

Lógica & Racionalidade Científica

Alessandro Bandeira Duarte
Robinson Guitarrari
Organizadores



Editora do PPGFIL-UFRRJ
Núcleo de Lógica e Filosofia da Ciência

Organizadores

Alessandro Bandeira Duarte e Robinson Guitarrari

LÓGICA E RACIONALIDADE CIENTÍFICA

1ª edição
Seropédica, RJ
PPGFIL-UFRRJ
2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

Reitor: Ricardo Berbara

Vice-Reitor: Luiz Carlos Oliveira Lima

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: Alexandre Fortes

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Filosofia: Affonso Henrique Vieira da Costa

EDITORA DO PPGFIL-UFRRJ

www.editorappgfilufrrj.org

Editor-chefe: Cristiane Almeida de Azevedo

Editor adjunto: Francisco José Dias de Moraes

Comitê Editorial

Affonso Henrique Costa

Alessandro Bandeira Duarte

Danilo Bilate

José Nicolao Julião

Renato Valois

Walter Valdevino Oliveira Silva

Conselho Editorial

Abilio Azambuja Rodrigues Filho (UFMG)

Antônio Augusto Passos Videira (UERJ)

Arley Ramos Moreno (Unicamp)

Domenico M. Fazio (Università del Salento – Itália)

Edgar de Brito Lyra Netto (PUC-RJ)

Eduardo Brandão (USP)

Ernani Pinheiro Chaves (UFPA)

Evandro Barbosa (UFPel)

Fernando José de Santoro Moreira (UFRJ)

Gilvan Luiz Fogel (UFRJ)

Guido Antônio de Almeida (PPGLM-UFRJ / PRO-NEX-CNPq)

Helder Buenos Aires de Carvalho (UFPI)

Julio Cesar Ramos Esteves (UENF)

Luisa Severo Buarque de Holanda (PUC-RJ)

Marco Antonio Caron Ruffino (UNICAMP)

Marco Antonio Valentim (UFPR)

Marcos Fanton (UFPE)

Maria Aparecida de Paiva Montenegro (UFCE)

Maria Lucia Mello e Oliveira Cacciola (USP)

Markus Figueira da Silva (UFRN)

Pedro Sússekind Viveiros de Castro (UFF)

Rodrigo Antonio de Paiva Duarte (UFMG)

Tiegue Vieira Rodrigues (UFMT)

Walter Gomide do Nascimento Junior (UFMT)

Organizadores: Alessandro Duarte e Robinson Guitarrari

Revisão: Alessandro Duarte e Robinson Guitarrari

Diagramação: Alessandro Duarte e Robinson Guitarrari

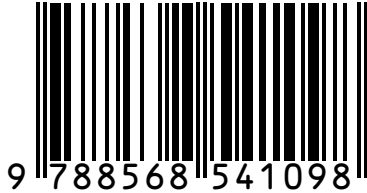
Lógica e racionalidade científica [recurso eletrônico] / Alessandro Duarte e Robinson Guitarrari (Org.) – Seropédica, RJ: PPGFIL-UFRRJ, 2019.

191 p.

ISBN 978-85-68541-09-8

1. Lógica. 2. Racionalidade Científica. 3. Conhecimento. I. Título. II. Duarte, Alessandro. III. Guitarrari, Robinson.

ISBN 978-85-68541-09-8



Creative Commons 2019 Editora do PPGFIL - UFRRJ

Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons - Atribuição Não Comercial Sem Derivações 4.0 Internacional.

Software Livre

Este livro foi produzido com os seguintes programas livres: \LaTeX 2_ε (<https://latex-project.org/ftp.html>), LyX (<https://www.lyx.org/>) e Scribus (<https://www.scribus.net/>).

APRESENTAÇÃO

O **Núcleo de Lógica e Filosofia da Ciência** (NuLFiC) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) foi criado em 2016 como objetivo de formar um grupo de discussão multidisciplinar nas áreas de Lógica e Filosofia da Ciência. O grupo conta com a participação regular de docentes e discentes de Filosofia, Química, Física, Biologia da UFRRJ. Nos dias 23, 24 e 25 de outubro de 2017, NuLFiC organizou o 1º Encontro do Núcleo de Lógica e Filosofia da Ciência. Participaram desse Encontro docentes e discentes de algumas universidades do Brasil, dentre as quais destacamos: UFRJ, UERJ, UFF, UFRRJ, UNB, USP, UFJF, UFAM. O encontro foi dividido em 3 eixos temáticos: 1) racionalidade científica; 2) lógica e existência; e 3) conhecimento e racionalidade. O presente livro reúne artigos de alguns pesquisadores que participaram do 1º Encontro do NuLFiC.

Agradecemos a todos os pesquisadores que contribuíram com esse livro, enviando artigos relacionados ao tema do 1º Encontro do NuLFiC. Acreditamos que o livro será uma ferramenta útil aos estudantes de graduação e pós-graduação, assim como a demais interessados em temas que dizem respeito à lógica, à filosofia da ciência e à teoria do conhecimento. Também agradecemos o apoio do PPGFIL-UFRRJ, da direção do ICHS e da Faperj.

Organizadores

SUMÁRIO

1	É a história da ciência suficiente para resgatar a metafísica? ALBERTO OLIVA	7
2	Sexto e a crítica à noção estoica de racionalidade humana ALICE BITENCOURT HADDAD	47
3	A relevância da divergência de opiniões segundo Mill CAETANO E. PLASTINO	57
4	Dois cenários contrafactuais envolvendo a história da teoria da gravitação OSVALDO PESSOA JR.	65
5	Subdeterminação e alternativas não concebidas ROBINSON GUITARRARI	83
6	As teses de Hacking e Chang em favor do realismo: uma breve introdução RAFAEL DE OLIVEIRA LATTANZI VAZ & ANTONIO AUGUSTO PASSOS VIDEIRA	98
7	A noção de analiticidade e o seu papel na explicação do conhecimento <i>a priori</i> CÉLIA TEIXEIRA	112
8	Da existência em metamatemática à existência em geral LUCIANO VICENTE	129
9	Um procedimento abstrato para transformar uma dada lógica em uma lógica paraconsistente EDELICIO G. DE SOUZA	135
10	Lógica livre: uma breve introdução ALESSANDRO BANDEIRA DUARTE	141
11	Dialética da subjetividade e da objetividade na mecânica quântica MANOEL BARROS DA MOTTA & CLAUDIO MAIA PORTO	154
12	A teoria dos quatro elementos através da história e sua influência no desen- volvimento da química ROBERTO BARBOSA DE CASTILHO	170
13	A química, a física, e o reducionismo MARCELO H. HERBST	180

É A HISTÓRIA DA CIÊNCIA SUFICIENTE PARA RESGATAR A METAFÍSICA?

