proposta por Eduardo Barra, de quem tomei emprestada a própria expressão "Problema de Newton" (vide BARRA, 2000, pp. 25-29). Conforme ele nos alerta, a origem desse problema é certamente muito anterior a Newton, mas é somente após a teoria da gravitação universal que ele irrompe de forma mais dramática, exigindo um instrumental analítico com o qual não estavam equipadas nem a filosofia aristotélico-escolástica nem a filosofia cartesiana (*idem*, p. 26). Barra, por sua vez, como ele próprio afirma, está ancorando parte de suas análises no livro *Newton on Matter and Activity*, de autoria de Ernan McMullin (*idem*, p. 29, nota 4). Cabe, então, para aclarar ainda mais o uso que fiz desses dois referenciais teóricos para o estabelecimento desse elemento fundamental para as análises que serão desenvolvidas no decorrer da minha Tese, apresentar a passagem do professor McMullin que pode ser considerada como uma descrição alternativa (diga-se de passagem, bastante precisa

Consequentemente, abriu-se uma via para que os opositores de Newton pudessem formular severas críticas contra o *Principia Mathematica*, questionando sua sustentabilidade e validade enquanto um verdadeiro tratado de filosofia natural. Nesse sentido, podemos dizer que a irredutibilidade do conceito newtoniano de gravitação universal aos princípios da matéria e do movimento baseados na concepção mecanicista[16] em voga na Europa naquele momento fez com que alguns o encarassem como algo ininteligível, como aconteceu, por exemplo, com os cartesianos em geral, com Huygens e com Gottfried Wilhelm Leibniz [1646-1716], e que outros tentassem reduzir a teoria de Newton a um infeliz regresso via "qualidades ocultas" aos preconceitos escolásticos tidos como definitivamente suplantados pela "nova" filosofia natural, como também foi o caso de Leibniz. Seja como for, perante os padrões explicativos do mecanicismo, em ambos os casos, se deveria considerar a teoria newtoniana inaceitável enquanto uma explicação válida dos fenômenos físicos.

No famoso Escólio Geral, inserido ao final do *Principia Mathematica* a partir da sua segunda edição (1713), Newton não hesitará em deixar claro que possui plena consciência do intrincado problema como o qual se depara, além de também reconhecer ali a legitimidade da questão crucial que ele suscita para a sua teoria, e irá descrê-lo como o problema de identificar a "causa" da gravidade. Assim, ele afirma: "[até] aqui, expliquei os fenômenos dos céus e dos mares mediante a força da gravidade, mas ainda não atribuí uma causa à gravidade"; na

---

e elegante) do referido "problema". Cito: "Pode a matéria ser considerada ativa a partir da sua própria natureza? Poder-se-ia supor que o princípio de gravitação universal, a partir do qual obviamente decorre o sucesso do *Principia*, levaria Newton a dar uma sonora resposta afirmativa a essa questão ou, de outra maneira, que a crença na função inerentemente ativa da matéria havia-lhe favorecido na obtenção da noção de gravitação. Mas, de fato, o oposto parece ter sido o caso. [...] Ele parece dizer que, se alguma coisa possui dentro de si uma fonte de atividade, isso não pode ser *justamente* a matéria; deve haver um outro princípio, um 'principio ativo', distinto (embora não necessariamente separado) da matéria envolvida. [...] Newton viu-se forçado a buscar fora da matéria a fonte do movimento, e isso talvez mais do que qualquer outro fator foi o que deu à sua ontologia uma tamanha complexidade." (McMULLIN, 1978, p. 29).

[16] No Capítulo Primeiro desta Tese analisarei tanto o mecanicismo cartesiano quanto algumas outras tendências também mecanicistas presentes no Europa do XVII. No Capítulo Segundo, entre outras coisas, analisarei a explicação mecanicista de Leibniz da causa da gravidade ou peso dos corpos, e pretendo mostrar que ela é um dos pressupostos fundamentais das suas bem afiadas críticas contra a teoria de Newton.

sequência do trecho citado, irá sustentar que, "[em] todo caso, essa força origina-se de alguma causa que penetra até o centro do Sol e dos planetas, sem diminuição de poder". E, por fim, ele acrescenta, ainda, que ela "opera de acordo com a quantidade das superfícies sobre as quais atua (como as causas mecânicas usualmente fazem)", mas sim "segundo a quantidade de matéria sólida, e cuja ação se estende por todos os lados a imensas distâncias, decrescendo sempre na razão duplicada das distâncias". Porém, naquele momento, nosso autor se diz incapaz de identificar positivamente essa causa: "ainda não pude deduzir a razão dessas propriedades da gravidade a partir dos fenômenos"[17]. Ora, foi justamente essa atitude de Newton de procurar explicar a operação da gravidade recorrendo apenas à "quantidade de matéria sólida" dos corpos e às "distâncias" entre eles, sem fazer nenhuma referência sequer à necessidade de um meio material para que esta ação se dê por contato, aquilo que fez com que grande parte de seus opositores passassem a entender o princípio da gravitação universal como implicando uma ideia ininteligível, a saber, que existiria uma ação à distância entre os planetas, isto é, que a atração entre eles ocorreria sem nenhum tipo de mediação material (ou seja, através do vazio)[18]. Além disso, o fato de Newton não haver apontado precisamente uma causa para a gravidade que fosse extrínseca à matéria, enquanto estabelece e/ou enuncia o seu princípio da gravitação universal, fez com que alguns de seus leitores (e é bom que se diga, não apenas aqueles contrários às suas ideias, mas

[17] *Principia Mathematica*, 1972, v. 2, p. 764.

[18] Assim, essa suposta ação à distância gera ainda um complicado problema referente à realidade do vazio. No entanto, não tratarei dessa questão em detalhes, pois ela foge ao escopo da presente Tese. De qualquer modo, é interessante notarmos que ainda que Newton, por um lado, negue a ação à distância, por outro, ele admite a necessidade de se aceitar a existência de um "espaço ou vazio" entre as partículas constituintes dos corpos sólidos (cf. *Principia Mathematica*, Livro III, Corolário 4, Proposição 6). Como bem observa McMullin, uma vez que Newton evidentemente acreditava que as partículas primordiais tinham a mesma densidade, as diferenças de densidade verificadas no domínio dos corpos macroscópicos só poderiam ser explicadas postulando-se a existência de vacuidades entre essas partículas que os constituem (cf. McMULLIN, 1978, p. 134, nota 52). Para considerações adicionais sobre essa questão, cf. JAMMER, 1961, pp. 67-68, e MOREIRA, 2008, pp. 189-191. Ainda em McMULLIN, 1978, pp. 17-21, encontraremos uma explicação esclarecedora acerca da possibilidade de se transitar do domínio do micro para o macroscópico, e vice-versa.

inclusive alguns de seus partidários e amigos próximos, como, por exemplo, Samuel Clarke [1675-1726] e Roger Cotes [1682-1716]) acabassem por sustentar em algum momento que a força gravitacional pela qual os corpos se atraem mutuamente deveria ser essencial à matéria. Este tipo de leitura foi precisamente o que acabou gerando ensejo para que alguns dos inimigos da gravitação universal newtoniana acusassem-na de só poder ser explicada com recurso a uma qualidade oculta escolástica.

Evidentemente, Newton queria livrar sua teoria de qualquer suspeita de ininteligibilidade que pudesse vir a impedir a aceitação da mesma no meio científico; ele também não podia e nem estava disposto a aceitar a gravidade como sendo inerente à matéria, de modo que ele jamais reconheceria um possível apelo da sua parte às qualidades ocultas escolásticas para poder explicá-la. Por isso, embora nosso autor tenha afirmado no *Principia Mathematica* que pretendia "apenas oferecer uma noção matemática" das forças discutidas, "sem considerar as suas causas e bases físicas" (Livro I, Definição III) e, além do mais, que "é suficiente que a gravidade exista, atue segundo as leis por nós expostas e seja capaz de sustentar todos os movimentos dos corpos celestes e do nosso mar" (1972, Escólio Geral, p. 764), ele parece nunca haver abandonado inteiramente a convicção de que elas ainda poderiam ser alcançadas– com efeito, Newton empenhou uma parte considerável de seus esforços intelectuais, desde a publicação do *Principia Mathematica* até praticamente o final de sua vida, procurando identificá-las. Afinal, caso fosse possível atribuir à gravidade uma causa ainda mais remota, então, talvez se pudesse permitir entender ela própria como um efeito de alguma qualidade mais elementar da matéria, o que certamente contribuiria para que seus críticos deixassem de considerá-la "ininteligível" ou que a tivessem na conta de um retrocesso às "qualidades ocultas" no sentido aristotélico-escolástico da expressão. No entanto, qual seria esta

causa? Como ela atuaria para produzir todas aquelas propriedades que Newton apresentou com tamanha precisão acerca da gravidade?[19]

O conjunto dessas questões decisivas irá, então, provocar um acirrado debate que se estende ao longo de todo o século posterior a publicação do *Principia Mathematica*, angariando posições tanto contrárias quanto favoráveis à teoria newtoniana, mas sempre envolvendo figuras de grande magnitude e extrema importância no cenário da filosofia natural. O foco dessas discussões, às vezes bastante acaloradas, será sempre a eventual "descoberta" de princípios metafísicos alternativos que pudessem fundamentar os pressupostos conceituais e metodológicos da ciência newtoniana. Tratava-se, portanto, de uma investigação acerca da possibilidade e do efetivo desenvolvimento de princípios metafísicos capazes de sustentar uma teoria baseada numa força que parecia agir à distância e promover autênticas atrações entre os corpos, teoria a qual representava uma nova visão de mundo que não era nem aristotélica nem "mecanicista", no sentido estrito deste termo.

É nesse contexto que Leibniz se fará conhecido como um dos maiores, senão o maior dos opositores de Newton, tanto por conta da querela sobre a paternidade do cálculo como por ter sido ele quem articulou, em sua famosa correspondência com Samuel Clarke (ocorrida entre 1715 e 1716), uma das críticas mais severas e contundentes já levantadas em oposição à gravitação universal.

O dilema que Leibniz lança contra a teoria newtoniana, e que marca a sua posição em vários trechos dessa sua correspondência, é o seguinte: uma vez que, segundo ele, a gravitação universal não se explica por nenhum *mecanismo natural* (leia-se, um *meio mecânico*) e, por conseguinte, pela *própria natureza das coisas* (isto é, por *causas mecânicas*) ela deveria ser explicada, então, ou como um *milagre* ou por meio de uma *qualidade oculta*. Cito:

[19] Essas questões serão retomadas em detalhes no Terceiro Capítulo desta Tese.

> Realmente é uma estranha ficção imaginar toda a matéria pesada ou mesmo tendendo a uma outra matéria qualquer, como se todo corpo atraísse igualmente qualquer outro corpo conforme as massas e as distâncias, e isso por uma atração propriamente dita, que não derive de um impulso oculto dos corpos [...]. Um corpo nunca é naturalmente movido senão por outro que o impele, tocando-o [...]. Qualquer outra operação sobre o corpo será ou milagrosa ou imaginária [isto é, uma qualidade oculta dos escolásticos]. (Quinta carta de Leibniz, § 35)[20]

Mas, conforme veremos em detalhes ao longo desta Tese, para Leibniz, não há lugar para milagres, nem se deve recorrer à qualidade oculta escolástica alguma, quando se pretende emitir juízos seguros e confiáveis acerca do procedimento mecânico e racional do mundo físico. Assim, Leibniz pensa ter argumentos suficientes para não aceitar a teoria newtoniana como uma legítima explicação do sistema físico da terra, planetas, cometas, sol e estrelas fixas.

Por sua vez, Clarke buscará em suas cartas apresentar argumentos para rebater essas críticas leibnizianas e, assim, garantir o *Principia Mathematica* como uma verdadeira obra filosofia natural. Contudo, não há qualquer evidência de que Newton tenha auxiliado diretamente Clark nas suas réplicas a Leibniz. Consequentemente, não se pode dizer que um estudo da correspondência entre Clark e Leibniz sirva como uma fonte para o reconhecimento das ideias originais de Newton.

Sendo assim, teria então Newton deixado de responder a uma das mais duras e incisivas críticas contra a teoria da gravitação universal formulada por aquele que foi talvez o seu maior opositor? A minha intenção nesta Tese de Doutorado é mostrar que não: Newton fez absoluta questão de defender a sua teoria das acusações de Leibniz, afirmando ser a força da gravidade uma lei da natureza (isto é, ela não seria um milagre) e uma qualidade manifesta da matéria (isto é, ela não seria uma qualidade oculta escolástica).

[20] Sobre aos vários momentos em que essa crítica aparece nas cartas de Leibniz, *Cf*. nota 52 abaixo.

Esta Tese está divida em três capítulos:

No Capítulo I, pretendo esclarecer o que precisamente os modernos entendiam por "qualidade oculta escolástica" e quais eram as entidades e padrões explicativos geralmente admitidos na filosofia natural do século XVII. Conforme veremos, isso será de fundamental importância para um bom entendimento tanto das críticas de Leibniz contra a teoria newtoniana quanto das respostas de Newton a tais críticas, pois irá nos permitir realizar uma análise contextualizada e, portanto, mais consistente das filosofias desses autores.

No Capítulo II, analisarei em detalhes a acusação de Leibniz de que a gravitação universal, conforme exposta por Newton no *Principia Mathematica*, explicar-se-ia ou como um milagre ou como uma qualidade oculta da matéria no sentido escolástico e que, portanto, não poderia ser aceita como uma explicação válida do "sistema do mundo". Para tanto, será necessário apresentar, também, alguns dos pressupostos metafísicos que sustentam esse ponto de vista de Leibniz; eles abarcam, entre outras coisas, as concepções do autor sobre como se explicam os movimentos dos corpos celestes e qual seria causa do peso dos corpos sensíveis em direção ao centro da Terra. Além disso, mostrarei que essas conhecidas críticas de Leibniz são anteriores à sua famosa correspondência com Clarke (1715-1716): elas já aparecem, na mesma forma e quase nas mesmas palavras, em uma carta que Leibniz envia a Newton (em 1692/3) e em outra que ele envia a Hartsoeker (em 1711).

Por fim, no Capítulo III, analisarei cuidadosamente as respostas que o próprio Newton formula a fim de afastar as referidas críticas de Leibniz à sua teoria. Tais respostas constam de uma carta que Newton envia a Leibniz (em 1693) e de outra que ele envia ao editor das *Memoirs of Literature* (em 1711), cada uma das quais responde a uma das cartas de Leibniz do ano correspondente. Ora, uma vez estabelecida, no meu segundo capítulo, a paridade das críticas que Leibniz apresenta nas suas cartas de 1692/93 e 1711 com as que aparecem na sua célebre correspondência com Clarke em 1715-1716, ficará então evidente que as respostas de Newton para aquelas valem também para estas.

Deixem-me, então, explicar de um modo mais detalhado o que pretendo fazer no Capítulo III: (i) analisar as respostas do próprio Newton às famosas críticas de Leibniz contra a teoria da gravitação universal; (ii) rastrear o "desenvolvimento" dessas primeiras respostas ao longo dos escritos posteriores de Newton; (iii) procurar esclarecer que esta postura de defesa assumida por Newton perante as acusações leibnizianas é coerente com o seu projeto de investigação das forças na natureza, exposto já na primeira edição do *Principia Mathematica*; (iv) evidenciar que as discordâncias existentes entre Newton e Leibniz sobre qual estatuto ontológico atribuir à gravidade universal podem muito bem ser encaradas como sendo fruto de divergências metodológicas irreconciliáveis existentes entre os dois autores. Ademais, espero (v) esclarecer que ainda que Newton não ofereça uma explicação num padrão mecanicista para a gravidade, algumas outras atitudes do autor em relação a este seu conceito encontram total respaldo em certas práticas e padrões admitidos na ciência oficial do século XVII, a saber: a noção de diferentes níveis de verificação, a ideia de que a investigação dos efeitos é prioritária em relação às causas, a disposição de aceitar os efeitos sem entender as causas últimas dos mesmos, a ênfase no papel da experiência e da experimentação para o estabelecimento dos resultados científicos e a matematização da natureza.

CAPÍTULO I

Qualidades, Revolução Científica e Inteligibilidade

As questões envolvendo o tratamento dado pelo aristotelismo cristão ao tema das qualidades manifestas e qualidades ocultas extrapolam os limites do pensamento medieval, chegando a exercer forte influência na filosofia praticada ao longo da última metade do século XVI e durante todo o século XVII. De uma maneira mais precisa, podemos dizer que, embora os filósofos modernos, em sua maioria, rejeitem as investigações daquele tipo de ciência escolástica vinculada à tradição do aristotelismo e, consequentemente, fundada no conhecimento sensível, é inegável o papel fundamental que esse modelo investigativo teve no desenvolvimento da concepção moderna das "qualidades", no posicionamento dos modernos acerca delas e, sobretudo, na adoção de uma terminologia evidentemente inspirada na herança medieval que irá permear todo o acalorado debate da causação ocorrido ao longo da Revolução Científica.

Nesse sentido, poderíamos citar, por exemplo, o caso que aqui mais nos interessa, qual seja aquele relacionado às polêmicas envolvendo as posições de Leibniz e Newton acerca do estatuto da gravidade na obra deste último. Como vimos há pouco, uma das principais críticas contra a teoria de Newton diz respeito justamente à denúncia feita por Leibniz de que o conceito newtoniano de força gravitacional, da maneira como foi estabelecido e exposto no *Principia Mathematica*, deveria ser interpretado como implicando a aceitação de que a gravidade explicar-se-ia como uma "qualidade oculta escolástica"; e Leibniz reprova veementemente o recurso a tais qualidades nas explicações da "nova" filosofia natural (o que será analisado em detalhes no segundo capítulo desta Tese).

Contudo, é interessante notarmos uma sutileza fundamental presente no âmago dessas disputas, a saber, que o próprio Newton concordaria com Leibniz, sem maiores problemas, quando da rejeição das "qualidades ocultas ecolásticas"

no domínio das explicações físicas, mas discordaria– e, de fato discordou– dele, com bastante vigor, quanto a considerar a gravidade como uma dessas qualidades, afirmando ser ela uma "qualidade manifesta da matéria" (conforme será analisado no terceiro capítulo desta Tese).

Ademais, é importante salientar que as discordâncias entre Leibniz e Newton em torno do conceito de gravitação universal podem ser encaradas como uma demanda relativa à inteligibilidade desse conceito para cada um deles. E no intuito de esclarecer este ponto, poderíamos evocar aquele outro aspecto fundamental das referidas polêmicas envolvendo ambos os autores, a saber, que para Leibniz a gravitação universal newtoniana seria "milagrosa", isto é, ininteligível segundo os padrões da filosofia por ele advogada, mas Newton não concorda com essa avaliação de seu oponente e, numa direção contrária, afirma ser a atração gravitacional uma autêntica "lei da natureza".

Ao longo desta Tese, irei concentrar meus esforços na tentativa de esclarecer o máximo possível todas essas divergências entre Leibniz e Newton, direcionando o foco de minha análise para as questões referentes ao estatuto a ser atribuído à gravitação universal newtoniana, tarefa a qual dada a sua importância não apenas científica e filosófica dentro do pensamento ocidental, mas histórica e cultural em um sentido mais amplo, tem chamado para si a atenção de vários ilustres pensadores e notáveis estudiosos, desde a época da publicação do *Principia Mathematica* até os nossos dias atuais. Para tanto, procurarei mostrar que tais discordâncias, apesar de intrincadas, podem ser satisfatoriamente entendidas se analisadas perante o arcabouço conceitual mais geral das filosofias de Newton e de Leibniz e, em última instância, se vistas como intimamente relacionadas às diferenças metodológicas e/ou aos procedimentos investigativos adotados e advogados por um e por outro em seus trabalhos direta ou indiretamente relacionados à questão; evidentemente, isto apresenta uma estreita ligação com a concepção de ciência assumida por cada uma das partes em questão e, por conseguinte, com os modos próprios e característicos desses

autores se inserirem na tradição da filosofia natural do século XVII.[21] Em outras palavras, trata-se aqui de uma interpretação contextualizada das filosofias de Leibniz e Newton, estabelecendo um cotejo entre ambas, de modo a colocar em foco, mormente, os pronunciamentos desses autores sobre o problema da causa da gravidade suscitado pela teoria newtoniana[22].

---

[21] Devo dizer que esse tipo de abordagem que me proponho realizar é, em grande medida, inspirada no movimento interpretativo que compartilha da suposição que a ciência, enquanto um conjunto de procedimentos metodológicos, normalmente exerce um decisivo papel regulador sobre as crenças metafísicas e epistemológicas admitidas no domínio científico. Movimento o qual tem Larry Laudan como um dos seus principais representantes e que constitui um campo de investigação denominado por ele de "história da filosofia da ciência" (LAUDAN, 1981, p. 1). Para Laudan, no intuito de compreendermos historicamente a metodologia da ciência, devemos, necessariamente, pressupor uma "simbiose histórica" entre a filosofia da ciência e aquela ciência da qual ela é filosofia (*idem*, p. 2). A tese principal sobre a qual o autor sustenta esta sua convicção assevera que "não se pode compreender a história da metodologia sem considerar cuidadosamente a evolução histórica daquelas ciências das quais a metodologia foi tradicionalmente parasitária" (*idem*, p. 17). Assim, por esta concepção, um trabalho de história da filosofia da ciência deve se pautar (i) pelo estudo dos fundamentos conceituais da ciência, explorando as implicações e pressuposições ontológicas e epistemológicas de teorias científicas particulares e (ii) pela compreensão da metodologia científica, analisando as técnicas e princípios por meio dos quais as teorias científicas em geral são propostas, avaliadas e validadas. E não se pode esquecer que Laudan considera a metodologia científica responsável por determinar as credencias epsitêmicas das teorias científicas (isto é, as condições sob as quais elas podem ser consideradas verdadeiras, falsas ou mais, ou menos, verossímeis) e, consequentemente, por estabelecer as suas condições de aceitabilidade no interior do domínio científico. Esse é o chamado "modelo pragmático-simbiótico" de Laudan, segundo o qual "as ideias metodológicas dos cientistas ativos são frequentemente as fontes das principais teorias epistemológicas", cujo principal papel seria "tornar explícito aquilo que está implícito nos melhores exemplares científicos, e não reformar as melhores práticas científicas existentes". Nesse sentido, se pode afirmar que "a recepção das doutrinas epistemológicas, mesmo pelo 'grandes' filósofos, é determinada mais pela sua capacidade de legitimar uma teoria científica preferida do que pelos seus méritos estritamente filosóficos." (*idem*, pp. 8-9). Segundo penso, esse tipo de explicação baseada no "modelo pragmático-simbiótico" irá contribuir positivamente para esclarecer, de modo bastante satisfatório, o porquê de Leibniz e os cartesianos rejeitam a obra de Newton enquanto uma teoria física, apesar do seu enorme sucesso explanatório e preditivo no tocante aos fenômenos naturais. Estes motivos, particularmente os de Leibniz, serão analisados em detalhes ao longo desta Tese; o mesmo se pode dizer do tratamento que será dado às razões que Newton apresenta para, recusando o modelo cartesiano e o leibniziano, defender o seu *Principia Mathematica* como um verdadeiro tratado de filosofia natural.

[22] Sobre algumas restrições que o próprio Laudan impõe às suas primeiras ideias acerca do "modelo pragmático-simbiótico", cf. LAUDAN, 1996, sobretudo, pp. 126, 137-138 e 156-158 e 163. Mais informações sobre a pertinência desse tipo de interpretação contextualizada podem ser encontradas em BARRA, 2000, pp. 16-23. Por fim, julgo importante dizer que o enfoque de Laudan não é o único meio possível de compreender e relacionar os padrões epistemológicos e as crenças científicas; há também, como faz notar o professor Barra, o chamado "naturalismo tradicional" de Philip Kitcher (cf. BARRA, 2000, p. 18, nota 18). Não entrarei aqui nos méritos da questão sobre o naturalismo de Kitcher, mas uma boa apresentação e uma análise conveniente deste método podem ser encontradas em BARRA, 2000b.

Dadas essas considerações gerais, antes de partimos propriamente para uma análise mais acurada das declarações de ambos os filósofos e suas possíveis implicações, julgo bastante adequado– e diria mesmo necessário–, aqui, no primeiro capítulo desta Tese, ampliar um pouco nosso horizonte de análise, considerando também alguns traços fundamentais e característicos que nos permitirão definir de modo preciso o que vem a ser o campo do conhecimento "científico" no século XVII, sobretudo no que diz respeito aos procedimentos técnicos e aos padrões explicativos admitidos no interior da "nova" filosofia natural que surgem com a ruína do aristotelismo escolástico do período medieval. Assim, seremos capazes de, num segundo momento, realizar aquela desejada interpretação das controvérsias envolvendo Newton e Leibniz acerca do conceito de gravitação universal newtoniano colocando-as historicamente em contexto, isto é, procurando revelar os seus vínculos com certas práticas e padrões linguísticos e extralinguísticos em voga na época em que ocorreram[23]. Estou confiante de que, assim procedendo, serei capaz de realizar uma abordagem bastante segura, compreensiva e esclarecedora dessas importantes disputas que surgem com a publicação do *Principia Mathematica*, o que também significa diminuir consideravelmente os riscos de incorrer indesejavelmente em possíveis equívocos históricos e/ou em inconsistências interpretativas, ambos tão perigosos e prejudiciais àquele tipo de estudo que, assim como esta minha Tese de doutoramento, se propõe a levar a cabo um trabalho sério em história da filosofia da ciência.

[23] Além do já exposto nas notas 21 e 22 acima, não pretendo oferecer maiores detalhes sobre alguns outros pressupostos que também considerei para me decidir sobre empreender uma leitura historicamente contextualizada desses debates científico-filosóficos entre Leibniz e Newton, pois creio que isso foge ao escopo desta Tese de doutoramento. De qualquer modo, posso dizer que mais argumentos discutindo e justificando esse tipo de leitura– colocando-a como uma norma metodológica fundamental na interpretação da história da filosofia– poderão ser encontrados em RORTY, 1984, pp. 49-75, AYERS, 1991, pp. 1-10 e BARRA, 2000, pp. 8-23; além disso, devo salientar que existem algumas divergências importantes entre esses autores, sobretudo no que diz respeito a como distinguir, selecionar e abordar os contextos relevantes para o tratamento da história da filosofia. Mas também não se pode esquecer que há uma oposição radical a qualquer forma de contextualismo na história da filosofia representada pelo "método historiográfico estruturalista" de Guéroult e Goldschmidt; uma análise detalhada deste método e de suas implicações pode ser encontrada em RIBEIRO DE MOURA, 1988.

Por tudo isso, antes de qualquer outra coisa, é preciso apresentar, agora, algumas considerações fundamentais que deverão me guiar na confecção do restante deste primeiro capítulo da Tese, sendo ao longo dele desenvolvidas, quais sejam que os escolásticos e os modernos divergem consideravelmente quanto ao que seja propriamente "conhecimento científico" e, por conseguinte, adotam procedimentos bastante diferentes ao tentar estabelecer seus empreendimentos em ciência; que no século XVII há uma importante ambiguidade envolvendo o termo "qualidade"; que a partir de 1600 irão ocorrer algumas mudanças significativas no sentido conotativo da palavra "oculto"; que os partidários da nova filosofia procuram sempre explicar todos os processos naturais segundo o paradigma do chamado "mecanicismo"; e, por fim, que há uma mudança radical nos métodos científicos reconhecidos como oficiais na passagem da escolástica para a modernidade– e mesmo ao longo da própria Revolução Científica também ocorrem alguns desacordos sobre qual seria a maneira mais adequada de se investigar a natureza. Essas dissensões quanto à metodologia científica a ser empregada, sejam elas entre os partidários das escolas e os modernos ou entre os próprios modernos, acabaram gerando profundas discordâncias no seu posicionamento sobre a inteligibilidade do mundo e, por conseguinte, sobre a aceitação das entidades explicativas postuladas em filosofia natural naquela ocasião. Além disso, teríamos ainda as questões que determinam a escolha no momento de se optar por uma teoria científica particular em detrimento de outras como baseadas na crença de que ela é de algum modo "superior" às suas concorrentes[24].

[24] Ao tentar compreender as teorias científicas a partir do contexto de sua época, Thomas Khun procura salientar a falta de razões epistemológicas suficientemente fortes capazes de garantir qualquer pretensão absoluta de verdade e de progresso no campo científico. Segundo este ponto de vista, a superioridade atribuída a uma teoria científica particular quando comparada com teorias concorrentes– fator que acabará por determinar a sua aceitação por parte dos membros da comunidade científica que praticam a mesma disciplina– será sempre relativa ao fato dela demonstrar uma maior habilidade para formular e resolver os "quebra cabeças" (*puzzles*) apresentados pela natureza do que suas rivais. A esse respeito, cf. KUHN, 1962. O polêmico Rorty, por sua vez, sugere uma leitura "normativa" de Kuhn e defende sim uma ideia de progresso na ciência como associada ao fato de que "os cientistas possam sempre descrever suas descobertas revolucionárias como a melhor resposta para uma boa questão" (1988, p. 276). No

Passemos, então, para a análise propriamente dita dos conteúdos dessas considerações acima apresentadas.

entanto, embora seja importante tê-la em mente ao longo desta Tese de doutoramento, não é minha intenção aqui investigar a fundo a questão do progresso na ciência.

1.1 - "*Qualidades Ocultas" e "Qualidades Manifestas" no Início do Século XVII*

Para iniciarmos esta seção de número um do capítulo primeiro da Tese, cabe salientar que a noção de qualidade é bastante ampla, tem uma longa história e dificilmente pode ser reduzida a um conceito unitário. De qualquer modo, podemos dizer que, desde as investigações filosóficas da antiguidade, ela vem sendo tratada como abrangendo um conjunto de conceitos que compartilham da função formal de servir de resposta à pergunta "qual?".

E assim que voltamos a nossa atenção para analisar a temática das qualidades no cenário específico da filosofia natural do início do século XVII, vemos que ali o adjetivo "oculto" fazia parte da terminologia técnica herdada do aristotelismo escolástico e era empregado com o intuito de distinguir as qualidades que eram evidentes aos nossos sentidos daquelas que deles se escondiam[25]. De modo que a expressão "qualidade oculta" significava precisamente o contrário de "qualidade manifesta". Neste contexto, consideravam-se como qualidades caracteristicamente manifestas aquelas que podemos apreender imediatamente pela percepção sensível, ao passo que, por oposição, as qualidades ditas ocultas eram as aquelas de tipo insensível ou imperceptíveis.

Observemos, então, como essa distinção geral aparece *in loco* num texto de filosofia natural muito utilizado ao longo do século XVII e amplamente difundido entre os estudiosos da época; e aproveitemos o ensejo para, a partir dele, considerar também alguns casos particulares onde há o emprego da referida distinção, os quais certamente irão exemplificá-la muito bem. Para tanto, eu vos convido a apreciar um trecho do *Epitome naturalis scientiae* (publicado pela primeira vez em 1618), de Daniel Sennert[26] [1572-1637], filósofo natural alemão,

---

[25] Cf. HENRY, 1986, p. 335 e HUTCHISON, 1982, pp. 233-234.

