

NEWTON E A CAUSA DA GRAVIDADE: REALISMO E ANTIRREALISMO¹

NEWTON AND THE CAUSE OF GRAVITY: REALISM AND ANTI-REALISM

Renato Cesar Cani²

Resumo: O tema deste artigo é a recusa de Newton em postular hipóteses acerca da causa da gravidade (*hypotheses non fingo*) sob a perspectiva do debate entre realismo científico e antirrealismo. Pretendo argumentar que a leitura antirrealista do texto newtoniano projeta sobre ele algumas conclusões que não se sustentam. Afinal, o Escólio Geral se insere numa discussão metodológica contra o cartesianismo, controvérsia que tem como elemento central o emprego do método hipotético-dedutivo na construção das teorias.

Palavras-chave: Isaac Newton. Gravidade. Realismo.

Abstract: This paper deals with the Newtonian refusal to postulate hypotheses about the cause of gravity (*hypotheses non fingo*) from the perspective of the debate between scientific realism and anti-realism. I will argue that the anti-realist take on the Newtonian text entails some conclusions that cannot be endorsed. After all, the General Scholium is better understood as part of a methodological discussion against Cartesianism, a controversy whose central element is the use of the hypothetical-deductive method in the construction of theories.

Keywords: Isaac Newton. Gravity. Realism.

INTRODUÇÃO

O tema deste artigo é a controvérsia em torno da causa da gravidade ao longo da revolução científica do século XVII. Na segunda metade desse século, Isaac Newton escreveu no Escólio Geral aos Princípios Matemáticos da Filosofia Natural (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*) a afirmação de que não inventaria hipóteses acerca de qual seria a *causa* da ação da gravidade. A expressão newtoniana *hypotheses non fingo*, presente no Escólio Geral, traduz a recusa do autor em postular uma causa metafísica para a

¹ Agradeço ao Professor Eduardo Salles de Oliveira Barra, pelas discussões e ensinamentos que resultaram na produção deste artigo. Agradeço, também, aos pareceristas anônimos da Revista *Outras Fronteiras*, pelas valiosas contribuições.

² Mestre em Filosofia pela Universidade Federal do Paraná. Doutorando em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), *Campus Pontes e Lacerda / Fronteira Oeste*. E-mail: renatocani@gmail.com

gravidade. Ao longo do artigo, defendo que essa postura de Newton deve ser interpretada no contexto da disputa entre a teoria da gravitação newtoniana e a hipótese dos vórtices de Descartes. Afinal, os críticos de Newton são beneficiados pelo fato de que o problema de ausência de uma causa para o movimento planetário não aparece no mecanicismo cartesiano.

Além de originar controvérsias entre seus contemporâneos, o *hypotheses non fingo* de Newton também aparece como fonte de inspiração para filósofos da ciência de tendência empirista e antirrealista. Em linhas gerais, o antirrealismo defende que o objetivo das ciências é o de fornecer descrições adequadas dos fenômenos observáveis (salvar os fenômenos), sem o compromisso ou a pretensão de descrever fidedignamente a realidade em seu nível inobservável.

Em contrapartida, filósofos defensores do realismo científico acreditam que há razões para legitimar a crença em determinadas entidades inobserváveis (campos, partículas, forças, etc.) postuladas pelas teorias científicas, visto que, nessa concepção, a ciência também tem o objetivo de fornecer explicações para os fenômenos em termos de tais realidades. Assim, de acordo com a chave de leitura antirrealista, a postura de Newton pode ser interpretada como um episódio concreto na história das ciências em que a recusa por explicações em termos de inobserváveis (no caso, a causa da gravidade) mostrou-se vitoriosa, já que a teoria da gravitação de Newton suplantou sua adversária cartesiana.

Meu objetivo, portanto, é analisar o *hypotheses non fingo* newtoniano sob o prisma da disputa entre realismo científico e antirrealismo. Trata-se de uma meta prioritariamente filosófica, não exatamente historiográfica. Pretendo argumentar que a leitura antirrealista do texto newtoniano projeta sobre ele algumas conclusões que não se sustentam. Afinal, muito mais do que uma defesa do antirrealismo, o Escólio Geral se insere numa discussão metodológica contra o cartesianismo, controvérsia cujo elemento central consiste no emprego do método hipotético-dedutivo na construção das teorias científicas.

A seção 1 será dedicada a uma exposição introdutória acerca do debate filosófico entre realismo científico e antirrealismo. Uma vez que é possível abordar o problema do realismo a partir de diversos enfoques, o cumprimento do objetivo deste trabalho exige que esclareçamos a perspectiva adotada aqui. Sustento que há dois fatores centrais no debate em torno do realismo, a saber: trata-se (i) de uma reflexão acerca do que significa aceitar uma teoria científica e (ii) de uma postura a respeito de que tipo de explicações acreditamos que uma teoria deve fornecer. Esses dois aspectos serão detalhados na primeira seção.

A seção 2, por sua vez, é dedicada à apresentação e à análise da leitura antirrealista do Escólio Geral de Newton. Em particular, comentarei as considerações de Bas van Fraassen e Hilary Putnam, conhecidos defensores do antirrealismo, que interpretam essa passagem dos *Principia* como uma espécie de evidência história em favor de suas próprias posições. Na seção 3, por fim, estabeleço um contraponto à leitura antirrealista do Escólio Geral. Argumento que o texto de Newton não autoriza a suposição de que o autor estaria endossando qualquer renúncia de uma investigação metafísica acerca da constituição última da realidade. Ao contrário, o que torna inteligível a não invenção de hipóteses por Newton é o plano metodológico, não o metafísico.