Alberto Oliva
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Um fatal “medo da metafísica” acabou por se tornar uma doença do filosofar empirista contemporâneo. Essa doença é a contraparte do tipo anterior de filosofar nas nuvens, o qual supunha ser possível negligenciar e dispensar o que era dado pelos sentidos.

(EINSTEIN, 1951, p. 289)

É verdade que a filosofia se encontra em uma condição lamentavelmente tosca; muito pouco sobre ela está realmente estabelecido. A pretensão acalentada pela maioria dos filósofos de conhecer tudo o que há para conhecer acaba por desgostar quem está familiarizado com qualquer ciência real.

(PEIRCE, 1931, §128)

Pretendemos discutir se deixou de ser defensável o *separatismo* epistemológico que, a partir de Francis Bacon, passou a colocar a ciência e a metafísica em compartimentos estanques. É nosso intuito avaliar a tese de Popper segundo a qual a interação subsistente, historicamente registrável, entre ciência e metafísica impede que sejam consideradas sem sentido as proposições metafísicas. Problematizaremos a tese popperiana generalista de que teorias metafísicas se prestam a formar explicações atestadamente científicas. Faremos uma análise da tentativa de Popper de resgatar a metafísica com base no argumento de que teorias científicas são eventualmente forjadas a partir de conteúdos especulativos. Buscaremos determinar de que modo, em que extensão, isso ocorre a ponto de justificar a rejeição do veredicto positivista lógico de que as proposições metafísicas carecem de sentido. Aferiremos quão problemática é a tentativa popperiana de salvar a metafísica das críticas sintáticas e semânticas recorrendo a casos emblemáticos da história da ciência em que conteúdos especulativos foram reaproveitados pela ciência.

Por fim, avaliaremos o que está envolvido na conversão que enseja que a teoria carente de conteúdo empírico passe a tê-lo quando ocorre sua migração para a ciência.

Tomando a teoria dos *idola* de Francis Bacon como referência, defenderemos que Popper está convencido de que os *idola fori* que permeiam a história da filosofia não servem de justificativa para se decretar a inviabilidade cognitiva da metafísica. A natureza abstrusa de boa parte dos textos metafísicos não autoriza a condenação da metafísica com base na acusação de que suas proposições são sem sentido porque seus sujeitos carecem de *referta*. A despeito de as doutrinas filosóficas também tenderem a gerar *idola theatri*, são por Popper consideradas indispensáveis para se pensar o mundo e oferecer diretrizes explicativas à atividade científica de pesquisa. Acreditamos ser fundamental avaliar criticamente de que modo Popper procura contornar a incidência dos *idola fori* e reputar profícua a atividade especulativa dos *idola theatri*. Advogaremos que os positivistas lógicos propõem a eliminação da metafísica por causa dos dois tipos de *idola* e Popper a defende a metafísica apesar dos dois. Em uma primeira fase de sua obra, Popper confere valor à metafísica em virtude de *poder* ser aproveitada no processo de formação de algumas teorias científicas. Posteriormente, passa a encarar as teses da metafísica como criticáveis e a lhe atribuir papel importante no enfrentamento de problemas essenciais, sejam eles comuns, sociais ou científicos.

1 É a metafísica uma construção discursiva incapaz de produzir sentido?

Muito se tem discutido a natureza das diferenças subsistentes entre os vários modos de se buscar conhecimento. Caso se rechace a tese formulada pelo cientismo de que só a ciência pode reivindicar estatuto cognitivo, é cabível averiguar que tipo de relacionamento os diferentes tipos de postulação de conhecimento estabelecem entre si. Já os filósofos modernos mostram grande preocupação em reconstruir e compreender a natureza do conhecimento científico sem deixar de compará-lo ao filosófico. Diante da nova e exitosa física, Kant (1912, p. 1-2) formulou a questão essencial de “se uma coisa como a metafísica é possível”. Caso seja uma ciência, indaga Kant, a que se deve o fato de, à diferença das outras ciências, a metafísica se mostrar incapaz de granjear reconhecimento universal e permanente? Caso não o seja, como pode manter suas ambições e conservar a mente humana em suspense com esperanças permanentes, mas jamais concretizadas? A despeito da diversidade de teorias qualificáveis de metafísicas, a característica essencial compartilhada seria, no entender de Kant, a de ir *além de toda experiência possível*.

Caso o conhecimento só seja alcançável, como pensa Bacon, como resultando do casamento entre observação meticulosa, livre de *idola*, e indução eliminatória, que reconhece a força maior da *evidência adversa*, as teorias metafísicas ficam incapacitadas

de postular valor cognitivo. Nesse caso, o material ideacional de natureza especulativa sequer serve de inspiração para a elaboração de teorias que aspirem a ter estatuto cognitivo. A velha e rígida contraposição platônica entre *episteme* e *doxa* se transmuda no empirismo baconiano na separação entre a *interpretatio naturae*, empiricamente respaldada, e a *antecipatio mentis* francamente especulativa. Com base nesse tipo de dicotomia, fecham-se as fronteiras entre a ciência, formada por teorias estribadas nos fatos, e a metafísica ou pseudociência, ambas sem qualquer enraizamento no mundo observável.

Sendo a experiência considerada a única fonte de formação e o único crivo de avaliação das teorias com aspiração a ter valor cognitivo, tudo que deixar de partir da observação, tudo que carecer de lastro nos fatos, está condenado à inépcia explicativa e à impotência instrumental. Visto como fruto de uma atividade essencialmente observacional, o processo de criação em ciência é rigidamente conduzido sem espaço para os lampejos do gênio, os intrincados exercícios heurísticos e os acasos da serendipidade. Sendo a superioridade explicativa da ciência creditada ao fato de se dedicar ao acompanhamento radiográfico dos fatos, os cientistas se afastariam de seu ofício caso dessem atenção a conteúdos explicativos forjados em domínios como a metafísica. Para Bacon, o pensamento metafísico desrespeita a natureza, seus fatos e suas concatenações, como se a desprezasse, como se o conhecimento pudesse resultar de forçá-la a se ajustar a um molde teórico preconcebido. Produtora de construções puramente verbais, geradoras de *idola fori*, a metafísica fica impossibilitada de produzir conhecimento. Só a observação — em associação com a indução genuína, a eliminatória, a que evita a enumeração simples — enseja o acompanhamento dos modos de ser e se reproduzir dos fenômenos. É imperioso ter a humildade de respeitar a natureza, seguindo suas manifestações, para que revele seus segredos. Na ciência, é preciso se escravizar ao acompanhamento dos fatos para se conseguir explicá-los e controlá-los com eficácia instrumental.