[26] Os trabalhos acadêmicos mais influentes de Daniel Sennert versam justamente sobre filosofia natural. Ele é particularmente conhecido por suas contribuições para o desenvolvimento de uma teoria atomista da matéria que se estabelece como intermediária entre o corpuscularismo e as formas aristotélicas, apoiando suas investigações numa base empírica e na evidência experimental– via realização e observação atenta de experimentos controlados. Além disso, ele escreveu vários trabalhos sobre química e alquimia, e também alguns sobre medicina. Seus livros

químico/alquimista e professor de medicina na Universidade de Wittenberg, figura bastante conhecida, respeitada e influente naquele momento. Cito:

> Qualidades são divididas quanto ao nosso conhecimento em *Manifestas* e *Ocultas*. As manifestas são aquelas que, com evidente facilidade e imediatamente, são conhecidas e avaliadas pelos Sentidos. Assim como a luz nas Estrelas, e o Peso e a Leveza. [...] Mas as Qualidades ocultas ou secretas [*hidden*] são aquelas que não são imediatamente conhecidas pelos Sentidos, mas sua força é percebida mediatamente pelo Efeito, embora seu poder de ação seja desconhecido. Assim, nós vemos a Pedra-imã atrair o Ferro, mas o poder de atração nós é misterioso [*hidden*] e não percebido pelos Sentidos. [...] Igualmente nós percebemos por nossas sensações a evacuação causada por medicamentos purgativos; mas nós não percebemos aquela qualidade pela qual os medicamentos que fazem purgar produzem tal efeito. Do mesmo modo, nós percebemos com nossos Sentidos os sintomas que os Venenos provocam em nossos Corpos; mas as qualidades por meio das quais eles causam os ditos sintomas nós não percebemos pela sensação. Por nossos Sentidos [...] nós percebemos o Calor no Fogo, por meio do que ele aquece. Porém, não é assim naquelas operações que são realizadas por qualidades ocultas. [Neste caso,] Nós percebemos as Ações, mas não as qualidades pelas quais elas são produzidas. (SENNERT, *Thirteen Books of Natural Philosophy* [*Epitome naturalis scientiae*], 1661, p. 431)[27]

Assim, mesmo a partir de uma primeira e breve leitura da passagem acima, não teríamos maiores problemas para entender a distinção pautada pela adjetivação manifesta *versus* oculta, no que diz respeito às qualidades. Afinal de contas, Sennert é bastante claro e muito direto ao afirmar, por um lado, que "As [qualidades] manifestas são aquelas que, com evidente facilidade e imediatamente, são conhecidas e avaliadas pelos Sentidos" e, por outro, que as "Qualidades ocultas [...] são aquelas que não são imediatamente conhecidas pelos Sentidos, mas sua força é percebida mediatamente pelo Efeito, embora seu poder de ação seja desconhecido", isto é, sabemos apenas que elas agem, mas não porque e como o fazem.

Mas se analisarmos toda a presente passagem do *Epitome* com um pouco mais de cuidado, iremos notar também que ainda é possível acrescentar algum

---

foram muito lidos e amplamente divulgados ao logo do século XVII, tanto assim que muitos deles tiveram várias reimpressões e traduções. Para informações detalhadas sobre a obra de Sennert e sua importância no cenário da Revolução Científica, cf. MEINEL, 1988; MICHAEL, 1997; e NEWMAN, 2006.

[27] Trata-se aqui de um excerto oriundo da tradução para o inglês do *Epitome naturalis scientiae* feita, em 1661, por Abdiah Cole e Nicholas Culpeper– que lhe deram o título de *Thirteen Books of Natural Philosophy*– a partir da edição latina de 1632 da obra.

detalhamento a essa referida distinção. Isso se dá ao verificarmos uma importante particularidade que diz respeito à denotação mesma do substantivo “qualidade”, a saber, que ele pode ser usado tanto para designar propriedades, atributos ou características sensíveis dos corpos quanto para se referir às causas desses atributos. No primeiro caso, trata-se de empregar o terno num *sentido descritivo*; no segundo, num *sentido explicativo e causal*.

Conforme veremos, essa diferença de sentidos nos será bastante útil no esforço de interpretar as polêmicas acerca da gravitação universal envolvendo Newton e Leibniz. Assim sendo, faz-se necessário comentá-la aqui em mais detalhes, procurando identificar e entender as peculiaridades e sutilezas que ela encerra.

Comecemos pelo sentido descritivo de “qualidade”. Logo após definir “qualidades manifestas”, Sennert cita como exemplos das mesmas *a luz* emitida pelas estrelas, e *o peso e a leveza* verificáveis nos corpos. Não por acaso, ele lança mão de tais exemplos procurando remeter a fenômenos naturais que são percebidos diretamente pelos sentidos. Ora, o mesmo poderá ser dito sobre *a atração* exercida pelo imã sobre o ferro, *a evacuação* ocorrida quando se ministra um remédio purgante, *os sintomas* causados pela ingestão de um veneno e, igualmente, sobre *o aquecimento* gerado pelo fogo: são todos exemplos de fenômenos físicos que parecem se deixarem eles próprios captar de modo imediato pelos sentidos– ainda que Sennert os tenha apresentado como efeitos de “qualidades ocultas”. Assim, podemos perceber que, em todos os casos até então arrolados, Sennert considera precisamente qualidades que *descrevem propriedades, atributos ou características perceptíveis via sentidos* dos corpos na natureza. Desse modo, pode-se dizer que “qualidade”, em seu *sentido descritivo*, remete-se precisamente aos *efeitos* sensíveis que os corpos materiais exibem no mundo.

Mas ao considerarmos, por sua vez, o sentido explicativo e causal de “qualidade”, veremos que, por um lado, ele sempre irá se remeter às causas desses conhecidos efeitos sensíveis e, portanto, deverá lhes servir de explicação

última, mas que, por outro, nem sempre tais causas serão do mesmo tipo: algumas vezes teremos *causas sensíveis* e outras *causas insensíveis*.

Entre as primeiras estaria, por exemplo, *o calor* do fogo, pois não apenas esse calor é apontado como motivo (causa) responsável pelo fogo *gerar aquecimento* (efeito), como também ele próprio, enquanto causa, é tão perceptível pelo tato quanto o efeito térmico– a elevação de temperatura– que provoca no ambiente. Conforme afirma Sennert: “Por nossos Sentidos [...] nós percebemos o Calor no Fogo, por meio do que ele aquece”.

Quando se trata, porém, das causas insensíveis, nossos sentidos teriam acesso direto apenas aos efeitos que essas causas produzem no mundo, mas jamais a elas mesmas; não as percebemos nem tampouco aquilo que nelas gera e explica estes efeitos. Nas palavras de Sennert: “Nós percebemos as Ações [isto é, os efeitos dessas causas no mundo], mas não as qualidades pelas quais elas são produzidas”. Assim, por exemplo, percebemos que *o magneto atrai o ferro*, que *algumas espécies de gengibre atuam como um laxante, diurético e expectorante*, e que *o envenenamento por cicuta leva à morte*, mas não nos é possível conhecer, considerando apenas as informações disponíveis a qualquer um dos nossos dos cinco sentidos, *a causa ou a explicação dos evidentes poderes de atração, de purgação e de envenenamento acima referidos*.

Portanto, a qualidade em seu sentido explicativo e causal– quer se trate de uma causa sensível, quer de uma causa insensível– *fornece o porquê dos efeitos sensíveis* que verificamos nos corpos materiais. Dito de outro modo, “qualidade” no *sentido explicativo e causal* reporta-se necessariamente às *causas* dos efeitos sensíveis que verificamos presentes nos objetos físicos.

Após todas essas considerações, creio que poderemos, enfim, melhor compreender uma parte importante da nomenclatura de origem peripatética bastante conhecida dos filósofos naturais do começo do século XVII e comumente empregada por eles em seus escritos. De modo esquemático, teríamos que:

- (i) as qualidades se dividem em manifestas e ocultas;

- (ii) as qualidades consideradas “manifestas” são qualidades sensíveis, enquanto as ditas “ocultas” são qualidades insensíveis;
- (iii) as qualidades manifestas podem ser consideradas categorias descritivas, quando fazem referência a efeitos sensíveis dos corpos físicos, ou categorias explicativas, caso referiram-se às causas sensíveis destes efeitos;
- (iv) as qualidades ocultas são consideradas exclusivamente explicativas e dizem respeito às causas insensíveis de efeitos sensíveis dos corpos.

Por fim, antes de encerrar esta seção de número um do capítulo primeiro da Tese, gostaria de reformular, em algumas poucas palavras, aquilo que considero ser necessário ter sempre em mente ao longo das análises ainda por fazer até o final deste texto de doutoramento, a saber, que podemos afirmar, de modo bastante seguro, que aquilo designado pelos filósofos naturais do século XVII como “efeitos” dos corpos no mundo possui invariavelmente um caráter *sensível* e, portanto, sempre será por eles considerado como “qualidade manifesta”, embora algumas vezes as chamadas “*causas*” destes efeitos possam ser *insensíveis* e, quando for este caso, tais filósofos deverão avaliá-las necessariamente como “qualidades ocultas”.

Assim, no texto que segue, quando empregar expressões como “insensíveis”, “entidades insensíveis”, “causas insensíveis”, “qualidades insensíveis”, “entidades ocultas” ou “causas ocultas” eu o farei sempre como uma maneira de me referir às “qualidades ocultas” e aos aspectos que lhe são inerentemente característicos.

1.2 - *As Qualidades Ocultas no Aristotelismo Escolástico*

Nesta segunda seção do capítulo primeiro da Tese, irei analisar como a tradição peripatética lida com as qualidades ocultas. Mais especificamente, pretendo esclarecer o fato dos adeptos do aristotelismo escolástico se recusarem a admitir tais qualidades entre as explicações do domínio científico, explicando os motivos próprios que os levaram a assumir tal postura. Isso servirá de pressuposto fundamental para que possamos (na seção 1.3 abaixo) entender melhor o esforço dos filósofos do século XVII para erigir uma "nova" filosofia natural a partir da negação do aristotelismo escolástico.

Para caracterizar, então, esse tipo de comportamento dos escolásticos, minha estratégia será tentar mostrar que as justificativas a determinar a não aceitação das causas ocultas no interior da ciência (*scientia*) medieval podem ser compreendidas se analisadas à luz de três propriedades que os cristãos aristotélicos irão associar às entidades insensíveis: a sua natureza supostamente incorpórea, a ininteligibilidade das mesmas perante os critérios explicativos por eles admitidos e as idiossincrasias de suas ações. Senão, vejamos.

1.2.1 - *Insensibilidade Implica Incorporeidade*

Em se tratando da relação da qualidade oculta-incorporeidade, teríamos Tomás de Aquino [1225-1274] com um ótimo exemplo para ilustrar a forte reação de relutância sustentada por parte dos filósofos medievais de linhagem aristotélica perante a questão de aceitar que as entidades insensíveis pudessem ser corporais ou mesmo existentes. Conforme veremos, este tipo de atitude, além de apresentar um aspecto genuinamente filosófico, parece possuir também um traço de caráter mais teológico. Além disso, espero conseguir esclarecer que, em última instância, foi justamente a rejeição dos "insensíveis" no campo das operações ditas naturais aquilo que acabou levando o aristotelismo cristão a negar constantemente a existência efetiva das qualidades ocultas ou, mesmo nos raros casos em que se tolerava julgar tais qualidades como reais, a insistir que elas eram ininteligíveis.

Seguindo a sugestão de Hutchison, o primeiro argumento que irei aqui apresentar a fim de ilustrar a expressa rejeição de Tomás da possível existência de entidades materiais insensíveis é uma declaração, feita por ocasião do seu *Comentário à Física de Aristóteles*, na qual ele sustenta a impossibilidade de existirem animais tão pequenos a ponto de escaparem aos nossos sentidos. Cito: "Não é possível que deva haver certas partes de carne e osso que sejam não sensíveis por causa da sua pequenez" (*Commentary on Aristotle's Physics*, trad. de R. J. Blackwell *et al*, 1963, p. 34).

Nessa mesma direção, poderíamos mencionar ainda mais três fragmentos do Aquinate, desta vez, extraídos do seu *Comentando ao De Anima de Aristóteles*, mais precisamente, da passagem onde ele discutir a necessidade da presença do sentido do tato em todos os animais. Ali, ele afirma, primeiramente, que "[...] todo animal é um corpo vivo; e todo corpo é tangível ou sensível ao tato. Por 'corpo' se está aqui querendo dizer exclusivamente a espécie de corpo gerável e corruptível [...]"; e, em seguida, que "[...] todos os corpos corruptíveis, sendo ou elementos simples ou compostos de elementos, são necessariamente tangíveis"; por fim, Tomás esclarece que "tangível" deve ser entendido como "constituído por qualidades tangíveis" (*Aristotle's De Anima: in the Version of William of Moerbeke and the Commentary of St. Thomas Aquinas*, trad. de K. Foster e S. Humphries, 1951, p. 490).

Assim, considerando ambos os extratos dos comentários de Tomás a Aristóteles [384-322 a.C.], poderíamos afirmar que eles implicam a sua assunção de que o corpo de todo e qualquer animal é constituídos por qualidades sensíveis (pelo menos ao tato). Ora, conforme exposto anteriormente (cf. seção 1 deste primeiro capítulo da Tese), dentro da terminologia do aristotelismo escolástico, isto equivale a dizer que as propriedades, atributos ou características desses corpos vivos são qualidades manifestas e, portanto, antitéticas das qualidades ocultas.

Para sermos mais precisos, poderíamos dizer que, considerando o mundo corporal em toda a sua extensão e não apenas o domínio referente aos corpos vivos, Aquino até suporia aceitável que possa haver na natureza algumas ações

insensíveis como, por exemplo, a atração magnética. De qualquer modo, na *Suma Teológica*, quando vai se referir não só ao caso específico do magnetismo como também a qualquer outro exemplo parecido, ele será categórico ao afirmar que se tratam de "certas forças ocultas, cuja razão o homem é incapaz de determinar" (II-II, q. 96, a. 2) (voltaremos a este ponto na subseção 1.2.2 abaixo); ademais, citando Agostinho, nosso autor insiste que aquelas ações que "não podem de nenhum modo ser reduzidas a uma causa corporal" são sobrenaturais (cf. *Treatise on Separate Substances*, *apud* McALLISTER, J. B. The Doctrine of the Hidden Workings of Nature: Its Origin in Traditional Philosophy. In: *St. Thomas Aquinas De operationibus occultis naturae ad quemdam militem ultramontanum*, On the Hidden Workings of Nature to a Certain Knight Across the Mountains [Rev. Bart A. Mazzetti], 2013, p. 20). E isso estaria de acordo com outra tendência bastante difundida na época de correlacionar os "insensíveis" à entidades espirituais, fator responsável por fazer com que as operações que escapam da inspeção direta dos sentidos humanos fossem relegadas ao âmbito da intervenção angélica ou demoníaca[28].

O conjunto dessas atitudes de Tomás pode ser entendido como representando o seu compromisso em admitir somente entidades explicativas sensíveis quando o que se está em questão é a ciência relativa ao campo das operações naturais[29]. Atitudes que não apenas tipificariam a opinião geral dos pensadores escolásticos que se pautavam pela tradição da filosofia peripatética,

[28] A este respeito cf. BARRA, 1994, p. 163. Nessa mesma direção, Hutchison discorre de modo bastante esclarecedor, tomando como exemplos a eficácia curativa das relíquias religiosas e os poderes ocultos da magia; segundo ele, aquela era atribuída à intervenção angélica, enquanto estes eram imputados ao demônio. E mesmo no final da Renascença, quando a ideia de uma magia natural, que acontecia sem a intervenção sobrenatural, veio a público e começou a gozar entre alguns de uma melhor reputação, isto não foi motivo para que a ortodoxia escolástica deixasse de olhar para ela com sérias suspeitas, pois "a magia não era aprendida pelo processo normal de investigação humana, mas de outro mágico que, por sua vez, aprendeu de outro mágico e assim por diante até um mágico que aprendeu pela revelação demoníaca" (Hutchison, 1982, pp. 237-238).

[29] Há também uma discussão de Galileo [1564-1642] sobre a rejeição das entidades insensíveis por parte do aristotelismo escolástico. A este repeito, cf. as pp. 208-209 e 224-225 da tradução comentada de William A. Wallace do manuscrito de número 46 pertencente à "Coleção Galileo" da Biblioteca Nacional Central de Florença. A publicação desta tradução saiu em 1977 sob o título de "*Galileo's Early Notebooks*".

como também revelariam (quando analisadas em seus pormenores) um "significado teológico", relacionado ao Antigo Testamento. Significado este que Hutchison procura explicitar chamando a atenção para o fato de que, naquela época, a admissão da existência de animais que o homem não pode sentir incidiria numa flagrante contradição com o livro do Genesis, mais precisamente, com seu capítulo 2, versículos 19-20, onde é dito que Adão conheceu e deu nome a todo animal vivente. De modo que, para esses medievais, insensibilidade era também tomada como sinônimo de inexistência– por outro lado, não podemos nos esquecer de que quando um cristão aristotélico emprega "qualidade" para fazer referência às causas dos atributos sensíveis dos corpos, ele o faz num sentido em que tal termo passar a corresponder às "formas" ou "*qualitates*" hipostáticas, as quais eram tidas como possuindo *existência real* segundo a ontologia da tradição do aristotelismo escolástico.[30]

Parece, portanto, bastante razoável– e eu diria mesmo muito sensato– considerar também esse motivo teológico como uma peça fundamental no interior da nossa discussão sobre a temática das qualidades, afinal ele irá atuar diretamente não apenas na maneira segundo a qual os medievais irão rejeitar os "insensíveis", como também continuará influenciando toda uma geração posterior de pensadores a sustentar este mesmo comportamento pelo menos até o início do século XVII, quando surge e passa a ser aceitável "a ideia mais moderna de que Deus preencheu seu universo com objetos que não fazem nenhum impacto sobre os sentidos humanos" (HUTCHISON, 1982, p. 237).

O caminho que nos leva do seio do pensamento escolástico até as portas da Revolução Científica é bastante longo e um tanto quanto sinuoso, mas podemos encontrar nele algumas marcas indeléveis deixadas pelos cristãos aristotélicos que o trilharam. Uma delas, conforme acabamos de ver, é a associação feita por eles entre insensibilidade e incorporeidade/inexistência quando consideram questões de cunho epistemológico envolvendo a natureza em seu aspecto físico ou corporal.

[30] Cf. HUTCHISON, 1982, pp. 236 e 234, respectivamente.

1.2.2 - *Insensibilidade Implica Ininteligibilidade*

Consideremos, agora, a relação qualidade oculta-ininteligibilidade. De maneira geral, poderíamos dizer que aquela concepção de ciência (*scientia*) escolástica pautada pela tradição aristotélica procura se estruturar a partir do conhecimento das causas sensíveis e, sendo assim, acaba por colocar em xeque a própria inteligibilidade das causas insensíveis.

Dentro dessa concepção, como apropriadamente observa Eduardo Barra, "[o] fundamento epistêmico das qualidades manifestas era o processo que assegurava a total identidade entre as formas presentes no intelecto e as formas sensíveis, qual seja, a abstração das formas universais e essenciais a partir do acidental e singular" (1994, p. 163). Sem dúvida, aquilo que Barra tem em mente ao fazer tal comentário é uma "psicologia" de viés aristotélico, para a qual um objeto só pode tornar-se conhecido por meio da sua imagem sensível. Ora, também aqui podemos citar Tomás de Aquino como um caso paradigmático a ilustrar muito bem a situação acima descrita. Vejamos então.

No *Comentário ao De Anima de Aristóteles*, ao discorrer sobre "como o intelecto depende dos sentidos", Tomás afirma:

> [...] todos os objetos do nosso intelecto estão inclusos no âmbito das coisas sensíveis que existem no espaço, isto é, nenhum parece ter aquele tipo de existência separada à parte das coisas da sensação que as coisas particulares da sensação têm à parte umas das outras. (*Aristotle's De Anima: in the Version of William of Moerbeke and the Commentary of St. Thomas Aquinas*, trad. de K. Foster e S. Humphries, 1951, p. 456)

Na sequência do texto, o Aquinate nos adverte que essa regra é válida não apenas nos casos em que se consideram "os objetos estudados pela ciência natural, as propriedades e alterações das coisas da sensação" como também quando se trata das "abstrações matemáticas" (*ibidem*). Consequentemente, teríamos, segundo ele, que "sem algum uso dos sentidos nós nem podemos aprender nada novo [...] [,] nem trazer diante do nosso entendimento nenhum conhecimento intelectual já possuído" (*ibidem*). De maneira que, "[sempre] que o

intelecto considera algo deve ao mesmo tempo ser formado em nós um fantasma, isto é, uma imagem de algo sensível" (*ibidem*).

Na *Suma Teológica*, por sua vez, ao discutir o *modus operandi* do intelecto humano, nosso autor será bastante claro ao asseverar que "nosso intelecto [...] abstrai as espécies inteligíveis dos fantasmas" (I, q. 85, a. 1).[31]

Diante do exposto, parece, portanto, não nos restar dúvidas acerca da necessidade de termos em conta a imagem sensível de um objeto físico, sempre que fizermos referência ao processo de geração do conhecimento científico nos moldes desta tradição escolástico-aristotélica. Se somarmos a isso o fato bastante conhecido de que o aristotelismo em geral restringia a ciência ao conhecimento das causas, chegaremos evidentemente à conclusão de que o *conhecimento científico* para o aristotelismo cristão está limitado às entidades circunscritas ao domínio dos sentidos humanos.

Pois bem, em se tratando das qualidades ocultas, sabemos que somente os seus efeitos podem ser percebidos de modo fácil e imediato pelos nossos sentidos, enquanto elas próprias, no papel de causas destes efeitos, jamais caem sob o domínio da nossa percepção. Ou, como diria Tomás: "O homem não é competente para julgar as ações que são ocultas [*qui latent*], mas somente os movimentos exteriores que são manifestos [*qui apparent*]." (*Suma Teológica,* I-II, q. 91, a. 4, *apud* HUTCHISON, 1982, p. 238). Consequentemente, de acordo com esse modelo epistemológico da *scientia* medieval, deve-se assumir, sem pestanejar, que tais causas estão definitivamente fora do escopo do intelecto humano.[32]

---

[31] Na sequência do texto, Tomás procura justificar esse processo, informando-nos que "[o intelecto] considera a natureza das coisas universalmente, e, não obstante, entende essas naturezas nos fantasmas, visto que ele certamente não pode entender as coisas das quais abstrai as espécies sem voltar-se para os fantasmas, como nós dissemos acima (Q84, A7)" (I, q. 85, a. 1). Maiores esclarecimentos sobre o processo de abstração nas ciências em Tomás podem ser encontrados em BLANCHE, 1923, pp. 237-251; CUNNINGHAM, 1958, pp. 249-270, FERRARI, 1961, pp. 72-89 e SIMMONS, 1959, pp. 37-67.

[32] Evidentemente, esse tipo de posicionamento poderia muito bem ser usado num sentido teológico e para além das fronteiras da filosofia natural, como uma fonte de argumentos para se negar a possibilidade de que possamos ter qualquer conhecimento acerca de Deus, afinal este seria, por excelência, um exemplo característico de causa oculta. Segundo Hutchison, pelo menos Aquino e

Para sermos mais precisos, poderíamos dizer que os insensíveis podem ser "conhecidos" apenas imperfeitamente. A fim de esclarecer o que precisamente isso significa, convém analisar um trecho do capítulo décimo– Das Virtudes Ocultas das Coisas–, Livro I, dos *Três Livros de Filosofia Oculta* (cuja primeira edição completa impressa data de 1533) de Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim[33] [1486-1535], intelectual polêmico e escritor bastante influente durante o período da Renascença, considerado um dos principais especialistas de seu século sobre o conhecimento oculto e a ciência oficial da antiguidade. Cito:

> Há [...] virtudes nas coisas, que não são de nenhum Elemento, tais como expelir veneno, afastar os vapores nocivos dos Minerais, atrair ferro, ou qualquer outra coisa; e estas virtudes são uma consequência das espécies e formas desta ou daquela coisa; donde também, embora elas estando presentes em pequena quantidade, são de grande eficácia; a qual não é concedida a nenhuma qualidade Elementar. Pois estas virtudes, tendo muita forma e pouca matéria, podem fazer muito; mas uma virtude Elementar, porque tem mais materialidade, requer muita matéria para sua ação. E elas são chamadas q*ualidades ocultas*, porque suas Causas jazem escondidas, e o intelecto do homem não pode de qualquer modo alcançá-las e descobri-las. Por isso os filósofos têm atingido a maior parte delas por longa experiência, ao invés de pela busca da razão, uma vez que no estômago o alimento é digerido pela ação do calor, o qual nós conhecemos, como também é alterado por uma certa virtude oculta que nós não conhecemos– pois ele não é realmente alterado [só] pelo calor, porque neste caso deveria antes ser alterado perto do Fogo do que no Estômago. Portanto há nas coisas, além das qualidades Elementares que nós conhecemos, certas outras virtudes inerentes criadas por Natureza, sobre as quais nós ficamos admirados e assombrados, sendo tais que nos não conhecemos, e de fato raramente ou nunca vimos. (Of the occult Vertues of things. In: AGRIPPA, H. C. *Three Books of Occult Philosophy* [*De occulta philosophia libri tres*], trans. John French, 1651, p. 24 [grifos meus])

As "qualidades elementares" a que Agrippa aqui se refere são justamente as quatro qualidades básicas (quente, frio, úmido e seco) que, no Livro II de *Geração e Corrupção*, Aristóteles apresenta e depois combina, duas a duas, em

---

John Duns Scotus [c. 1266-1308] chegaram a considerar o problema ao tratarem dos limites da razão humana, optando ambos por defender que "certo grau de conhecimento natural de Deus é possível", ainda que seja um "conhecimento imperfeito, de caráter não quididativo" (1982, p. 238). Sobre Deus como uma causa oculta, cf., por exemplo, TOMÁS DE AQUINO. *Suma Teológica*, I, q. 64, a. 1.

[33] Para saber mais sobre Agrippa e sua importância no cenário da Renascença, cf. NAUERT, 2001. Considerações mais precisas sobre as reflexões de cunho epistemológico de Agrippa podem ser encontradas em BACKUS, 1983, pp. 147-159 e DANIELS, 1964, pp. 326-340.

quatro pares possíveis (seco-frio, úmido-frio, úmido-quente e seco-quente)[34], cada um dos quais ele irá então associar a um dos quatro elementos simples (respectivamente terra, água, ar e fogo), no empenho de fundamentar toda a sua teoria sobre a transformação dos corpos terrestres.

Verificamos haver, portanto, uma estreita vinculação na tradição peripatética entre a doutrina dos quatro elementos de Aristóteles e as qualidades sensíveis da matéria; essa tendência atravessa o medievo, passa pelo renascimento e chega até o início da modernidade. Por conseguinte, a classificação de uma qualidade como "oculta" por parte dos adeptos desse modo de pensar, não raro, decorria do fato dela não poder ser explicada por meio desses quatro elementos da cosmologia sublunar aristotélica. E se levarmos em conta que na física do Filósofo os quatro elementos figuram como princípios básicos dos "corpos perceptíveis", veremos que a definição de "qualidade oculta" dada por Heinrich Cornelius Agrippa efetivamente equivale àquela apresentada por Daniel Sennert[35].

Assim, com base nas considerações de Agrippa sobre as qualidades ocultas no aristotelismo, poderíamos, então, afirmar que, apesar de jamais podermos vir a conhecer cientificamente tais qualidades– porquanto suas causas são insensíveis e "o intelecto do homem não pode de qualquer modo alcançá-las e descobri-las"–, ainda conseguimos desfrutar de algum acesso epistêmico a elas– pois sua força pode ser percebida mediatamente pelo efeito; e nosso autor procura resguardar esta possibilidade estabelecendo uma distinção para nós entre *sentir* e *experimentar* uma entidade. Em outras palavras: as qualidades ocultas não podem ser objeto de ciência, pois estão fora do domínio dos sentidos humanos, mas isso não implica que as mesmas também não possam ser

[34] Os contrários quente-frio e úmido-seco não podem ser combinados em pares, pois isso violaria o princípio de não contradição.

[35] Hutchison salienta que o próprio Aristóteles (ver *Geração e Corrupção*, 328b 25-330a 30) apresenta a teoria dos quatro elementos no curso de sua análise das qualidades sensíveis da matéria e que também Tomás (ver *Aristotle's De Anima: in the Version of William of Moerbeke and the Commentary of St. Thomas Aquinas*, trad. de K. Foster e S. Humphries, 1951, pp. 352-353) relaciona os quatro elementos à teoria da sensação (cf. 1982, p. 240).

experimentadas pelo homem, afinal elas parecem produzir efeitos sensíveis. Conforme ele diz, “os filósofos têm atingido a maior parte delas por longa experiência, ao invés de pela busca da razão”.

Evidentemente, nessa tradição à qual Agrippa está se referindo, esse possível acesso indireto aos insensíveis não constitui conhecimento verdadeiro (*episteme*) e assim não pode, em hipótese alguma, servir de fundamento para a *scientia*. Assim, quando ocasionalmente eles se pronunciarem sobre algum “conhecimento dos insensíveis” será, necessariamente, para fazer alusão a “um ‘conhecimento’ deveras imperfeito”, nem de longe comparável ao conhecimento científico, mesmo que por analogia[36]. Parece, então, haver aqui outra justificava bastante plausível para a relutância dos aristotélicos cristãos em lidar com as entidades insensíveis no âmbito da física; ela explicaria, por exemplo, porque grande parte deles usualmente julgava certos processos naturais a exemplo do magnetismo ou do calor produzido pela dissolução de cal virgem em água fria como estando além da compreensão humana[37].

Em resumo, aqueles escolásticos que optaram por pensar a natureza segundo um viés aristotélico deverão restringir toda sua ciência ao conhecimento que julgam ser oriundo diretamente do sensível e, por isso, eles irão duvidar seriamente da própria inteligibilidade das qualidades ocultas e suas respectivas causas insensíveis.

---

[36] Ao dizer isto me vem à memória a segunda metade do excelente artigo *Tomás de Aquino e as Ciências Intermediárias*, de Carlos Arthur R. do Nasciento, onde este trata da proposta de entender a sagrada doutrina–a “teologia”contida na Sagrada Escritura– como subalternada à ciência divina–a “teologia”que se confunde com a metafísica ou filosofia primeira aristotélicas–, à imagem das ciências intermediárias (ótica e música) subalternadas à matemática (geometria e aritmética), como sendo uma “transferência analógica” , quer dizer, “o caso da sagrada doutrina é radicalmente diferente dos demais, guardando com eles alguma referência” (Cf. NASCIMENTO, C. A. R. do, 2007, pp. 60-65).

[37] É interessante notar que a ênfase atribuída pelo aristotelismo ao sensível não deve ser vista como uma evidência indiscutível da natureza “empírica” do pensamento escolástico, uma vez que insistir na sensação direta como o único fundamento epistemológico aceitável implica desvalorizar todas as outras formas de conhecimento. Assim, Henry Power [1623–1668]– físico e experimentador inglês, e um dos primeiros membros da Royal Society– pôde “criticar severamente os aristotélicos por serem ‘Filhos dos Sentidos’, enquanto ele recomendava uma filosofia experimental” (BARRA, 1994, p. 163, nota 50).

1.2.3 - *As Idiossincrasias das Qualidades Insensíveis*

Por fim, poderíamos ainda dizer que os escolásticos rejeitavam as qualidades ocultas porque as julgaram conflitantes com o ideal de conhecimento científico (*episteme*) da *scientia* peripatética de lidar única e exclusivamente com causas de natureza universal.

Para entendermos como isso ocorre, devemos ter em conta que a tradição do aristotelismo escolástico costumava empregar os termos "particularidade" ou "idiossincrasia" como parte do seu vocabulário técnico para designar uma qualidade oculta. Por meio desse expediente se estava sinalizando que as qualidades ocultas eram consideradas peculiares a uma classe relativamente pequena de indivíduos e, ao mesmo tempo, opondo-as às qualidades manifestas, as quais estavam relacionadas com as características básicas e universais (quente, frio, úmido e seco) dos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) presentes na constituição de todos os corpos pertencentes à região terrestre do universo aristotélico.[38]

Assim, por um lado, todos e quaisquer corpos do mundo sublunar são similares entre si devido à sua constituição elementar comum, mas, por outro, cada um destes corpos é também único e diferente da maioria dos demais, pois apresenta uma constituição individual própria e a compartilha, até certo ponto, apenas com alguns outros corpos congêneres. E os aristotélicos irão vincular os efeitos resultantes das ações insensíveis das qualidades ocultas justamente às características particulares dos indivíduos, tais como a forma substancial do corpo– a qual é a sede dos poderes ativos a ele inerentes– e certas disposições que esta forma determina– as quais são requeridas para que tais poderes entrem em ação–, a saber, a sua "compleição" ou "temperamento", a "substância toda" ou as proporções matemáticas dos elementos[39].

---

[38] A esse respeito, cf. HUTCHISON, 1982, p. 240.

[39] A esse respeito, cf. SENNERT, *Thirteen Books of Natural Philosophy* [*Epitome naturalis scientiae*], 1661, pp. 432, 436 e 439. Convém lembrar que mais informações sobre Daniel Sennert e esta sua obra constam das 26 e 27 acima.

Poderíamos, destarte, dizer que a forma substancial desempenha dois papéis distintos nesse esquema: ela é (i) a fonte onde tais poderes estão localizados e a partir da qual eles brotam e (ii) aquilo que determina as condições necessárias para o exercício dos mesmos. Por essa razão, ela pode ser considerada uma *causa*; e, como confere um ser específico a uma substância particular, uma causa *idiossincrática*; ademais, como é de natureza puramente formal e, logo, não pode ser sensível, deve ser considerada uma causa idiossincrática *oculta*. Segundo penso, isso seria suficiente para explicar o fato da sua frequente associação com as qualidades ocultas por parte da tradição do aristotelismo no período escolástico.