1. Realismo científico e antirrealismo

O realismo científico e o antirrealismo são posições que visam responder o seguinte problema: há razões para acreditar que nossas teorias científicas sejam verdadeiras e que elas descrevem o mundo inobservável com exatidão? Em linhas gerais, os argumentos favoráveis a concepções antirrealistas da ciência alegam que as teorias fornecem bons instrumentos para descrever os fenômenos observáveis e mensuráveis, mas que podemos trabalhar com essas teorias sem nos comprometer com a existência de entidades inobserváveis postuladas por elas. A visão realista, ao contrário, sustenta que há razões para crermos na existência desse tipo de entidade. Nesta seção, pretendo apresentar a diferença entre realismo e antirrealismo com mais detalhes. O objetivo dessa discussão é investigar a pertinência da leitura antirrealista do Escólio Geral newtoniano.

Antes de abordarmos a definição precisa de realismo e os argumentos favoráveis e contrários a essa posição, é necessário esclarecer o conceito de *observabilidade*, fundamental para a análise pretendida aqui. Boa parte do trabalho científico consiste na mensuração e detecção de fenômenos por meio de instrumentos de medida. Por exemplo, ao analisar uma amostra de gás contida num recipiente, é possível atribuir valores numéricos para grandezas como pressão, volume e temperatura. Tendo em vista que o resultado dessas mensurações é detectável (pelos mostradores dos aparelhos de medida, por exemplo), consideramos tais grandezas como *observáveis*. Portanto, as descrições dos fenômenos compreende o âmbito do observável.

Por outro lado, ao explicar a ocorrência dos valores de pressão, volume e temperatura por meio da mecânica estatística, adentramos o campo do inobservável. Afinal, essa explicação menciona a energia cinética média das *moléculas* e dos *átomos* do gás, e tais entidades não são detectáveis. Trata-se, pois, de entidades teóricas ou *inobserváveis*. De modo geral, as teorias científicas descrevem os fenômenos observáveis por meio da postulação de entidades ou processos inobserváveis que, caso existam, dão conta de explicar os fenômenos observáveis e os tornam inteligíveis.³ Na seção seguinte, pretendo mostrar de que forma o debate entre realistas e antirrealistas interpreta o caráter inobservável da força de atração gravitacional, postulada por Newton para explicar a posição relativa dos planetas e suas trajetórias (observável).

Por ora, pretendo definir mais precisamente os conceitos de realismo científico e de antirrealismo, bem como a relação destes com o lugar da busca pelas *explicações* nas ciências. No livro *A Imagem Científica*, o filósofo antirrealista Bas van Fraassen procura fornecer um enunciado geral do realismo científico (para depois criticá-lo). A partir dos elementos comuns às formulações de pensadores realistas como Putnam⁴ e Boyd⁵, van Fraassen resume o modo de pensar realista do seguinte modo: “[...] a ciência visa dar-nos um relato literalmente verdadeiro de como o mundo é, e a aceitação de uma teoria científica envolve a crença de que ela é verdadeira”.⁶

Desse modo, o realismo científico é pensado como uma tese epistemológica que visa responder a alguns dos principais problemas da filosofia da ciência, a saber: qual o objetivo da ciência? O que é aceitar/sustentar uma teoria científica? No entanto, se analisarmos a definição de van Fraassen, perceberemos que a adesão ao realismo científico envolve pressupostos que vão além da epistemologia, adentrando o campo da metafísica. Stathis Psillos chama a atenção para esse ponto, sustentando que o realismo científico compreende três afirmações básicas: (a) *tese metafísica*: “o mundo possui uma estrutura definida e independente”; (b) *tese semântica*: “as teorias científicas devem ser interpretadas

³ Cf. CHAKRAVARTTY, A. Inferência metafísica e a experiência do observável. *Principia*, v. 21, n. 2, p. 189-207, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.5007/1808-1711.2017v21n2p189>.

⁴ PUTNAM, H. *Mathematics, matter and method*: Philosophical Papers vol. I. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.

⁵ BOYD, R. On the current status of the issue of scientific realism. *Erkenntnis*, v. 19, p. 45-90, 1983.

⁶ VAN FRAASSEN, B. *A imagem científica*. Trad. Luiz Henrique de Araújo Dutra. São Paulo: Editora UNESP/Discurso Editorial, 2007, p. 27.

literalmente”; (c) *tese epistêmica*: “teorias maduras e bem-sucedidas são (aproximadamente) verdadeiras e as entidades postuladas por elas habitam o mundo”.⁷

Entre os argumentos mais citados a favor da postura realista, está o de que sua grande vantagem consiste em poder fornecer uma *explicação* para o sucesso empírico e preditivo da ciência. Em linhas gerais, esse sucesso pode ser compreendido como “as diversas maneiras de predição e controle tecnológico que nos proporcionam os mais variados sistemas de crenças científicas”.⁸ Esse raciocínio fundamenta, por exemplo, os conhecidos argumentos da coincidência cósmica (de Smart) e do milagre (*no-miracle argument*, de Putnam). Para Smart, se atribuirmos valor meramente instrumental às sentenças teóricas sobre inobserváveis, isto é, se não interpretarmos realisticamente proposições sobre elétrons ou moléculas, então teremos de acreditar numa coincidência cósmica a fim de explicar o fato de que as teorias que contenham esses termos permitam predições estáveis. Por outro lado, se acreditarmos que esses inobserváveis existem efetivamente, “então não temos necessidade de tal coincidência cósmica. [...] Inúmeros fatos surpreendentes não nos parecem mais surpreendentes”.⁹