Parcela significativa dos empiristas posteriores a Bacon se dedicou a reiterar a necessidade de uma nítida linha divisória entre a ciência e as outras formas de explicar a realidade. A preocupação em enunciar critérios de demarcação, em apontar os procedimentos metodológicos que só a ciência poderia adotar e colocar em prática, está pouco presente entre os filósofos racionalistas. O destaque dado pelos racionalistas à matemática serviu para evitar, entre outras coisas, que esposassem uma visão “experencialista” de conhecimento que os levaria a tachar a metafísica de especulação vazia. Descartes (1957, p. 87) entende subsistir uma interligação entre a física e a metafísica entendidas como partes do vasto território a filosofia: “toda a filosofia é uma árvore cujas raízes são a metafísica, o tronco a física e os galhos que saem desse tronco são todas as outras ciências”. Os empiristas modernos tendem a atribuir especial credibilidade explicativa à ciência em virtude de entenderem que é a única apta a elaborar teorias fincadas em uma base rochosa de fatos:

É um fato indisputável que a criação e a formação da ciência moderna evo-

luíram sob a égide do credo na observação e na experiência e do rechaço de todas as especulações metafísicas, que tinham sido tratadas como características do pensamento científico nos séculos precedentes. O empirismo era, de fato, um artigo de fé para muitos cientistas modernos e um programa metodológico defendido por muitos filósofos (AMSTERDAMSKI, 1975, p. 13-4).

Bastante influente até o início do século XX, a concepção observacionista/indutivista de Bacon foi bastante invocada pelos que ambicionavam promover a desqualificação cognitiva da metafísica. E pelos que acreditavam que inexistia um substrato metafísico sobre o qual podem se assentar as explicações científicas. Nos anos 30 do século passado emergiu com força na filosofia da ciência o juízo de que a metafísica está condenada a ser explicativamente inepta por criar teorias impermeáveis a crivos empíricos ou por elaborar proposições incapazes de produzir sentido. As teorias gerais da realidade forjadas pela metafísica sequer possuíam o potencial de *inspirar* novos caminhos para a pesquisa científica. Reportando-se ao empirismo clássico, Feyerabend (1965, p. 154) afirma que se caracteriza por “uma espécie de esquizofrenia” na medida em que “o que se propaga e se declara ser a base de toda ciência é um empirismo radical, e o que acaba sendo feito é algo diferente”. Para Feyerabend, “essa diferença entre a filosofia professada e a prática real [...] faz as teorias parecerem nada mais que relatos verdadeiros de fatos [...] criando a impressão de que após uma revolução inicial no Renascimento, a ciência vem progredindo constantemente através do acúmulo de mais e mais fatos”.

A longa hegemonia do empirismo, de extração baconiana, não é a única responsável pela postura antimetafísica que historicamente predominou entre os filósofos da ciência. Chama a atenção o fato de até grandes cientistas, caso de Newton, procurarem apresentar e validar suas construções teórico-explicativas como diretamente derivadas dos fatos. À época dos primeiros grandes cientistas modernos há toda uma preocupação em conferir uma identidade explicativa e metodológica exclusiva à ciência. E a retórica empirista antimetafísica parece a mais apta a falar em nome da ciência nascente. A tese “*hypotheses non fingo*” de Newton é fruto de um posicionamento metodológico para o qual os fatos dispensam qualquer forma de construtividade teórica, como se deles se pudesse, ou se devesse, extrair diretamente uma teoria digna de merecer o qualificativo de científica. É compreensível que, sendo o método científico concebido dessa maneira, seus aplicadores sejam levados a assumir posicionamento cruamente antimetafísico.

Apesar de distante do otimismo indutivista baconiano, Hume (1952, p. 509) assume a posição epistemológica iconoclasta de desqualificar como sofisma e ilusão, digno de ser lançado às chamas, o que não é nem raciocínio de tipo lógico nem teoria estribada na experiência. É claro que se para ter valor cognitivo o raciocínio tem de ser logicamente demonstrativo ou fundado nos fatos, a metafísica é um esbulho intelectual. As duras críticas à metafísica, a seu potencial cognitivo, feitas por Kant não representam uma

retomada do “garfo de Hume” — como ficou conhecido o “dualismo epistemológico” entre *relations of ideas* e *matters of fact*.

Nos *Prolegomena*, Kant (1912, p. 154-5) ressalta que apesar de todas as coisas belas que, de há muito, foram escritas na metafísica, inexistia laivo de progresso a registrar. As redefinições, as novas roupagens dadas a provas claudicantes, em nada satisfazem à necessidade de colocar as teorias metafísicas em correspondência com os fenômenos: “o mundo está saturado de afirmações metafísicas; postula-se a viabilidade desse saber, das fontes a partir das quais se possa derivar sua verdade, e critérios seguros para distinguir a verdade da ilusão dialética da razão pura”. É difícil contestar a acusação de que a metafísica se mantém explicativamente estagnada e está sujeita a ser reputada inútil em razão de sua inaplicabilidade.

Kant (1952, p. 211) sublinha não ser necessária uma crítica da razão no campo da matemática nem no seu uso empírico em virtude de seus princípios serem continuamente submetidos à prova; isso só se impõe “em um domínio em que a razão não seja estrangida nem pela experiência sensorial nem pela intuição pura a trilhar um caminho bem visível — o do território de seu uso transcendental”. Nesse caso, “é grande a necessidade de disciplinar a razão a fim de se controlar sua tendência a ir além dos estreitos limites da experiência possível que a fazem incorrer em excessos”. Apesar de concordar com Hume no que respeita à existência de *relations of ideas* e *matters of fact*, Kant se esforça no sentido de identificar uma terceira modalidade de conhecimento representada pelo juízo por ele batizado de *sintético a priori*.

Ao proclamarem que inexistia lugar para os juízos *sintéticos a priori*, os antimetafísicos do século XX, representados pelos positivistas lógicos, reafirmaram o áspero dualismo humeano. No *Manifesto do positivismo lógico*, o *Wissenschaftliche Weltauffassung: Der Wiener Kreis*, “a rejeição da possibilidade de conhecimento sintético a priori” é apresentada como “a tese basilar do empirismo moderno”: “a visão científica de mundo admite apenas enunciados empíricos sobre coisas de todos os tipos e os enunciados analíticos da lógica e da matemática”. Carnap sumaria bem esse tipo de dualismo:

Enunciados (significativos) são divididos nos seguintes tipos. Primeiramente, há enunciados que são verdadeiros apenas em virtude de sua forma (tautologias, de acordo com Wittgenstein; correspondem aproximadamente aos “juízos analíticos” de Kant). Nada dizem sobre a realidade. As fórmulas da lógica e da matemática são desta espécie. Não são enunciados factuais, mas servem para a transformação de tais enunciados. Em segundo lugar, há as negações desses enunciados (as “contradições”). São autocontraditórios, portanto, falsos em virtude de sua forma. Com relação a todos os outros enunciados, a decisão sobre sua verdade ou falsidade se situa nas sentenças protocolares. São, por consequência, enunciados empíricos (verdadeiros ou falsos) e pertencem ao domínio das ciências empíricas. Qualquer enunciado

que se pretenda construir, e que não se encaixe nessas categorias, torna-se automaticamente sem significado. Visto que a metafísica não pretende asseverar proposições analíticas e não se enquadra no domínio da ciência empírica é compelida a empregar palavras para as quais inexitem critérios de aplicação especificados, e que são, por conseguinte, desprovidas de sentido (CARNAP, 1959, p. 76).