A bem da verdade, seria ainda conveniente ressaltar que, seguindo a tradição escolástica, também o naturalismo renascentista, representado pela etiologia de Paracelso[40] [1493-1541], adotou essa mesma concepção de virtudes ocultas idiossincráticas, porém o fez aceitando-as enquanto explicações possíveis no campo da medicina. Seja como for, como oportunamente observa Barra, "as virtudes curativas dos agentes químicos e naturais eram tão específicos na farmacologia de [Paracelso] que poderiam variar no tempo e entre indivíduos, do mesmo modo que dois corpos humanos quaisquer nunca são idênticos" (1994, p. 164, nota 51).

Após todas essas considerações, fica mais fácil de entender agora o fato de que a *scientia* medieval, uma vez comprometida com as causas sensíveis e universais, não pode admitir sob seu domínio as qualidades ocultas, porque estas implicam justamente causas insensíveis e particulares.

[40] O suíço Theophrastus Philippus Aureolus Bombastus von Hohenheim, mais comumente dito Paracelso, é bastante conhecido por ser um reformador da medicina e também aclamado por suas realizações em química. Ainda que sempre lhe seja atribuída uma reputação mística e obscura, Paracelso aparece entre cientistas e reformadores importantes como Georgius Agrícola [1494-1555] (considerado o pai da geologia como ciência), Andreas Vesalius [1514-1564] (considerado o pai da anatomia moderna) e o famoso Nicolau Copérnico [1473-1543], e, por este motivo, é visto como sendo um dos primeiros pensadores modernos.

1.3 - *As Qualidades Ocultas na Nova Filosofia*

Ao longo desta terceira seção do capítulo primeiro da Tese, vou analisar o fato de os filósofos do século XVII rejeitarem amplamente o modelo de *scientia* medieval na sua tentativa de construir uma nova filosofia natural. De maneira mais precisa, pretendo esclarecer os principais motivos apresentados pelos protagonistas da Revolução Científica para se recusarem a aceitar a teoria aristotélica das *qualitates*, como eles buscaram astuciosamente acomodar as qualidades ocultas– enquanto causas insensíveis de efeitos sensíveis– no domínio das explicações científicas e, ainda, porque argumentavam que esta sua habilidade para lidar com os insensíveis seria um indício claro da superioridade da nova ciência com relação ao antigo modelo aristotélico.

Nesse sentido, podemos dizer que alguns autores famosos, extremamente respeitados e formadores de opinião na época, como, por exemplo, os já mencionados Daniel Sennert e René Descartes e os ainda não citados Walter Charleton[41] [1619-1707] e Robert Boyle[42] [1627-1692], não aceitaram as principais razões apresentadas pelo aristotelismo medieval para excluir as qualidades ocultas do escopo da ciência, pelo contrário: eles assumiram a possível corporeidade das entidades insensíveis, além disso, procuraram estabelecer critérios que pudessem garantir um conhecimento adequado das mesmas e também se encarregaram de tentar prover meios adequados para atribuir-lhes realidade e efetividade.[43] Vejamos, pois.

---

[41] Charleton é uma figura central na filosofia natural do século XVII. Não por acaso, ele foi um dos primeiros membros eleitos da *Royal Society*, em 1662, e é considerado o principal propagador das ideias de Epicuro na Inglaterra. Para informações detalhadas sobre as contribuições de Charleton para a ciência moderna, cf. BLANC, 2006, LEWIS, 2001 e SHARP, 1973.

[42] Segundo Kleber Cecon, Boyle foi uma das figuras mais importantes da Revolução Científica. Tanto assim que podemos considerá-lo não apenas como "uma das personalidades de maior impacto na história da química" como também afirmar que o "seu *status* de filósofo da natureza só foi inferior ao de Isaac Newton na época" (cf. CECON, 2010, p. 1). Para consideração detalhadas a esse respeito, cf. DEBUS, 1998 e WOJCIK, 1997.

[43] Ainda não tratarei aqui nem de Leibniz nem de Newton– que evidentemente também são grandes ícones da ciência na modernidade–, pois, conforme exposto na Introdução desta Tese, cada um deles merecerá para si um capítulo exclusivo do meu texto; o capítulo dois e o capítulo três, respectivamente.

1.3.1 - *Insensibilidade Não Implica Incorporeidade*

É importante atentarmos para o fato de que a principal estratégia dos modernos para aceitar os insensíveis na condição de entidades corporais e acomodá-los no interior da ciência estava baseada na negação de dois dos pressupostos fundamentais da epistemologia aristotélica: (i) a ideia de que os nossos sentidos nos permitem um conhecimento direto e garantido do mundo corporal e (ii) a ideia de que as *qualitates* são reais e possuem uma natureza causal.

Para negar que o conhecimento científico deva ou possa estar ancorado numa relação imediata e necessária entre sensibilidade e corporeidade, os partidários da nova ciência do século XVII rejeitaram a inspeção sensitiva direta como fonte única e infalível para conhecermos o mundo; assim, mesmo que as sensações tenham sido aceitas no domínio da nova ciência e tidas como sendo até certo ponto seguras, isso só foi possível recorrendo-se ao subterfúgio teológico de que Deus não é enganador– já que os sentidos às vezes nos enganam, e é prudente nunca confiar completamente naqueles que nos enganaram ainda que uma única vez, como bem ensina Descartes nas *Meditações Sobre Filosofia Primeira*, em 1641, e torna nos *Principia Philosophiae*, três anos mais tarde.

Assim, os filósofos modernos buscam a experiência– que normalmente indica os efeitos separados das suas causas– e não a sensação imediata como critério não apenas para fundamentar a aceitação das entidades que admitem existir na natureza, mas também para regular como elas existem e o tipo de conhecimento que se pode esperar acerca delas. Segundo eles, os efeitos manifestos por experiência devem ser prontamente aceitos, quer suas causas sejam imediatamente conhecidas, quer não.

Esse compromisso da modernidade em eleger a experiência como árbitro do conhecimento científico está muito bem caracterizado numa passagem do famoso *Epitome naturalis scientiae* de Sennert, onde ele diz:

> [...] é uma coisa ridícula negar aquilo que é manifesto pela Experiência porque nós não podemos dizer a razão disso. Como se fosse impossível que qualquer coisa de cuja causa nós somos ignorantes pudesse acontecer na Natureza. Nós somos ignorantes da maioria das coisas. E, por esse motivo, aqueles que em Filosofia Natural querem descobrir a Verdade, e não cair em Opiniões precipitadas e sofísticas, devem começar com as coisas relacionadas aos Sentidos, e então prosseguir até as Causas; e as tendo encontrado regozijar-se nos Trabalhos da Natureza; e não as encontrando, confessar a sua própria ignorância; mas de modo algum negar as coisas que são manifestas. Pois é menos vergonhoso ter encontrado o efeito sendo ignorante da Causa, a qual está frequentemente oculta [mesmo] dos filósofos mais espertos, do que juntamente com a causa ser ignorante [também] do efeito. (SENNERT, *Thirteen Books of Natural Philosophy* [*Epitome naturalis scientiae*], 1661, p. 435)

Além disso, os filósofos do século XVII modificaram consideravelmente a terminologia escolástica, de modo que, a partir de 1600, o termo "oculto" passou a significar algo bastante distinto dos "insensíveis" escolásticos (conforme veremos em detalhes na subseção 1.3.2 abaixo). E esses modernos atacaram as "qualidades ocultas" escolásticas não porque elas fossem insensíveis, mas sim porque elas faziam parte da teoria causal aristotélica que eles estavam então rejeitando– teoria a qual, como vimos acima (no final do segundo parágrafo da subseção 1.2.1), explicava os atributos sensíveis dos corpos fazendo referência às "formas" ou "*qualitates*" hipostáticas que eram tidas como possuindo *existência real* na ontologia do aristotelismo cristão e vistas como *categorias explicativas fundamentais* daqueles atributos.

Por conta disso, não foram apenas as *qualitates* ocultas escolásticas que os filósofos modernos procuraram extirpar da ciência, mas, na mesma medida, também as *qualitates* manifestas escolásticas. A respeito desse típico posicionamento dos modernos, Hutchison nos apresenta um comentário bastante esclarecedor:

> Essa teoria causal [do aristotelismo cristão] foi amplamente rejeitada pelos filósofos do século dezessete e as *qualitates* ocultas causais foram banidas *a fortiori*. Mas elas foram banidas porque eram *qualitates* reais, e não [...] porque eram ocultas: *qualitates* que não eram ocultas foram rejeitadas precisamente da mesma maneira. Entretanto, esses filósofos frequentemente usaram qualidades ocultas como exemplos quando eles desejavam atacar a teoria das *qualitates* reais causais, dando a impressão de que eles estavam atacando a existência dos efeitos ocultos daquelas *qualitates*. (1982, p. 234)

Vemos, portanto, que os pensadores do início do século XVII irão rejeitar tanto a cega confiança que o aristotelismo cristão depositava nos sentidos como a própria teoria causal defendida pelos partidários desta escola. E foi justamente essa dupla rejeição que possibilitou aos criadores da filosofia moderna chegar à conclusão de que o fato de algo não estar sujeito a ser percebido pelos sentidos humanos não implica a sua incorporeidade ou inexistência. Essa ideia terá como um dos seus primeiros e principais defensores ninguém menos que Descartes, o qual, discordando abertamente dos escolásticos, sustentará que mesmo as entidades insensíveis podem sim ter uma existência corporal real. Cito:

> [M]uitos homens são incapazes de acreditar que haja qualquer substância a menos que ela seja imaginável, corporal e ao mesmo tempo sensível [...] [Eles] persuadem a si mesmos [...] que não há nenhum corpo que não seja sensível [...] Eu considero que há muitas partículas em cada corpo que não podem ser percebidas por nossos sentidos, e isto talvez não será aprovado por aqueles que tomam os seus sentidos como uma medida das coisas que eles podem conhecer [...]. Não se deve ficar admirado com o fato de nós sermos incapazes de perceber corpos muito diminutos, pois os nervos que devem ser movidos pelos objetos para nos fazer perceber não são muito diminutos [...] e, por conseguinte, não podem ser movidos pelos mais diminutos dos corpos (DESCARTES, *The Philosophical Works of Descartes*, trad. de E. S. Haldane e G. R. T. Ross. Cambridge: Cambridge University Press, 1931, vol. I, pp. 209, 251, 297, *apud* HUTCHISON, 1982, p. 243)

Por sua vez, esse reconhecimento por parte dos modernos de que insensibilidade no domínio da natureza não mais significa incorporeidade permitirá a eles deixar de entender certos processos físicos (como, por exemplo, o já referido caso do magnetismo) como sendo sobrenaturais ou como impossíveis de serem acomodados dentro dos limites do conhecimento humano. Não é de se estranhar, portanto, que o grande paradigma das teorias científicas seiscentistas seja o modelo mecanicista, que procura basear todas as explicações científicas na combinação de apenas dois elementos causais, matéria e movimento: as partículas materiais insensíveis (sejam elas átomos ou corpúsculos), suas propriedades características e o movimento que as mesmas possuem (quer ele lhes seja inerente, quer ele venha de uma fonte externa à matéria) e pelo qual elas interagirem entre si. As famosas explicações mecânicas de Descartes talvez

devam ser consideradas como o caso mais conhecido disso que acabamos de dizer.

No *Principia Philosophiae*, por exemplo, Descartes não apenas recorre ao modelo mecanicista a fim de explicar a causas do magnetismo como ainda expressa, sem reservas, a sua confiança em que esse mesmo tipo de explicação poderia também ser empregado com sucesso para todas as outras qualidades ocultas:

> [...] quem quiser considerar [...] as propriedades do íman [...], e ainda outros efeitos cujas causas penso ter aqui claramente exposto, deduzindo- as apenas de princípios geralmente aceites e conhecidos por toda a gente, como a grandeza, a figura, a situação e o movimento das diversas partículas de matéria [,] [...] por isto parece-me que tem motivos para se persuadir de que não se observam quaisquer qualidades que sejam tão ocultas; nem quaisquer efeitos de simpatia ou de antipatia tão maravilhosos e tão estranhos; nem, finalmente, qualquer outra coisa tão rara na Natureza (visto que [ela] não age senão mediante causas puramente materiais e destituídas de pensamento ou de livre arbítrio) cuja causa não possa ser apresentada por meio destes mesmos princípios. (O que me leva a concluir eu todos os outros princípios que nunca se acrescentaram a estes são completamente supérfluos, pois não havia razão para o fazer, a não ser que acreditássemos que sem ela podíamos explicar alguns efeitos naturais). (*Princípios de Filosofia*, parte IV, § 187, tradução de João Gama, 2006, pp. 264-265)

O modelo mecanicista permitiu não apenas trazer os insensíveis para dentro do escopo da ciência moderna como também acabou por suprimir a própria distinção aristotélica entre “oculto” e “manifesto”. Assim, veremos que, no esforço de procurar reduzir absolutamente *todos* os processos naturais a explicações que recorrem necessariamente a mecanismos materiais insensíveis, os modernos abrem mão do critério escolástico da sensibilidade para diferencias as qualidades entre ocultas e manifestas e passarão, então, a se pautar mais pela inteligibilidade das qualidades perante o arcabouço geral da nova ciência (conforme veremos em detalhes na subseção 1.3.2 abaixo). Desse modo, o ataque dos modernos às “qualidades ocultas” aristotélico-escolásticas irá incidir sobre outras características das mesmas que não sejam a sua insensibilidade. Para Hutchison, “quando eles *parecem* estar recomendando o abandono das qualidades ocultas, um exame minucioso revela que eles estão objetando à tese anterior de que o oculto [i.e., o insensível] é ininteligível, ao uso de formas substanciais como explicações causais

ou às causas ocultas extremamente idiossincráticas postuladas por alguns autores" (1982, p. 33). E mais uma vez podemos tomar Descartes como um caso típico dessa atitude, afinal, ao mesmo tempo em que, por um lado, ele nega a inteligibilidade das "causas ocultas"[44], por outro, postula mecanismos causais insensíveis:

> Ao contrário dos airtotélicos, Descartes não postula uma *qualitas* incognoscível por trás de cada qualidade oculta. Ao invés disso, ele pode dar uma explicação baseada num mecanismo. Ademais, ele faz o mesmo com as qualidades manifestas. Não existem *qualitates* por trás de cada uma delas, e as qualidades aparentemente sensíveis dos corpos também são geradas por mecanismos insensíveis. Não resta nenhuma distinção estrita na filosofia de Descartes entre oculto e manifesto. Todas as qualidades tornam-se ocultas, pois não existe nenhuma propriedade dos corpos que entre diretamente no intelecto à maneira das formas sensíveis dos peripatéticos. (*Idem*, p. 242-243)

Conforme veremos nas duas próximas subseções deste primeiro capítulo da Tese, essa atitude de Descartes de rejeitar a distinção aristotélica entre oculto e manifesto, acomodando os insensíveis nas explicações científicas, terá uma enorme repercussão e implicações cruciais no modo de pensar e fazer ciência na modernidade, tanto assim que esse tipo de postura irá tornar-se um comportamento padrão então seguido e aprofundado pela quase totalidade dos demais pensadores do século XVII, dentre os quais se encontram alguns dos maiores expoentes da Revolução Científica como, por exemplo, Charleton e Boyle.

1.3.2 - *Insensibilidade Não Implica Ininteligibilidade*

Depois desse reconhecimento de que algumas entidades ainda que insensíveis possam ser corporais, negando os pressupostos basilares empregados pelo aristotelismo escolástico para fundar a distinção oculto *versus* manifesto no que diz respeito às qualidades, o esforço dos modernos será direcionado no sentido de conferir inteligibilidade às causas insensíveis.

[44] Sobre as críticas de Descartes às qualidade ocultas, cf. Nota 8 acima.

Segundo Hutchison, o melhor exemplo disso pode ser encontrado no *Physiologia Epicuro-Gassendo Charltoniana*, de Walter Charleton[45]. E, de fato, ao voltarmos nossa atenção para o capítulo desta obra intitulado "Qualidades Ocultas Tornadas Manifestas", nós podemos constatar que Charleton realmente desenvolve uma acurada discussão em torno da temática das qualidades nesse sentido. Ele começa por rejeitar explicitamente a conhecida distinção das escolas entre qualidades ocultas e qualidades manifestas, considerando-a muito imprudente e os motivos que a sustentam imperdoavelmente vaidosos e arrogantes. A isto nosso autor contrapõe aquilo que seria uma atitude vantajosa e consciente, adotada por ele próprio e por outros de seus contemporâneos: o pronto reconhecimento de que todas as operações naturais são secretas, no sentido de que ao se questionar sobre as causas verdadeiras dessas ações encontra-se como resposta invariavelmente qualidades não manifestas ou ocultas, isto é, qualidades insensíveis. Com base nessas considerações, Charleton afirma que a sensibilidade de algo jamais pressupõe sua inteligibilidade e, por fim, conclui que esses processos secretos e suas causas insensíveis, empregados na explicação de quaisquer efeitos patentes e acessíveis aos sentidos, poderiam ainda estar ainda distantes da compreensão humana. Cito:

> [As] Escolas [...] muito imprudentemente presumem que todas aquelas *Qualidades* [...] que pertencem à jurisdição dos sentidos são dependentes de Causas Conhecidas, e depreendidas por Faculdades Conhecidas, e têm, por esse motivo, as chamado *Manifestas*– e concluindo irrestritamente que todas aquelas Propriedades dos Corpos que não caem sob o Conhecimento de qualquer dos Sentidos são derivadas de Causas obscuras, e percebidas por Faculdades Desconhecidas, têm consequentemente definido-as como sendo *Não Manifestas* ou *Ocultas*. Não que nós ousássemos ser culpados de semelhante Vaidade e Arrogância imperdoáveis, tal como não admitir prontamente na maioria das vezes que para *Nós mesmos todas as Operações da Natureza são não mais que Segredos*; que em todo o seu amplo catálogo de Qualidades, nós não encontramos nenhuma que não seja de fato Não Manifesta ou Abstrusa, quando nós convertemos nossos pensamentos na direção de suas Causas Genuínas e Próximas ou na direção da

[45] Cf. HUTCHISON, p. 244.

> Razão e Maneira da sua percepção por aquele Sentido do qual ela é o objeto próprio– e, por conseguinte, que a *Sensibilidade* de uma coisa de nenhum modo pressupõe sua *Inteligibilidade*, mas que muitas coisas, que não são óbvias e acessíveis ao Sentido, como os seus *Efeitos*, podem ainda estar remotas e na escuridão do Entendimento como as suas *Causas* [...]. (CHARLETON, *Physiologia Epicuro-Gassendo Charltoniana, or, A fabrick of Science Natural, upon the Hypothesis of Atoms* [1654], 1966, pp. 341-342)

Mas aquilo que ele acrescenta na sequência do texto merece ainda uma maior atenção de nossa parte, pois tipifica justamente aquela mudança fundamental ocorrida no âmbito da filosofia natural a partir de 1600, para a qual eu venho chamando a atenção desde o início deste primeiro capítulo da Tese, a saber: que, após a aceitação dos "insensíveis" no interior da ciência, o adjetivo "oculto" deixa de significar insensível e passa a se referir somente ao ininteligível. Analisemos, então, o trecho em questão.

Charleton ressalta que o posicionamento das escolas de tomar as propriedades insensíveis como sendo ocultas é uma desculpa infundada, pois ela atenta contra a própria natureza ao sustentar que todas as qualidades insensíveis devam também ser inexplicáveis. E o modo como o autor escreve nos permite verificar com segurança que aquilo que ele considera ao fazer referência às propriedades "ocultas" trata-se não de qualidades insensíveis, mas sim de qualidades "ininteligíveis", isto é, qualidades não passíveis de receber uma explicação científica. Conforme ele afirma no texto:

> [...] pensando que fosse um Desculpa suficiente para sua Ignorância simplesmente afirmar todas as tais Propriedades [i. é., as propriedades insensíveis] como sendo *Ocultas* [i. é., ininteligíveis], e sem a devida reflexão sobre a Invalidade dos seus Fundamentos, eles [os partidários das escolas] não se ruborizaram de acusar a Própria Natureza de tamanha Estagnação e Obscuridade naquele ponto, como se ela pretendesse que todas as Qualidades que são *Insensíveis* devessem também ser *Inexplicáveis* [...].(CHARLETON, *Physiologia Epicuro-Gassendo Charltoniana* [1654], 1966, pp. 342-343)

Charleton reconhece que investigar os insensíveis é uma tarefa deveras complicada, mas ele adverte que aqueles que tentar realizá-la ou mesmo evitá-la recorrendo apaixonadamente a "qualidades desconhecidas" estão enganando a si

próprios e aos seus respectivos seguidores, pois afirmar que algo é oculto (i. é., inexplicável ou ininteligível) é o mesmo que confessar não saber absolutamente nada acerca de sua natureza e suas causas:

> [Ao] invés de fixar sua Curiosidade na tarefa de investigar os Motivos [de um problema difícil], eles jazem em um sono profundo, com isso se apaixonando do ópio das Qualidades Desconhecidas; e ainda esperam que os homens devam acreditar neles para saber tudo o que pode ser conhecido, e têm falado como Oráculos [...], embora ao mesmo tempo eles quase confessem que de fato não conhecem absolutamente nada de sua Natureza e Causas. Pois que diferença há se nós dissermos que uma tal coisa é Oculta ou que nós não sabemos nada dela? (*ibidem*)

Assim sendo, nosso autor recusa-se a cruzar os braços diante dessa difícil tarefa e, numa direção de todo contrária àquela seguida pelos adeptos das escolas, ele irá empenhar-se em outorgar inteligibilidade às entidades insensíveis. Neste intuito, ele dará um tratamento científico às qualidades insensíveis, mostrando que elas podem ser satisfatoriamente entendidas quando lhes são oferecidas explicações mecânicas. O argumento então apresentado por Charleton começa fazendo menção à atração *sensível* e *comum* e à repulsão de mesmo tipo– evidentemente, aqui não se trata, ainda, no primeiro caso, de uma atração gravitacional e/ou de uma atração magnética, e também não, no segundo, de uma repulsão magnética, mas sim de dois exemplos genéricos: (i) o primeiro o simples ato de um corpo (o atraente) puxar outro corpo (o atraído) por meio de um instrumento e (ii) o segundo e também comum ato de um corpo (o que repele) empurrar outro corpo (o que é repelido) por meio de um instrumento–, ações as quais sempre possuem como *modus operandi* algum tipo de instrumento ou meio material (ganchos, linhas, varas, alavancas, ou algum instrumento contínuo), o que seria inclusive uma constatação dos homens em geral, segundo nosso autor. Em seguida, ele estabelece uma comparação entre essas ações supracitadas e as atrações insensíveis e as repulsões secretas– e, agora sim, podemos considerar, como exemplos, os casos da atração gravitacional e/ou da atração magnética, e o caso da repulsão magnética, respectivamente–, sugerindo que também nestas ações a natureza emprega meios materiais deveras diminutos (pequenos ganhos,

linhas, correntes, e afins). Assim, ainda que esses instrumentos nos sejam invisíveis e imperceptíveis, não devemos pensá-los como sendo imateriais ou inexistentes e, por conseguinte, não devemos julgar as ações que eles desempenham como inexplicáveis ou ininteligíveis; se o fizermos estarmos lançando mão de um argumento sem nenhum valor. Vejamos:

> Os meios usados em toda Atração Sensível e comum [...] de um Corpo por outro cada homem observa como sendo Ganchos, Linhas ou algum tal Instrumento contínuo do Atraente ao Atraído; e em toda Repulsão [...] é usada alguma Vara, Alavanca ou outro Instrumento [...]. Por que, então, nós não deveríamos conceber que, em cada Atração Curiosa e Insensível de um corpo por outro, a Natureza faz uso de certos pequenos Ganchos, Linhas, Correntes [...] e igualmente [...] em cada Repulsão Secreta [...]? Porque, embora aqueles Seus Instrumentos sejam invisíveis e imperceptíveis, nós não podemos por esse motivo concluir que não há nada igual absolutamente [...]. [Para] nós, afirmar que nada Material é emitido do Imã para o Ferro [...] somente porque nosso sentido não depreende nada [...] é um Argumento de igual peso àquele do homem Cego, que negou o Ser da Luz e das Cores porque Ele não podia perceber nada. (CHARLETON, *Physiologia Epicuro-Gassendo Charltoniana* [1654], 1966, p. 344)

Ora, essas considerações que Charleton faz, em 1654, no *Physiologia Epicuro-Gassendo Charltoniana*, ecoam nitidamente as palavras que Descartes anotou, dez anos antes, no *Principia Philosophiae*:

> [...] não vejo, efetivamente, nenhuma diferença entre as máquinas feitas pelos artesãos e os diversos corpos formados exclusivamente pela Natureza, a não ser que aqueles [...] dependem apenas da disposição de certos tubos, molas ou outros instrumentos e que são proporcionais às mãos daqueles que os fabricam, e como são sempre tão grandes as suas formas e movimentos podem ser facilmente percepcionados; ao passo que os tubos ou molas que causam os efeitos nos corpos naturais são normalmente demasiado pequenos para que os sentidos possam percepcionar. [...] Por conseguinte, quando um relojoeiro olha para um relógio que não fez, mediante a simples observação de uma única parte normalmente consegue avaliar quais são as outras que não vê. Por isso considerei os efeitos e as partes sensíveis dos corpos naturais e procurei depois as partes insensíveis. (*Princípios de Filosofia*, parte IV, § 203, tradução de João Gama, 2006, pp. 274-25)

Há aqui outra ruptura com a tradição do aristotelismo escolástico. Como vimos anteriormente, no interior desta tradição, a inteligibilidade atribuída às qualidades que se admitia existirem no mundo decorria necessariamente da possibilidade de explicá-las por meio de algum dos quatro elementos da cosmologia sublunar aristotélica. Na nova ciência, porém, conforme acabemos de

ver, a inteligibilidade das entidades postuladas parece derivar em maior parte da consistência das mesmas com os princípios da matéria e do movimento.

Sendo assim, teríamos, consequentemente, que "a inteligibilidade seria uma exigência relativa aos vínculos lógicos que uma determinada noção mantém com um sistema conceitual mais amplo, cuja função reguladora incluiria as condições de possibilidade para a existência de qualquer coisa" (BARRA, 1994, p. 166-167). Desse modo, na ciência do século XVII, qualquer hipótese explicativa, antes mesmo de ser submetida a uma avaliação empírica capaz de determinar sua capacidade explanatória e seus poderes preditivos no tocante aos fenômenos físicos, deveria, necessariamente, mostrar-se *possível*, isto é, *inteligível*[46], o que então significava "ser redutível aos princípios do mecanicismo".

Ademais, os filósofos naturais do século XVII abandonam também o ideal peripatético de ciência como o conhecimento das causas primeiras. Assim, eles mostram-se determinados a erigir uma ciência de pretensões mais moderadas, aceitando prontamente os efeitos ao invés de continuar sonhando em alcançar um conhecimento definitivo acerca da realidade última das coisas. Segundo Hutchison, essa atitude aponta para outro dos principais temas da Revolução Científica: "o reconhecimento de que a natureza é permeada de segredos aos quais o homem tem um acesso razoável" (1982, p. 245)[47].

---

[46]Neste sentido, I. Bernard Cohen comenta que, John Harris, no verbete "Hipótese" do seu *Lexicon Technicum* (1702), "insiste que uma hipótese deve sempre 'ser possível' e 'deveria ser provável'. Daí, nenhuma hipótese deveria jamais considerar aquilo que é manifestamente absurdo" (1966, p. 137). Ainda nessa direção, cabe notar que, conforme nos diz Laudan, um dos critérios de Boyle para definir uma "boa hipótese" era que "[ela] não supusesse nada que fosse impossível ou absurdo" (1981, p.43). Ademais, não podemos nos esquecer de que o "método das hipóteses" foi um procedimento adotado por quase todos os filósofos naturais do século XVII. A este respeito cf., novamente, LAUDAN, 1981.

[47] Hutchison salienta que, apesar de ter havido uma banalização desta metáfora com o passar do tempo, não podemos desconsiderar que na ela representa um verdadeiro "avanço intelectual", pois "a Revolução Científica, com sua ênfase no rigor e na experimentação ativa em lugar da observação passiva e acrítica, depende de tal reconhecimento"; e "[v]irtualmente todos os cientistas do século dezessete chamaram a atenção para esta questão", entre os quais Galileo, Bacon, Hooke e o próprio Newton são dignos de nota como representantes desse "novo *approach* da natureza", o qual, para Huthison, é justamente aquilo que distingue a filosofia natural do século XVII do naturalismo renascentista, em especial da sua vertente mágica e hermética: "Embora houvessem numerosos 'livros de segredos' circulando antes do século dezessete, eles tinham geralmente uma má reputação, e não eram parte da ciência oficial". (cf. 1982, pp. 245-246).

Este posicionamento pode ser interpretado como uma tentativa da parte dos filósofos modernos de conciliar a nova filosofia natural com ceticismo do final do século XVI, o qual Hutchison descreve como sendo "uma continuação dos debates medievais sobre os papéis da revelação e da razão, e do problema de delinear o domínio de competência da mente humana" (1982, p. 248). Nesse sentido, a alternativa daqueles que se recusaram a aceitar a tese mais radical do ceticismo renascentista– a qual sustentava que a mente humana fosse totalmente incompetente para conhecer, deixando a revelação como a única fonte do conhecimento– foi desenvolver uma doutrina cética abrandada, que ficou conhecida como "ceticismo mitigado" ou "construtivista" e que teve em pensadores como Marin Mersenne [1588-1648], Pierre Gassendi [1592-1655], Charleton e Boyle alguns de seus principais representantes na época, enquanto os cartesianos rumaram para um novo dogmatismo. Nas palavras de Hutchison:

> Aceitando que o ideal peripatético de *episteme* era inalcançável, o ceticismo mitigado precipitou-se para uma ciência "inferior" das aparências e dos efeitos, na qual a procura de um conhecimento definitivo sobre a realidade última foi abandonado. As sensações foram aceitas (aparentemente sob o pretexto teológico de que Deus não é enganador) como sendo geralmente seguras e capazes de efetiva correção no caso de ilusões, mas as tentativas de vislumbrar o *Ding na sich* [a coisa em si] por trás dessas percepções foram vistas como inúteis. Para as outras coisas que não fossem sensações internas, a doutrina dos "graus de certeza" foi adotada e o assentimento era concedido apenas parcialmente, em proporção à evidência disponível. (*Ibidem*)[48]

Assim, na nova ciência, já não faz mais nenhum sentido falar em *qualitates*, isto é, em formas explicativas possuidoras de existência real, uma vez que os filósofos naturais do século XVII abrem mão da pretensão de conhecer as causas últimas das coisas e passam a entender que o conhecimento possível do mundo deve ser necessariamente um conhecimento das aparências e dos efeitos que se dão na experiência.

[48] Para maiores detalhes, cf. POPKIN, 1979, pp. 129-150 e VAN LEEUWEN, 1963.

1.3.3 - *A Efetividade dos Insensíveis*

Conforme vimos anteriormente (cf. subseção 1.2.3 desta Tese), um dos principais motivos apresentados pela tradição do aristotelismo escolástico para rejeitar as qualidades ocultas era o caráter idiossincrático que ela reputava às ações insensíveis das mesmas. Desse modo, as qualidades ocultas foram relacionadas às características particulares dos indivíduos e, portanto, estavam em flagrante oposição ao ideal peripatético de lidar unicamente com causas universais na ciência; consequentemente, tais qualidades foram excluídas do domínio científico. Além disso, sabemos que a estratégia dos cristãos aristotélicos para procurar cumprir com esta exigência de universalidade foi relacionar as qualidades manifestas com as características elementares pertencentes, segundo eles, a todos e quaisquer corpos da região sublunar.

Negando esse quadro, os modernos não assumem uma distinção última entre o oculto e o aparentemente manifesto, procurando mostrar que as ações na natureza excedem as qualidades consideradas manifestas pelo aristotelismo. Ora, conforme estamos discutindo desde a seção 1.3 acima, isso fez com que os filósofos da Revolução Científica passassem a acolher os insensíveis no âmbito das explicações científicas, assumindo a sua possível corporeidade e salvaguardando a realidade e a inteligibilidade dos mesmos.