De modo análogo, o argumento do milagre pode ser formulado da seguinte forma: segundo Putnam, em seu ensaio *What is mathematical truth?*, o realismo científico “é a única filosofia que não faz do sucesso da ciência um milagre”. Putnam explicita seu ponto de vista afirmando que a crença na verdade das teorias científicas bem sucedidas e a crença na existência dos inobserváveis postulados por elas “são vistas pelo realista científico não como verdades necessárias, mas como partes da única explicação científica do sucesso da ciência, e portanto como parte de qualquer descrição científica da ciência e de suas relações com seu objetos”.¹⁰ Dentre as entidades inobserváveis postuladas pelas ciências, podemos mencionar os elétrons, os campos magnéticos ou a força de atração gravitacional newtoniana, objeto de nossa consideração na seção seguinte. Nessa linha de raciocínio, o sucesso empírico e preditivo da teoria da gravitação newtoniana seria uma razão para endossar o compromisso com a existência da força de atração gravitacional e com a existência de uma causa para ela, mesmo que esses fatores sejam inobserváveis.

⁷ PSILLOS, S. Scientific realism and metaphysics. *Ratio (new series)*, v. 18, n. 4, p. 385-404, 2005, p. 385.

⁸ BARRA, E. S. O. A realidade do mundo da ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica. *Revista Ciência & Educação*, v. 5, n. 1, p. 15-26, 1998, p. 20.

⁹ SMART, J. J. C. *Philosophy and scientific realism*. London: Routledge, 1963, p. 39.

¹⁰ PUTNAM, 1975, p. 73.

A despeito de sua força retórica, o argumento do milagre tem recebido diversas críticas – inclusive por parte de filósofos realistas, como Ghins¹¹ e Chibeni¹². No entanto, o fato que queremos destacar aqui é o de que a base desse tipo de argumento se encontra no entendimento de que não basta à ciência descrever os fenômenos e catalogar os padrões regulares observados na natureza, a ela compete também fornecer uma *explicação* desses fatos. Logo, a disputa entre realismo e antirrealismo não diz respeito apenas ao que existe ou não na realidade, mas também coloca em jogo qual a imagem de ciência julgamos mais coerente. A seguir, abordo o conceito de explicação que aparece em cada uma dessas perspectivas.

Explicar os fenômenos tem sido comumente identificado por muitos filósofos da ciência como um dos principais objetivos da ciência.¹³ O que conta, contudo, para uma boa explicação? Uma possível resposta para essa questão seria considerar que explicar um fenômeno consiste em mostrar que, dadas as leis científicas que conhecemos, a ocorrência de tal fenômeno é esperada, tal como Hempel defende em seu modelo nomológico-dedutivo da explicação científica.¹⁴

Exemplificando: observamos que os metais, quando aquecidos, dilatam. A ciência busca, portanto, uma boa descrição desse tipo de fenômeno, que – para o caso da dilatação linear – é dada pela seguinte equação:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

De acordo com essa expressão matemática, o valor numérico da variação do comprimento do metal (ΔL) pode ser obtido com base nas características do metal em questão (α), em seu comprimento inicial (L_0) e na variação da temperatura (ΔT). Essa é uma lei científica que permite descrever os fenômenos relativos à dilatação linear de sólidos e ainda realizar previsões úteis para aplicações tecnológicas. No entanto, perguntas como “*por*

¹¹ GHINS, M. *Introdução à metafísica da natureza*: representação, realismo e leis científicas. Trad. Eduardo Salles O. Barra e Ronei Clécio Mocellin. Curitiba: Editora UFPR, 2013.

¹² CHIBENI, S. S. Afirmando o consequente: uma defesa do realismo científico (?!). *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 221-249, 2006.

¹³ Cf. DUTRA, *Introdução à teoria da ciência*. 3. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2009, p. 100.

¹⁴ Cf. HEMPEL, C. G. *Filosofia da Ciência Natural*. 2. ed. Zahar: Rio de Janeiro, 1974.

que os metais dilatam quando aquecidos?” exigem outro tipo de resposta, notadamente uma *explicação*.

No que se refere à lei da dilatação dos sólidos, a *hipótese de base* que fornece explicação para os fenômenos de dilatação é a teoria que descreve os metais (ou outros sólidos) como conjuntos de átomos que possuem determinada energia cinética média. Na perspectiva realista, aceitar a lei da dilatação implica se comprometer com a verdade de sua hipótese de base, isto é, endossar a existência efetiva dos átomos. Do ponto de vista antirrealista, o átomo – bem como seu grau de agitação – pode ser considerado uma *ficção útil*, um instrumento capaz de tornar as teorias mais elegantes. Contudo, o antirrealismo não considera que haja elementos suficientes para que nos comprometamos com a existência de tais entidades.

Para filósofos antirrealistas como Bas van Fraassen, é desnecessário sobrecarregar a ciência com demandas excessivas por explicação, pois a tendência dos realistas em buscar explicações para todos os padrões regulares leva à postulação de entidades cuja existência não se pode comprovar.¹⁵ De forma geral, a crítica de van Fraassen ao realismo científico compreende a seguinte crítica: o poder explicativo de uma teoria científica consiste numa questão contextual e pragmática, estando longe de ser um dos principais objetivos da ciência.