Em consonância com esse tipo de avaliação, as doutrinas metafísicas não têm como ser descartadas como falsas. Mesmo porque não encerram conflito potencial com fatos. Tampouco cabe o eufemismo de reputá-las *incertas* por irem além dos confins da experiência. Formam-se, na verdade, de uma sequência de palavras sem significado em virtude de serem incapazes, no interior de determinada linguagem, de constituir um enunciado. São sequências de palavras que à primeira vista se parecem com um enunciado sem sê-lo, o que permite afirmar que se trata de um pseudoenunciado. No *Wissenschaftliche Weltauffassung: Der Wiener Kreis* encontra-se uma completa e radical rejeição da metafísica em todas as suas versões e estilos: “os enunciados do realismo (crítico) e do idealismo sobre a realidade ou não realidade do mundo exterior possuem caráter metafísico em razão de estarem sujeitos às mesmas objeções a que estão os enunciados da velha metafísica: são desprovidos de sentido por não serem verificáveis e carecerem de conteúdo”.

A tese de Carnap é a de que a análise lógica revela que os supostos enunciados da metafísica não passam de pseudoenunciados. Trata-se da crítica mais contundente jamais feita à metafísica, a que a acusa de forjar teorias cujas proposições violam as regras da sintaxe lógica, não as da sintaxe das gramáticas das línguas naturais, produzindo extravagâncias verbais como o *Das Nicht nichtet* de Heidegger. A metafísica, com seus pseudoenunciados, seria fruto de atentados à sintaxe lógica ou da impermeabilidade à evidência empírica.

O princípio da verificabilidade, identificando significado e condições empíricas de verdade, reduz a filosofia tradicional a um conjunto de proposições formadas por sequências assignificativas de signos. Com isso, retira da metafísica qualquer legitimidade para reivindicar uma morada no extenso território do conhecimento. É claro que a assignificatividade do discurso metafísico não pode ser da mesma espécie da assignificatividade detectável em uma sequência desordenada de signos combinados com manifesto desrespeito à sintaxe de uma língua natural. Revestindo-se de uma inegável aparência de correção linguística, a metafísica não pode ser desqualificada sem boas razões lógico-epistêmicas. Sendo o continente do conhecimento ocupável apenas pela lógica, matemática e ciências empíricas, justifica-se questionar com base em que autoridade cognitiva se pode enunciar um princípio draconiano que atrela o sentido da proposição à possibilidade de verificá-la.

A constatação de que proposições consideradas carentes de sentido, como as da

metafísica, são gramaticalmente corretas implica que a sintaxe das línguas naturais é inadequada para fins cognitivos. A sintaxe da gramática da linguagem ordinária deveria ser deixada de lado em prol das regras da sintaxe lógica, uma vez que a gramática não veda proposições como “Júlio César é um número primo”, nas quais propriedades que convém a certo tipo lógico são atribuídas a um objeto de tipo diferente. As línguas naturais não se distinguem pela comunicação voltada para a perseguição de fins cognitivos, mas pela necessidade de satisfazer a várias funções comunicativas dando expressão a normas, valores, emoções etc.

Para se assumirem atitudes diante do mundo e da vida não se faz necessária uma sintaxe lógica apropriada. Visto que na filosofia e na ciência a meta última é o conhecimento, é imperioso construir linguagens regidas por uma “sintaxe lógica” rigorosa. A correção gramatical se presta à boa comunicação e o rigor da sintaxe lógica a finalidades cognitivas. A impossibilidade de se formular a maior parte dos problemas metafísicos por meio de linguagens portadoras de sintaxe lógica rigorosa suscita a desconfiança de que são pseudoproblemas. A reboque da ciência, a filosofia se condena a desempenhar como *pars construens* uma atividade metacientífica de reconstrução racional e de clarificação conceitual; avaliando a si mesma, abraça como *pars destruens* a tarefa de revelar as possíveis transgressões lógicas em que suas próprias criações podem incorrer. Nesse caso, a filosofia se manteria em atenção permanente contra o poder da sintaxe logicamente frouxa das línguas naturais de fomentar as ilusões cognitivas típicas da metafísica:

A ciência moderna [...] recusou-se a reconhecer a autoridade do filósofo que alega saber a verdade por meio da intuição, por meio de insights que penetram em um mundo de ideias ou na natureza da razão ou nos princípios do ser, ou de qualquer fonte supraempírica. Os filósofos não possuem entrada própria para a verdade. O caminho do filósofo é o indicado pelo cientista (REICHENBACH, 1949, p. 310).

Ao formular o princípio de verificabilidade, os empiristas lógicos acreditaram ter chegado a um critério capaz de distinguir ciência de filosofia e de decretar o banimento das proposições metafísicas com base na acusação de que produzem ilusão de conhecimento não por dissimularem sua falsidade e sim por serem sem sentido, sequências vazias de signos que nada de informativo veiculam ou comunicam. Se um dos objetivos das ciências é a formulação de leis expressas por meio de universais categóricos, a exigência de que toda proposição seja (cabalmente) verificável reprova também a ciência na medida em que nenhum conjunto finito de experiências pode estabelecer a verdade de um universal irrestrito. Em “Testability and Meaning”, Carnap substituiu o princípio de verificabilidade por um mais liberal e flexível — o da confirmabilidade. Admitindo que leis gerais nunca podem ser completamente verificadas, e que o mesmo ocorre com as proposições protocolares se entendidas em sentido fisicalista, Carnap propôs como

critério de significatividade a possibilidade de confirmação gradual e crescente. Uma proposição científica seria mais ou menos confirmada pela experiência, de acordo com a quantidade de evidência empírica disponível a seu favor.

Precursor do empirismo lógico, Mach (1914, p. x e p. xii) aconselha o cientista a se desvencilhar das “nuvens metafísicas”, de todo e qualquer “background metafísico”, argumentando que “todos os elementos metafísicos devem ser eliminados em virtude de serem supérfluos e destrutivos da economia da ciência”. Em pregação verificacionista *avant la lettre*, Mach defende “a eliminação de todos os pressupostos supérfluos que não podem ser controlados pela experiência e, acima de tudo, de todos os pressupostos metafísicos do modo como os entende Kant”:

Gostaria que os cientistas percebessem que minha visão elimina indiferentemente todas as questões metafísicas, quer sejam consideradas insolúveis no atual momento ou sem sentido para sempre. Gostaria também que refletissem que tudo que podemos conhecer sobre o mundo é necessariamente expresso em sensações, que podem ser mantidas livres da influência individual do observador de uma maneira precisamente definível. Tudo que podemos querer conhecer é dado pela solução de um problema de modo matemático ou pela averiguação da interdependência funcional entre os elementos sensoriais. Este conhecimento exaure o conhecimento da “realidade” (MACH, 1914, p. 369).