Veremos, agora, que os filósofos do século XVII pensam ainda poder garantir a efetividade das ações insensíveis na natureza, procurando mostrar a sua consistência com os princípios "universais" da matéria e do movimento, o que se configura num esforço adicional para integrar as qualidades ocultas na nova ciência. Para tanto, tomaremos como exemplo a interessante discussão que Robert Boyle faz da controversa teoria das curas específicas de Paracelso[49].

De início, Boyle chama a atenção para a importância de se debater tal teoria, pois ela poderia promover o descrédito das explicações mecânicas da nova

[49] Segundo Hutchison, esta seja talvez a discussão mais completa de Boyle sobre as qualidades ocultas (cf. 1982, 247). Convém lembrar que informações adicionais sobre Paracelso e esta sua teoria podem ser encontradas na subseção 1.2.3 acima, mais especificamente no seu penúltimo parágrafo.

filosofia, uma vez que as virtudes dos diferentes medicamentos parecem irreconciliáveis com as mesmas:

> Entre as diversas variedades de qualidades ocultas [...] [aquelas] proporcionadas pelas virtudes específicas dos medicamentos [...] parecem ser de uma importância muito maior do que [...] geralmente se pensa [...] porque vários médicos fazem [...] [um] desfavor à filosofia corpuscular, [porquanto] eles pensam que ela não pode ser conciliada com as virtudes dos remédios específicos. (BOYLE, R. *The Works of the Honourable Robert Boyle*, 1772, Vol. II, p. 170-171)

Mas não há propriamente uma rejeição por parte de Boyle da ideia paracelsiana de virtudes curativas ocultas, pelo contrário, ele a encara como uma solução factível com os exemplos que se observam na natureza e, por conseguinte, preferível ao "impedimento" causado quando ditas "especificidades" são rejeitadas e ridicularizadas como sendo "impossíveis":

> [A razão dos] médicos estarem acostumados a rejeitar, se não ridicularizar, o uso de tais especificidades, as quais parecem operar segundo uma maneira secreta e desconhecida, e não evacuando visivelmente humores pecantes (ou por outras qualidades supostamente manifestas), [é] geralmente esta: que eles não veem como os efeitos prometidos, que devem atuar de uma maneira tão peculiar e indiscernível, podem claramente ser produzidos dentro dos corpos [...]. [Os] naturalistas podem fazer muito para a remoção deste impedimento, mostrando [...] como operações estranhas, como as atribuídas a essas virtudes específicas, não são sem exemplo na natureza; e, consequentemente, não devem ser rejeitadas como sendo não mais do que impossíveis. (*Idem*, p. 175)

Na sequência do texto, Boyle não se limita apenas a atacar os aristotélicos por se recusarem a aceitar as virtudes ocultas dos medicamentos devido a estarem presos ao pressuposto de que efeitos manifestos só podem ser produzidos por causas manifestas (isto é, sensíveis), mas defende de maneira explícita e enfática a efetividade das ações insensíveis, oferecendo como exemplos as notáveis alterações que podem ser feitas no sangue e nos humores pecantes do corpo e a transformação do vinho em vinagre, as quais ocorrem sem a entrada ou combinação de qualquer matéria perceptível:

> E de fato a fisiologia [...] [das] escolas fez um grande desserviço ao acostumar [os médicos] a apreensões grosseiras dos modos de trabalhar da natureza. Por isso acontece

> que não poucos, mas até mesmo os médicos instruídos, nunca suporão que qualquer caso importante das doenças deva ser levado a cabo por medicamentos tais que não sejam nem manifestos aos sentidos, nem que não evacuem qualquer coisa volumosa ou pelo menos matéria sensível. Ao passo que alterações bastante grandes podem ser feitas em um corpo, especialmente se líquidas, como no sangue e nos humores pecantes, sem a entrada de qualquer matéria perceptível, pela agitação do intestino das partes do mesmo sangue agindo umas sobre as outras [...]. Tal como um segredo imperceptível de algumas partes sutis de um licor pode alterar a sua natureza, como se pode supor pela evidente transformação do vinho em vinagre. Donde a partir da evaporação (ou talvez somente pela substituição) de tão pouco das partes alcoólicas e sulfurosas, cuja presença, ausência ou nova combinação com outras partes não seja perceptível ao olho, o licor diminuído e escasso transforma-se em algo de uma natureza muito diferente daquilo que ele era [...]. (*Ibidem*)

Além disso, nosso autor indica certa inconsistência no modo de pensar desses aristotélicos: por um lado, eles que negam que "corpúsculos invisíveis" possam passar de medicamentos externos ao corpo para dentro do seu sangue e dos seus humores, mas, por outro, admitem ser o suor capaz de sair pelos poros na pele de um vivente:

> Que [...] corpúsculos invisíveis podem passar de amuletos, ou outros medicamentos exteriores, para dentro do sangue e humores, e produzir grandes mudanças, parecerá improvável para eles [os médicos acima citados], não obstante considerem capaz de perspirar um corpo que está vivo [...]. (*Ibidem*)

E a fim mostrar que a filosofia mecânica dá conta de acomodar tranquilamente as ações insensíveis, Boyle argumenta que mesmo quando considerarmos o funcionamento de algumas máquinas que nos são bastante conhecidas, como por exemplo, uma arma de fogo, é bastante comum nos depararmos com efeitos manifestos consideráveis de causas ocultas, ou pelo menos diminutas, mas que todo esse processo pode ser satisfatoriamente entendido quando integramos seus componentes a um sistema mecânico mais geral, do qual boa parte não nos é visível:

> O tênue movimento de um pequeno dedo de um homem sobre um diminuto pedaço de ferro, que não é nenhuma parte de um mecanismo, não produziria nenhum efeito considerável; mas quando um mosquete está pronto para disparar, então, um tal movimento sendo aplicado no gatilho, em virtude do dispositivo da máquina, [...] lança fora a pesada bala de chumbo, com violência suficiente para matar uma homem a setecentos ou oitocentos pés de distância. (*Idem*, p. 183)

Esse mesmo tipo de explicação mecânica pode, por analogia, ser também empregado para dar conta de esclarecer processos que ocorrem no corpo dos homens e das bestas:

> […] que escassas quantidades sensíveis de matéria, uma vez tendo obtido acesso a uma grande quantidade de sangue, [...] podem [...] ocasionar uma tal obstrução ou determinação nova e anormal do movimento do sangue, como decompor [...] sua textura[50] [...] (assim como uma faísca de fogo reduz um barril inteiro de pólvora [...]), que não precisa ser manifestada por nada, a não ser pelas operações de tais venenos, visto que não atua por meio de nenhuma daquelas (que os médicos gostam de chamar de) *Qualidades Manifestas*. Porque embora eu muito tema que a maioria daqueles que têm escrito a respeito de venenos se permitiram pronunciar muitas coisas mais estranhas do que verdadeiras, supondo que os homens deveriam, ao invés de crer, pôr à prova o que eles relatam, mesmo os efeitos conhecidos de uma quantidade muito pequena de ópio ou de arsênio, da raramente verificável ferida feita por um dente de cobra e especialmente da mordida de um cachorro louco (que, às vezes, por uma quantidade menor de sua saliva do que pesaria meio grão, subjuga completamente um grande boi à mesma loucura, e produz sintomas verdadeiramente assombrosos igualmente nos corpos dos homens e bestas) são suficientes para evidenciar aquilo que nós propusemos. (*Idem*, Vol. V, p. 77)

Assim, Boyle defende explicitamente que quantidades muito pequenas de matéria, tendo uma vez adentrado o sangue, agem insensivelmente sobre ele alterando seu movimento de maneira significativa, o que provocaria efeitos bastante conhecidos e realmente impressionantes no corpo. Segundo nosso autor, isso pode ser facilmente comprovado se considerarmos, por exemplo, os efeitos manifestos que quantidades escassas de ópio, de arsênio, de veneno de cobra ou da saliva de um cachorro louco produzem nos homens e nos animais quando penetram em seus corpos.

Dadas todas essas considerações, podemos entender melhor a atitude adotada por virtualmente todos os filósofos naturais do século XVII de acolherem as qualidades ocultas ou insensíveis em suas explicações científicas: eles se esforçam no sentido de tentar conferir efetividade às ações insensíveis, mostrando

[50] Devemos ter o cuidado de entender "textura" no sentido técnico empregado por Boyle como significando a disposição ou arranjo espacial que surge entre os corpúsculos reunidos conjuntamente para compor qualquer corpo distinto. Segundo Cecon: "Os corpúsculos se agrupam em agregados e a posição desses corpúsculos em relação a outros, ou seja, a sua disposição espacial relativa é chamada de textura. Apenas o agregado possui textura e não os corpúsculos" (2010, p. 48).

que elas podem ser satisfatoriamente explicadas por meio dos princípios universais da matéria e do movimento que estão sendo então instituídos e divulgados por tais pensadores como uma marca característica da sua nova filosofia.

CAPÍTULO II

As Críticas de Leibniz à Gravitação Universal Newtoniana em sua Correspondência com Clarke

As cartas trocadas entre o alemão Gottfried Wilhelm Leibniz e o inglês Samuel Clarke (um dos maiores e certamente o mais conhecidos dos defensores de Newton), no período de 1715 a 1716, não raro, são consideradas a correspondência filosófica mais influente do século XVIII. O intercâmbio entre ambos começa quando Leibniz, em novembro de 1715, escreve uma carta a então Princesa de Gales, Caroline de Ansbach [1683-1737], na qual acusa Newton e sua filosofia como os responsáveis por "enfraquecer extremamente" a religião natural na Inglaterra[51]; Caroline leva esta carta ao conhecimento de Clarke que, imediatamente, escreve uma réplica a Leibniz, procurando defender o ponto de vista newtoniano. A essa primeira carta de Leibniz seguem-se ainda mais quatro reprovando a ciência newtoniana, e, após cada uma delas, Clarke escreve, logo em seguida, uma nova carta em resposta às críticas apresentadas. Dá-se assim um acirrado debate entre os dois que só termina em 1716, com a morte de Leibniz.

Nesse conjunto de dez cartas são debatidos extensivamente temas de cunho científico, teológico e filosófico, entre os quais se encontram questões imediatamente implicadas no "Problema de Newton", e pode-se dizer que temos ali, formulada por Leibniz, uma das críticas filosóficas mais severas e contundentes já levantadas contra a teoria da gravitação universal.

O dilema que Leibniz lança contra a teoria newtoniana, em vários em pontos da referida correspondência, pode ser assim apresentado: uma vez que a gravidade universal, conforme exposta por Newton no *Principia Mathematica*, não se explica por nenhum *mecanismo natural* (leia-se, um *meio mecânico*) e, por conseguinte, pela *própria natureza das coisas* (isto é, por *causas mecânicas*) ela

[51] Cf. Primeira carta de Leibniz, § 1.

então deveria, segundo Leibniz, ser explicada, então, ou como um *milagre* ou por meio de uma *qualidade oculta*. Vejamos:

> Realmente é uma estranha ficção imaginar toda a matéria pesada ou mesmo tendendo a uma outra matéria qualquer, como se todo corpo atraísse igualmente qualquer outro corpo conforme as massas e as distâncias, e isso por uma atração propriamente dita, que não derive de um impulso oculto dos corpos [...]. Um corpo nunca é naturalmente movido senão por outro que o impele, tocando-o [...]. Qualquer outra operação sobre o corpo será ou milagrosa ou imaginária [isto é, uma qualidade oculta dos escolásticos]. (Quinta carta de Leibniz, § 35)[52]

Mas, do ponto de vista de Leibniz, conforme poderemos ver logo abaixo, não há lugar para milagres, nem se deve recorrer à qualidade oculta escolástica alguma, quando se pretende emitir juízos seguros e confiáveis acerca do procedimento mecânico e racional do mundo físico. Assim, ele não hesitará em rejeitar categoricamente a pretensão de Newton ver o *Principia Mathematica* como um verdadeiro tratado de filosofia natural.

Em resposta, Clarke tentará, por meio de suas cartas, apresentar argumentos que possam rebater essas críticas de Leibniz e, por conseguinte, garantir o caráter de conhecimento genuíno da referida obra de Newton. Contudo, como observa Ernan McMullim, não temos nenhuma evidência direta de que Newton tenha discutido essas questões com Clarke e o auxiliado nas suas réplicas a Leibniz[53]. Mas mesmo que essas cartas de Clarke não possam ser encaradas como uma fonte das ideias originais de Newton–e, consequentemente, que não possam ser vistas como parte das réplicas que o próprio Newton dará contra essas acusações de Leibniz–, ainda assim elas são importantes no momento de situar com precisão as falas de Leibniz ao longo da sua interlocução com Clarke e, desse modo, nos permitem ganhar em clareza na hora de analisar as críticas que Leibniz levanta contra a teoria newtoniana da gravitação. Assim,

---

[52] A esse respeito, Cf. Terceira carta de Leibniz, § 17; Quarta carta de Leibniz, § 45; Quinta carta de Leibniz, §§ 113, 118, 122, 123 e 127. A minha preferência em citar este trecho do § 35 da Quinta carta de Leibniz, ao invés de utilizar qualquer outro equivalente, deve-se ao fato de que tal trecho é um dos que melhor sintetiza a posição de Leibniz frente ao problema de explicar o modo de atuar e da causa da gravidade na teoria de Newton.

[53] Cf. McMULLIN, 1978, p 130, nota 7.

não deixarei de realizar aqui, neste segundo capítulo da Tese, uma análise, mesmo que breve, das réplicas de Clarke às cartas de Leibniz nos pontos em que este acusa a gravitação universal de ser ou um milagre ou uma qualidade oculta escolástica.

De qualquer modo, o foco deste meu segundo capítulo é entender precisamente as críticas de Leibniz à teoria newtoniana. Mais precisamente, realizarei aqui uma análise de alguns trechos específicos contidos nas cinco cartas de Leibniz nos quais ele elabora suas considerações sobre qual o estatuto ontológico que mais adequado a ser atribuído à gravidade universal; e, na opinião do autor, só há duas opções: ou milagre, ou qualidade oculta das escolas.

No intuito de esclarecer cada uma dessas críticas formuladas por Leibniz, será necessário apresentar, também, alguns dos "pressupostos" metafísicos que ele emprega para embasá-las, como, por exemplo, a sua concepção de qual o modo adequado de explicar os movimentos dos corpos celestes e o peso dos corpos sensíveis em direção ao centro da terra. Constataremos aí certa filiação de Leibniz em relação tradição da filosofia mecânica, que explica os fenômenos físicos em termos de choques entre partículas materiais. Com isso entenderemos melhor o seu posicionamento frente à dificuldade de se explicar a causa e o modo de atuar da gravidade dentro da teoria newtoniana.

É interessante atentarmos para o fato de que essa longa e famosa correspondência entre Leibniz e Clarke foi precedida por uma breve, mas não menos importante, troca de cartas entre Leibniz e o próprio Newton: Leibniz envia uma carta a Newton, datada de 7 de março de 1692, e recebe dele uma carta resposta, datada de 16 de outubro de 1693. Quase vinte anos depois, Leibniz envia também uma carta a Hartsoeker, datada de 10 de fevereiro de 1711. Essas cartas de Leibniz de 1692 e 1711 nos são aqui importante porque nelas já aprece a acusação de que a teoria newtoniana implicava ou um milagre ou uma qualidade oculta escolástica na natureza. Mais do que isto, a forma como Leibniz "reapresenta" essas críticas, alguns anos mais tarde, na sua correspondência com Clarke, em 1715-1716, é praticamente a mesma que consta dessas duas cartas

anteriores; há paridade inclusive na própria na escrita. Isso ficará evidente assim que colocarmos alguns trechos dessas cartas de Leibniz de 1692 e 1711 ao lado de trechos das suas cartas a Clarke de 1715 e 1716, o que será feito ao final deste Segundo Capítulo.

Conforme comentado na Introdução desta Tese, isso será importante para mostrar que, embora tenha sido Clarke quem efetivamente respondeu às cartas de Leibniz no período de 1715 a 1716, nem por isso podemos dizer que não há uma resposta original de Newton para as famosas críticas ali apresentadas, pois, conforme veremos no terceiro capítulo desta Tese, Newton faz questão de replicar pessoalmente a acusação leibniziana de que a gravidade universal seria ou milagrosa ou uma qualidade oculta escolástica exposta já nas de 1692 e 1711.

Dadas essas considerações, passemos, então, a uma análise das famosas críticas de Leibniz à gravitação universal newtoniana, entre 1715 e 1716[54], mostrando a paridade dessas críticas com aquelas apresentadas em 1692 e 1711.

[54] No momento de sistematizar as críticas de Leibniz ao suposto caráterer milagroso e/ou oculto da gravitação universal, as quais se encontram espalhadas ao longo da sua extensa correposndência com Clarke, me foi de grande ajuda o artigo *Milagre ou Qualidade Oculta?: O Problema do Estatuto Ontológico da Gravitação Universal Newtoniana na Correspondência entre Leibniz e Clarke*, de Eduardo Barra (2002).

2.1 - *Leibniz Critica o Caráter Milagroso da Gravitação Universal Newtoniana*

Aqui na primeira seção deste segundo capítulo da Tese, pretendo mostrar que Leibniz acusa a gravitação universal newtoniana de possuir um caráter milagroso pelo fato dela não se explicar mecanicamente o seu modo de atuar e que, por conta disto, ela não pode ser admitida como uma explicação física. Vejamos.

Na quarta carta de sua correspondência com Clarke, Leibniz afirma haver uma "diferença interna entre o milagre e o natural"[55]. Assim, ele define o *natural* como aquilo que é explicável em termos das naturezas e forças das criaturas, enquanto que o *milagre* ou sobrenatural só se explica pelas forças de uma substância infinita (Deus), uma vez que extrapola as forças da natureza[56]. Mas, o que Leibniz quer exatamente dizer com isso? E, além do mais, qual seria o motivo que ele considera para adotar essa demarcação entre o natural e o sobrenatural, a ponto de assumi-la, como veremos logo adiante, enquanto um pressuposto metafísico para criticar a gravitação universal newtoniana? As respostas a essas questões podem ser encontradas num trecho bastante esclarecedor de uma de suas cartas anteriores, onde ele assevera que:

> O *sobrenatural* supera todas as forças das criaturas. É preciso dar um exemplo [...]: se Deus quisesse fazer que um corpo livre andasse no éter em linha circular, ao redor de certo ponto fixo, sem que nenhuma outra criatura agisse sobre ele, digo que isso não seria possível senão por *milagre*, não sendo explicável pela *natureza* dos corpos. Com efeito, um corpo livre se afasta *naturalmente* da linha curva pela tangente. (Terceira carta de Leibniz, §17; grifos meus)

Assim, seria *sobrenatural* ou *milagroso* que os corpos se atraíssem sem intermediação mecânica alguma e que, sem que nada os impedisse, movessem-se em órbitas circulares sem se afastarem pela tangente, pois tais efeitos não são de modo algum "explicáveis pela natureza das coisas"[57]. Em outras palavras, uma

[55] Quarta carta de Leibniz, § 45.
[56] Cf. Quinta carta de Leibniz, § 112.
[57] Quarta carta de Leibniz, § 45.

força como a gravitação universal newtoniana seria sobrenatural e/ou milagrosa pois não se explica mecanicamente o seu modo de atuar. Neste ponto, poderíamos ainda levantar outra questão: por que, para Leibniz, seria sobrenatural que uma força pudesse agir de forma não mecânica? Ou, em que consistiria o milagre do modo de atuar da gravidade dentro teoria de Newton, uma vez que aparenta ser ela uma força de *ação à distância* e promotora de autênticas interações entre os corpos? A resposta a essa pergunta pode ser encontrada quando se considera alguns pressupostos metafísicos dos quais Leibniz lança mão a fim de explicar, entre outras coisas, os movimentos dos corpos celestes e a queda dos corpos sensíveis em direção ao centro da terra. Vejamos.

Na metafísica leibniziana a atividade na natureza não está sujeita à intervenção espiritual ou anímica. Quanto a isso, Leibniz é categórico: "[A] alma não perturba as leis do corpo, nem o corpo as da alma"[58], pois não pode haver influência física entre esses dois domínios ontológicos distintos.[59] Mais do que isso, conceber que tal atividade pudesse se dar por meio de algo "invisível, intangível e não mecânico" é, para o autor, equivalente a admitir que se trate de algo "inexplicável, ininteligível, precário, sem fundamento e sem exemplo".[60] Assim, ele postula que toda ação dinâmica só pode ser explicada mediante o *contato*:

> Quanto aos *movimentos* dos corpos celestes, e, mais ainda, quanto à formação das plantas e dos animais, não há milagre algum, exceto o início dessas coisas. [...] [Tudo] o que se segue é puramente natural e completamente *mecânico*. (Quinta carta de Leibniz, § 115; grifos meus)

[58] Quinta carta de Leibniz, § 92.
[59] No entanto, devemos tomar certo cuidado ao nos pronunciarmos acerca desse assunto, pois há em Leibniz uma relação entre alma (ou "verdadeira mônada") e corpo. Para ele, não pode haver, por um lado, algo corporal que não seja constituído, fundamentalmente, por mônadas; por outro lado, também não pode haver mônadas que não estejam ligadas a corpos. Porém (e este é o ponto fundamental aqui) a ligação entre corpos e mônadas não pode ser uma relação de influência causal. Um estudo detalhado a este respeito pode ser encontrado em MARQUES, 2005.
[60] Quinta carta de Leibniz, §120.

Não é de se estranhar, portanto, que Leibniz tenha atribuído a "causa" da gravidade (ou peso) dos corpos à ação de um "fluído" mecânico:

> [O] *peso* dos corpos sensíveis em demanda do centro da terra deve ser produzido pelo movimento de algum *fluído*. O mesmo acontece com outros pesos, como os das plantas em rumo ao Sol ou delas entre si. (Quinta carta de Leibniz, §35; grifos meus)[61]

Parece-nos, portanto, bastante razoável que, para Leibniz, a gravidade que atua nos corpos pesados deva necessariamente ter uma explicação mecânica. Essa seria uma explicação por meio de um mecanismo natural (isto é, um meio mecânico) e, por conseguinte, pela própria natureza das coisas (isto é, por causas mecânicas). Assim, uma vez que a gravitação universal parece *agir à distância* e não por meio de choques mecânicos, Leibniz julga que, dado este seu suposto modo de atuar, ela só pode explicar-se como um milagre ou algo sobrenatural.

Ora, sabe-se que a posição de Leibniz sobre o que seria ou não aceitável nas explicações físicas está já definida desde o início da sua correspondência com Clarke: recorrer ao milagre para explicar as coisas naturais seria um "absurdo"[62], pois que "com os milagres tudo pode ser explicado sem dificuldade"[63]. Ainda que ele admita a necessidade do milagre no "início das coisas"[64], todo o restante deve decorrer mecanicamente e sem a intervenção de Deus:

> Não digo que o mundo corporal é uma *máquina* ou um *relógio* que anda sem a intervenção de Deus, e professo absolutamente que as criaturas têm necessidade de sua influência contínua; mas sustento que se trata de um relógio que anda *sem ter necessidade de ser regulado*, porque senão se deveria dizer que Deus volta atrás. Deus *previu* tudo e cuidou de tudo de antemão. Em suas obras há uma harmonia, uma beleza já *preestabelecida*. (Segunda carta de Leibniz, §8; grifos meus)

---

[61] Para alguns esclarecimentos sobre este ponto, cf. a nota 97 abaixo.
[62] "Absurdo", aqui, não no sentido de uma contradição lógica ou de algo ininteligível (pois, afinal de contas, podemos conceber claramente o que sejam os milagres e até mesmo defini-los, como Leibniz o faz), mas como algo que não deve, em hipótese alguma, ser admitido no domínio das explicações racionais do mundo físico.
[63] Quinta carta de Leibniz, § 12.
[64] Cf. Quinta carta de Leibniz, § 115.

E quando Deus opera milagres não é para prover as necessidades da natureza, mas sim as da graça. Julgar de modo diferente seria ter uma ideia muito baixa da sabedoria e do poder de Deus e implicaria num "defeito" e numa "imperfeição" nas ações do criador. [65]

De posse desses pressupostos, podemos, agora, entender o expediente de Leibniz para rejeitar a teoria da gravitação universal newtoniana. Segundo o autor, essa teoria postularia uma força de ação à distância, o que, levando-se em conta a "diferença interna entre o milagre e o natural", equivaleria a uma força que não pode ser explicada em termos das naturezas e formas das criaturas, isto é, que não pode ser explicada mecanicamente. Sendo este o caso, teríamos, então, que a força da gravidade atuaria de modo sobrenatural, pois seria milagroso que os corpos se atraíssem sem qualquer intermediação, uma vez que esse efeito não é de modo algum "explicável pela natureza das coisas". Mas, conforme visto acima, Leibniz julga não haver lugar para milagres nas explicações físicas.

2.1.1 - *Clarke Defende que a Gravitação Universal Newtoniana Não É Milagrosa*

Para tentar evitar que a atração gravitacional seja entendida como um milagre, a estratégia de Clarke será não aceitar o critério de demarcação, proposto por Leibniz, entre os domínios das operações consideradas naturais e aquelas concebidas como milagrosas (ou sobrenaturais). Por um lado, como vimos, para este último há uma "diferença interna" entre o milagre e o natural, de forma que o natural é "explicável pela natureza das coisas" enquanto que o milagre só se explica por Deus. Por outro lado, para Clarke, do ponto de vista de Deus, não faz nenhum sentido estabelecer uma demarcação separando o milagre e o natural em dois domínios ontológicos distintos. Todavia, segundo o teólogo, uma distinção deste tipo só poderia ser efetivamente feita com base na frequência com que os acontecimentos ocorrem na natureza. Vejamos:

[65] Cf. Primeira carta de Leibniz, § 3 e Segunda carta de Leibniz, § 9.

> A palavra “natureza” e as designações “forças da natureza”, “curso da natureza” etc., são termos que significam simplesmente que uma coisa ocorre de *ordinário ou freqüentemente*. (Quinta réplica de Clarke, § 45; grifos meus)

Assim, considerando-se a teoria de Newton teríamos que, “se um corpo atraísse outro, sem a intervenção de qualquer meio, não ocorreria um milagre, mas uma contradição, pois seria supor que uma coisa agisse onde não está”[66]. No entanto, talvez ainda se pudesse pensar que o meio através do qual os corpos se atraem é um meio não-mecânico e invisível; mesmo assim, para Clarke, isto não impediria que a gravitação universal fosse entendida como uma ação regular e constante, e, por conseguinte, natural.

Mas Leibniz definitivamente não poderia aceitar esses argumentos de Clarke, pois, na sua quinta carta a este último, insiste que a gravitação “não poderia ser regular sem ser racional, e não poderia ser natural sem ser explicável pelas naturezas das criaturas [isto é, explicável mecanicamente]”[67].

Parece, portanto, não existir a possibilidade de que os opositores cheguem a um acordo sobre a exata demarcação entre o que seria natural e o que seria milagroso ou sobrenatural. Mas, por que exatamente as partes não podem chegar a um consenso? Em outras palavras: quais seriam precisamente os pressupostos advogados por um e outro lado que não permitiriam que se desse um fim ao impasse que ora se apresenta?

Para responder a essa questão, deve-se levar em conta que havia tanto para Leibniz quanto para Clarke certa dependência do natural em relação ao sobrenatural. Porém, e este é justamente o ponto que devemos ter em foco aqui, eles não estavam de acordo sobre como a existência do primeiro depende do segundo[68]. Tal divergência torna-se patente já no início da correspondência entre ambos. Leibniz julga que:

---

[66] Sexta réplica de Clarke, § 45.
[67] Quinta carta de Leibniz, § 11.
[68] Neste ponto estamos nos baseando numa análise de Eduardo Barra. Cf. BARRA, 2002.

> Newton e seus asseclas têm ainda uma divertidíssima opinião sobre a obra de Deus. Conforme eles, Deus de vez em quando precisa dar corda em seu relógio, porque senão ele deixaria de andar. O cientista não teve visão suficiente para imaginar um movimento perpétuo. Essa máquina de Deus é até tão imperfeita, segundo eles, que o Criador se vê obrigado de quando em quando a desengraxá-la por um concurso extraordinário, e mesmo arranjá-la, como um relojoeiro faz com sua obra, o qual será tanto pior oficial quanto mais vezes se vir obrigado a retocar e corrigir seu trabalho. Na minha opinião, a mesma força e vigor subsiste sempre, passando somente de matéria em matéria, conforme as leis da natureza e a bela ordem preestabelecida. E creio que, quando Deus faz milagres, não é para suprir necessidades da natureza, mas sim as da graça. (Primeira carta de Leibniz, § 3)

Contudo, isso que, aos olhos de Leibniz, consistiria num "defeito" e numa "imperfeição" nas ações de Deus e que, portanto, ele diria não poder ser o caso na natureza, na visão de Clarke, seria, antes, um indício certo da presença atual do Criador no mundo e, sendo assim, plenamente aceitável. Cito:

> Quando se diz que Deus conserva as coisas, se se pretende com isso que ele *age atualmente* sobre elas e as governa, conservando e continuando os seres, as forças, os arranjos e os movimentos delas, é precisamente isso o que sustento. (Segunda réplica de Clarke, § 11; grifos meus)

E a sabedoria e presciência de Deus consistem justamente em ter estabelecido, desde o ato da criação, "um desígnio que seu poder executa atualmente"[69]. Ora isso é contrário à tese leibniziana da "harmonia preestabelecida", segundo a qual Deus agiu em vistas de suprir as necessidades da natureza somente no momento da criação; tudo o que vem depois é completamente mecânico. Não ocorre, portanto, uma ação atual do Criador sobre sua obra, mas toda ação deve ser explicada mecanicamente.

Cumpre-nos, ainda, ressaltar que, para Leibniz, o impulso transmitido por meio de choques mecânicos entre dois corpos não é uma "ação" propriamente dita, porque pelas suas colisões nenhuma quantidade de energia é neles gerada além daquela que já existia nesses mesmos corpos tomados em conjunto.

Por outro lado, segundo a física newtoniana, dois corpos não-elásticos ao se chocarem perdem parte de seus movimentos; assim, a quantidade total de

[69] Segunda réplica de Clarke, § 9.

movimento no universo tende a diminuir continuamente. Mas, na opinião de Clarke, isto não acontece, dado que, como já foi dito, ele sustenta que Deus *age atualmente* sobre o mundo, "conservando e continuando os seres, as forças, os arranjos e os movimentos delas"[70]. Mas, o parecer de Leibniz é que, se as coisas ocorressem assim, isso deveria implicar um defeito e uma imperfeição na obra de Deus, o que não está absolutamente de acordo com a sabedoria divina e, portanto, não pode ser o caso.

No entanto, sustentar uma ação real e atual de Deus sobre o mundo, como Clarke o faz, implica admitir a existência de algum meio inteligível pelo qual essa ação possa se ocorrer. É justamente para dar conta disso que Clarke recorre ao Escólio Geral dos *Principia* de Newton[71], e lança mão da doutrina do Deus *Pantokrator* ali apresentada. Apoiado nessa doutrina Clarke afirma serem as "forças da natureza" que desempenham a função de *medium* entre Deus e o mundo material; e o teólogo é enfático ao afirmar que "não há forças na natureza que sejam independentes de Deus". Ele "não apenas compõe e ordena as coisas, mas também é o autor de seus poderes primitivos, ou de suas forças motoras, conservando-as perpetuamente".[72]

Por meio desses argumentos acima apresentados, Clarke procura ampliar o domínio das operações ditas naturais, de forma que mesmo o que não se explicar por meio dos "mecanismos naturais" leibnizianos possa, ainda assim, ser considerado natural. Assim, ele pretende que, embora não se postule um meio mecânico para explicar o modo de operar da força de gravidade, ela deva ser entendida como um efeito natural (obviamente, dependente de Deus) e não como um milagre e que, por conta disso, deva ser plenamente aceitável no interior de uma explicação científica do "sistema do mundo".

---

[70] Segunda réplica de Clarke, § 11.
[71] Cf. NEWTON, 1999, p. 940.
[72] Cf. Segunda réplica de Clarke, §§ 6 e 7 e Primeira réplica de Clarke, § 4.