Essa postura assumida por van Fraassen faz parte do contexto mais amplo de sua teoria do *empirismo construtivo*, que o autor enuncia da seguinte forma: “a ciência visa dar-nos teorias que sejam empiricamente adequadas; e a aceitação de uma teoria envolve, como crença, apenas aquela de que ela é empiricamente adequada”.¹⁶ Van Fraassen adota uma concepção semântica das teorias científicas, de modo que uma teoria é empiricamente adequada se ela possui modelos que se ajustam aos fenômenos observáveis em questão. Logo, a aceitação de uma teoria (compromisso pragmático) não envolve a crença de que ela seja verdadeira (compromisso epistêmico) a respeito do mundo.

Com efeito, van Fraassen não nega que as teorias científicas descrevam, muitas vezes, elementos que vão além do que é observável; no entanto, a aceitação de uma teoria não requer a verdade dessas descrições, apenas a adequação empírica.¹⁷ No contexto da gravitação newtoniana, como veremos na próxima seção, isso equivale a afirmar que a lei

¹⁵ Cf. VAN FRAASSEN, B. *The empirical stance*. New Haven: Yale University Press, 2002, p. 37.

¹⁶ VAN FRAASSEN, 2007, p. 33.

¹⁷ *Ibid.*, p. 121.

da gravitação universal dá origem a modelos empiricamente adequados para os fenômenos que envolvem as posições relativas dos planetas e suas trajetórias. Nesse sentido, aceitar a teoria newtoniana numa perspectiva antirrealista não implicaria o comprometimento com a existência da força de atração gravitacional, menos ainda a busca pela causa da gravidade.

Para o empirismo construtivo, bem como em outras vertentes do antirrealismo¹⁸, as únicas virtudes das teorias que dizem respeito à relação desta com o mundo são a adequação empírica, a consistência (tanto interna quanto com os fatos) e a força empírica, ou seja, a quantidade de informações que se consegue inferir a partir das leis da teoria. Demais fatores – como a força explicativa – dizem respeito à pragmática, isto é, podem atuar como condições para a escolha entre teorias rivais em determinados contextos, independentemente das questões sobre a verdade.¹⁹

Sobre o valor da busca por explicações na ciência, o autor afirma:

[...] a busca de explicação é valorizada na ciência porque ela consiste *na maior parte* na busca por teorias que são mais simples, mais unificadas e que mais provavelmente podem ser empiricamente adequadas. Isso não se dá porque o poder explicativo seja uma qualidade separada *sui generis*, que, misteriosamente, torna aquelas outras qualidades mais prováveis, mas porque ter uma boa explicação *consiste*, em sua maior parte, em ter uma teoria com aquelas outras qualidades.²⁰

A teoria da explicação proposta por van Fraassen é complexa, de modo que não é o nosso objetivo abordar os seus pormenores. Para nós, basta enumerar alguns fatores relevantes de sua proposta: (i) entre teorias *empiricamente equivalentes*, nada justifica a escolha por aquela que fornece a “melhor explicação” para os fenômenos, visto que isso significaria adicionar extensões metafísicas à teoria²¹; (ii) uma explicação é uma *resposta* a uma questão-por-quê, isto é, em determinado contexto, o cientista pode se perguntar: “por que X (e não Y)?”. A resposta a essa questão (“porque Z”) apenas indica que Z é relevante para X, mas não implica qualquer modalidade (relação de necessidade) entre Z e X²²; (iii) a explicação científica não consiste num gênero especial de explicação, mas é uma explicação que se vale da ciência e é avaliada de acordo com uma teoria. Desse modo, van Fraassen

¹⁸ Ver, por exemplo, LAUDAN, 1981.

¹⁹ VAN FRAASSEN, op. cit., p. 160.

²⁰ Ibid., p. 169-170, itálicos no original.

²¹ Cf. Ibid., p. 172-173.

²² Cf. Ibid., p. 250-257.

relativiza a distinção entre descrição e explicação: solicitar uma explicação é requerer uma informação sobre fatos num dado contexto, mas o tipo da informação requerida não difere da que é recebida quando se pede por uma descrição.²³ Em outros termos, tanto os enunciados descritivos quanto os explicativos não excedem o âmbito da adequação empírica da teoria aos fenômenos.

Na seção seguinte, pretendo apresentar e problematizar a leitura antirrealista do *Escólio Geral* newtoniano.

2. “*Hypotheses non fingo*”: fonte de antirrealismo?

Desde que Isaac Newton publicou os *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural* (*Principia*), a questão da explicação do conceito de *atração*, ou do conceito geral de *força*, tem sido objeto de intensos debates. Nos termos em que o próprio Newton formulou o problema, trata-se da tarefa de apontar a *causa da gravidade*. Pensadores dos séculos XVII e XVIII, como Leibniz e Berkeley, acusaram a mecânica newtoniana de não fornecer, efetivamente, uma explicação para o movimento, visto que Newton não fora capaz de articular uma interpretação para o conceito de força.²⁴ De um modo geral, os adversários de Newton afirmam que a gravitação, como o autor a concebe, não é *inteligível*. Na terceira edição dos *Principia*, Newton articulou uma resposta a essas críticas no famoso *Escólio Geral* (*Scholium Generale*), conforme segue:

Explicamos até aqui os fenômenos dos céus e de nosso mar pelo poder da gravidade, mas ainda não designamos a causa deste poder. [...] Mas ainda não fui capaz de descobrir a causa destas propriedades da gravidade a partir dos fenômenos, e não invento hipóteses.²⁵ Pois tudo aquilo que não é deduzido a partir dos fenômenos é para ser chamado de uma hipótese. E as hipóteses, quer metafísicas ou físicas, quer de qualidades ocultas ou mecânicas, não tem lugar na filosofia experimental. [...] E para nós é suficiente que a gravidade exista realmente e atue de acordo com as leis que explicamos, servindo abundantemente para explicar todos os movimentos dos corpos celestes e de nosso mar.²⁶

²³ Cf. *Ibid.*, p. 273-275.