Encarada como composta de proposições declarativas às quais não se tem como assinalar um valor de verdade, a metafísica está impossibilitada, para o empirismo lógico, de acalantar genuínas ambições cognitivas. Impotente para produzir significado cognitivo, a despeito de erguer pretensões de verdade para suas proposições, a metafísica fica sujeita a ser justificadamente tachada de pseudoconhecimento. Considerada inapta até mesmo para conferir sentido às suas proposições, a metafísica degenera em logro intelectual na medida em que constrói emaranhados “linguísticos” abstrusos com o fito de gerar a impressão especiosa de acesso a realidades recônditas. Capazes de portar apenas significado emotivo, as proposições metafísicas se prestam, para o positivista lógico, a gerar visões de mundo, atitudes diante da vida, mas não explicações da realidade estudada nas suas várias dimensões factuais. Só a investigação científica se submete a crivos que permitem verificar — ou ao menos, confirmar — suas proposições. Sendo desprovida de conteúdo empírico, a despeito de possuir conteúdo existencial, a proposição metafísica é, na verdade, uma pseudoproposição. Inexistindo fatos reais ou possíveis que possam fazer com que uma asserção metafísica seja posta à prova, só resta rotulá-la de pseudodeclarativa. Sem se respaldarem em demonstrações lógicas ou crivos empíricos, os sistemas metafísicos exploram a sintaxe logicamente frouxa das línguas naturais para construir castelos explicativos soltos no ar. Se só as ciências naturais podem produzir proposições verdadeiras, como advoga Wittgenstein, se só

elas logram elaborar proposições com significado cognitivo, a única filosofia possível é a que defende esta tese:

O método correto em filosofia seria este: nada dizer a não ser o que pode ser dito, no caso as proposições das ciências naturais. O que nada tem a ver com filosofia; e sempre que alguém desejasse dizer algo metafísico, caberia lhe mostrar que não conferiu significado a alguns signos de suas proposições (WITTGENSTEIN, 1971, 6.53, p. 188-9).

Sendo assim, a filosofia sobrevivente está condenada a abraçar a missão de clarificar, e não mais a de elaborar, proposições. Renunciando a forjar teorias substantivas, cujas proposições estão fadadas à falta de significado (cognitivo), a filosofia passa a se dedicar exclusivamente à análise conceitual. Popper procura se distanciar de Wittgenstein e dos representantes do movimento empirista lógico que radicalizaram as críticas à metafísica decretando que suas proposições devem ser reputadas *pura e simplesmente* carentes de sentido.

2 A tentativa de popper de salvar a metafísica das garras do positivismo lógico

Popper sempre demonstrou olímpico desprezo pelas questões sintáticas e semânticas, tão enfatizadas pelos corifeus do positivismo lógico. E mais ainda pela abordagem da ciência centrada em sua linguagem. Contribuiu para esse tipo de posicionamento o fato de Popper (1959, p. xviii; 1982, p.1) defender que “toda ciência é cosmologia, que deve estar associada à metafísica e a filosofia em geral”, e de deixar de encarar a filosofia da ciência como uma modalidade de metaciência, de metainvestigação. Popper se opõe particularmente ao veredicto de que os conteúdos metafísicos nada comunicam, de que são até mesmo incapazes de veicular sentido. Rechaça igualmente a tese de que, na melhor das hipóteses, são portadores de significado emotivo.

A despeito de emitir juízos pouco uniformes sobre as variadas modalidades de metafísica, Popper (2001, p. 190) se coloca contra “os aderentes do Círculo de Viena do positivismo lógico e da Associação Mach (*Verein Ernst Mach*), que costumavam apreçoar que os sistemas da metafísica nada mais são que o fantasma de teorias científicas progressas: de teorias científicas que foram abandonadas”. Em dissonância com o programa oficial do Círculo de Viena, Popper tentou mostrar que a ciência carecia de um fundamento seguro e que a metafísica, mesmo não sendo conhecimento, não podia ter suas proposições desqualificadas como desprovidas de sentido. Além de em suas obras ser possível registrar uma crescente avaliação positiva da metafísica, Popper foi um dos primeiros a reagir com contundência contra o critério — ao mesmo tempo de cientificidade e significatividade — enunciado pelos positivistas lógicos. Colocou-se contra a visão que reduz o sentido de uma proposição a poder ser verificada porque, entre

outras razões, os universais categóricos que se fazem presentes na ciência se mostram insuscetíveis de verificação.

Em suas primeiras obras, a principal argumentação de Popper a favor da metafísica se apoia na possibilidade de noções e teorias especulativas estarem na origem de explicações científicas. Longe de ser intrínseca, a importância da metafísica reside em servir de trampolim para a formação de teorias científicas. Sendo sua testabilidade nula, a metafísica não tem como ombrear a ciência e se devotar à busca de resultados comprovadamente cognitivos. Ademais, Popper é duro crítico dos sistemas metafísicos mais afamados, que costumam se destacar pela obscuridade verbal-conceitual. A suposição de que há uma modalidade positiva e outra negativa de metafísica indica que gerar equivocidade conceitual falar de metafísica em geral, principalmente quando ocorre de ser confundida, como costuma fazer Popper, com a filosofia na diversidade de seus campos e escolas. Não tendo as proposições metafísicas o potencial de serem verificadas ou refutadas, suas teorias gerais (da realidade) podem inspirar teorias testáveis:

Em contraste com essas estratégias antimetafísicas — antimetafísicos em intenção — meu propósito, tal qual o vejo, não é provocar a derrubada da metafísica. É, em vez disso, formular uma caracterização adequada da ciência empírica, ou definir os conceitos de “ciência empírica” e de “metafísica”, de tal forma que seremos capazes de dizer de determinado sistema de enunciados se seu estudo mais aprofundado é do âmbito da ciência empírica (POPPER, 1959, p. 37).

Por mais que tacitamente reconheça que as proposições da metafísica são pseudodeclarativas na medida em que têm a forma de proposições declarativas sem que a elas se consiga conferir um valor de verdade, Popper se recusa a reputá-las destituídas de sentido. Considerando os enunciados metafísicos perfeitamente significativos, Popper em seus primeiros trabalhos formula um critério de demarcação que ambiciona, com base na identificação dos traços distintivos da ciência, estabelecer uma nítida linha divisória entre ciência e pseudociência. Mais tarde, Popper estendeu seu critério, de modo mais explícito, à metafísica.