2.2 - *Leibniz Critica a Gravitação Universal Newtoniana como Sendo Uma Qualidade Oculta Escolástica*

Nesta segunda seção do segundo capítulo desta Tese, pretendo mostrar que Leibniz acusa a gravidade universal newtoniana de ser uma qualidade oculta da matéria porque não se pode apontar uma causa mecânica para ela e, sendo este o caso, o autor entende que ela não pode tomar parte nas explicações científicas. Vejamos.

Na metafísica leibniziana há dois princípios distintos regulando dois domínios ontológicos distintos: o princípio de não contradição ou de identidade e o princípio de razão suficiente. É esse primeiro que nos garante que "um enunciado não pode ser verdadeiro e falso ao mesmo tempo, e que assim A é A, e não poderia ser não-A"[73]. Segundo Leibniz, considerando-se apenas tal princípio, pode-se demonstrar toda a aritmética e toda a geometria, ou seja, todos os princípios matemáticos.

No entanto, se desejamos passar do domínio das matemáticas para o da física, isto é, para o domínio dos "princípios dinâmicos, ou da força", faz-se necessário, para Leibniz, ainda outro princípio, qual seja o princípio de razão suficiente. Este princípio afirma que "nada acontece sem que haja uma razão para que isso seja assim antes do que de outro modo"[74]. O exemplo que o filósofo nos oferece para ilustrar o seu princípio de razão suficiente é o de uma balança: se há numa balança pesos iguais em ambas as suas extremidades, ao se suspender pesos iguais em cada uma dessas extremidades, a balança permanecerá em repouso, pois não há uma razão para um lado descer e o outro não. Assim, o princípio de razão suficiente funciona como "axioma ou regra geral de tudo o que acontece"[75].[76]

---

[73] Segunda carta de Leibniz, §1.
[74] Segunda carta de Leibniz, §1.
[75] Terceira carta de Leibniz, § 7.
[76] Sobre a importância do princípio de razão suficiente na filosofia de Leibniz, Cf. SANTOS, 1999, p. 391 e ss.

Tem-se, portanto, que as condições de essência de um corpo fundam-se no princípio de não contradição ou de identidade, enquanto que as propriedades desse corpo[77] (entre as quais se incluem, evidentemente, as suas propriedades dinâmicas, isto é, as suas propriedades disposicionais), que dizem respeito às suas condições de existência, devem fundar-se no princípio de razão suficiente. Isso implica admitir que para que ocorra qualquer tipo de atividade na natureza (e os exemplos arrolados por Leibniz são os "movimentos dos corpos celestes, [...] [e a] formação das plantas e dos animais") há necessidade de uma razão suficiente para tal. O trecho a seguir não deixa dúvidas acerca das convicções do filósofo a esse respeito:

> Com efeito, a natureza das coisas acarreta que todo acontecimento tenha anteriormente suas *condições*, *requisitos* e *disposições convenientes*, cuja existência constitui sua *razão suficiente.* (Quinta carta de Leibniz, §18; grifos meus)

Assim, Leibniz assevera que toda a atividade na natureza depende de uma ordem preestabelecida. Segundo Eduardo Barra, essa ordem ou harmonia preestabelecida "antecipa na representação que cada unidade substancial (mônada) possui do restante do universo todos os seus estados futuros"[78] e funciona, dessa forma, como razão suficiente dos acontecimentos no mundo fenomênico; cada corpo– e os corpos são formados por mônadas– contém virtualmente em sua forma substancial a representação de todas as suas ações futuras e, perante a ocasião adequada, ou *requisito*[79] (isto é, uma razão suficiente), as realizará conforme um plano preestabelecido.

---

[77] Para uma análise pontual da concepção leibniziana de corpo e algumas de suas implicações Cf. MARQUES, 2005, pp. 170-172. A este respeito, Cf. também GARBER, 1995, pp. 284-293, e SANTOS, 1999, p. 398.

[78] BARRA, 2002, p. 197. A este respeito, Cf. ainda MARQUES, 2005, pp. 174-175.

[79] Lembrando aqui que o termo "requisito" faz parte do vocabulário técnico leibniziano. Como nos conta o professor Edgar Marques, Leibniz o define da seguinte maneira, em um texto de 1676: "Um requisito é aquilo sem o qual a coisa não pode ser" (LEIBNIZ, G. W. *Recherches générales sur l'analyse des notions et des vérites*. Paris: PUF, 1998, p.30, *Apud* MARQUES, 2005, p. 171, nota 4).

Segundo essa perspectiva, só pode haver "ação" no domínio da física se houver uma razão suficiente para que ela aconteça. É por esse motivo que Leibniz critica as qualidades ocultas dos escolásticos, que atribuem forças aos corpos como se essas lhes fossem propriedades essenciais. Ora, como acabamos de ver, toda ação na natureza funda-se no princípio de razão suficiente e, sendo assim, diz respeito às condições de existência dos corpos e não às suas essências. Assim, para o autor, força não pode ser tomada como uma qualidade essencial dos corpos.

É nesse sentido que Leibniz irá criticar a atração gravitacional newtoniana, dizendo que ela se explica por meio de uma qualidade oculta das escolas. Conforme já explicado, a forma como Newton estabelece sua teoria pode sugerir que a força gravitacional seja uma qualidade essencial e inerente aos corpos, mas isto, evidentemente, Leibniz rejeita:

> [Para se explicar] as atrações propriamente ditas [...] se deve recorrer a *absurdos*, isto é, às *qualidades ocultas dos escolásticos*. (Quinta carta de Leibniz, § 113)

E rejeita, justamente, pois afirmar que a gravidade age enquanto uma causa intrínseca e essencial aos corpos equivaleria a admitir que essa ação pudesse ocorrer na natureza sem que houvesse uma razão suficiente para tal, o que é contrário aos pressupostos metafísicos admitidos pelo autor e, por isso, não pode ser aceito por ele. Cito:

> Seria como o caso de um corpo que anda em volta, sem se afastar pela tangente [ação], ainda que nada capaz de explicação o impedisse [sem uma razão suficiente que explique porque isso acontece assim]. Trata-se de um exemplo que já aduzi [...] [e] que mostra muito claramente a diferença entre o verdadeiro natural [isto é, o corpo, em tal situação afasta-se pela tangente, pois, no caso descrito, não há uma razão suficiente para que isso não ocorra], de um lado, e, do outro, a quimérica qualidade oculta das escolas [a gravidade atuando como causa essencial ao corpo, e sendo ela a responsável por mantê-lo em órbita em tal caso]. (Quinta carta de Leibniz, § 123)

Para Leibniz, é justamente porque temos um acesso parcial às "razões suficientes" das coisas, que as explicam a partir da ordem intrinsecamente natural

e regular dos fenômenos, que podemos emitir juízos seguros e confiáveis acerca do procedimento mecânico e racional do mundo físico[80].

Assim, de acordo com a perspectiva leibniziana, para cada atividade na natureza deve haver uma razão (suficiente) capaz de explicar o porquê dessa atividade; mas o modo como Newton estabelece e enuncia a sua teoria faz com que Leibniz entenda a gravidade que atua nos corpos como lhes sendo uma propriedade essencial e inerente. Ora, vimos que isso, segundo as explicações de Leibniz, equivaleria a dizer que não há uma razão suficiente que explique essa gravidade. Isto, por sua vez, faz com que ele diga que ela deveria, então, explicar-se por meio das *qualidades ocultas* dos escolásticos, que atribuem forças aos corpos como se estas fossem propriedades essenciais aos mesmos. Mas, se a gravidade for tomada como uma ação sem uma "razão suficiente", os juízos sobre o mundo físico que nela se apoiem não poderão ser, em hipótese alguma, nem seguros nem confiáveis. Por conta disso, Leibniz, mais uma vez, pensa ter motivos fortes o bastante para rejeitar a teoria newtoniana.

2.2.1 - *Clarke Defende que a Gravitação Universal Newtoniana Não É como uma Qualidade Oculta das Escolas*

Para recusar a conseqüência inferida por Leibniz a respeito da gravitação universal, de que ela deveria se explicar como uma qualidade oculta da matéria, os argumentos de Clarke são bem mais diretos e não envolvem questões metafísicas tão intrincadas como no caso da denúncia de que ela seria algo milagroso ou sobrenatural. Nas páginas seguintes, pretendo mostrar que, dessa vez, as razões de Clarke são mais de cunho metodológico do que propriamente metafísicas.

A estratégia do teólogo inglês consistirá, basicamente, em destacar o caráter de evidência que o método da "filosofia experimental" (isto é, o método de deduzir proposições a partir dos fenômenos e torná-las gerais por indução[81])

[80] Para maiores detalhes acerca desse ponto, Cf. BARRA, 2002, p. 199.
[81] Cf. NEWTON, 1972, p. 764.

atribui aos efeitos para, a partir disso, concluir a existência da força responsável por gerar tais efeitos.

Assim sendo, antes de analisar propriamente os argumentos de Clarke procurando refutar a crítica leibniziana, faz-se necessário apresentar e elucidar alguns dos pressupostos metodológicos newtonianos sobre os quais ele se apoia para levar a cabo tal tarefa. Comecemos citando um trecho bastante esclarecedor, presente no famoso Escólio Geral dos *Principia*:

> [...] [É] suficiente que a gravidade realmente exista, atue segundo as leis por nós expostas e seja capaz de sustentar todos os movimentos dos corpos celestes e do nosso mar. (NEWTON, 1972, p. 764)

Nesse mesmo sentido, podemos citar, ainda, outro trecho, desta vez, retirado de um texto científico não publicado de Newton:

> A partir dos fenômenos, conhecemos as propriedades das coisas e, a partir das propriedades, concluímos que as coisas existem [...]. (NEWTON *Apud* HALL & HALL, 1962, p. 354)

No entanto, justamente por advogarem essa metodologia, os adeptos da "filosofia experimental" não podem ir além do que foi "deduzido a partir dos fenômenos" e, assim, se pronunciarem positivamente sobre a causa da gravidade[82].

De posse dessas informações, podemos, finalmente, entender a sucinta argumentação de Clarke para afastar a crítica de que a gravitação universal explicar-se-ia como uma qualidade oculta da matéria. Vejamos.

Clarke admite que "esse fenômeno [a gravitação] não se produz sem meio, isto é, sem uma causa capaz de produzir esse efeito". Entretanto, quando ele se questiona se "deverá uma qualidade evidente chamar-se oculta só porque sua

[82] Um estudo pormenorizado da metodologia empregada por Newton nos *Principia* e das consequências dessa metodologia para sua física pode ser encontrados em minha Dissertação de Mestrado, sobretudo nos capítulos II e III. Cf. MOREIRA, 2009.

causa imediata talvez seja oculta ou não descoberta ainda?", a resposta a tal pergunta será um enfático não.

Além disso, segundo Clarke, quando "um corpo se move em círculos sem se afastar pela tangente", deve haver alguma coisa responsável por impedir essa fuga; mas não é porque existem casos nos quais não se possível "explicar mecanicamente"[83] a causa desse efeito, ou casos em que "isso ainda não foi feito", que se deverá seguir disso que o fenômeno seja falso.[84]

De maneira também sucinta, podemos dizer que, a fim de refutar Leibniz, Clarke procura enfatizar o caráter de evidência atribuído aos fenômenos pela "filosofia experimental" para, assim, afirmar que não é porque ainda não pudemos encontrar (segundo a metodologia própria dessa filosofia) a causa da gravidade que ela deva ser considerada uma qualidade oculta da matéria no sentido das escolas.

[83] É interessante notar, como bem o faz Eduardo Barra, que, a princípio, "Clarke não teria nenhuma objeção a uma possível explicação mecânica da atração gravitacional– embora, ao contrário de Newton, nunca expresse maior confiança em que possa ser alcançada. As suas restrições são de ordem mais teológica do que propriamente metafísicas; ele identifica na generalização dos princípios mecânicos uma atitude invariavelmente dirigida a 'banir Deus do governo atual do mundo'". BARRA, 2002, p. 188-189.
[84] Cf. Quinta réplica de Clarke, §§ 118-123.

2.3 - *A Mesma Versão da Famosa Crítica "Milagre ou Qualidade Oculta" Anteriormente Exposta na Carta de Leibniz a Newton e na Carta de Leibniz a Hartsoeker*

Uma vez expostas as críticas de Leibniz referentes ao suposto caráter milagroso ou oculto, no sentido escolástico, da gravitação universal, penso poder, agora, apresentar alguns trechos das cartas de Leibniz a Newton, de 1692, e a Hartsoeker, de 1711, nos quais as mesmas críticas aparecem alguns anos antes. Dada essa correspondência, que agora ficará evidente, e uma vez que já foi realizada uma analise da correspondência Leibniz-Clarke, penso ser suficiente apenas citar os referidos trechos, sem a necessidade de qualquer análise adicional dos mesmos.

Comecemos pela acusação da parte de Leibniz, na sua carta a Newton, de a gravidade newtoniana não pode ser entendida como a causa dos movimentos celestes porque falta a ela uma explicação em termos mecânicos:

> Você fez a surpreendente descoberta que as elipses de Kepler[85] resultam meramente da concepção de atração ou gravitação e período em um planeta. E, no entanto, eu estaria inclinado a acreditar que todas estas [órbitas planetárias] são *causadas ou reguladas pelo movimento de um meio fluído* [...]. (*Apud* NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 106; grifos meus)

Passemos, agora, à acusação feita por Leibniz de que a teoria newtoniana possui caráter milagroso ou oculto no sentido escolástico e vejamos como ele a articula em dois trechos, por mim selecionados, da sua carta a Hartsoeker.

Trecho 1:

[85] Esta é uma referência direta a primeira das três "hipóteses" de Kepler, a qual ficou conhecida como "a lei das órbitas elípticas". Whiteside apresenta essas três "hipóteses" (ou leis) como sendo as seguintes: (1ª) os planetas movem-se em órbitas elípticas fixas em torno do Sol, localizado em um dos focos; (2ª) os raios vetores que unem os planetas ao Sol descrevem áreas proporcionais aos tempos nos quais eles percorrem arcos orbitais correspondentes; (3ª) os quadrados dos tempos periódicos das trajetórias dos planetas são proporcionais aos cubos de suas ditas distâncias médias a partir do Sol. Cf. WHITESIDE, 1964, pp. 120-121.

> Pode ser dito em um sentido bastante justo que cada coisa é um milagre continuado, isto é, digno de admiração, mas me parece que o exemplo de um planeta que gira e conserva seu movimento em sua órbita sem qualquer outra ajuda exceto aquela de Deus, sendo comparado com um planeta mantido em sua órbita pela ação da matéria que constantemente o impele em direção ao sol, mostra claramente aquele diferença existente entre os milagres naturais razoáveis e aqueles que são propriamente então chamados sobrenaturais, ou, antes, entre uma explicação razoável e uma ficção inventada para sustentar uma opinião infundada. Tal é o método daqueles que, depois do Sr. Aristarco de Roberval, dizem que todos os corpos atraem uns aos outros por uma lei da natureza, a qual Deus criou no início das coisas, [p]ois não alegando nada mais para obter um tal efeito, e não admitindo nada que foi feito por Deus por meio do que pode se mostrar como ele atinge aquele fim, eles têm recorrido a um milagre, isto é, a uma coisa sobrenatural, que continua eternamente, quando a questão é descobrir uma causa natural". (*Apud* NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 111)

Trecho 2:

> Os antigos e os modernos, os quais reconhecem que a gravidade é uma *qualidade oculta*, têm razão, se eles querem dizer com isto que há um certo mecanismo desconhecido para eles, por meio do qual todos os corpos tendem ao centro da terra. Mas se eles querem dizer que a coisa é executada sem qualquer mecanismo por um uma simples *qualidade primitiva*, ou por uma lei de Deus, que produz aquele efeito sem usar qualquer meio inteligível, ela é uma qualidade oculta irracional, e desse modo tão oculta, que é impossível que se torne em algum momento clara, mesmo que um anjo ou Deus ele próprio tentassem explicá-la. (*Apud* NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 112)

Uma vez apresentadas as e analisadas, ao longo deste segundo capítulo da Tese, as famosas críticas de Leibniz contra a teoria newtoniana, passemos, então, ao seu terceiro capítulo, no qual pretendo analisar as respostas de Newton a tais críticas.

CAPÍTULO III

Newton Defende a Gravitação Universal das Críticas de Leibniz

Conforme apresentado na Introdução desta Tese, após a publicação da primeira edição do *Principia Mathematica*, em 1687, Newton viu-se envolvido em uma série de polêmicas que diziam respeito ao problema de conciliar, no interior do contexto dinâmico desta sua obra, a inatividade essencial da matéria com a postulação de uma atração gravitacional entre os corpos. Ainda na Introdução da Tese, considerando o paradigma mecanicista da "nova" filosofia natural, vimos (i) que este complicado "Problema de Newton" pode ser entendido como sendo o legítimo problema de se explicar a "causa" da gravidade (e, concomitantemente, o seu modo de atuar) dentro da teoria de Newton, conforme o próprio autor reconhece numa passagem do Escólio Geral, o famoso trecho discursivo que ele insere ao final do Livro III do *Principia Mathematica*, a partir da sua segunda edição e, além disso, foi indicado (ii) que as críticas de Leibniz ao princípio de gravitação universal decorrem justamente do referido "Problema".

No Capítulo II desta Tese, analisei isto que havia sido apenas indicado na sua Introdução. Assim, procurei mostrar em detalhes que essas críticas de Leibniz à gravitação universal decorriam justamente do fato de não haver no *Principia Mathematica* nenhuma explicação mecanicista para a atração gravitacional, isto é, que o fato de Newton não postular neste livro nenhum meio mecânico nem tampouco causas mecânicas a fim de explicá-la permitiu a Leibniz entendê-la como um milagre ou como uma qualidade oculta escolástica e, consequentemente, julgá-la como não aceitável enquanto uma explicação física do mundo fenomênico– e não nos esqueçamos de que para um bom entendimento dessas críticas de Leibniz foi necessário, antes, no Capítulo I desta Tese, esclarecer o que precisamente os modernos entendiam como "qualidade oculta escolástica" e quais as entidades e os padrões explicativos geralmente admitidos na filosofia natural do século XVII. Ainda no Capítulo II da Tese, procurei

mostrar que, embora essas críticas de Leibniz à teoria newtoniana sejam bastante famosas, sobretudo, porque aparecem na sua celebrada troca de cartas com Clarke, ocorrida entre 1715 e 1716, podemos, seguramente, encontrá-las também (e expressas quase nas mesmas palavras) em duas de suas correspondências anteriores menos conhecidas: na carta que Leibniz envia a Newton, em 1692, e na carta que Leibniz envia a Hartsoeker, datada de 1711.

Infelizmente, quando os comentadores querem analisar a recusa de Leibniz da teoria newtoniana a partir dessas críticas que ele tece contra o princípio de gravitação universal, eles costumam dedicar atenção somente à correspondência Leibniz-Clarke e acabam negligenciando estas duas últimas cartas importantíssimas referidas no parágrafo acima.

Algo semelhante pode ser dito quando a questão é analisar as possíveis réplicas àquela versão mais conhecida da investidas de Leibniz contra a teoria da gravitação universal: foca-se a atenção nos argumentos de Clarke contidos nas cartas que ele dirige a Leibniz, argumentos estes que, conforme vimos ainda no Capítulo II desta Tese, defendem a teoria de Newton como uma explicação legítima do "sistema do mundo". Acontece que não há qualquer evidência de que Newton tenha auxiliado diretamente Clark nas suas réplicas a Leibniz, logo, um estudo da correspondência entre estes dois não deve servir como uma fonte para o reconhecimento e análise das ideias originais de Newton, tanto assim que Clarke e Newton discordam sobremaneira, por exemplo, quanto a assentir ou não que a força gravitacional seja essencial à matéria: Clarke afirma ser a gravidade essencial à matéria, Newton, porém, conforme veremos abaixo, negará em várias ocasiões que ela assim o possa ser. Não obstante, podemos afirmar que Newton não só tinha conhecimento direto das referidas críticas leibnizianas acusando sua teoria de postular indevidamente um milagre ou uma qualidade oculta escolástica para explicar os fenômenos naturais como ele fez questão de responder pessoalmente a ambas. As respostas de Newton estão em duas cartas redigidas por ele próprio: na carta que ele envia a Leibniz, em 1693– a qual é uma resposta àquela carta que Leibniz havia lhe enviado em 1692–, e numa carta por ele

endereçada, em 1712, ao editor das *Memoirs of Literature* – na qual Newton pede um direito de resposta às críticas de Leibniz encontradas na carta de 1711 deste a Hartsoeker.

Como pretendo mostrar, essas respostas de Newton às críticas de Leibniz, embora razoavelmente breves, são de extrema importância para que possamos avaliar com precisão a estratégia empregada por Newton no intuito de tentar convencer Leibniz e seus outros possíveis leitores/opositores de que a teoria da gravitação, conforme exposta no *Principia Mathematica*, é suficiente para explicar com sucesso o "sistema do mundo" e que, portanto, deve ser aceita sem mais reservas como uma verdadeira filosofia natural. Infelizmente, não se sabe porque Clarke, em sua correspondência com Leibniz, deixou de lado essas referidas respostas de Newton às bem conhecidas acusações leibnizianas. Mas o mesmo não aconteceu com o autor do *Principia Mathematica*, pois, conforme veremos, Newton se manteve fiel às suas "primeiras" ideias sobre ao estatuto ontológico adequado a ser atribuído ao princípio de gravitação universal, afirmando sempre, mesmo em seus escritos posteriores, ser a gravidade uma lei da natureza e uma qualidade manifesta da matéria.

Dado todo o exposto, repito aqui aquilo que já havia enunciado na Introdução desta Tese: neste meu terceiro e último capítulo, analisarei cuidadosamente as respostas que o próprio Newton formula a fim de afastar as referidas críticas de Leibniz à sua teoria, rastreando o "desenvolvimento" dessas primeiras respostas ao longo dos escritos posteriores de Newton, procurando esclarecer que esta postura de defesa assumida por Newton perante as acusações leibnizianas é coerente com o seu projeto de investigação das forças na natureza, exposto já na primeira edição do *Principia Mathematica*, sempre tentando evidenciar que as discordâncias existentes entre Newton e Leibniz sobre qual estatuto ontológico atribuir à gravidade universal podem muito bem ser encaradas como sendo fruto de divergências metodológicas irreconciliáveis existentes entre os dois autores. Além disso, espero que ao longo deste terceiro capítulo eu possa deixar claro que embora Newton não ofereça uma explicação

num padrão mecanicista para a gravidade, algumas outras de suas atitudes em relação a este conceito encontram total respaldo em certas práticas e padrões admitidos na ciência oficial do século XVII, são eles a noção de diferentes níveis de verificação, a ideia de que a investigação dos efeitos é prioritária em relação às causas, a disposição de aceitar os efeitos sem entender as causas últimas dos mesmos, a ênfase no papel da experiência e da experimentação para o estabelecimento dos resultados científicos e a matematização da natureza.

3.1 - *O Projeto Newtoniano de Investigação das Forças na Natureza*

Antes mesmo de estar envolvido com as diversas polêmicas que se sucederam a publicação da primeira edição do *Principia Mathematica* (1687), Newton demonstra ter sido bastante cuidadoso ao escolher as primeiras palavras pelas quais desejava expressar o teor da referida obra aos seus futuros leitores, assim, ele inicia o Prefácio a esta primeira edição nos seguintes termos:

> Já que os antigos (como nos dizia *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. (*Principia Mathematica*, 2002, p. 13)

Um pouco mais abaixo, ainda na sequência deste que é primeiro dos dois parágrafos que constituem o Prefácio, nosso autor nomeia a matemática que desenvolve ao longo do seu tratado de "mecânica racional", e a define como sendo:

> [A] ciência dos movimentos que resultam de quaisquer forças, e das forças exigidas para produzir quaisquer movimentos, rigorosamente propostas e demonstradas. (*Idem*, p. 14).

Desse modo, Newton pretende deixar claro, logo na apresentação da sua obra, que deverá lançar mão de um método matemático concebido com vistas a estabelecer as leis de força que explicariam os movimentos dos corpos na natureza. Além disso, ele também faz questão de salientar que o seu projeto de filosofia natural está alinhado ao modelo científico dos modernos, que procuram justamente "sujeitar os fenômenos da natureza às leis da matemática", rejeitando as formas substâncias e as qualidades ocultas que sabemos ser aquelas da *scientia* escolástica.

Na sequência do texto, Newton apresenta ainda um pequeno resumo de como essa empresa será conduzida ao longo dos três livros que compõem o *Principia Mathematica*:

> [O]fereço este trabalho como os princípios matemáticos da filosofia, pois toda a essência da filosofia parece consistir 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 os movimentos dos planetas, dos cometas, da Lua e do mar. (*Ibidem*)

Logo em seguida, Newton expressa o seu desejo de que esse mesmo método pelo qual ele acredita ter alcançado êxito na explicação do "sistema do mundo" possa talvez ser empregado, com o mesmo sucesso, para explicar todos os demais fenômenos da natureza:

> 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 umas das outras. Sendo desconhecidas essas forças, os filósofos até agora têm tentado em vão a investigação da Natureza; mas espero que os princípios aqui expostos tragam alguma luz, seja a esse ou a algum método mais verdadeiro de filosofar. (*Ibidem*)

É importante observarmos que o uso aqui feito por Newton do termo "mecânico" deve ser entendido como significando nada mais do que "explicável em termos de forças cuja expressão seria genuinamente matemática", sentido este com o qual aqueles seus contemporâneos adeptos da filofia mecânica certamente não estavam familiarizados e nem dispostos a aceitar, já que nesta filosofia o termo era tomado unicamente como sendo equivalente a "explicável em termos físicos de ação por contato". E é justamente porque esses partidários da filosofia mecânica não encontraram no *Principia Mathematica* nenhuma referência à necessidade de se postular causas "mecânicas" ou um meio "mecânico", neste segundo sentido do termo, para que a atração gravitacional entre os corpos (expressa matematicamente) pudesse ser explicada em termos de uma ação por contato (na ciência física), que eles se recusaram a aceitar tanto a possibilidade

como a própria inteligibilidade deste projeto newtoniano de aplicar os princípios matemáticos ao domínio da filosofia natural.

Assim, embora os críticos do *Principia Mathematica* pudessem louvar a excelência da matemática ali desenvolvia (nos livros I e II), eles estavam impedidos, por conta do seu compromisso assumido com os padrões explicativos da filosofia mecanicista, de aceitar ou mesmo entender que tal matemática pudesse ser empregada para explicar o "sistema do mundo" (no livro III); e há evidências textuais de que essa foi de fato avaliação a que chegaram os críticos de Newton ao considerarem o seu livro. Vejamos:

Em 8 de agosto de 1688 apareceu, no *Journal des Sçavans*, uma resenha (possivelmente escrita pelo cartesiano Pierre-Sylvian) do *Principia Mathematica*, na qual se dizia o seguinte:

> A obra do Monsieur Newton é a mecânica mais perfeita que se pode imaginar, não sendo possível fazer demonstrações mais precisas nem mais exatas do que aquelas que, nos dois primeiros livros, ele apresenta sobre a gravidade, a leveza, a elasticidade, a resistência dos corpos fluidos e sobre as forças atrativas e impulsivas que constituem o principal fundamento da Física. Mas é preciso admitir que não se pode considerar essas demonstrações senão como mecânicas, visto que o próprio autor reconhece, no final da 4ª e início da 5ª página, que não considerou seus princípios na Física, mas na simples Geometria. (Journal des Sçavans, *apud* KOYRÉ, 1968, p. 165)

Mas logo após tecer esse comentário elogioso à mecânica newtoniana, o autor da resenha faz questão de deixar bem claro que essas demonstrações não podem ser empregadas para explicar o "sistema de mundo":

> Ele [Newton] admite a mesma coisa no começo do 3º livro, onde, entretanto, procura explicar o Sistema do Mundo. Mas isto apenas por meio de hipóteses que, em sua maior parte, são arbitrárias e que, por conseguinte, não podem servir de fundamento a não ser a um tratado de mecânica pura. Isto parece evidente pelo único exemplo do fluxo e do refluxo do mar. Ele fundamenta a explicação da desigualdade das marés no princípio de que *todos os planetas pesam reciprocamente uns sobre os outros* (...). Mas, como essa suposição é arbitrária, não tendo sido provada, a demonstração que depende dela é apenas mecânica.

> Para fazer, então, uma obra mais perfeita do que seria possível, Monsieur Newton não nos ofereceu uma Física tão exata quanto a sua Mecânica. Ele a oferecerá quando houver substituído os movimentos que supôs pelos movimentos verdadeiros. (*Ibidem*)[86]

Mesmo Huygens, que mantinha posições bastante favoráveis às ideias mecânicas de Newton, também teceu sérias críticas a uma possível interpretação física das mesmas, não aprovando a "atração recíproca entre os corpos". Assim, em seu famoso livro *Traité de la lumiére* (1690), mais precisamente na segunda parte deste, intitulada *Discours de la Cause de la Pensateur* [Discussão da Causa da Gravidade] [87], Huygens escreve:

> Não estou de acordo com um Princípio [...] qual seja, que todas as pequenas partes que se possa imaginar em um, dois ou mais corpos diferentes se atraem ou tendem a se aproximar mutuamente. Isso eu não poderia admitir, porque acredito perceber claramente que a causa de uma tal atração não é absolutamente explicável por nenhum princípio da Mecânica, nem pelas regras do Movimento. Assim como não estou persuadido da necessidade da atração mútua de corpos inteiros; tendo mostrado que, ainda que não houvesse a terra, os corpos não deixariam de tender para um centro por aquilo que se chama de sua gravidade. (*Apud* KOYRÉ, 1695, p. 160)[88]

Também Leibniz, naquela sua carta a Newton de 7 de março de 1692, após elogiar a perícia com que este atua em matemática, cobra do mesmo um desenvolvimento semelhante em filosofia natural:

> Você deu um desenvolvimento surpreendente à geometria por meio de suas séries [...]. Mas, acima de tudo, eu esperava que, aperfeiçoados os problemas geométricos, você continuaria, como começou, tratando da natureza da natureza em termos matemáticos. (*Apud* NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 106)[89]

---

[86] Para uma análise atenta dessas críticas dos cartesianos à teoria de Newton cf. BARRA, 1995 e MOREIRA, 2009, pp. 74-83.

[87] Sobre a explicação mecânica que Huygens oferece para a gravitação no *Discours de la Cause de la Pensateur*, Uzêda diz o seguinte "a gravidade [...] deveria ser explicada, como qualquer outro processo natural, em termos de movimento (vórtices em torno do Sol e dos planetas, no caso)" (*Tópicos em Mecânica Clássica*, 2011, p. 60).

[88] Nesse mesmo sentido, Huygens escreve numa carta a Leibniz, em 8 de novembro de 1690: "Não estou de modo algum satisfeito com aquilo que Mr. Newton oferece como sendo Causa das Marés, nem com todas as Teorias que ele construiu a partir do seu Princípio de atração, que me parece absurdo" (*Apud* NEWTON, 1959-1977, v.3, p.81-2, nota 8).

[89] Em 1701, e, portanto, antes da conhecida disputa pela paternidade do cálculo (cf. nota 97 abaixo), Leibniz, respondendo a uma pergunta da rainha da Prússia sobre a competência de Newton como matemático, teria dito que: "considerando a matemática desde o começo do mundo até a época do *Sir*. I., o que ele tinha feito era sem dúvida a melhor metade– e acrescentou haver

E é importante termos em mente que os cartesianos, Huygens e Leibniz procuravam, cada um a seu modo, explicar a gravidade recorrendo à hipótese dos vórtices. Não é de se estranhar, portanto, que o princípio de gravitação universal newtoniano seja dito "absurdo", segundo os cartesianos, "inexplicável", para Huygens, e "milagroso", nas palavras de Leibniz, pois tal princípio não era inteligível diante dos padrões da filosofia mecanicista por eles advogada.

Assim, a ausência de uma metafísica da natureza capaz de conferir inteligibilidade e sustentabilidade metodológica à "força da gravidade"– que parecia agir à distancia e promover autênticas interações entre os corpos– fez com que o projeto newtoniano de filosofia natural de Newton fosse severamente criticado e rejeitado por muitos dos seus contemporâneos, entre os quais, como podemos constatar, se encontram algumas personalidades cujo destaque e importância no cenário da filosofia natural do século XVII são inquestionáveis.