²⁴ Cf. McMULLIN, 1984, p. 10.

²⁵ Ainda que a versão dos *Principia* que utilizamos traduza “*hypotheses non fingo*” por “não construo hipóteses”, julgamos que o verbo “inventar” (ou mesmo “fingir”) seja uma escolha mais coerente com os propósitos de Newton nesse texto.

²⁶ NEWTON, I. *Principia: Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*. São Paulo: Edusp, 2008, p. 331, *itálicos nossos*.

Em outras passagens dos *Principia*, como na Definição 8, do livro I, Newton afirma que busca apenas “oferecer uma noção matemática daquelas forças, sem considerar suas causas e posições físicas.” Tradicionalmente, essa advertência newtoniana é lida no sentido de um esvaziamento ontológico do conceito de força.²⁷ Outras passagens, contudo, parecem aproximar Newton de uma noção realista da gravitação, como a Proposição 5, do livro III, em que o autor afirma que os planetas que orbitam em torno do Sol são “mantidos em suas órbitas pelas forças de suas gravidades.” Além disso, podemos considerar as próprias leis do movimento, enunciadas no livro I, e o Escólio Geral, mencionado acima. Em todas essas passagens e formulações teóricas, Newton afirma ter deduzido a existência das forças a partir dos fenômenos. Como veremos na seção seguinte, essa ênfase nos fenômenos é o que situa a controvérsia acerca da gravitação no campo metodológico.

Por que razão as considerações de Newton acerca da natureza das forças de atração gravitacional geraram controvérsias entre seus contemporâneos? É preciso lembrar que a chamada revolução científica do século XVII mudou radicalmente a maneira de se abordar a realidade e se conhecer o mundo. Até o período revolucionário iniciado por Descartes, Bacon e outros autores, o conhecimento científico era compreendido na perspectiva aristotélica e escolástica. Nesse sentido, ficou bem conhecida na história das ciências a ideia de que a modernidade transformou as quatro causas aristotélicas (formal, material, eficiente e final) em apenas uma, a saber, a causa eficiente.

Sem entrar em detalhes – pois essa discussão foge ao escopo de nosso trabalho – destaco que a teoria das quatro causas representa quatro tipos de explicação que era considerado relevante para a ciência, a filosofia e a teologia até o início da modernidade. No famoso exemplo da estátua de bronze, temos que sua causa material é o seu princípio de individuação (o bronze que compõe a estátua). Sua causa formal é a forma ou ideia que ela representa (um ser humano, por exemplo). Sua causa final denota sua finalidade ou objetivo no mundo, ao passo que sua causa eficiente denota o processo mecânico que lhe deu origem concreta. O mecanicismo da modernidade e a ênfase no método empírico surge justamente como um abandono das outras causas em favor de uma abordagem da realidade que leve em conta apenas a causa eficiente, os processos mecânicos e observáveis dos fenômenos.

²⁷ Cf. CHIBENI, S. S. As posições de Newton, Locke e Berkeley sobre a natureza da gravitação. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 811-839, 2013.

Por essa razão, as formulações de Newton a respeito da força da gravitação despertaram desconfianças em seus contemporâneos, que temeram um perigoso retorno às causas finais, às qualidades ocultas e a demais entidades explicativas mencionadas pelos aristotélicos e escolásticos em suas investigações. Como veremos com mais detalhes na seção seguinte, a força de atração gravitacional postulada por Newton é capaz de ser exercida no vácuo, é instantânea, uma vez que envolve corpos muito afastados no espaço, além de ser exercida sem que haja necessidade de um intervalo de tempo para que ela se propague. Trata-se de uma categoria científica bastante peculiar para o período, o que gerou dúvidas e desconfianças.

A citação do Escólio Geral que reproduzimos acima, portanto, deve ser lida como uma reação de Newton às dúvidas e controvérsias envolvidas na apresentação da força de atração gravitacional. Newton precisava assegurar que sua teoria não representava um retorno às categorias científicas medievais, ao mesmo tempo em que marcava sua posição distinta do mecanicismo cartesiano. É dessa reação de Newton que emergem os problemas ligados ao realismo, uma vez que sua resposta abre margem à pergunta: será que Newton considerava a gravitação como uma ficção útil, capaz de explicar os fenômenos, ou ele endossava a crença na sua existência real?

Nessa perspectiva do debate entre realistas científicos e antirrealistas, alguns filósofos tomam a passagem supracitada – em especial, a expressão *hypotheses non fingo* – como uma evidência de que o objetivo geral da ciência não envolve a busca por explicações acerca de realidades situadas para além da observação. Nessa linha de raciocínio, a discussão sobre a natureza ou a causa da gravidade seria irrelevante, daí a aparente recusa newtoniana em se engajar em tal debate. É o caso de Hilary Putnam – que em seus escritos posteriores se tornou defensor do antirrealismo – e Bas van Fraassen, autores que levantam críticas às teses realistas, como vimos na seção anterior.