Contra a verificabilidade, Popper desvincula a problemática da cientificidade da questão da significatividade. Seu critério de demarcação não se arvora a desqualificar o que supostamente carece de significado ou é incapaz de produzir sentido. Antagonizando a visão que torna a significatividade dependente da controlabilidade empírica com o fito de aniquilar semanticamente a metafísica, Popper (1959, p. 313) sublinha que isso também inviabilizaria as ciências naturais em virtude de “suas leis serem tão irreduzíveis a enunciados observacionais quanto os proferimentos metafísicos”.

A despeito de Popper sempre ter envidado esforços no sentido de se distanciar do empirismo lógico, Kneale (1949, p. 76) o encara como um de seus representantes: “alguns outros positivistas preferiram modificar seu critério de significatividade de modo

a excluir apenas as sentenças que não podem ser falsificadas, isto é, refutadas, pela experiência". Leitura similar à de Kneale pode ser encontrada no *'Testability and Meaning'* de Carnap. Contra os que o acusaram de neopositivista, Popper argumenta que sempre rechaçou "a estreiteza das teorias "científicas" do conhecimento e, especialmente, todas as formas de empirismo sensualista, já que sempre lutou pelo direito de se operar livremente com teorias especulativas":

Não me limitei a enfatizar a significatividade das asserções metafísicas e o fato de eu próprio ser um realista metafísico, mas analisei também o importante papel histórico cumprido pela metafísica na formação das teorias científicas. Antes de Adorno e Habermas, ninguém descrevera tais pontos de vista como positivistas, e só posso supor que ambos não sabiam que sustentei essas visões (POPPER, 1977b, p. 299-300).

Mesmo se dizendo "pronto a reconhecer que muitos [dos escritos filosóficos] dificilmente são mais que palavreado sem sentido", Popper (1996, p. 194) se contrapõe ao verificacionismo, cuja formulação original atribui a Wittgenstein, para o qual 'metafísico' é supostamente o que "não é completamente verificável". Contrapondo-se ao veredicto de que a metafísica produz apenas sem sentido, Popper (1978, p. 195) advoga que "a "derrubada" da metafísica originalmente levada a cabo por Carnap não obteve êxito, uma vez que a teoria naturalista da falta de sentido revelou-se sem fundamento, e o resultado completo foi uma doutrina que era tão destrutiva da ciência quanto o era da metafísica". Sua intenção é reabilitar a metafísica em geral sem deixar de defender o expurgo das ervinhas especulativas daninhas que se tenham infiltrado na ciência. Popper se coloca contra o que chama de "tentativa imprudente de destruir a metafísica indiscriminadamente", mas não contra "as tentativas que intentam eliminar elementos metafísicos específicos das várias ciências sempre que se possa fazer isso sem colocar em perigo o progresso científico por críticas inapropriadas (como as de Bacon contra Copérnico ou as de Duhem e Mach contra o atomismo)".

2.1 A ciência precisa da metafísica para formar suas teorias?

Afastando-se da tendência a encarar o mito como pré-racional e a desqualificar a metafísica como pré-científica, Popper (1986, p. 346-7) rechaça a teoria dos Três Estados — teológico, metafísico e positivo — de Comte quando apregoa que "a ciência de hoje se edifica sobre a ciência de ontem [...] que a ciência de ontem, por sua vez, se baseia na ciência do dia anterior". Contra a visão "rupturista", Popper arremata que "as mais antigas teorias científicas são forjadas a partir de mitos pré-científicos e estes, por sua vez, se estribam em expectativas ainda mais velhas". A subsistência de uma linha de continuidade é considerada fundamental para neutralizar os argumentos que reduzem a metafísica a uma relíquia que desponta inútil na era da ciência.

Opondo-se ao movimento “*metaphysica delenda est*”, Popper se propõe a promover o resgate da metafísica escorando-se em evidências providas pela história da ciência. Não o faz defendendo que as proposições metafísicas tenham valor *intrínseco*, mas sustentando que *algumas têm estado na origem* de teorias científicas. Mesmo se posicionando contra o banimento da metafísica em razão de seu potencial de gerar teorias científicas, mesmo reconhecendo que cientistas adotam algum quadro metafísico que precisa ser identificado para que não opere na clandestinidade, Popper não atribui valor cognitivo intrínseco à metafísica em virtude da irrefutabilidade de suas proposições:

O conceito positivista de “significado” ou “sentido” (ou de verificabilidade ou de confirmabilidade indutiva etc.) mostra-se inadequado para efeito de se promover essa demarcação simplesmente porque a metafísica não precisa ser destituída de significado, mesmo não sendo ciência (POPPER, 1978, p. 183).

Desprovida de capacidade explicativa internamente aferível, a metafísica é valiosa em virtude de suas ideias, ainda que vagas e nebulosas, poderem ser aproveitadas pela ciência. Ademais, a metafísica pode fornecer princípios reguladores para a atividade científica de pesquisa. Nesse caso, não haveria como eliminar a metafísica, apenas recorrer a uma para combater outra(s). A constatação de que “teorias não testáveis, irrefutáveis, qualificáveis de ‘metafísicas’, caso do atomismo, se tornaram parte da ciência física”, é considerada por Popper (1996, p. 176) suficiente para por fim ao “*apartheid*” epistemológico que Wittgenstein e os empiristas lógicos tinham estabelecido entre ciência e metafísica.

Dada sua incapacidade de submeter suas teorias a testes empíricos, a metafísica absorvida por uma teoria científica precisa normalmente ser traduzida para os termos de uma cosmologia ou teoria geral da realidade. Supondo que tenha como ocorrer, a transformação de uma teoria metafísica em científica implica deixar de lado as propriedades especulativas originais. Ademais, dada sua natureza supraempírica, uma teoria metafísica mantém uma relação assimétrica com uma científica na medida em que não tem como se beneficiar diretamente dos fatos identificados por teorias empíricas.

No entender de Popper (1996, p. 191-2), “o atomismo original era um sistema metafísico não apenas no sentido de não ser testável, mas também no sentido de que concebia o mundo em termos de uma vasta generalização: ‘nada há a não ser átomos e vazio’ (Leucipo e Demócrito)”. O atomismo é reiteradamente invocado por Popper como exemplo de uma teoria irrefutável que se mostrou capaz de passar por transformações, por processamentos, que a tornaram testável. Entende Popper que tal comprovação é suficiente para se rechaçar a alegação de que as proposições metafísicas são desprovidas de sentido.

Defendendo uma *atividade de criação* aberta a todo tipo de conteúdo, Popper (1996, p. 191) sustenta que “importantes hipóteses podem se originar de ideias verdadeiramente

fantásticas: a origem não importa desde que a hipótese seja testável". Por essa óptica, a relevância da metafísica *para a ciência* fica confinada ao plano da gênese, ao contexto da descoberta. Nesse caso, a metafísica *qua tale* não é resgatada. Até porque se poderia dizer que qualquer pensamento, tenha a origem que tiver, veicula sentido desde que aproveitado pela ciência. Desse modo, toda argumentação de Popper a favor da metafísica perde força, uma vez que pode ser estendida a qualquer domínio que tenha seus conteúdos acolhidos e reprocessados pela ciência.