Por conta disso, mesmo que o próprio Newton tenha afirmado que pretendia apenas oferecer uma "noção matemática" das forças discutidas, "sem considerar as suas causas e bases físicas" (*Principia Mathematica*, Livro I, Def. VIII), ele parece jamais ter abandonado por completo a convicção de que elas ainda poderiam ser alcançadas. Basta observarmos atentamente o desenvolvimento do pensamento do autor após a publicação da primeira edição do *Principia Mathematica* (1687), para nos darmos conta do grande esforço intelectual que, em várias ocasiões, ele realiza na esperança de tentar identificá-las. Diante das considerações apresentadas nos últimos parágrafos acima e também na Introdução desta Tese, parece bastante razoável entender que este continuado empenho de Newton em procurar uma explicação para a causa da gravidade, em grande medida, representa justamente o seu desejo e as suas tentativas de oferecer uma resposta às críticas formuladas contra a inteligibilidade e a sustentabilidade metodológica da teoria da gravitação universal enquanto uma verdadeira filosofia natural.

---

consultado todos os doutos da Europa sobre uma questão difícil, sem receber nenhuma notícia, e que, ao escrever para *Sir*. I., este lhe enviara uma resposta de volta pelo correio, dizendo-lhe que fizesse tais e quais coisas, pois assim ele descobriria" (WESTFALL, 1980, p. 721).

Seja como for, não podemos pensar que o problema de explicar a causa da gravidade nasce exclusivamente por conta dessas polêmicas que envolveram o *Principia Mathematica* logo que ele veio a público. Já na primeira edição da obra, podemos encontrar indícios claros de que Newton reconhecia a necessidade de fornecer tal explicação como sendo uma das tarefas do programa de pesquisa que ele pretendia realizar, programa este que, conforme pretendo mostrar, não se encerraria no *Principia Mathematica*. Vejamos, então, todo o itinerário desse programa newtoniano de pesquisa das forças na natureza conforme ele aparece já pré-estabelecido no próprio projeto da obra em questão:

> Aqui emprego a palavra *atração* em sentido geral, para qualquer esforço feito por corpos para se aproximarem uns dos outros, seja esse esforço oriundo da ação dos próprios corpos, como quando tendem uns para os outros por influências emitidas; ou decorra da ação do éter ou do ar, ou de qualquer que seja o meio, corpóreo ou incorpóreo, impelindo os corpos ali localizados, de alguma maneira, uns em direção aos outros. No mesmo sentido geral emprego a palavra *impulso*, sem definir, neste tratado, as naturezas ou qualidades físicas de forças, mas investigando as quantidades e suas proporções matemáticas, como observei anteriormente nas Definições. Em Matemática, devemos investigar as quantidades de forças com suas proporções consequentes sob quaisquer condições supostas; então, quando consideramos a Física, comparamos essas proporções com os fenômenos da Natureza, a fim de saber que condições dessas forças correspondem aos vários tipos de corpos atrativos. Tendo em vista essas considerações, argumentamos com maior segurança no que se refere às naturezas físicas, causas e proporções das forças. (*Principia*, Livro I, Prop. 69, Escólio)

Assim, poderíamos entender que há três níveis ou estágios distintos no processo a ser empregado por Newton a fim de executar uma investigação científica das forças da natureza: (i) o *matemático*, no qual é feita uma análise quantitativa das proporções resultantes de diferentes condições imaginadas de supostas "forças" tomadas em sentido geral, isto é, sem que sejam consideradas as suas naturezas ou qualidades físicas; (ii) o *físico*, no qual é feita uma comparação entre as proporções matemáticas e os fenômenos naturais a fim de se estabelecer quais leis[90] de força ocorrem atualmente na Natureza; e,

[90] Nesse sentido, devemos entender "lei" como sendo uma relação constante e quantificável entre os fenômenos naturais por meio da qual eles podem ser explicados. Assim, a "Lei da Gravidade Universal" estabelece que todos os corpos atraem-se numa razão diretamente proporcional às

finalmente, (iii) um estágio mais *filosófico*, onde seriam discutidas a *natureza física* e as *causas últimas* das várias forças (expressas matematicamente) que se verifica ser o caso na natureza.[91]

Com base nessas considerações, seria possível descrever o programa newtoniano de explicação causal do "sistema do mundo" no *Principia Mathematica* como sendo composto por dois estágios distintos[92]. Senão, vejamos.

O primeiro (estágio matemático) corresponderia àquilo que Newton faz nos dois primeiros livros da referida obra– o "Livro I: O Movimento dos Corpos" e o "Livro II: O Movimento dos Corpos (Em Meios com Resistência)". Este estágio inicia-se pela construção de um sistema de "mecânica racional" fundado nas definições e nos axiomas ou leis do movimento, e, num primeiro momento, são nele demonstradas as principais condições de "forças" para situações idealizadas (massas pontuais, movimentos livres de atrito, choques elásticos, etc.); em seguida, a generalidade e a complexidade deste sistema matemático são aumentadas de modo contínuo, o que é feito pela introdução de condições consideradas cada vez mais próximas do mundo natural (passa-se, então, da consideração de uma massa pontual que gira em torno de um ponto matemático para a análise de uma situação mais complexa de dois corpos se atraindo mutuamente, um pouco adiante, serão considerados também o tamanho e o

---

suas massas e inversamente proporcional aos quadrados das distâncias que os separam; e por meio desta lei pretende-se explicar o "sistema do mundo".

[91] A metodologia empregada por Newton na investigação das forças na natureza e o problema interpretativo da causa da gravidade são assunto de debate na literatura secundária. Cf., por exemplo, COHEN, 1967, 1980 e 1985; KOYRÉ, 1968; WESTFALL, 1977; e BARRA, 1994 e 2000.

[92] Aqui, estou me inspirando diretamente nas análises que I. Bernard Cohen realiza daquilo que ele chama de "estilo newtoniano": um método que teria sido desenvolvido por Newton por volta de 1679-1680 e que o permitiu investigar os movimentos por meio de "uma combinação especial de raciocínios imaginativos com o uso de técnicas matemáticas aplicadas aos dados empíricos" (COHEN, 1980, p. 62). Contudo, adaptei as considerações sobre "as três fases" que, segundo Cohen, constituem o "estilo newtoniano" para expressar o que eu entendo como sendo "os dois estágios" que compõe o programa newtoniano de explicação causal do "sistema do mundo". A minha exposição destes "dois estágios" segue nos próximos dois parágrafos desta Tese. Para uma exposição das "três fases" do "estilo newtoniano", cf. COHEN, 1980, p. 63. Cohen acredita que através das fases do "estilo newtoniano" seja possível reconstruir com sucesso a maneira como "Newton foi paulatinamente conduzido ao conceito da força gravitacional mútua" (*idem*, p. 65) e entender satisfatoriamente porque Newton pode deixar as considerações sobre a natureza física e a causa da força da gravidade para serem trabalhadas num momento posterior ao *Principia Mathematica*. A esse respeito, cf. ainda a nota 93 abaixo.

formato desses corpos, posteriormente, ainda um terceiro corpo é inserido no sistema e assim por diante, aumentando gradativamente a sua verossimilhança com a natureza). Neste estágio matemático, pode-se tranquilamente lidar com propriedades dinâmicas (como, por exemplo, força, atração e impulso) sem ter de se comprometer com a suposição de que tais propriedades seriam as causas reais e verdadeiras dos movimentos que delas resultassem.

O segundo estágio (estágio físico), por sua vez, corresponderia ao que Newton se propõe a realizar no último livro do *Principia Mathematica*– o "Livro III: O Sistema do Mundo (Tratado Matematicamente)". E é fundamental estarmos cientes de que neste estágio físico da investigação as coisas acontecem de um modo bastante diferente daquele que diz respeito ao estágio matemático acima descrito. Digo isso porque, no Livro III, Newton procura aplicar os resultados matemáticos obtidos nos dois livros anteriores ao domínio da filosofia natural, com vistas a elaborar um verdadeiro "sistema do mundo". Assim, os corpos a serem considerados no referido terceiro estágio tornam-se reais e atuais (planetas, satélites, cometas, estrelas, projéteis, marés, etc.) e o mesmo ocorre no tocante aos seus movimentos (rotação, translação, queda livre, etc.), os quais passam a ser tidos como autênticos "fenômenos".

Conforme já sabemos, as maiores críticas contra o projeto científico de Newton aparecem justamente no momento em que ele pretende realizar essa transição das condições dinâmicas "idealizadas" para aquelas que pudessem ser tidas como "reais". Assim, pouco após a publicação do *Principia Mathematica*, Newton parece estar cada vez mais convencido da necessidade de um meio capaz de transmitir a gravidade recíproca entre os corpos, a fim de evitar que tal força pudesse ser entendida como uma qualidade essencial da matéria e, por conseguinte, evitar também que a sua ação pudesse ser pensada como ocorrendo à distância. Nesse sentido, ele escreve uma Bentley, em 25 de fevereiro de 1692, afirmando que:

> É inconcebível que a matéria bruta inanimada devesse (sem a mediação de alguma outra coisa que não fosse material) operar sobre e afetar outra matéria sem contato mútuo; como se a gravitação, no sentido de Epicuro, lhe fosse essencial e inerente. E esta é uma das razões porque eu desejo que você não atribua gravidade inata a mim. Que a gravidade devesse ser inata, inerente e essencial à matéria, de modo que um corpo possa agir sobre outro a distância através de um vácuo, sem a mediação de qualquer outra coisa pela ou através da qual suas ações ou forças possam ser transmitidas de um para o outro, é para mim um absurdo tão grande que acredito que nenhum homem com uma faculdade competente para pensar as questões filosóficas possa jamais incorrer. 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 questão que tenho deixado à consideração de meus leitores. (NEWTON, 1959-77, v. 3, pp. 253-254)

Esse trecho se insere justamente num contexto onde Newton começa estabelecendo uma relação mútua entre as noções de gravidade essencial e ação à distância e termina concluindo que dado que última é inaceitável a primeira também o deve ser. De qualquer modo, ainda que se possa aventar que a gravidade "decorra da ação do éter" ou de algum outro meio muito sutil "corpóreo ou incorpóreo, impelindo os corpos ali localizados, de alguma maneira, uns em direção aos outros", conforme Newton já havia feito no Escólio da Proposição 69 do Livro I do *Principia Mathematica* em 1687, não podemos nos esquecer, como bem observa Barra, que deveria tratar-se sempre de "um meio não resistente e que, por isso mesmo, não podia produzir mecanicamente qualquer efeito" (1994, p. 148)[93].

E quando os críticos de Newton pretendem colocar em xeque o seu projeto científico, questionando a realidade física da força da gravidade e a inteligibilidade

[93] Nesse mesmo sentido, um pouco mais adiante, Barra comenta que "Quanto à justificação dessa teoria, é evidente que Newton reconhecia o valor das críticas que lhe dirigiam os filósofos mecanicistas, particularmente pela possível caracterização da gravidade como sendo essencial à matéria. Entretanto, seus esforços para explicar a ação da gravidade, mesmo quando se limitam a postular um meio material dotado de partículas em movimento, não objetivavam encontrar as respostas que os filósofos mecanicistas estariam imediatamente dispostos a aceitar" (1994, p. 160).

Eu concordo com Barra quanto a isto e, portanto, ainda que eu me inspire diretamente no "estilo newtoniano" de Cohen para estabelecer a minha interpretação do projeto newtoniano de investigação das forças da natureza como composto por três estágios distintos (cf. nota 92 acima), não "compro" a tese choeniana de que as tentativas de Newton no terceiro estágio para solucionar o problema da causa da gravidade representam uma tentativa de "reconciliação do conceito de forças centrípetas e atrativas com a filosofia mecanicista herdada [...]" (COHEN, 1980, p. 253).

da teoria da gravitação, nosso autor sempre os responde, conforme veremos, de maneira bastante direta, afirmando não apenas que *a gravidade realmente existe* como também que *ela é compreensível*, tendo sido *provada por demonstrações matemáticas* que estariam *baseadas em experimentos e nos fenômenos da natureza*. De fato, Newton admite que *não atribuiu uma causa à gravidade*, mas não acha que isto seja um impedimento para que *a própria gravidade possa ser pensada como a causa de todos os fenômenos celestes e terrestres*, afinal, ele entende que *os mesmos seguem-se das leis que a descrevem* e, portanto, que *não há necessidade de qualquer outra coisa para explicá-los com êxito*. Além disso, nosso autor julga que *conseguir alcançar tal explicação bem sucedida desses fenômenos, mesmo sem saber a causa da gravidade, representa um autêntico progresso em filosofia natural*.

Assim, veremos que Newton procurou restringir o *Principia Mathematica* aos dois primeiros estágios (o matemático e o físico), os quais ele acreditava ter realizado com sucesso (descrevendo matematicamente a lei da gravidade e empregando-a para explicar os fenômenos dos céus e da terra), deixando, então, as considerações sobre a natureza física e a causa da gravidade para serem trabalhadas posteriormente num terceiro estágio (o mais "filosófico")[94].

[94] Segundo Cohen, "Quando, em 1679, Hooke explicitamente colocou o problema dos movimentos planetários originando-se da combinação de uma componente inercial e uma força centrípeta, Newton– em resposta– não se detém para considerar se existe qualquer tipo de força conhecida que poderia possivelmente estender-se do Sol até a Terra, ou Saturno ou além; ou se tal força era o resultado da pressão, ou de um bombardeamente de partículas etéreas, ou o efeito de um vórtice, ou o resultado de um éter de variados graus de densidade. Para Newton, essas considerações tornam-se de suprema importância em relação à força agindo sobre os planetas somente muito *depois* que ele tivesse explorado as consequências matemáticas enunciadas por Hooke. Isto é, Newton foi capaz de considerar o problema do movimento planetário em seus aspectos matemáticos, e somente mais tarde, quando ele tinha encontrado aqueles seus resultados conformes à experiência, ele enfrentou o problema físico (ou, em seus próprios termos, 'filosófico') de que tipo de entidade essa força centrípeta poderia ser" (COHEN, 1980, pp. 109-110). Para Cohen há uma "grande vantagem" em reconstruir, por meio do "estilo newtoniano", o desenvolvimento das ideias de Newton do período ao seu envolvimento com o problema proposto por Hooke: pode-se explicar porque Newton foi capaz de explorar as consequências matemáticas de quaisquer condições de força "sem ser paralisado ou desviado pelas questões de se certas forças ou condições de resistência ocorrem ou não ocorrem na natureza (ou se deveriam ou não deveriam ser assim)" (*idem*, p. 109)– lembremos que há mais informações sobre esse problema que Hooke coloca para Newton em 09 de Dezembro 1679 na nota 5 acima. Assim, teria sido só

Uma vez apresentado esse projeto newtoniano de investigação das forças na natureza e algumas das considerações de Newton sobre como pretende levá-lo adiante, passemos, agora, para uma análise de como o autor procura defendê-lo das famosas críticas de Leibniz.

após elaborar o seu "sistema do mundo" que Newton precisou confrontar os cânones aceitos pela filosofia natural de sua época, tendo, então, de lidar com "o processo de encontrar uma causa para a gravidade e de entender como a gravidade pode operar" (*idem*, p. 111). Nesse sentido, Cohen considera que "a chave para o pensamento criativo de Newton na dinâmica celeste não foi que ele considerou [num primeiro momento] as forças como propriedades reais, primárias e essenciais dos corpos ou da matéria macroscópica, mas certamente que ele poderia explorar as condições e propriedades de tais forças *como se* elas fossem reais, e sem necessitar de ser capaz de encontrar uma resposta satisfatória (ou qualquer resposta) para as questões sobre a realidade independente de tais forças. O 'estilo newtoniano' [...] possibilitou-o evitar e adiar qualquer problema relacionado à reconciliação do conceito de forças centrípetas ou atrativas com a filosofia mecanicista herdada até após [...] [o Livro III *Principia Mathematica*], quando ele tinha encontrado a evidência de que a força da gravidade 'realmente existe'" (*idem*, p. 253).

3.2 - *As Respostas de Newton às Críticas de Leibniz*

Do ponto de vista de Newton, a teoria exposta no *Principia Mathematica* foi bem sucedida em estabelecer e identificar a gravidade como a causa dos fenômenos celestes e terrestres, especialmente das órbitas planetárias. Assim, ele via esta sua obra como sendo um verdadeiro tratado de filosofia natural.

Como podemos observar já na Definição V do *Principia Mathematica*, Newton pensa a gravidade como um tipo de força centrípeta, isto é, "aquela pela qual os corpos são dirigidos ou impelidos, ou tendem, de qualquer maneira, para um ponto ou centro" (2002, p. 41); ela é vista como a causa responsável pelas mudanças nos estados de movimento que mantém qualquer corpo que gire em sua respectiva órbita. Assim, no texto que acompanha tal definição, Newton afirma:

> Se não fosse pela força da gravidade, um projétil não se desviaria em direção à Terra, mas afastar-se-ia dela em linha reta, com movimento uniforme, se a resistência do ar fosse removida. É por sua gravidade que ele é desviado continuamente de seu curso retilíneo e forçado a desviar-se em direção à Terra, mais ou menos de acordo com a força de sua gravidade e a velocidade de seu movimento. Quanto menor for sua gravidade, ou sua quantidade de matéria [ou seja, sua massa], ou quanto maior for a velocidade com a qual é arremessado, menos ele se desviará de uma trajetória retilínea, e mais longe irá. [...] Da mesma forma que um projétil [...] também a Lua, quer pela força da gravidade, se ela for dotada de gravidade [e ao final do *Principia Mathematica* Newton dirá que ela é], ou por qualquer outra força, que a impulsione para a Terra, pode ser continuamente desviada em direção à Terra, para fora do caminho retilíneo que, pela sua força inata, ela perseguiria; e seria forçada a girar na órbita que agora descreve; sem a existência de uma tal força, a Lua não poderia ser retida em sua órbita. (*Idem*, pp. 41-42.)

Além de afirmar também, logo na sequência do texto, que é necessário que se determine com precisão matemática a "quantidade" da força.

Ora, após as Proposições de I a VII do início do Livro III *Principia Mathematica*, as quais constituem o corpo do famoso argumento para a gravitação

universal[95], Newton pretende ter estabelecido com sucesso a força da gravidade como a causa pela qual se pode explicar com sucesso todo o "sistema do mundo". Ademais, ele julga também ter conseguido determinar com precisão a quantidade desta força: ela varia numa razão direta às massas e inversa aos quadrados das distâncias dos corpos que se atraem.

E a estratégia de Newton para afastar as críticas leibnizianas ao seu princípio de gravitação universal será tenta mostrar que não é porque ele não atribuiu uma causa à gravidade que ela própria não possa ser considerada a causa (evidente e inteligível) dos fenômenos naturais, tais como os movimentos dos corpos celestes.

3.2.1 - *A Carta de Newton a Leibniz (1693): A Gravidade é Suficiente para Explicar os Movimentos Celestes*

Embora breve, a correspondência de Newton com Leibniz, em 1693, é de grande importância para que possamos entender o posicionamento de Newton perante as expectativas de Leibniz de que os movimentos planetários devam ser explicados por uma teoria dos vórtices, conforme aquela que ele sustenta em seu *Tentamen* (1689)[96].[97]

---

[95] Embora o argumento propriamente dito abarque apenas as Proposições de I a VII do início do Livro III, sua construção depende diretamente dos pressupostos ou "princípios matemáticos" presentes nos Livros I e II. É importante observar que ele envolve também uma série de "hipóteses auxiliares" e a argumentos corretivos (de tipo condicional) planejados para operar em conjunto com dados observacionais idealizados, regularizando seu uso, além de estar ancorado em alguns pressupostos metodológicos que guiam o pensamento de Newton em diversos momentos ao longo dessas oito proposições. Não por acaso, tal argumento é cotado pelos estudiosos como um dos mais complexos na história do pensamento ocidental. Na minha Dissertação de Mestrado, mais precisamente no seu segundo capítulo, há uma análise detalhada desse célebre argumento de Newton para a gravitação universal (cf. MOREIRA, 2009, pp. 43-72).

[96] Podemos considerar o *Um Ensaio sobre as Causas dos Movimentos Celestes* (ou *Tentamen*), que apareceu na *Acta Eruditorum* de fevereiro de 1689, como a primeira resposta de Leibniz à teoria da gravidade apresentada no *Principia Mathematica*. Nessa obra, Leibniz defende uma teoria da gravidade baseada em vórtices, sendo estes vórtices um meio material fluído. Há uma tradução para o inglês do *Tentamen* (edição crítica) feita por Domenico Bertoloni Meli, em *Equivalence and Priority: Newton versus Leibniz* (cf. MELI, 2002, pp. 126-142).

Em sua carta a Newton, de 7 de março de 1692, após elogiar Newton pelos desenvolvimentos alcançados em geometria no *Principia Mathematica*, Leibniz afirma:

> Você fez a surpreendente descoberta que as elipses de Kepler[98] resultam meramente da concepção de atração ou gravitação e período em um planeta. E, no entanto, eu estaria inclinado a acreditar que todas estas [órbitas planetárias] são *causadas ou reguladas pelo movimento de um meio fluído* [...]. (*Apud* NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 106; grifos meus)

A resposta de Newton vem em uma carta endereçada a Leibniz, datada de 16 de outubro de 1693. Nela, Newton começa tentando convencer Leibniz de que os vórtices não promovem os movimentos dos corpos celestes, mas servem, antes, para atrapalhá-los:

> Pois os movimentos celestes são mais regulares do que se eles surgissem de vórtices e observam outras leis, tanto assim que *os vórtices contribuem não para a regulação dos movimentos dos planetas e cometas, mas para a sua perturbação* [...]. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 108; grifos meus)

Logo em seguida, Newton afirma ser força da gravidade, conforme exposta no *Principia Mathematica*, suficiente para explicar todos os movimentos dos corpos celestes e dos mares terrestres e, por conseguinte, defende que ela deva ser

---

Andrew Janiak, na Introdução à sua edição dos *Escritos Filosóficos de Newton*, nos oferece um ótimo resumo das explicações dos movimentos celestes que Leibniz apresenta no *Tentamen*: "ele pensa que os fenômenos em questão [os fenômenos celestes] devem ser entendidos como se seguindo de alguma causa que satisfaz aquilo que ele toma como sendo as estruturas da filosofia mecânica: eles devem resulta de partículas de matéria em movimento que transferem movimento somente através impacto contra outras partículas de matéria" (JANIAK, 2004, p. xxviii).

[97] É também interessante notarmos que essa correspondência é anterior à acirrada controvérsia sobre o cálculo, iniciada em 1708, quando o inglês newtoniano John Keill acusa Leibniz de ter roubado o cálculo de Newton. Isso explica o tom bastante amistoso em que ela se dá.

[98] Esta é uma referência direta a primeira das três "hipóteses" de Kepler, a qual ficou conhecida como "a lei das órbitas elípticas". Whiteside apresenta essas três "hipóteses" (ou leis) como sendo as seguintes: (1ª) os planetas movem-se em órbitas elípticas fixas em torno do Sol, localizado em um dos focos; (2ª) os raios vetores que unem os planetas ao sol descrevem áreas proporcionais aos tempos nos quais eles percorrem arcos orbitais correspondentes; (3ª) os quadrados dos tempos periódicos das trajetórias dos planetas são proporcionais aos cubos de suas ditas distâncias médias a partir do sol. Cf. WHITESIDE, 1964, pp. 120-121.

aceita como a causa verdadeira desses movimentos, em detrimento de todas as outras:

> [E] uma vez que *todos os fenômenos dos céus e do mar seguem-se precisamente, tanto quanto eu esteja ciente, de nenhuma outra coisa a não ser da gravidade* agindo de acordo com as leis descritas por mim, e visto que a natureza é muito simples, eu tenho concluído comigo mesmo que *todas as outras causas devem ser rejeitadas* [...]. (*Idem*, pp. 108-109; grifos meus)

Assim, Newton sente segurança para sustentar que os céus não devem ser preenchidos por qualquer meio material, pois tal meio, ele reforça, atrapalharia os movimentos dos corpos ali presentes, seja impedindo-os, seja perturbando a sua regularidade:

> [Q]ue *os céus serão*, até onde o possam ser, *privados de toda matéria*, [isto] *para que os movimentos dos planetas e cometas não sejam impedidos ou tornados irregulares*. (*Idem*, p. 109; grifos meus)

Esse ponto de vista será reafirmado, alguns anos mais tarde, tanto no Escólio Geral do *Principia Mathematica* (1713) quanto na Questão 28 da *Óptica* (inserida a partir da edição de 1706 e mantida nas edições posteriores: 1717, 1721 e 1730)[99]. O primeiro parágrafo do Escólio Geral contém as seguintes observações de Newton:

> A hipótese dos vórtices apresenta muitas dificuldades. [...] [As observações mostram que] Os movimentos dos cometas são extremamente regulares, são governados pelas mesmas leis que os movimentos dos planetas, não podendo de forma alguma ser explicados pela hipótese dos vórtices. (*Principia*, 1972, v.2, p. 759)

[99] As "Questões" (*Queries*) constituem a seção final da *Ópitca*. Na primeira edição em inglês (1704) eram apenas 16 Questões. Em 1706, a pedido de Newton, Clarke traduz a *Óptica* para o latim; nesta edição latina foram acrescentadas mais 7 Questões. Estas 7 Questões reaparecem na segunda edição em inglês da *Ópitca* (1717), na qual sofrem algumas modificações e são numeradas como sendo as Questões 25 a 31, antes das quais formam inseridas as então 8 novas Questões 17 a 24. Essas 31 Questões foram mantidas também nas outras duas edições posteriores em inglês, a de 1721 e a 1730, tendo sido esta última preparada pelo próprio Newton, mas só publicada postumamente.

E, no penúltimo dos seis longos parágrafos que compões este Escólio ele afirma que:

> Até aqui, expliquei os fenômenos dos céus e dos mares mediante a força da gravidade [...]. E é suficiente que a gravidade exista, atue segundo as leis por nós expostas e seja capaz de sustentar todos os movimentos dos corpos celestes e do nosso mar. (*Ibidem*)

Também num trecho da referida Questão 28, podemos verificar que Newton é bastante explícito ao afirmar que:

> [Um] fluído denso [...] serve somente para perturbar e retardar os movimentos [dos planetas e dos cometas] [...], então não existe nenhuma evidência de sua existência; e, portanto, deve ser rejeitado. (1979, p. 39)

Agora que sabemos da recusa de Newton em admitir uma explicação dos movimentos dos corpos celestes em termos de um meio fluído, segundo os padrões da filosofia mecanicista incorporados por Leibniz para tratar dos mesmos, e, além disso, que Newton pensa ser a sua força da gravidade uma explicação suficiente para tais movimentos, vejamos, então, como ele pretende defender o princípio da gravitação universal das críticas de Leibniz que o acusam de ser ou um milagre ou uma qualidade oculta escolástica justamente porque Newton não oferece no *Principia Mathematica* uma explicação em termos mecânicos para a gravidade.

3.2.2 - A Carta de Newton ao Editor das "Memoirs of Literature" (1712): A Gravidade Não é um Milagre nem uma Qualidade Oculta Escolástica, mas Sim uma Lei da Natureza e uma Qualidade Manifesta da Matéria

Quase vinte anos depois de sua última correspondência com Leibniz, Newton terá novamente a oportunidade de responder ele próprio, e de maneira muito direta, as críticas leibnizianas contra seu princípio de gravitação universal. Vejamos como se dá o ocorrido.

Em 17 de fevereiro, de 1711, Leibniz escreveu uma carta a Nicholas Hartsoeker, um ferrenho crítico do newtonianismo, a qual foi publicada na edição de 5 de maio de 1712 do *Memoirs of Literature*, um jornal "científico" que circulava na época. Nesta carta, Leibniz acusa Newton de postular um princípio milagroso ou uma qualidade oculta escolástica no domínio da filosofia da natural, justamente por conta de não haver no *Principia Mathematica* nenhuma explicação mecânica para a causa da gravidade e nem para o seu modo de operar. Assim, na opinião de Leibniz, Newton teria falhado não apenas em determinar a causa da gravidade (o que permitia a Leibniz acusar a força da gravidade newtoniana de ser uma qualidade oculta escolástica) como também em estabelecer a própria gravidade como a causa dos fenômenos naturais (o que fez com que Leibniz entendesse a ação da força gravidade como milagrosa).

Newton teve acesso direto a essas críticas de Leibniz, pois Roger Cotes (o editor da segunda edição do *Principia Mathematica*) assinava o *Memoirs of Literature* e fez questão de entregar o exemplar do jornal contendo a referida carta de Leibniz nas mãos de Newton[100]. Frente a isso, ainda em maio de 1712, Newton escrever uma carta ao editor do *Memoirs of Literature*, a quem ele pede que a mesma seja publicada para que se faça justiça ao seu direito de defesa. Nesta carta, Newton responde vigorosamente as críticas de Leibniz, afirmando que não é porque ainda não atribuiu uma causa à gravidade que ela própria não deva ser considerar a causa verdadeira e natural dos fenômenos físicos. Para tanto, Newton irá sustentar que a gravidade não deve ser entendida como uma qualidade oculta escolástica e nem sua ação deve ser tida como milagrosa, o que, por sua vez, ele pretende conseguir mostrando que a gravidade é uma qualidade experimentalmente manifesta e que ela é a causa única, suficiente e responsável por manter os planetas em suas órbitas, desviando-os das suas trajetórias inerciais ao longo das tangentes dessas órbitas e deve, portanto, ser reconhecida como uma legítima lei da natureza.

[100] A esse respeito, cf. JANIAK, 2004, p. xxix.

Pretendo mostrar que as discordâncias entre Leibniz e Newton sobre qual estatuto ontológico atribuir à gravidade universal podem ser tomadas como resultado das profundas divergências metodológicas existentes entre ambos. Segundo penso, isso ficará claro se levarmos em conta que, na época, Newton também escreveu a sua conhecida "*Account* [Exposição]"[101], publicada anonimamente nas *Philosophical Transactions* (1714-1715)– mas que reporta-se a uma discussão iniciada no ano de 1712–, exposição na qual ele irá inclui várias comparações entre o que toma como sendo a "filosofia experimental" newtoniana e a "metafísica" promovida por Leibniz, acabando por afirmar, assim, as diferenças filosóficas e metodológicas que os distinguiam. Este texto indica não apenas que Newton tinha conhecimento direto das contribuições de Leibniz nas matemáticas e na dinâmica, como também que ele estava familiarizado com os conteúdos de alguns dos trabalhos de cunho propriamente metafísico de Leibniz, com, por exemplo, a tese leibniziana da harmonia pré-estabelecida. Além do mais, veremos que Newton reafirma essas divergências entre ele e Leibniz em vários momentos ao longo de seus outros escritos, quando trata de questões de cunho científico e filosófico.

Dadas essas considerações, passemos, então, a análise propriamente dita da carta que Newton envia ao editor do *Memoirs of Literature*, em maio de 1712, atentando, principalmente, para como ele pretende nesta carta afastar as críticas de Leibniz ao seu princípio de gravitação universal. Ao mesmo tempo, usarei, também, algumas das considerações metodológicas que Newton faz em outros de seus textos, seja para ajudar a esclarecer os seus pronunciamentos na referida

[101] A inflamada controvérsia em torno da prioridade do cálculo envolvendo Newton e Leibniz tem seu clímax quando a Royal Society publica um livro intitulado *Commercium Epistolicum* (1712), o qual pretendia mostrar que Newton havia sido o inventor original do cálculo e que Leibniz o teria plagiado. Foi o próprio Newton, na época o então presidente da Royal Society, quem redigiu em segredo esse livro. Dois anos depois, Newton escreve também uma longa resenha dele, reiterando sua posição; esta resenha foi publicada anonimamente nas *Philosophical Transactions* de número 342 (janeiro e fevereiro de 1714-1715) da Sociedade sob o título de *An Account of the Book Entituled Commercium Epistolicum* [Uma Exposição do Livro Intitulado *Commercium Epistolicum*].

carta, seja para mostrar como as ideias nela contidas são desenvolvidas em textos posteriores do autor.