Putnam, em sua crítica ao realismo metafísico, chama a atenção para o contraste entre o sucesso empírico alcançado pela teoria newtoniana e a inconclusão dos debates (infrutíferos, na visão do autor) acerca da metafísica envolvida na teoria da gravitação. Segundo Putnam, o próprio Newton estaria consciente de que sua teoria não deveria ser lida como uma descrição fidedigna ou última do universo, metafisicamente falando. Nas palavras do autor: “‘*Hypotheses non fingo*’ representa a negação das ‘hipóteses’ metafísicas, não das

científicas”.²⁸ Além disso, Putnam afirma que o fato de que seja possível formular a teoria da gravitação recorrendo ou à noção de *ação à distância* ou à noção de *campo*, sem que isso afete a adequação das equações, corrobora a tese de que especulações de ordem metafísica podem até interessar a alguns filósofos, mas jamais interessarão aos físicos.

Bas van Fraassen, como analisamos na seção anterior, dirige sua crítica à suposta exigência por explicações com que os filósofos realistas sobrecarregariam a atividade científica. Muitos autores consideram que, além da adequação empírica, o poder explicativo seja uma virtude desejável de teorias bem-sucedidas. Van Fraassen admite a importância das explicações, mas não considera o poder explicativo uma virtude teórica indispensável. Se assim fosse, “[...] então toda teoria teria de explicar cada fato em seu domínio. Newton teria de ter acrescentado uma explicação da gravidade à sua mecânica celeste antes mesmo de apresentá-la”.²⁹ Desse modo, a recusa de Newton em inventar “hipóteses” para explicar a causa da gravidade representaria, na visão de van Fraassen, o ideal da ciência que se ocupa apenas em “salvar os fenômenos”, ou seja, descrever o mundo observável.

Num certo sentido, podemos dizer que tanto van Fraassen quanto Putnam recorrem ao conhecido argumento da *subdeterminação das teorias pelos dados empíricos*. Afinal, diferentes explicações para o conceito de força da gravitação poderiam ser elaboradas, algumas dessas explicações certamente inconsistentes entre si; no entanto, nada disso alteraria a adequação empírica da teoria da gravitação. Seguindo essa argumentação, poderíamos concluir que o próprio Newton estivesse consciente dessa questão, pois sua recusa das hipóteses parece expressar justamente a delimitação da filosofia natural aos limites do observável.

Na seção seguinte, meu objetivo é contextualizar a citação do Escólio Geral, referida acima, no debate travado por Newton e os defensores da hipótese dos vórtices, a fim de problematizar a leitura feita por van Fraassen e Putnam.

²⁸ PUTNAM, H. *Realism and reason: Philosophical Papers*, vol. III. Cambridge: Cambridge University Press, 1983, p. 227.

²⁹ VAN FRAASSEN, 2007, p. 170.

3. *Scholium Generale*: controvérsias metafísicas ou metodológicas?

Como vimos anteriormente, as razões alegadas pelos que criticaram Newton por sua teoria da gravitação universal se situam no campo da *inteligibilidade conceitual*. No quadro metafísico do mecanicismo cartesiano – tendência dominante no contexto do século XVII – todas as explicações eram formuladas por meio da referência aos *choques*, isto é, colisões entre partes da matéria. Nos célebres *Princípios da Filosofia*, René Descartes define a matéria como pura extensão geométrica; e o movimento, por meio dos choques, como aquilo que produz a segmentação e a diversidade de formas da matéria. Logo, não é de se admirar que o conceito newtoniano de *força atrativa* tenha sido recebido de modo negativo pelos cartesianos. Em certa medida, a abordagem de Newton lhes pareceu um perigoso retorno ao aristotelismo escolástico, com suas “qualidades ocultas” e “ações à distância”. O fato é que um conceito como esse não tinha como ser expresso nos termos do mecanicismo, daí a acusação de ininteligibilidade. Em última análise, as críticas recebidas por Newton situam-se no campo da Metafísica.

Antes de passarmos à análise das respostas de Newton a seus críticos, convém explicitar alguns aspectos da *hipótese dos vórtices* de Descartes, teoria formulada por ele para dar conta dos fenômenos planetários. Segundo a física cartesiana, não há o “vazio” no universo, de modo que o autor formula a *hipótese* de que todo o espaço existente entre as estrelas e entre os planetas é preenchido por uma matéria fluida, chamada *matéria vorticial*. Desse modo, à cada estrela fixa (como o Sol, por exemplo) cabe um *vórtice* próprio. O vórtice formado em torno das estrelas recebe esse nome pois engendra um movimento em forma de turbilhão ao seu redor, arrastando os planetas na mesma direção. Se quisermos formular a questão em termos da gravitação newtoniana, devemos admitir que a hipótese cartesiana aponta, efetivamente, uma *causa* para a “gravidade”. Na Terceira Parte dos *Princípios de Filosofia*, Descartes informa seus leitores o que significa interpretar os vórtices como uma hipótese:

Irei estabelecer aqui a hipótese que me parece a mais simples e útil de todas; tanto para entender os fenômenos como para investigar suas causas naturais. Contudo, aviso que não pretendo que ela seja aceita como em

inteira conformidade com a verdade, mas apenas como uma hipótese {ou suposição que pode ser falsa}.³⁰ (*Principles* III, 19)³¹

Em outra parte do texto, o autor argumenta que seria ponto pacífico entre os astrônomos o fato de que, sem a suposição de que exista uma matéria vorticial fluida, “é quase impossível dar uma explicação satisfatória dos fenômenos planetários” (*Principles* III, 24).³² Desse modo, fica claro que o entorno metodológico no qual a hipótese dos vórtices é formulada é precisamente aquele que considera tarefa fundamental da astronomia a de “salvar os fenômenos”, isto é, inventar hipóteses por meio das quais se consiga calcular as posições relativas dos planetas e estrelas conforme o tempo. No entanto, Descartes explicita um método para avaliação das hipóteses, o que afasta a ideia de que uma hipótese equivalha a uma ficção arbitrária.