Popper (1959, p. 38) chega a se dizer "inclinado a pensar que a descoberta científica, do ângulo psicológico, é impossível sem a fé em idéias puramente especulativas e às vezes até bastante nebulosas; uma fé completamente injustificada do ponto de vista da ciência e que, nesse sentido, é 'metafísica'". Nesta passagem, a metafísica é associada à fé, ao que é desprovido de justificação à luz da ciência, por mais que seja a palavra metafísica colocada entre aspas.

A defesa do aproveitamento da metafísica pela ciência em boa parte é derivada da descrença de Popper (1959, p. 32) em "um método lógico de elaborar novas ideias ou em uma reconstrução lógica desse processo [...] toda descoberta contem um 'elemento irracional' ou uma 'intuição criativa' no sentido bergsoniano". Por essa razão, Popper (1989, p. 192) advoga que "as teorias devem ser vistas como *livres* criações de nossas mentes, como resultado de intuições quase poéticas". Reichenbach (1954, p. 231) espousa visão convergente: "o ato da descoberta escapa à análise lógica; inexitem regras lógicas com base nas quais seja possível construir uma "máquina de descoberta" capaz de substituir a função criadora do gênio". Lakatos (1977, p. 187) também enfatiza que "a direção da ciência é determinada principalmente pela imaginação criadora e não pelo universo de fatos que nos cercam".

Se a teoria fosse diretamente construída com os tijolos dos fatos, como crê o empirismo rústico, a ciência não teria nem mesmo como se inspirar em conteúdos metafísicos. No entanto, por mais equivocada que seja a visão baconiana que considerava obrigatória a gênese observacional das teorias científicas, fica por ser comprovada a relevância dos conteúdos metafísicos para a ciência para além dos poucos casos históricos comprovados. Fica a impressão de que Popper pensa que a metafísica pode ser reabilitada apenas contestando a concepção observacionista que o empirista tradicional tem do processo de formação das teorias científicas.

Podendo ser variadas as "fontes de inspiração" das explicações ditas científicas, inexistente justificativa para desqualificar a contribuição potencial da metafísica ou de qualquer outro domínio de produção de ideias. Na ausência de uma lógica da criação, o *insight* originador do conhecimento pode provir dos mais diferentes campos. A natureza fortuita dos processos de criação deixa em aberto onde buscar as "sugestões explicativas" traduzíveis em teorias empíricas. Visto que poucas metafísicas têm o potencial de gerar componentes testáveis, se pode questionar a importância que Popper confere a elas no processo de formação de teorias científica. A eventual relevância genética da metafísica

não refuta a tese de que a maioria dos sistemas especulativos carece de valor intrínseco e de função positiva para a ciência. As mais afamadas sutilezas especulativas pouco ou nada serviram para inspirar criações científicas.

O modo popperiano de encarar o processo de *formação* das teorias é genericamente influenciado pela tese kantiana de que a razão impõe seus esquemas conceitual-explicativos à massa de informações encontrável na natureza:

Quando Galileu fez rolar no plano inclinado as esferas, com uma aceleração que ele próprio escolhera, quando Torricelli fez suportar no ar um peso, que antecipadamente sabia idêntico ao peso conhecido de uma coluna de água [...] foi uma iluminação para todos os filósofos naturais. Aprenderam que apenas a razão percebe aquilo que produz segundo seu próprio desígnio; que ela não deve se contentar em seguir, por assim dizer, as linhas mestras da natureza, que tem de tomar a dianteira com princípios que definem de antemão seus juízos segundo leis invariantes e que deve forçar a natureza a responder às suas interrogações. Mesmo porque observações feitas ao acaso, realizadas sem plano preconcebido, não têm como ser ordenadas de acordo com uma lei necessária, que é o que a razão busca e requer. Apenas os princípios da razão podem conferir aos fenômenos concordantes a validade das leis, e só quando o experimento é guiado por esses princípios racionais pode ter efetiva utilidade. A razão deve abordar a natureza à luz de uma visão, e não para dela receber informações, mas não com a postura de um aluno que aceita tudo o que o mestre opta por lhe dizer, mas com a do juiz que obriga as testemunhas a responder às questões que lhes apresenta. A esta simples ideia deve ser atribuída a revolução por meio da qual a ciência natural, depois de atolar durante séculos na escuridão, enveredou pelo caminho certo do progresso (KANT, 1952, p. 6).

Se conteúdos sem lastro na *empíria podem* se mostrar importantes no processo de formação de teorias científicas, o desafio consiste em entender o tipo de transformação que as teorias metafísicas podem sofrer de modo a fazer com que suas proposições se tornem testáveis. Se a metafísica ergue pretensões de verdade para suas proposições sem que se consiga verificá-las ou refutá-las, nada de cognitivo logra transferir para a ciência. A defesa genérica da metafísica é insustentável se, como o próprio Popper advoga, em muitos casos suas teorizações nada mais são que palavreado vazio. Nesse caso, os empiristas lógicos estão ao menos parcialmente certos.

À luz da versão dura do critério de demarcação popperiano, basta uma proposição ser irrefutável para ser reputada metafísica. Visto que uma proposição não tem como aspirar a ser conhecimento caso seja irrefutável, não se justifica acolhê-la como parte de uma teoria com pretensões a ter valor cognitivo. Precisar-se-á no mínimo ser reprocessada para se tornar parte de uma teoria científica. Com base em uma lista de exemplos

apresentados como escolhidos quase que ao acaso, Popper (1994, p. xxvi) sustenta que “historicamente, uma ciência só se torna ciência depois de ter aceitado uma refutação empírica” por mais que, em alguns casos, tenha levado algum tempo para que a refutação fosse aceita. Apesar de nas primeiras obras pouca atenção dar à metafísica, Popper sempre buscou harmonizar a tese de que o traço distintivo da ciência é o fato de suas teorias serem falsificáveis com a de que ideias metafísicas irrefutáveis se prestam a *dar origem* a explicações científicas:

Tal como despontou para mim inicialmente, o problema da demarcação não era o de demarcar ciência de metafísica, mas o de demarcar ciência de pseudociência. Naquela época, não estava interessado em Metafísica; somente mais tarde, estendi meu “critério de demarcação” à Metafísica (POPPER, 1992, p. 42).