De início, cabe notar que, logo após pedir seu direto de resposta ao editor do *Memoirs of Literature*, Newton parte imediatamente para uma apresentação das críticas de Leibniz a sua teoria. Isto é feito, citando um trecho da carta de Leibniz a Hartsoeker:

Assim, diz Newton:

> Ele [i. é, Leibniz] escreve desta maneira: "Pode ser dito em um sentido bastante justo que cada coisa é um milagre continuado, isto é, digno de admiração, mas me parece que o exemplo de um planeta que gira e conserva seu movimento em sua órbita sem qualquer outra ajuda exceto aquela de Deus, sendo comparado com um planeta mantido em sua órbita pela ação da matéria que constantemente o impele em direção ao sol, mostra claramente aquele diferença existente entre os milagres naturais razoáveis e aqueles que são propriamente então chamados sobrenaturais, ou, antes, entre uma explicação razoável e uma ficção inventada para sustentar uma opinião infundada. Tal é o método daqueles que, depois do Sr. Aristarco de Roberval, dizem que todos os corpos atraem uns aos outros por uma lei da natureza, a qual Deus criou no início das coisas, [p]ois não alegando nada mais para obter um tal efeito, e não admitindo nada que foi feito por Deus por meio do que pode se mostrar como ele atinge aquele fim, eles têm recorrido a um milagre, isto é, a uma coisa sobrenatural, que continua eternamente, quando a questão é descobrir uma causa natural". (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 115)

Isto é, Newton começa sua carta já considerando a crítica de Leibniz segundo a qual este afirma que, uma vez que a ação da gravidade não se explica mecanicamente (isto é, por um meio mecânico), ela deve, então, explicar-se como um milagre, isto é, algo sobrenatural; ela não pode, portanto, segundo esta perspectiva, ser tida como a causa natural dos movimentos planetários.

> Foi provado por alguns que todos os corpos sobre a superfície da terra gravitam em direção à terra em proporção à quantidade de matéria em cada um deles, que a lua tende em direção à terra e todos os planetas uns em direção aos outros pela mesma lei, e que por esta tendência todos os seus movimentos são executados. Estas coisas foram provadas por demonstrações matemáticas baseadas em experimentos e nos fenômenos da natureza, e o próprio Sr. Leibniz não pode negar que elas foram provadas. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 115)

Ao ler esta passagem, notamos que, quando considera o modo de operar da gravidade, Newton relaciona a ação desta força apenas à "quantidade de

matéria" dos corpos, mas não faz referência nenhuma a necessidade de um meio material para que ela se dê por contato. É também interessante notar que, já de início, ele faz questão de salientar que as coisas por ele afirmadas sobre a gravidade foram "provadas" por demonstrações matemáticas e que, além disso, têm um embasamento em experimentos e nos fenômenos naturais. Ora, mesmo numa primeira leitura, essas primeiras considerações de Newton acerca da gravidade parecem estar alinhadas com o seu projeto de investigar as forças da natureza a partir dos fenômenos do movimento, e, a partir dessas forças, de expressão matemática, demonstrar, então, os demais fenômenos. Mas, antes de nos aprofundarmos nessas questões, vejamos o que Newton diz apenas algumas linhas abaixo:

> Porque eles [Newton e seus partidários] não explicam a gravidade por uma hipótese mecânica, ele [Leibniz] os acusa de torná-la uma coisa sobrenatural, um milagre e uma ficção inventada para sustentar uma opinião infundada e compara o método deles àquele do Sr. Aristarco de Roberval, que é o mesmo que chamá-lo de romântico [i. é, fictício]. Eles mostram que existe uma gravidade universal e que todos os fenômenos dos céus são o efeito dela e com a causa da gravidade eles não se intrometem, mas a deixam para ser descoberta por aqueles que podem explicá-la, quer mecanicamente, quer de outro modo. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 115-116)

Assim, depois de ter afirmado no trecho anterior que chegou ao conhecimento da gravidade e suas leis mediante "demonstrações matemáticas baseadas em experimentos em nos fenômenos da natureza", Newton, agora, reconhece que não atribuiu uma causa mecânica à gravidade (como, por exemplo, Leibniz fazia recorrendo a sua hipótese dos vórtices) e mostrar ter consciência de que este é o motivo da gravidade ser entendida por Leibniz ou como um milagre ou como uma ficção sem fundamento, isto é, ou como algo ininteligível ou algo meramente fantasioso, tal qual o eram, na opinião dos modernos, as qualidades ocultas escolásticas, postuladas no intuito de tentar sustentar aquelas opiniões que não podiam ser referendadas pela ciência oficial. Ademais, Newton afirma a existência da gravitação universal, afirma que ela é causa de todos os fenômenos celestes, *mas se diz alheio a causa da gravidade.* Logo após reconhecer tais

coisas, Newton prossegue, citando ainda outro trecho da carta de Leibniz a Hartsoeker, da seguinte maneira:

> Mas o Sr. Leibniz continua: "Os antigos e os modernos, os quais reconhecem que a gravidade é uma *qualidade oculta*, têm razão, se eles querem dizer com isto que há um certo mecanismo desconhecido para eles, por meio do qual todos os corpos tendem ao centro da terra. Mas se eles querem dizer que a coisa é executada sem qualquer mecanismo por um uma simples *qualidade primitiva*, ou por uma lei de Deus, que produz aquele efeito sem usar qualquer meio inteligível, ela é uma qualidade oculta irracional, e desse modo tão oculta, que é impossível que se torne em algum momento clara, mesmo que um anjo ou Deus ele próprio tentassem explicá-la". (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 116)

Isto é, apresenta-se aqui o sentido preciso em que Leibniz critica o caráter oculto da gravitação universal: não há qualquer mecanismo que possa ser apontado como o agente causal que gera a gravidade, logo, ela passa a ser vista como uma "qualidade primitiva" da matéria e, portanto, essencial à mesma. Ora, conforme visto conforme visto no primeiro capítulo desta Tese, as qualidades ocultas essenciais eram precisamente aquelas da tradição do aristotelismo escolástico; e nos lembremos, também, que estas qualidades ocultas escolásticas eram tidas, no início da modernidade, como sendo ininteligíveis, não porque fossem insensíveis, mas porque não eram redutíveis às explicações mecânicas então admitidas pelos partidários da "nova" filosofia.

Mas Newton não só não está disposto a concordar com o julgamento de Leibniz acusando a gravidade de ser uma qualidade oculta ininteligível, como também rejeita o próprio pressuposto da filosofia mecânica sustenta este juízo:

> Elas [i.é., a gravidade, a dureza e a *vis inertiae*] são naturais, reais, razoáveis, qualidades manifestas de todos os corpos, estabelecidas neles pela vontade de Deus desde o início da criação e completamente impróprias para serem explicadas mecanicamente. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 116)

E, ao negar este pressuposto da filosofia mecânica, Newton, ao mesmo tempo, está negando diretamente as duas conhecidas acusações de Leibniz que nele se baseiam: a gravitação universal explicando-se ou como um milagre ou por meio de uma qualidade oculta escolástica– em ambos os casos implicam numa

avaliação da gravidade como sendo ininteligível e, portanto, como não aceitável no domínio das explicações científicas. Newton expressa textualmente a sua discordância em relação ao julgamento de Leibniz no que diz respeito a cada um destes pontos:

> E, por conseguinte, se algum homem dissesse que os corpos atraem um ao outro por um poder cuja causa é desconhecida para nós, ou por um poder instituído na estrutura da natureza pela vontade de Deus, ou por um poder estabelecido numa substância na qual os corpos se movem e flutuam sem resistência e que, portanto, [...] agem por outras leis que não são aquelas mecânicas, eu não sei porque se deveria dizer que ele que ele introduz milagres bem como qualidades ocultas e ficções no mundo, pois o próprio Sr. Leibniz pouco deseja dizer que pensar é mecânico como dever ser se explicá-lo de outro modo significa fabricar um milagre, uma qualidade oculta e uma ficção. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 116)

Em outras palavras, Newton não considera a gravidade nem como um milagre, nem como uma qualidade oculta da matéria; afinal, se a falta de uma explicação mecânica para algo implicasse necessariamente este algo deve, então, explicar-se como um milagre, uma qualidade oculta e uma ficção, isto é, por coisas que nos são ininteligíveis, teríamos que o próprio pensar (que não parece se explicar mecanicamente) é ininteligível, o que representaria uma evidente contradição.

Por fim, Newton faz uma paráfrase de um último trecho da carta de Leibniz a Hartsoeker, no qual Leibniz afirma que Deus não poderia ter criado um mundo no qual os movimentos dos planetas não fossem dependentes de uma causa mecânica ou inteligível, pois isso significaria ter de recorrer a um milagre para explicá-los:

> Mas ele [Leibniz] vai além e nos diz que Deus *não poderia criar planetas* que se movessem em volta deles próprios, sem qualquer causa que impedisse o seu afastamento pela tangente, [p]ois [neste caso] um milagre pelo menos deve *reter o planeta*. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 117)

E lembremos que, conforme visto no segundo capítulo desta Tese, para Leibniz, isto tem relação direta com a sua tese da harmonia pré-estabelecida–

segundo a qual, após Deus realizar o milagre da criação do mundo, tudo o que vem depois deve, necessariamente, ser explicado em termos mecânicos– e com o seu princípio de razão suficiente– pelo qual se afirma que nada acontece sem uma causa capaz de explicá-lo e, desse modo, torná-lo inteligível; o que, no domínio da física, implicaria dizer que os fenômenos devem ser explicados mecanicamente e que esta seria a única explicação capaz de tornar tais fenômenos inteligíveis.

Newton, por outro lado, defende um voluntarismo teológico e afirma que, se Deus o quisesse, certamente poderia criar planetas que fossem mantidos em suas órbitas exclusivamente pela força de suas gravidades e que isso não implicaria, de nenhum modo, realizar um milagre na natureza. Pelo contrário, na opinião do autor, a capacidade de entender a gravidade como a causa que mantém os planetas em suas respectivas órbita, impedindo-os de se seguirem uma trajetória inercial pela tangente, representa um verdadeiro e considerável progresso em filosofia natural:

> Mas certamente Deus poderia criar planetas que se movessem em volta deles mesmos sem qualquer outra causa a não ser a gravidade que impediria o seu afastamento pela tangente, pois a gravidade sem um milagre pode reter os planetas [em suas órbitas]. E entender isto, sem saber a causa da gravidade, é um progresso tão bom em filosofia como o entender a estrutura de um relógio e a dependência das engrenagens umas sobre as outras, sem saber a causa da gravidade do peso que move a máquina, o é na filosofia do mecanismo do relógio, ou como o entendimento da constituição dos ossos e músculos e sua conexão no corpo de um animal e como os ossos são movidos pela contração ou extensão dos músculos, sem saber como os músculos são contraídos ou estendidos pelo poder da mente, o é na filosofia do movimento animal. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 117)

Mas, o que precisamente Newton quer dizer em suas cartas quando replica as acusações de Leibniz afirmando que a gravidade “age de acordo com certas leis”, que “é provada por demonstrações matemáticas”, que está “baseada em experimentos e nos fenômenos da natureza”, que é “natural, real, razoável, uma qualidade manifesta de todos os corpos e estabelecida pela vontade de Deus desde o início da criação” e, além disso, que “a natureza é muito simples” e, também, que “todas as outras causas devem ser rejeitadas”? E porque está ele tão convencido de que entender a gravidade como a causa dos fenômenos

naturais, sem saber a causa dela própria, deve ser tomado como um avanço em filosofia natural? Dito de outro modo, se o próprio Newton reconhece que "não se intromete" com a causa da gravidade, como, então, espera ele afastar as críticas de Leibniz ao seu princípio de gravitação universal, visto que essa crítica tem origem justamente no problema de explicar a causa da gravidade dentro da teoria de Newton?

Poder-se-ia dizer que os sucessos explanatório e preditivo da teoria da gravitação não justificariam abandoná-la, ainda que ela envolvesse uma ideia ininteligível. Todavia, como nos faz notar Barra, quando considera a crítica dos cartesianos ao caráter absurdo ou ininteligível da gravitação universal (crítica a qual também decorria do problema de explicar a causa da gravidade e, desse modo, era análoga às críticas de Leibniz e de Huygens, conforme pudemos ver acima), "não se deve exagerar no peso desse critério", pois ele não foi suficiente não foi suficiente para convencer o autor da resenha no *Journal des Sçavans*, nem Huygens, nem Leibniz, "cuja importância no cenário da filosofia natural do séc. XVII não se pode questionar"[102].

Sendo assim, qual poderia ser a razão apontada por Newton para justificar a aceitabilidade da sua teoria perante as severas críticas de Leibniz? Em outras palavras, como Newton pretende sustentar todas as afirmações que, conforme acabamos de ver, ele faz em relação à gravidade procurando defendê-la dessas conhecidas críticas leibnizianas? Minha intenção aqui é mostrar que essas afirmações de Newton podem ser adequadamente compreendidas se examinadas à luz das considerações epistemológicas e metodológicas que ele faz tanto em relação à gravitação universal propriamente dita quanto em relação às diferenças existentes entre ele e Leibniz; e tais considerações teriam sido articuladas com sucesso por Newton em torno do seu projeto de explicação das forças na natureza.

[102] BARRA, 1995, p. 238.

3.3 - *O Método da "Filosofia Experimental" Newtoniana como a Chave para Salvaguardar a Aceitabilidade e a Sustentabilidade da Teoria da Gravitação*

De início, cabe observar que o único acesso epistêmico que Newton reconhece ser possível à matéria e às suas propriedades deve estar fundado exclusivamente nos fenômenos das coisas. Assim, a experiência é tida como a única fonte de evidência que nos permite chegar ao conhecimento do que seja a matéria ou corpo (termos usualmente tomados por Newton como sendo sinônimos)[103] e do que seja a sua gravidade. Esse tipo de posicionamento assumido por Newton fica bastante evidente numa passagem retirada de um rascunho do Escólio Geral:

> A partir dos fenômenos, conhecemos as propriedades das coisas e, a partir das propriedades, concluímos que as coisas existem e as chamamos de substâncias; mas não temos quaisquer ideias das substâncias. Vemos apenas as figuras e cores dos corpos, ouvimos apenas os sons, tocamos apenas as superfícies externas, cheiramos os odores e degustamos os sabores: as substâncias ou essências mesmas nós não conhecemos por meio de nenhum sentido nem de nenhuma ação reflexiva e, por isso, não temos mais ideia delas do que um cego tem das cores. E, quando se diz que temos uma ideia de Deus ou uma ideia de corpo, nada deve ser entendido exceto que temos uma ideia das propriedades ou atributos de Deus ou uma ideia das propriedades pelas quais os corpos se distinguem de Deus ou uns dos outros. Por isso que em nenhum lugar discutimos sobre as ideias das substâncias abstraídas das propriedades, nem deduzimos nenhuma conclusão a partir delas. (NEWTON, 1962, p. 354)

Assim, pode-se dizer que Newton advoga certo tipo certo tipo de "epistemologia fenomenalista"– a qual fundamenta não apenas a aceitação e a rejeição das entidades que se deve admitir como existindo na natureza como também o próprio conhecimento que se poder ter acerca destas entidades[104]– que parece ser a outra face de uma espécie de "ceticismo geral" no que diz respeito a nossa capacidade de conhecer as substâncias ou essências mesmas das coisas[105]. Essa mesma postura é reafirmada num trecho posterior do mesmo

[103] A este respeito, cf. nota 9 acima.
[104] A este respeito, cf. BARRA, 1995, pp. 231-233.
[105] A este respeito, cf. MCMULLIN, 1978, p. 8.

rascunho supracitado do Escólio Geral, de forma ainda mais enfática, quando Newton discorre sobre a impenetrabilidade dos corpos materiais:

> Nós não conhecemos as substâncias das coisas. Nós não temos nenhuma ideia delas. Nós apenas deduzimos suas propriedades dos fenômenos, e das propriedades o que as substâncias podem ser. Que os corpos não penetram uns aos outros nós deduzimos dos fenômenos exclusivamente; que as substâncias de diferentes tipos não penetram umas as outras de modo algum se mostra dos fenômenos. [...] [Entretanto,] nós não devemos afirmar precipitadamente que isto [a impenetrabilidade das substâncias] não pode ser inferido dos fenômenos. (NEWTON, 1962, p. 360-361)

Assim, Newton procurará estabelecer a gravidade como uma das qualidades universais (mas não essenciais)[106] da substância material e a sustentará como a causa a ser empregada para explicar o "sistema do mundo" apenas com base naquilo que lhe é acessível por meio dos fenômenos naturais.

Essa postura assumida por Newton aparece tipificada nas suas considerações a respeito do modo pelo qual ele procede em sua "filosofia experimental", quando se propõe a considerar as causas das coisas:

> A filosofia adotada pelo Sr. *Newton*, em seus *Principia* e em sua *Óptica*, é experimental; e não compete à filosofia experimental ensinar as causas das coisas mais do que é possível demonstrá-las através de experimentos. Não devemos atulhar essa filosofia de opiniões que não possam ser comprovadas pelos fenômenos. Nessa filosofia, as hipóteses não têm lugar, a não ser como conjecturas ou perguntas formuladas para serem examinadas através de experimentos. Por essa razão, o Sr. *Newton*, em sua *Óptica*, estabeleceu uma distinção entre as coisas que foram confirmadas pelos experimentos e as que se mantiveram incertas, as quais, por conseguinte, ele formulou, no final de sua *Óptica*, sob a forma de questões [...]. (NEWTON, *An Account*, *apud* COHEN e WESTFALL, 2002, pp. 203-204)

Nesse sentido, uma vez que a experiência mostra que um meio fluído serve antes para retardar do que para favorecer os movimentos dos corpos celestes, conforme Newton observa em sua carta a Leibniz, de 16 de outubro de 1693, ele sente-se seguro para, nesta mesma carta, afirmar que:

[106] Para uma análise da gravidade como uma qualidade universal, mas não essencial da matéria, e dos problemas implicados nesta questão, cf. MOREIRA, 2008.

> [...] os céus serão, até onde o possam ser, privados de toda matéria, [isto] para que os movimentos dos planetas e cometas não sejam impedidos ou tornados irregulares. (NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p. 109; grifos meus)[107]

E uma vez que pela experiência temos acesso apenas aos fenômenos das coisas, mas de modo algum às suas essências mesmas, conforme defende Newton, ele em nenhum poderia deixar de negar que a gravidade fosse essencial à matéria. Assim, Newton escreve na sua carta a Benteley, em 25 de fevereiro de 1692:

> Você às vezes fala da gravidade como essencial e inerente à matéria. Eu lhe peço, não atribua essa noção a mim; pois a causa da gravidade e algo que eu não finjo saber e, portanto, que levaria mais tempo para ponderar a respeito. (NEWTON, 1959-1977, v.3, p. 298)

Uma atitude equivalente será sustentada por Newton, anos mais tarde, em sua nota introdutória à segunda edição da *Óptica*, em 1617:

> E para mostrar que eu não considero a gravidade como uma propriedade essencial dos corpos, eu acrescentei uma questão que trata da sua causa, preferindo propô-la em forma de pergunta, porque ainda não estou satisfeito quanto a isso por falta de experimentos. (*Opticks*, p. cxxiii)

Ora, mas se a gravidade não pode ser tomada como uma propriedade essencial dos corpos, ela tampouco poderá ser considerada uma qualidade oculta escolástica, uma vez que, conforme explicado na subseção 1.2.3 do primeiro capítulo desta tese, este tipo de qualidade deveria necessariamente estar ligada às essências dos corpos. E este parece ser justamente o motivo que permite a Newton negar que a gravidade deva ser considerada uma "'qualidade oculta' ou 'ficção inventada'" em sua carta ao editor das *Memoirs of Literature*, em 1712 (cf. NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, pp. 115 e 116).

Conforme sabemos, Leibniz considerou a gravidade universal newtoniana como uma qualidade oculta da matéria precisamente porque Newton não havia,

[107] Conforme apresentado na seção 3.2.1 acima, Newton faz afirmações equivalentes no Escólio Geral (cf. *Principia*, 1972, v.2, p. 759) e na Questão 28 (cf. *Óptica*, 1979, p. 39).

no *Principia mathematica*, atribuído uma causa mecânica à mesma. Sabemos, também, que o próprio Newton reconhece na carta supracitada que, de fato, não atribuiu uma causa à gravidade (cf. NEWTON, *Philosophical Writings*, 2004, p 116). E também essa atitude de Newton pode ser compreendida como coerente com a metodologia da sua "filosofia experimental", à qual "não compete [...] ensinar as causas das coisas mais do que é possível demonstrá-las através de experimentos" (NEWTON, *An Account*, *apud* COHEN e WESTFALL, 2002, p. 203). Além disso, Newton considera ainda que, já que "[n]ão devemos atulhar essa filosofia de opiniões que não possam ser comprovadas pelos fenômenos", nela "as *hipóteses*[108] não têm lugar, a não ser como conjecturas ou perguntas formuladas para serem examinadas através de experimentos" (NEWTON, *An Account*, *apud* COHEN e WESTFALL, 2002, pp. 203-204; grifo meu).

Mas, pela experiência, jamais temos acesso à causa última da gravidade e também não nós é mostrado que há um meio material através do qual a gravidade exerça sua ação. Por esse motivo, Newton acha mais correto e conveniente não se pronunciar, no *Principia mathematica*, seja sobre a causa da gravidade, seja sobre o seu *modus operandi*, mas afirmar apenas a proporção matemática que expressa a intensidade dessa força de atração mútua entre os corpos:

[108] Sobre o conceito de hipótese, Newton discorre longamente em uma carta que escreve a Cotes, em 28 de março de 1713: "Recebi sua carta de 18 de fevereiro, e a dificuldade que o senhor menciona nas palavras '*Et cum Attractio ominis mutua sit*' é eliminada ao considerarmos que, assim como, na geometria, a palavra hipótese não é tomada num sentido tão amplo que inclua os axiomas e os postulados, também na filosofia experimental ela não deve ser tomada em sentido tão amplo a ponto de incluir os princípios ou axiomas primordiais que denomino de leis do movimento. Esses princípios são deduzidos dos fenômenos e generalizados por indução, o que é a mais alta comprovação que uma proposição pode ter nessa filosofia. E a palavra 'hipótese' é usada por mim, aqui, apenas para expressar uma proposição que não seja um fenômeno nem seja deduzida de qualquer fenômeno, mas presumida ou proposta, sem nenhuma comprovação experimental. Ora, a atração recíproca e reciprocamente igual dos corpos é uma ramificação da terceira lei do movimento, e a maneira como essa ramificação é deduzia dos fenômenos pode ser vista no fim dos corolários das leis do movimento [...]. Se um corpo atrair outro corpo contínuo e não for mutuamente atraído pelo outro, o corpo atraído impulsionará o outro para frente e os dois partirão com um movimento acelerado em direção ao infinito, como que por um princípio automovente, ao contrário da lei do movimento, mas não existe nenhum fenômeno assim em toda a natureza." (*Apud* COHEN e WESTFALL, 2002, pp. 155-156).

> E, no final desse livro, na segunda edição, disse ele [Newton] que, por falta de um número suficiente de experimentos, abstinha-se de descrever as leis das ações do espírito ou do agente pelo qual essa atração é exercida. E pela mesma razão silenciou Newton quanto à causa da gravidade, não tendo havido nenhum experimento ou fenômeno pelo qual ele pudesse demonstrar qual era a sua causa. E isso ele declarou abundantemente em seus *Principia*, perto do início do texto usando as seguintes palavras: "Pois pretendo fornecer aqui somente uma ideia matemática dessas forças, sem consideras suas causas e localizações físicas". (NEWTON, *An Account*, *apud* COHEN e WESTFALL, 2002, p. 204)

Tudo isso Newton já havia considerado no penúltimo, e talvez o mais famoso, dos parágrafos que compõem o conhecido Escólio Geral (1713), quando e onde ele dá início a uma discussão metodológica sobre o princípio de gravitação universal, justamente no intuito de afastar qualquer possibilidade de que tal princípio possa ser considerado ininteligível e, consequentemente, inaceitável nas explicações físicas. Cito:

> Até aqui, expliquei os fenômenos dos céus e dos mares mediante a força da gravidade, mas ainda não atribuí uma causa à gravidade. Em todo caso, essa força origina-se de alguma causa que penetra até o centro do Sol e dos planetas, sem diminuição de poder, e que age (...) segundo a quantidade de matéria sólida, e cuja ação se estende por todos os lados a imensas distâncias, decrescendo sempre na razão duplicada das distâncias. (...) Porém, ainda não pude deduzir a razão dessas propriedades da gravitação a partir dos fenômenos e não invento hipóteses. Pois tudo aquilo que não é deduzido a partir dos fenômenos deve ser chamado de *hipótese*, e hipóteses, quer metafísicas, quer físicas, quer de qualidades ocultas, quer mecânicas, não têm lugar na *filosofia experimental*. Nessa filosofia, as proposições são deduzidas a partir dos fenômenos, tornadas gerais por indução. Assim, a impenetrabilidade, a mobilidade e a força impulsiva dos corpos e as leis dos movimentos e da gravidade tornaram-se conhecidas. E é suficiente que a gravidade exista, atue segundo as leis por nós expostas e seja capaz de sustentar todos os movimentos dos corpos celestes e do nosso mar. (NEWTON. *Principia Mathematica*, 1972, v.2, p. 764; grifos meus)[109]

[109] Cabe lembrar que essas considerações que Newton apresenta no Escólio Geral já tido um desenvolvimento prévio no início do texto de uma "*Conclusio*" projetada para fazer parte da primeira edição do *Principia Mathematica*, mas que acabou não sendo aproveitada na versão final do texto de 1687. Ele inicia a "*Conclusio*" da seguinte forma: "Até aqui expliquei o sistema desse Mundo visível enquanto concerne ao movimento dos corpos maiores que podem ser facilmente percebidos. Mas existem outros inúmeros movimentos locais que, por causa da pequenez dos corpúsculos que os realizam, não podem ser percebidos, como o movimento das partículas nos corpos quentes, nos corpos fermentantes, nos corpos em putrefação, em vegetação, nos órgãos dos sentidos e em coisas semelhantes. Se alguém tivesse desvendado com êxito todos esses movimentos, eu estaria a ponto de afirmar que esse alguém teria descoberto toda natureza corpórea enquanto concerne às causas mecânicas das coisas. Encarreguei-me o mínimo possível de cultivar com acuidade essa parte da Filosofia. Entretanto, é preciso que eu digha concisamente que a natureza é muito simples e consoante consigo mesma, seja qual for a razão que mantém nos movimentos dos corpos maiores, a mesma razão deverá ser mantida no movimento dos menores. Aqueles movimentos dependem de certas forças atrativas maiores dos corpos maiores,

Passemos, então, a uma análise deste trecho do Escólio Final do *Principia Mathematica*, a fim de esclarecer um pouco mais as razões apontadas por Newton para justificar a aceitabilidade da sua teoria perante as críticas que lhe são dirigidas por Leibniz.

3.3.1 - *O Penúltimo Parágrafo do Escólio Geral como Uma Resposta ao Problema da Causa da Gravidade*[110]

Almejando uma exposição o mais clara possível da minha análise, preferi desmembrar o trecho em questão do Escólio Geral em várias partes.

> Até aqui, expliquei os fenômenos dos céus e dos mares mediante a força da gravidade, mas ainda não atribuí uma causa à gravidade. Em todo caso, essa força origina-se de alguma causa que penetra até o centro do Sol e dos planetas, sem diminuição de poder [...]. (*Principia*, 1972, v.2, p. 764)

Já nas linhas iniciais, Newton admite ainda não ter atribuído uma causa à gravidade. Mas, mesmo sem apresentar tal causa ou explicação, ele tenta esclarecer conceitualmente um pouco do que seja essa "força gravitacional", argumentando que ela "origina-se de alguma causa que penetra até o centro do Sol e dos planetas". Ora, ao afirmar tal coisa sobre a gravidade, o autor parece ter a intenção de identificá-la como sendo extrínseca aos corpos; assim sendo, ela não poderia ser considerada essencial à matéria, mas deveria ser causada por algum agente externo ainda não identificado.

---

suspeito que estes dependam de forças ainda não reconhecidas das partículas insensíveis. Pois é manifesto pelas forças da gravidade, do magneto e da eletricidade que existem várias espécies de forças naturais, e, que, ainda possam existir muitas, são deve ser negado pelo receio." (NEWTON, U.L.C. Add. 4005, fols. 25-28, 30-37, *Apud* BARRA, 1994, p. 150).

[110] Tomo aqui como pressuposto o segundo capítulo da minha Dissertação de Mestrado, intitulado "O Argumento de Newton para a Gravitação Universal" (cf. MOREIRA, 2009, pp. 43-72), no qual analiso cuidadosamente o referido argumento. Isto é importante porque é esse argumento que Newton tem em mente todas as vezes que se refere ao procedimento de "deduzir proposições a partir dos fenômenos" e "torná-las gerais por indução", procedimento este que, segundo o próprio Newton, define a metodologia da sua "Filosofia Experimental". Algumas considerações gerais sobre este famoso argumento de Newton constam da nota 95 acima.

Logo em seguida, Newton acrescenta algumas considerações gerais sobre o modo de atuar da força gravitacional:

> [Ela] age segundo a quantidade de matéria sólida, e cuja ação se estende por todos os lados a imensas distâncias, decrescendo sempre na razão duplicada das distâncias. (*Principia*, 1972, v.2, p. 764)

Assim, quando vai falar da ação da gravidade, Newton limita-se a afirmar apenas a proporção matemática que expressa a variação de intensidade dessa força de atração mútua dos corpos, e tal variação leva em conta exclusivamente a "quantidade de matéria sólida [ou massa]" dos corpos que se atraem e as respectivas "distâncias" que os separam; não nenhuma referência a necessidade de um meio material que explique a força atuando por contato.

O texto do Escólio prossegue com a seguinte afirmação:

> Porém, ainda não pude deduzir a razão dessas propriedades da gravitação a partir dos fenômenos e não invento hipóteses [*hypotheses non fingo*]. (*Principia*, 1972, v.2, p. 764)

Aqui Newton se diz incapaz de identificar positivamente a causa e, por conseguinte, o modo de operar da gravidade e justifica esta sua incapacidade pelo fato de não ter encontrado experimentalmente nenhuma razão que pudesse ser indicada como tal razão. E embora o "ainda" possa dar a entender que Newton acreditava poder alcançar essa razão em um momento futuro, isso não resolve o seu problema atual. Perante essa situação, Newton afirma "não invento hipóteses" [*hypotheses non fingo*]. Assim, o famoso enunciado "*hypotheses non fingo*" apresenta-se neste contexto como um posicionamento assumido por Newton diante do problema de atribuir uma causa à gravidade e, por conseguinte, explicar também o seu modo de atuação. Logo, parece que se conseguirmos determinar com precisão o sentido deste célebre enunciado de Newton, alguma luz também será sobre o modo pelo qual o autor procura afastar as críticas leibnizianas oriundas do problema de se explicar a causa da gravidade.

É evidente que para determinar o sentido do "*hypotheses non fingo*", será necessário esclarecer tanto o que Newton entende por "hipótese" quanto o porquê da sua recusa em empregar hipóteses nas explicações físicas. Para tanto, voltemos ao texto do Escólio Geral:

> [*Hipótese* é] tudo aquilo que não é deduzido a partir dos fenômenos [...], e hipóteses, quer metafísicas, quer físicas, quer de qualidades ocultas, quer mecânicas, não têm lugar na *filosofia experimental*. Nessa filosofia, as proposições são deduzidas a partir dos fenômenos, tornadas gerais por indução. Assim, a impenetrabilidade, a mobilidade e a força impulsiva (*impetus*) dos corpos e as leis dos movimentos e da gravidade tornaram-se conhecidas. (*Principia*, 1972, v.2, p. 764)

Embora a definição de "hipótese" que Newton aqui nos oferece seja bastante sucinta: *Hipótese* é "tudo que não é deduzido a partir dos fenômenos", se a considerarmos ao lado daquela outra que ele apresenta na carta que envia a Cotes, em março de 1713, na qual a palavra "hipótese" é definida como significando "uma proposição que não seja um fenômeno nem seja deduzida de qualquer fenômeno, mas presumida ou proposta, sem nenhuma comprovação experimental" (*Apud* COHEN e WESTFALL, 2002, p. 155)[111], as coisa ficarão um pouco mais claras, ainda mais porque ali também tal definição aparece novamente articulada com a metodologia da "filosofia experimental" e há um exemplo do que significa encontrar uma "comprovação experimental para a atração":

> [A] atração recíproca e reciprocamente igual dos corpos é uma ramificação da terceira lei do movimento, e a maneira como essa ramificação é deduzia dos fenômenos pode ser vista no fim dos corolários das leis do movimento [...]. Se um corpo atrair outro corpo contínuo e não for mutuamente atraído pelo outro, o corpo atraído impulsionará o outro para frente e os dois partirão com um movimento acelerado em direção ao infinito, como que por um princípio automovente, ao contrário da lei do movimento, mas não existe nenhum fenômeno assim em toda a natureza. (*Apud* COHEN e WESTFALL, 2002, pp. 155-156).