Enquanto o fato de que o universo seja constituído por um único tipo de matéria (extensão) consiste numa convicção de natureza *metafísica*, Descartes assume que o modo como essa matéria foi combinada por Deus é uma questão que só a *experiência* nos pode ensinar. Nas palavras do autor: “É por isso que estamos agora livres para assumir aquilo que nos agrada, desde que tudo o que fomos capazes de deduzir disso esteja em estrita conformidade com a experiência” (*Principles* III, 46).³³ Logo, as hipóteses – como a dos vórtices – devem ser avaliadas segundo as suas consequências empíricas. Trata-se, pois, de uma metodologia *hipotético-dedutiva*. Em resumo, a existência dos vórtices em si mesmos não é sustentada empiricamente. Todavia, o que se deduz a partir do momento em que se admite a existência dos vórtices é que deve ser avaliado à luz da experiência. É esse o núcleo do que significa formular uma hipótese nos termos cartesianos, precisamente aquilo que Newton buscava negar.

A partir dessas considerações sobre a hipótese dos vórtices, temos condição de avaliar o *hypotheses non fingo* proferido por Newton, tendo em vista que o Escólio Geral dos *Principia* inicia justamente com uma crítica às dificuldades conceituais enfrentadas pela hipótese de Descartes. Com efeito, Newton dedica boa parte do texto à tarefa de apontar as

³⁰ Neste texto, utilizamos a tradução inglesa da obra de Descartes, *Principles of Philosophy*, tendo traduzido as citações para o português. O mesmo ocorrerá mais adiante, quando citarmos um trecho da *Opticks* de Newton.

³¹ DESCARTES, R. *Principles of Philosophy*. Translated by Valentine Miller and Reese Miller. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1982, p. 91.

³² DESCARTES, 1982, p. 93.

³³ *Ibid.*, p. 106.

inconsistências dos vórtices com as leis de Kepler (expostas na seção “Fenômenos”, do Livro III). Em última análise, Newton busca demonstrar que a existência dos vórtices, tais como Descartes os descreve, impediria que as proporcionalidades observadas por Kepler fossem respeitadas, visto que a presença da matéria vorticial ofereceria resistência aos movimentos dos planetas, produzindo irregularidades. Um argumento adicional mencionado pelo autor é o de que o valor elevado da excentricidade dos cometas consiste numa evidência de que não há vórtices, já que não poderia haver excentricidades diferentes no interior de um mesmo vórtice: “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”.³⁴ O tempo todo, Newton toma a proporcionalidade da força da gravitação ao inverso do quadrado da distância – fato que o autor espera ter comprovado matematicamente – como referência para demonstrar a inadequação da hipótese de Descartes.

De certo modo, a controvérsia com a hipótese dos vórtices marca a posição adotada por Newton na resposta a seus críticos. A estratégia adotada pelo autor envolve a transposição do debate – originalmente marcado por preocupações metafísicas – para as questões de metodologia. Demonstrando que sua noção de gravitação é mais adequada aos fenômenos do que a contraditória hipótese dos vórtices, Newton pretende sustentar a razoabilidade de sua proposta. No entanto, isso não é feito apontando uma explicação positiva para a causa da gravidade, isto é, por meio da postulação clara de uma metafísica capaz de sustentar esse conceito. Poderíamos dizer que estamos diante de uma evidência de que as preocupações de Newton teriam se afastado das inconclusivas controvérsias metafísicas, como sustentam Putnam e van Fraassen?

É preciso ter em mente que Newton jamais afirmou que a causa da gravidade não pudesse ser encontrada (menos ainda que esta não devesse ser buscada). O fato de que o autor não tenha convertido a gravidade numa *hipótese* é uma evidência clara da crença de Newton de que “a gravidade exista realmente”, visto que, como vimos, a tradição astronômica da qual Descartes se apropria concebe uma hipótese como uma afirmação que *pode* ser falsa, mas da qual se deduzem consequências verdadeiras. O método experimental de Newton não deixa espaço para a formulação de hipóteses possivelmente falsas. Postular

³⁴ NEWTON, 2008, p. 327.

uma qualidade oculta ou certo tipo misterioso de propriedade metafísica para corresponder à causa da gravidade seria introduzir um elemento não assegurado experimentalmente na teoria desenvolvida nos *Principia*. Nesse sentido, Newton não considera a gravidade como uma hipótese vácuca, indicando que há, na sua interpretação, um comprometimento com certo tipo de interpretação realista do conceito de *força atrativa*.³⁵ O ponto chave é que, para Newton, a busca pela causa da gravidade deveria proceder pelo mesmo método da filosofia experimental, qual seja, inferir proposições dos fenômenos e generalizá-las indutivamente.³⁶

Na edição da *Óptica* de 1721, Newton acrescentou ao texto de 1704 algumas *questões* nas quais debate longamente o problema da causa da gravidade, chegando a formular algumas *hipóteses* para explicá-la. Como veremos abaixo, o tom do texto de Newton na *Óptica* é abertamente especulativo, mas não há qualquer tipo de tensão ou choque entre o método experimental desenvolvido pelo autor.

Ainda que o autor não tenha chegado a uma conclusão metafísica definitiva, o ponto a ser destacado é que essa ênfase no problema de explicar a noção de força da gravitação indica que Newton estava empenhado em resolver a questão nos anos após a publicação do *Principia*. A título de ilustração, comentarei a argumentação de Newton na Questão 31. Nesse texto, o autor se pergunta se haveria “virtudes” ou “forças” nas pequenas partículas do universo capazes de produzir os fenômenos da natureza (não só a gravitação, mas também a eletricidade e o magnetismo). O autor reafirma que essas forças consistem no objeto da filosofia experimental, ainda que não se conheçam suas causas, “pois devemos aprender dos fenômenos da natureza que os corpos se atraem mutuamente, e quais as leis e propriedades da atração, antes de investigar a causa pela qual a atração é gerada”.³⁷ Após comentar a possibilidade de explicar a solubilidade de certos materiais mediante o mesmo conceito de atração, Newton reafirma o compromisso da filosofia experimental com a investigação das causas da atração: “Portanto, há agentes na Natureza capazes de fazer com que as partículas dos corpos fiquem unidas por atrações muito fortes. E é trabalho da filosofia experimental

³⁵ Para uma discussão mais completa a esse respeito, ver BARRA, E. S. O. A primazia das relações sobre as essências: forças como entidades matemáticas nos *Principia* de Newton. *Scientiae Studia*. São Paulo: USP, v. 8, n. 4, p. 549-570, 2010.

³⁶ BARRA, E. S. O. *Omnis Philosophiae Difficultas*: o conceito de força na filosofia natural de Newton. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994, p. 171.

³⁷ NEWTON, I. *Opticks, Or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*. London: Printed for William and John Innys at the West End of St. Paul’s Publication, 1721, p. 351.

descobri-los”.³⁸ Aqui, há a indicação de que a gravidade seria causada por certos agentes; contudo, não há uma explicitação mais detalhada do que eles sejam exatamente.

Qual o sentido do termo *hipótese*, nesse contexto? As hipóteses formuladas por Newton na Óptica correspondem a *guias* para a investigação experimental. Como vimos acima, o método experimental elaborado por Newton exige que formulemos hipóteses para explicar a causa da gravidade e, em seguida, as confrontemos ao tribunal da experiência. Essa metodologia não guarda qualquer semelhança com o método hipotético-dedutivo de Descartes, em que os vórtices consistiam numa postulação sem qualquer lastro experimental. É por isso que Newton pode dizer no Escólio Geral que “não inventa hipóteses” para explicar a gravidade, já que não é sua intenção postular uma suposta causa metafísica não confirmada experimentalmente. Por outro lado, não é incoerente com essa postura o engajamento newtoniano em cogitar possíveis hipóteses para explicar a gravidade ao longo das questões da Óptica. Afinal, tais especulações não são elevadas à categoria de postulados, mas se apresentam como guias provisórios para pesquisas experimentais futuras.

Portanto, essa breve exposição que fizemos indica que Newton não argumentou diretamente em favor da inteligibilidade do conceito de força, o que seria de se esperar caso o autor tivesse interesse em combater frontalmente os seus críticos. Parece que Newton estava consciente de que isso não seria possível levando em conta as categorias metafísicas vigentes em sua época. Em vez disso, sua estratégia argumentativa consistiu em expor as diferenças metodológicas entre sua proposta e a hipótese dos vórtices, sustentando sua teoria por meio de uma espécie de inferência da melhor explicação.

Conclusão

Ao longo desse texto, busquei sustentar que Newton jamais recusou a busca por uma explicação do conceito de gravidade. O que o autor fez foi argumentar que a investigação acerca da causa da gravidade deveria proceder pelo mesmo método da filosofia experimental. Em última análise, Newton acreditava que sua teoria devesse ser preferida exatamente pelo poder explicativo proporcionado pelo conceito de atração gravitacional, fator que marca uma diferença crucial entre a teoria newtoniana e sua principal concorrente.

³⁸ NEWTON, 1721, p. 369.

Além disso, a persistência da temática da causa da gravidade nos escritos de Newton após o lançamento dos *Principia* revela a importância do tema para o autor. É nesse sentido que argumentei que o *hypotheses non fingo* não equivale à recusa da metafísica nem do valor central das explicações em ciência.

De certo modo, a leitura feita por Putnam e van Fraassen acabou atribuindo conclusões que não são apoiadas pelos textos de Newton. Como vimos, o antirrealismo defendido por esses autores atribui um valor meramente pragmático às explicações. As entidades inobserváveis presentes em uma teoria não teriam a pretensão de capturar o mundo e de explicá-lo em nível detalhado. Entretanto, o *hypotheses non fingo* de Newton não atribui esse valor instrumental à gravidade. O objeto da recusa de Newton foi, como buscamos enfatizar, o método hipotético-dedutivo e suas implicações ficcionalistas. Certamente, o que dissemos aqui não faz do antirrealismo uma posição incoerente ou indefensável. Ao contrário, argumentei apenas que a leitura de Newton com vistas a defender uma interpretação antirrealista de seus escritos não se sustenta. Newton jamais precisou converter a gravidade numa hipótese, visto que jamais duvidou de sua existência efetiva.