Assim, pode-se dizer que ao afirmar "*hypotheses non fingo*" Newton pretende deixar claro que a gravidade não é uma suposição imaginativa ou conjectura formulada *a priori*, mas sim que teria sido deduzida a partir dos

[111] Para maiores detalhes, cf. nota 108 acima.

fenômenos, isto é, formulada com base em experimentos e dados experimentais. Assim, Newton nega que lugar para as hipóteses nas explicações físicas e sustenta que os princípios desta ciência "são deduzidos dos fenômenos e generalizados por indução", que deve ser tida como "a mais alta comprovação" que se pode alcançar nessa filosofia (*Ibidem*).

Sendo assim, Newton pretende que a falibilidade de sua teoria esteja restrita apenas ao seu grau de corroboração empírica; ela não estaria, portanto, sujeita às críticas apriorísticas de Leibniz que se pautam não pela experiência, mas pelo método das hipóteses[112] da filosofia mecanicista, pelo qual se avalia a inteligibilidade de um princípio com base única e exclusivamente na sua possibilidade de ser ou não ser reduzido às explicações mecânicas.

Após todas essas considerações vemos que se é por uma razão metodológica que Newton não se mostra impedido de solucionar o problema da causa da gravidade no *Principia Mathematica* é também pelo mesmo motivo que ele pretende afastar as críticas de Leibniz à sua teoria e, portanto, sustentar a sua aceitabilidade enquanto uma verdadeira filosofia natural. É isso estaria de acordo com o próprio projeto newtoniano de investigação das forças da natureza, pelo qual Newton restringe o *Principia Mathematica* aos níveis matemático e físico, deixando as considerações mais filosóficas sobre a causa da gravidade para serem efetuadas posteriormente.

Assim, uma vez que a partir dos fenômenos chegamos ao conhecimento das propriedades da gravidade, a ponto de conseguirmos descrever o seu comportamento por uma lei universal, temos evidência suficiente para concluir que

[112] Segundo Laudan, o "método das hipóteses" foi um procedimento que ganhou adesão quase que unânime na filosofia natural do século XVII (cf. LAUDAN, 1981). Cohen, por sua vez, nos conta que, John Harris, no verbete "Hipótese" do seu *Lexicon Technicum* (1702), "insiste que uma hipótese deve sempre 'ser possível' e 'deveria ser provável'. Daí, nenhuma hipótese deveria jamais considerar aquilo que é manifestamente absurdo" (1966, p. 37); e lembremos que para os adeptos desse "método das hipóteses" um princípio será considerado absurdo ou ininteligível sempre que não puder ser reduzido a explicações mecânicas, como era o caso da gravidade universal newtoniana.

ela existe de fato. Assim, Newton encerra do penúltimo parágrafo do Escólio Geral com as seguintes palavras:

> Nessa filosofia, as proposições são deduzidas a partir dos fenômenos, tornadas gerais por indução. Assim, a impenetrabilidade, a mobilidade e a força impulsiva dos corpos e as leis dos movimentos e da gravidade tornaram-se conhecidas. E é suficiente que a gravidade exista, atue segundo as leis por nós expostas e seja capaz de sustentar todos os movimentos dos corpos celestes e do nosso mar. (NEWTON. *Principia Mathematica*, 1972, v.2, p. 764)

Essas considerações de Newton são referendadas também pelos axiomas metodológicos que ele assume nesta sua "filosofia experimental". Assim, na Primeira, Segunda e Terceira "Regras para Filosofar"[113] ele afirma respectivamente que:

> *Regra I*. Não devemos para as coisas naturais admitir mais causas do que as *verdadeiras e suficientes para explicar seus fenômenos* (*Principia*, 1972, v.2, p. 550; grifos meus)

> *Regra II*. Por conseguinte, deve-se atribuir, tanto quanto possível, *aos mesmos efeitos as mesmas causas*. (*Ibidem*; grifos meus)

> *Regra III*. As qualidades dos corpos que não admitem intensificação nem redução, e que resultam pertencer a todos os corpos dentro do campo de nossos experimentos, devem considerar-se *qualidades universais de quaisquer tipos de corpos*. (*Ibidem*; grifos meus)

E a Quarta Regra para Filosofar, incluída por Newton na terceira edição do *Principia Mathematica* (1726), procura justamente defender o método da "filosofia experimental" contra qualquer possível ataque dos partidários do método das hipóteses:

> *Regra IV*. Na filosofia experimental, as proposições obtidas por indução a partir dos fenômenos, *não obstante hipóteses contrárias*, devem ser tidas como *verdadeiras*, ou

[113] Conhecidas também como "Regras do Raciocínio em Filosofia", por causa de Andrew Motte que, em sua famosa tradução para o inglês do *Principia– Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural and His System of the World* (London, 1979)–, traduz a expressão "*Regulae philosophandi*" por "Rules of Reasoning in Philosophy". A expressão "*Regulae philosophandi*" aparece somente a partir da segunda edição do *Principia Mathematica* (1713), antes tínhamos em seu lugar "*Hypotheses*".

> exata ou muito aproximadamente, *até que ocorram outros fenômenos, pelos quais se tornem ou mais exatas ou sujeitas a exceções*. (*Principia*, 1972, v.2, p. 555; grifos meus)

O que fica ainda mais evidente quando nos deparamos com o comentário que a acompanha: “Isto deve ser feito para que o argumento de indução não seja suprimido pelas hipóteses” (*Ibidem*).

É interessante notar, também, que, a partir da segunda edição do *Principia Mathematica* (1713), Newton muda o título dos enunciados referentes à descrição dos movimentos planetários segundo as leis de Kepler de “Hipóteses” para “Fenômenos”. De qualquer forma, não se pode esquecer a sua preocupação, já presente no texto da primeira edição da obra (1687), em salientar que chegou ao conhecimento desses movimentos por meio de “observações astronômicas” e, para tanto, Newton apresenta-nos uma série de dados observacionais reunidos e anunciados por diversos astrônomos.

3.4 - C*onsiderações Finais do Terceiro Capítulo*

Dado todo o exposto, podemos, finalmente, compreender como Newton lida com o problema da causa da gravidade e, consequentemente, entender como ele espera afastar as críticas de Leibniz a sua teoria. Embora Newton não esteja preparado para dar a Leibniz uma resposta nos moldes do mecanicismo, pois isto equivaleria a ter de explicar a causa e o *modus operandi* da gravidade em termos de choques mecânicos, ele procura basear a legitimidade do princípio fundamental da teoria exposta no *Principia Mathematica*– o princípio de gravitação universal– no "aspecto indutivo" do método da sua "filosofia experimental". Assim, por não inventar hipóteses, Newton pode manter um resultado que poderia, a princípio, ou melhor: *a priori*, parecer ininteligível[114], desde que consiga, em seguida, apresentar uma explicação capaz de mostrar porque tal resultado deveria ser aceito sem maiores reservas.

Nesse sentido, em sua famosa "*Account*", após citar diretamente o mesmo trecho do Escólio Geral que acabamos de analisar acima, Newton diz:

> E, depois de tudo, é intrigante que o Sr. Newton seja censurado por não explicar *as causas da gravidade* e de outras atrações por meio de hipóteses, como se fosse um crime ele se contentar com as certezas e deixar de lado as incertezas. [...] [O] Sr. Leibniz acusou-o de fazer da gravidade *uma propriedade natural ou essencial dos corpos*, além de *uma qualidade oculta e um milagre*. E através desse tipo de recriminações, [ele] vem persuadindo os alemães de que falta bom senso ao Sr. *Newton* e de que ele não poderia ter inventado o método infinitesimal. (NEWTON, *An Account*, *apud* COHEN e WESTFALL, 2002, p. 205; grifos meus)

Mas o que torna o texto da "*Account*" ainda mais interessante deste ponto de vista das divergências existentes entre Newton e Leibniz no que diz respeito ao estatuto ontológico da gravidade são as considerações extensivas que Newton insere, logo em seguida, procurando mostrar que essa "censura" que Leibniz tenta

[114] Quanto a este ponto, Barra oberva que "haveria sim um sentido em que o conceito de força gravitacional era inteligível, qual seja, ele estava de acordo com os princípios dos movimentos locais estabelecidos nas seções iniciais do *Principia*, pelos quais se sabe que, para qualquer deslocamento dos corpos de seus estados inerciais, é necessário que uma força esteja em ação" (1994, p. 167).

lhe impor decorre das diferenças metodológicas que há entre eles; e Newton, evidentemente, recusa a metodologia empregada por Leibniz. Cito:

> Convém reconhecer que esses dois cavalheiros diferem muito em sua filosofia. Um procede com base nas provas provenientes dos experimentos e dos fenômenos e se detém quando faltam essas provas; o outro está repleto de hipóteses e as propõe não para que sejam examinadas por experimentos, mas para que se acredite nelas sem exame. Um, por falta de experimentos que decidam a questão, deixa de afirmar se a causa da gravidade é mecânica ou não mecânica; o outro afirma que seria um milagre perpétuo ela não ser mecânica. [...] Um ensina que os filósofos devem argumentar a partir dos fenômenos, e dos *experimentos* até as causas, e depois sobre as causas dessas causas e assim sucessivamente, até chegarem à causa primordial; o outro ensina que todos os atos da causa primária são milagres e que todas as leis imprimidas na natureza pela vontade de Deus são milagres perpétuos e qualidades ocultas e, por conseguinte, não devem ser examinadas na filosofia. Mas, devem as leis constantes e universais da natureza, sejam elas derivadas do poder de Deus ou da ação de uma causa que ainda não nos é conhecida, ser chamadas de milagres e de qualidades ocultas, isto é, *maravilhas* e *absurdos*? Devem todos os argumentos a favor de Deus, extraídos dos fenômenos da natureza, ser desacreditados por *novos nomes difíceis*? E deve a filosofia experimental ser desacreditada como *milagrosa* e *absurda*, por não afirmar nada além daquilo que pode ser provado através de experimentos, e por ainda não podermos provar pelos experimentos que todos os fenômenos da natureza podem ser solucionados por meras causas mecânicas? Certamente, essas coisas merecem melhor consideração. (NEWTON, *An Account*, *apud* COHEN e WESTFALL, 2002, pp. 205-206)

Assim, na medida em que a gravidade atua “agindo de acordo com certas leis” (Carta de Newton a Leibniz [1693], in *Philosophical Writings*, 2004, p. 109), a ponto de que estas leis possam ser “provadas por demonstrações matemáticas baseadas em experimentos e nos fenômenos da natureza” (Carta de Newton ao editor das *Memoirs of Literature* [1712], in *Philosophical Writings*, 2004, p. 115), e uma vez que “todos os fenômenos dos céus e do mar seguem-se precisamente [...], de nenhuma outra coisa, a não ser da gravidade agindo de acordo com as leis descritas” (Carta a Leibniz, pp. 108-109), e dado ainda que “a natureza é muito simples” (*Idem*, p. 109), Newton considera ter evidências suficientes para concluir, contrariamente a Leibniz, que a gravidade é “natural, real, razoável, [uma] qualidade manifesta de todos os corpos estabelecida neles pela vontade de Deus desde o início da criação” (Carta ao editor das *Memoirs of Literature*, p. 116) e que “todas as outras causas devem ser rejeitadas” (Carta a Leibniz, p. 09). Assim, para Newton, é suficiente que “exista uma gravidade universal” e que “todos os

fenômenos dos céus [sejam] o efeito dela" (Carta ao editor das *Memoirs of Literature*, p. 116), ainda que, por razões metodológicas, "com a causa da gravidade ele não se intrometa, mas a deixe para ser descoberta por aqueles que podem explicá-la, quer mecanicamente, quer de outro modo" (*Ibidem*). Por conta disso, Newton diz não entender "porque se deveria dizer que ele introduz milagres bem como qualidades ocultas e ficções no mundo" (*Ibidem*), ademais, ele também faz questão de afirmar que "certamente Deus poderia criar planetas que se movessem em volta deles mesmos sem qualquer outra causa a não ser a gravidade que impediria o seu afastamento pela tangente, pois a gravidade sem um milagre pode reter os planetas [em suas órbitas]" (*Ibidem*). E, na opinião de Newton, "entender isto, sem saber a causa da gravidade" é um considerável "progresso em filosofia" (*Ibidem*).

Nesse sentido, poderíamos citar, ainda, outros longos trechos das obras de Newton nos quais, perante as críticas de Leibniz, defende-se explicitamente a teoria da gravitação universal como sendo como conhecimento genuíno– e penso que, agora, após as análises por mim realizadas ao longo desta Tese, tais trechos poderão ser lidos e compreendidos sem a necessidade de qualquer outra explicação adicional. Assim, por exemplo, no Prefácio de Cotes à segunda edição do *Principia Mathematica* é dito que:

> Sei de alguns que desaprovam esta conclusão e resmungam algo sobre *qualidades ocultas*. Estão continuamente contestando-nos capciosamente que a gravidade é uma propriedade oculta, e que causas ocultas devem ser banidas da Filosofia. Mas para isso a resposta é fácil: que estas são, de fato, causas ocultas cuja existência é oculta e imaginada, mas não provada; mas não aquelas cuja existência real está claramente demonstrada pelas observações. Portanto, *a gravidade não pode, de forma alguma, ser chamada de causa oculta dos movimentos celestes*, *porque fica claro a partir dos fenômenos que tal poder existe realmente*. São aqueles que recorrem a causas ocultas, estabelecendo vórtices imaginários de uma matéria inteiramente fictícia, e imperceptível aos nossos sentidos, para dirigir tais movimentos.
> *Mas a gravidade deve, por isso, ser chamada de causa oculta e banida da Filosofia por que a causa da gravidade está oculta e ainda não foi descoberta?* Aqueles que afirmam isso devem ter cuidado para não incidir em um absurdo que pode subverter os fundamentos de toda a Filosofia. Pois as causas geralmente desenvolvem-se em uma cadeia contínua a partir daquelas que são mais complexas para aquelas que são mais simples; quando chegamos à causa mais simples não temos para onde prosseguir. Portanto, *não se deve esperar nenhuma explicação mecânica da causa mais simples*; por que se essa pudesse ser dada, a causa não seria a mais simples. Estas causas mais simples, você as chamaria de ocultas e as rejeitaria? Então você deve rejeitar aquelas que

> são imediatamente dependentes dessa e aquelas que dependem destas últimas, até que a filosofia se torne livre e desimpedida de todas as causas.
> Há quem afirme que a gravidade é *sobrenatural* e a considere um *milagre perpétuo*. Portanto, eles a rejeitam porque *as causas sobrenaturais não têm lugar na Física*. Não vale a pena gastar tempo respondendo a *essa objeção ridícula que subverte toda a Filosofia*. (2002, pp. 27; grifos meus)

E, algumas páginas depois, ainda neste Prefácio:

> *Toda verdadeira filosofia fundamenta-se nas aparências das coisas*, e se estes fenômenos inevitavelmente nos levam, contra nossas vontades, para tais princípios, como evidenciou para nós o melhor conselho e a autoridade suprema do Onisciente Todo-poderoso, não devem, portanto, ser deixadas de lado porque alguns homens podem talvez não gostar dela. Esses homens podem chamá-las de *milagres* ou *qualidades ocultas*, mas *nomes maliciosamente dados não devem ser uma desvantagem para as coisas* [...]. (2002, p. 33; grifos meus)

Essas mesmas considerações são também desenvolvidas por Newton no final da *Óptica*, onde ele afirma:

> Parece-me, ademais, que essas partículas não apenas têm uma *vis inertiae*, acompanhada com leis passivas do movimento como as que resultam dessa força, mas também são regidos por certos princípios ativos, como o da gravidade [...]. Considero esses princípios, *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 suas *causas ainda não estejam descobertas*. Pois estas são *qualidades manifestas*, e *apenas suas causas estão ocultas*. E os aristotélicos deram o nome de qualidades ocultas não às qualidades manifestas, mas apenas às que eles supunham estar escondidas nos corpos e que seriam as causas desconhecidas dos efeitos manifestos. Tais como seriam as causas da gravidade [...] se supuséssemos que essas forças ou ações resultam de qualidades desconhecidas para nós e impossíveis de descobrir e de tornar manifestas. Essas qualidades ocultas põem fim ao aperfeiçoamento da filosofia natural e por isso têm sido rejeitadas nos últimos anos. *Dizer que toda espécie de coisas é dotada de uma qualidade oculta específica pela qual ela age e produz efeitos manifestos é não dizer nada;* mas *derivar dos fenômenos dois ou três princípios gerais do movimento e depois dizer como as propriedades e ações de todas as coisas corpóreas decorrem desses princípios manifestos seria um grande passo em filosofia, embora as causas desses princípios ainda não tenham sido descobertas*. Não hesito, pois, em propor os princípios do movimento acima mencionados, sendo eles de uma extensão muito geral, deixando suas causas para serem descobertas. (2002, pp. 290-291; grifos meus)

Por fim, com base nas discussões desenvolvidas até aqui, podemos afirmar seguramente que, embora Newton não ofereça uma explicação num padrão mecanicista para a gravidade, algumas outras de suas atitudes em relação a este

seu conceito encontram total respaldo em certas práticas e padrões admitidos na ciência oficial do século XVII, a saber: a noção de diferentes níveis de verificação, a ideia de que a investigação dos efeitos é prioritária em relação às causas, a disposição de aceitar os efeitos sem entender as causas últimas dos mesmos, a ênfase no papel da experiência e da experimentação para o estabelecimento dos resultados científicos, e a matematização da natureza.

BIBLIOGRAFIA

I. *Bibliografia Primária*

ARISTÓTELES. *Aristotle's De Anima: in the Version of William of Moerbeke and the Commentary of St. Thomas Aquinas*, trad. de K. Foster e S. Humphries. London: Routledge & Kegan Paul, 1951.

AGRIPPA, H. C. *Three Books of Occult Philosophy* [*De occulta philosophia libri três*], trans. John French, 1651. Disponível em: http://en.wikisource.org/wiki/Three_Books_of_Occult_Philosophy/Book_1/Chapter_10
Acesso em 01/02/2014 às 00:30 horas.

BOYLE, R. *The Works of the Honourable Robert Boyle*, ed. T. Birch. London, 1772. 6 vols.

CHARLETON, W. [1654] *Physiologia Epicuro-Gassendo Charltoniana*. New York: Johnson, 1966.

DESCARTES, R. [1644]. *Principia Philosophiae*. Paris: J. Vrin, 1982. (*Ouvres de Descartes*, *publiées* par Ch. Adam et P. Tannery, tome VIII/1).

DESCARTES, R. [1644] *Principes de la Philosophie*. Paris: J. Vrin, 1989. (*Ouvres de Descartes*, *publiées* par Ch. Adam et P. Tannery, tome IX/2).

DESCARTES, R. [1644]. *Princípios de Filosofia*. Tradução de João Gama. Lisboa: Edições 70, 2006.

LEIBNIZ, G. W. *The Leibniz-Clarke Correspondence*. Manchester: Manchester University Press, 1956.

LEIBNIZ, G. W. [1717] *Correspondência com Clarke*. Trad. de Carlos Lopes de Mattos. São Paulo: Abril Cultural, 1979. (Col. os Pensadores).

LEIBNIZ, G. W. *La Polemica Leibniz-Clarke*. Trad. e. ed. de Eloy Rada. Madrid: Turus Ediciones, 1980.

NEWTON, I. *The Correspondence of Isaac Newton*. Ed. H. W. Turnbull et ali. Cambridge: Cambridge University Press, 1959-1977. 7 vols.

NEWTON, I. *Unpublished Scientific Papers of Issac Newton.* Ed. HALL, A. R. & HALL, M. B. Cambridge: Cambridge University Press, 1962.

NEWTON, I. [1726] *Isaac Newton's Philosophiae naturalis principia mathematica*. [Third edition (1726) with variant readings assembled by Alexandre Koyré, I. Bernard Cohen & Anne Whitmann]. Cambridge: Cambridge University Press, 1972. 2 vols.

NEWTON, I. *Princípios Matemáticos; Óptica; O Peso e o Equilíbrio dos Fluídos*. [Trad. por Carlos Lopes de Matos, Pablo Rubén Mariconda e Luiz João Baraúna]. São Paulo: Abril Cultura, 1979. (Col. Os Pensadores).

NEWTON, I. (1979a) *Princípios Matemáticos; Óptica; O Peso e o Equilíbrio dos Fluídos*. [Trad. por Carlos Lopes de Matos, Pablo Rubén Mariconda e Luiz João Baraúna]. São Paulo: Abril Cultural (Col. Os Pensadores).

NEWTON, I. [1726) *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. [Translated by I. B. Cohen and A. Whitman; with a guide by I. B. Cohen]. Berkeley: University of California Press, 1999.

NEWTON, I. *Principia: princípios matemáticos de filosofia natural* [Livro I]. Trad. de Trieste Ricci *et ali*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2002. vol.1.

NEWTON, I. [1730] *Óptica*. Trad., Intro. e Notas por André K. Torres Assis. São Paulo: EDUSP, 2002.

NEWTON, I. *Philosophical Writings*. Ed. por Andrew Janiak. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

NEWTON, I. *Principia: princípios matemáticos de filosofia natural* [Livros II, III e O Sistema do Mundo]. Trad. de André Koch Torres Assis (Livos II e III) e Fábio Duarte joly (O Sistema do Mundo). São Paulo: EDUSP, 2008.

SENNERT, D. *Thirteen Books of Natural Philosophy* [*Epitome naturalis scientiae*]. Trans. Abdiah Cole e Nicholas Culpeper. London: Peter Cole & Edward Cole, 1661.

TOMÁS DE AQUINO. *Commentary on Aristotle's Physics*, trad. de R. J. Blackwell *et al.* London: Routledge & Kegan Paul, 1963.

TOMÁS DE AQUINO. "On the Occult Works of Nature", in J. B. McAllister, *The Letter of Saint Thomas Aquinas De occultis operibus naturare*. Washington: Catholic University Press, 1939.

TOMÁS DE AQUINO. *Summa Theologica*. Trans. by the fathers of the english dominician province. Past Masters: Folio VIP Eletronic Publishing, 1993.

II. *Bibliografia Secundária*

ABRANTES, P. “Newton e a Física Francesa no século XIX”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (CLE - Unicamp), 1989. Série 2, vol.1, n.1, pp. 5-31.

AYERS, M. R. *Locke; Epsitemology & Ontology*. London: Routledge, vol. 1 Epistemology, 1991. (Col. The Arguments of the Philosophers).

BACKUS, I. “Agrippa on ‘Human Knowledge of God’ and ‘Human Knowledge of the External World.’” *Archiv für Geschichte der Philosophie*, 1983. Vol. 65, pp. 147–159.

BARRA, E. S. de O. *Omnis Philosophiae Difficultas: o conceito de força na filosofia natural de Newton*, Dissertação de Mestrado, São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, 1994.

BARRA, E. S. de O. “Em que sentido Newton pode dizer ‘*Hypotheses non fingo*’”?, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (Unicamp), Campinas, 1995. Série 3, vol.5, n.1-2, pp. 221-245.

BARRA, E. S. de O. *De Newton a Kant: a metafísica e o método da ciência da natureza*, Tese de Doutorado, São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, 2000.

BARRA, E. S. de O. “Valores Cognitivos no Naturalismo Normativo de Philip Kitcher”, *Principia* (UFSC), Florianópolis, 2000b. Vol. 4, n.1, pp. 01-26.

BARRA, E. S. de O. “Milagre ou qualidade oculta? O problema do estatuto da gravitação universal na correspondência entre Leibniz e Clarke”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (Unicamp), Campinas, 2002. Série 3, vol. 12, n. 1-2, pp. 187-207.

BLANC, A. Atoms and Minds in Walter Charleton's Theory of Animal Generation. In Justin E. H. Smith (ed.) The Problem of Animal Generation in Early Modern Philosophy. Cambridge University: Press, 2006.

BLACHE, F. A. “La théorie de l’abstraction chez Thomas d’Aquin”, *Mélanges Thomistes*. Kain: Le Sauchoir, 1923, pp. 237-251.

BROAD, C. D. *Leibniz: An Introduction*. London: Cambridge University Press, 1975.

BURTT, E. A. [1924] *Methaphysical Foundations of Modern Science*. New York: Dover Publications, 2003.

CECON, K. *A Relação entre a Filosofia Mecânica e os Experimentos Alquímicos de Robert Boyle*. Tese de Doutorado, Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas/Unicamp, 2010.

COHEN, I. B. "Hypotheses in Newton's Philosophy", *Physis*, 1966. Vol.8, pp. 163-184.

COHEN, I. B. *O Nascimento de Uma Nova Física: De Copérnico a Newton*. [Trad. por Gilberto de Andrade e Silva, Lafayete de Moraes e Carlos Chaves]. São Paulo: Edart, 1967.

COHEN, I. B. *The Newtonian Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

COHEN, I. B.; WESTFALL, R. S. *Newton*: Textos, Antecedentes, Comentários. Trad. de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto; EDUERJ, 2002.

COHEN, I. B. [1985] *The Birth of a New Physics*. New York: W. W. Norton & Company, 2008.

CUNNIGHAM, F. "A Theory on Abstration in St. Thomas", *The Modern Schoolman*. Saint Louis, 1958. Vol. 35, pp. 249-270.

DANIELS, H. Jr. "Knowledge and Faith in the Thought of Cornelius Agrippa", *Bibliothèque d'Humanisme et Renaissance*, 1964. Vol. 26, pp. 326–340.

DEBUS, A. Chemists, physicians, and changing perspectives on the scientific revolution. *Isis*, vol. 89, n. 1, p. 66 – 81, Mar. 1998.

FERRARI, L. "'Abstractio totius' and 'abstractio totalis'", *The Thomist*. Washington, 1961. Vol. 24, pp. 72-89.

GARBER, D. Leibniz: Physics and philosophy, edited by N. Jolley. *The Cambridge Companion to Leibniz*, Cambridge: Cambridge University Press, 1995, pp. 270-352.

HENRY, J. "Occult qualities and Experimental Philophy", *History of Science*, Englad, 1986. Vol. 24, part 4, n. 66, pp. 335-381.

HUTCHISON. "What Happende to Occult Qualities in the Scientifica Revolution", *Isis*, 1982. Vol. 73. n. 2, pp. 233-253.

JAMMER, M. *Concepts of Mass*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1961.

KITCHER, P. “O Retorno dos Naturalistas”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (Unicamp), Campinas, 1998. Série 2, vol. 8, n. 3, pp. 27-108.

KOYRÉ, A. *Du monde clos à l’univers infini*. Paris: Gallimard, 1962.

KOYRÉ, A. [1965] *Newtonian Studies*. Chicago: The University of Chicago Press, 1968.

KHUN, T. [1962] *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Trad. de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2006. (Col. Debates, vol. 115).

LAUDAN, L. “Teorias do Método Científico de Platão a Mach”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 1980. Série 1, vol.1, supl.1, pp. 1-77.

LAUDAN, L. *Science and Hypothesis; Historical Essays on Scientific Methodology*. Dordrecht: D. Reidel, 1981.

LAUDAN, L. *Beyond Positivism and Relativism; Theory, Method and Evidence*. Oxford: Westview Press, 1996.

LEWIS, E. Walter Charleton and Early Modern Ecletism. *Journal of the History of Ideas*, 2001. 62 (4):651-664.

MARQUES, E. Sobre a Necessidade da Ligação das Mônadas a Corpos em Leibniz, *Síntese Nova Fase*, Belo Horizonte, 2005. Vol. 32, n. 103, pp. 169-180.

McALLISTER, J. B. The Doctrine of the Hidden Workings of Nature: Its Origin in Traditional Philosophy. In: *St. Thomas Aquinas De operationibus occultis naturae ad quemdam militem ultramontanum*, On the Hidden Workings of Nature to a Certain Knight Across the Mountains [Rev. Bart A. Mazzetti], 2013.

McMULLIN, E. *Newton on Matter and Activity*. London: University of Notre Dame Press, 1978.

MEINEL, C. "Early Seventeenth-Century Atomism: Theory, Epistemology, and the Insufficiency of Experiment" *Isis*, 1988. Vol. 79, No. 1 (March 1988), The University of Chicago Press on behalf of The History of Science Society, pp. 68-103.

MELI, D. B. *Equivalence and Priority*: Newton versus Leibniz [including Leibniz’s Unpublished Manuscripts on the Principia]. Oxford: Clarendon Press, 2002.

MICHAEL, E. "Daniel Sennert on Matter and Form: At the Juncture of the Old and the New," *Early Science and Medicine*, 1997. Vol. 2, No. 3, The Fate of Hylomorphism. "Matter" and "Form" in Early Modern Science, BRILL, pp. 272-299.

MOREIRA, E. A. "As Qualidades Universais da Matéria no Principia de Newton". In: CUSTÓDIO, M. A. D. et al (Orgs.). *Necessidade e Eternidade*. Campinas: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas/UNICAMP, 2008, pp. 181-198.

MOREIRA, E. A. *O Problema de Newton: a matéria essencialmente inverte versus a evidente atividade na natureza*, Dissertação de Mestrado, Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas/UNICAMP, 2009.

MOREIRA, I. de C. Robert Hooke 1635-1703. *Jornal da Ciência*, Rio de Janeiro, 2013. Vol. 2398, n. 17, nov. 2013 Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.php?id=13986>. Acesso em: 05 de nov. de 2013.

NASCIMENTO, C. A. R. do. Tomás de Aquino e as Ciências Intermediárias, in *Aquinate*, 2007, n.4, pp. 55-65. Disponível em: WWW.aquinate.net/artigos. issn 1808-5733

NAUERT, C. G. *Agrippa et la crise de la pensée à la Renaissance*. Translated by Véronique Liard. Paris: Éditions Dervy. [Translates the original text of 1965, adding *Bibliographie complémentaire (depuis 1965)*.]. Urbana, Ill: University of Illinois Press, 2001.

NEWMAN, W. R. [2006] *Atoms and alchemy: chymistry and the experimental origins of the scientific revolution*. University of Chicago Press. ISBN 978-0-226-57697-8. Retrieved 7 March 2011.

POPKIN, R. H. *The History os Scepticism from Erasmus to Spinoza*. Berkeley: Univ. California Press, 1979.

RORTY, R. "The Historiography of Philosophy: Four Genres". In: RORTY, R; SCHNEEWIND, J. B. and SKINNER, Q. (Eds.). *Philosophy in History: Essays on the Historiography of Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984, pp. 49-75.

RORTY, R. "The Contingency of Philosophical Problems: Michael Ayers on Locke". In RORTY, R. *Truth and Progress*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. Vol. 3, pp. 274-289. (Col. Philosophical Papers).

RIBEIRO DE MOURA, C. A. "História *stultitiae* e História *sapientiae*", *Discurso* (USP), São Paulo, 1988. Vol. 17, pp. 151-171.

RORTY, R. “The Contingency of Philosophical Problems: Michael Ayers on Locke”. In RORTY, R. *Truth and Progress*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. Vol. 3, pp. 274-289. (Col. Philosophical Papers).

SANTOS, L. H. L. “Anotações sobre Leibniz, o Estoicismo, Substâncias e Labrintos”. In: MARQUES, E. et al. (Orgs.). *Verdade, Conhecimento e Ação*. 1 ed. São Paulo: Editora Loyola, 1999, pp. 389-399.

SHARP, B. A. Walter Charleton's early life 1620–1659, and relationship to natural philosophy in mid-seventeenth century England. Annals of Science, 1973. Vol. 30, n. 3, pp. 311-340.

SIMMONS, E. D. “In defense of total and formal abstraction”, *New Scholasticism*. Washington, 1955. Vol. 29, pp. 427-440.

VAN LEEUWEN, H. G. *The Problem of Certainty in English Thought, 1630-1690*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1963.
WHITESIDE, D. “Nreton’s Early Thoughts on Planetary Motion: a Fresh Look”, *The British journal for the History of Science*, 1964. Vol. 2, n. 6, pp. 117-137.

WESTFALL, R. S. *Force in Newton’s Physics: The Science of Dynamics in the Seventeenth Century.* London: MacDonald, 1971.

WESTFALL, R. S. *Never at Rest*: a Biography of Isaac Newton. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

WESTFALL, R. S. [1977]. *The Construction of Modern Science: Mechanisms and Mechanics*. New York: Cambridge University Press, 2007.

WOJCIK, J. W. *Robert Boyle and the limits of reason*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

YZÊDA, D. D. *Tópicos em Mecânica Clássica*, Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro. Instituto de Física/UFRJ, 2011.