Popper acredita que a concessão de importância *genética* à metafísica tem o respaldo da história da ciência e é suficiente para neutralizar as críticas sintáticas e semânticas dirigidas à metafísica pelos que a acusam de ser subproduto da sintaxe logicamente frouxa das línguas naturais ou de ser constituída de proposições que ocultam a falta de conteúdo empírico por meio de malabarismos verbais. Se as críticas sintáticas e semânticas forem procedentes, a metafísica só poderá ser “salva” pela função *pragmática* que cumpre. Por ser fonte de inspiração, sem que suas teorias se revelem passíveis de justificação epistêmica, a metafísica não exporta sua ossatura sintática nem suas conexões semânticas e sim ópticas e teorias gerais da realidade acolhidas, muitas vezes, com base em fatores da pragmática como, por exemplo, a receptividade — em determinando contexto e momento histórico — de ideias contrárias ao que se considerava estabelecido.

Mach (1914, p. 30) mostra preocupação com o fato de que “com as valiosas partes das teorias físicas, necessariamente absorvemos uma boa dose de falsa metafísica sempre muito difícil de ser expelida do corpo que merece ser preservado, especialmente quando essas teorias se nos tornaram muito familiares”. Fazendo avaliação diferente da de Mach, Popper (1994, p. 179-80) pensa “não ser possível eliminar todos os ‘elementos metafísicos’ da ciência, uma vez que estão intimamente entrelaçados com os restantes”. Entretanto, se aproxima de Mach quando diz acreditar que “sempre que for possível encontrar um elemento metafísico na ciência passível de ser eliminado, será benéfico eliminá-lo, uma vez que a eliminação de um elemento não testável da ciência remove um meio de se evitarem refutações; e isso tenderá a aumentar a testabilidade ou refutabilidade da teoria remanescente”.

Popper concorda que a má metafísica precisa ser eliminada da ciência, porém discorda que a ciência tenha como ser praticada sem acolher, ainda que tacitamente, esquemas metafísicos de pensamento. Contra os herdeiros de Mach que professam o verificacionismo para promover uma generalizada desqualificação semântica do discurso metafísico, Popper está convencido de que cabe substituir o verificacionismo pelo

refutacionismo que, não sendo um critério de significatividade que condena a metafísica a ser retórica vazia, é compatível com a evidência histórica de que a metafísica é aproveitável pela ciência.

2.2 Do *logos semantikos* ao *logos apophantikos*: a necessidade de uma teoria da tradução

Além de elaborar conceitos fundamentais, elucidando-os e lapidando-os, a filosofia tem se destacado pela capacidade de sugerir ideias com demonstrada capacidade de ocupar vazios explicativos. A maioria das filosofias perderia muito de sua força intelectual e psicossocial se não fosse constituída de “obras abertas”, que sobressaem pelo poder de gerar atitudes diante da vida e do mundo, por mais que isso seja feito gerando ilusão de conhecimento. À maneira da arte, as mais influentes filosofias são as que falam ao coração, as que têm o que Pascal chama de *esprit de finesse*. Por mais que grandes mudanças filosóficas tenham estado associadas aos avanços da ciência, as ideias filosóficas mais influentes têm sido as de cunho especulativo, as que admitem “ampla liberdade de interpretação”.

Ainda que respaldado por casos emblemáticos na história da ciência, o argumento de Popper em prol da reabilitação da metafísica não é forte o suficiente para esvaziar a análise sintático-semântica que destaca as dificuldades das teorias metafísicas de infundir conteúdo e significado às suas proposições. Mesmo a constatação segundo a qual as *pressuposições absolutas* da metafísica sugerem formas de pensar com poder de moldar modos de ver que precedem os estudos dos fatos, que propõem formas de abordá-los e associá-los em um quadro explicativo, é insuficiente para a defesa da tese de que os enunciados metafísicos em geral, e não apenas os que sugerem visões cosmológicas, possuem significado.

Sustentamos que a posição de Popper se resume, no essencial, à tese de que qualquer *λόγος σημαντικός* — na acepção que lhe dá Aristóteles em *Peri Hermeneias* —, que qualquer unidade de proposição declarativa suscetível de ser compreendida, pode *a princípio* servir de inspiração para a formação de teorias empiricamente controláveis. O desafio é determinar quando o discurso que não tem como ser aferido é também incapaz de comunicar o que quer que seja. Tendo em vista que o *logos semantikos* da metafísica pode muito sugerir e pouco ou nada informar, precisa ser convertido, quando isso for possível, no tipo de *λόγος ἀποφαντικός* por meio do qual se afirma ou se nega alguma coisa de alguma coisa — característico da pesquisa empírica. Proposições metafísicas, originalmente insuscetíveis de ser qualificadas de verdadeiras ou falsas, passam a poder receber um *valor de verdade* quando reprocessadas a fim de se submeterem aos controles das “autoridades de imigração” da ciência:

Em *L.Sc.D.* tentei demonstrar que quanto mais uma teoria informa maior seu conteúdo científico, quanto mais se arrisca mais se expõe à refutação pela

experiência futura. Caso não corra riscos, seu conteúdo científico é zero — carece de conteúdo científico, é *metafísica*. Por esse padrão, podemos dizer que a dialética não é científica: é metafísica (POPPER, 1989, p. 344).

Contra o que pensa Popper, acreditamos que fica difícil resolver a questão da significatividade dos enunciados metafísicos apenas pela formulação de um critério de demarcação, sem se envolver com os problemas sintático-semânticos gerados pelo *emprego filosófico* das línguas naturais. Vista pelo Empirismo Lógico como resultando do descuidado emprego da sintaxe logicamente frouxa das línguas naturais e da crônica falta de conteúdo empírico de suas proposições, a metafísica não tem como ser protegida dessas acusações apenas com base na alegação de que algumas de suas intuições nebulosas foram importantes para a criação de teorias científicas. A constatação da relevância *genética* da metafísica para a ciência, resultante da possibilidade de se converter um *logos semantikos* em um *apophantikos*, é insuficiente para anular o diagnóstico de que suas proposições têm natureza puramente sugestiva em virtude de carecerem de referentes. Se a significatividade for atrelada à referência, como tende a ocorrer com as proposições das teorias científicas, então a metafísica não tem como oferecer conteúdos, apenas *esquemas de pensamento*. Encarar a metafísica como provedora de conteúdos capazes de contribuir para a formação das teorias científicas coloca em xeque apenas a tese radical de que a metafísica é *sempre sem sentido* a ponto de sequer poder ser um *logos semantikos*:

Existem teorias não analíticas que não são testáveis (e, portanto, não a posteriori), mas que tiveram grande influência na ciência. (são exemplos disso: a teoria atômica inicial, ou a teoria inicial da ação pelo contato). Chamei de “metafísicas” essas teorias não testáveis, e afirmi que não eram sem sentido. Assim sendo, entendi que mesmo uma teoria não sendo científica, sendo, por assim dizer, “metafísica”, não é desimportante, insignificante, “sem significado” ou sem “sentido”. Contudo, não pode pretender ser respaldada por evidência empírica no sentido científico - embora possa facilmente ser, em algum sentido genético, o “resultado da observação” (POPPER, 1989, p. 74).

O fato de inexistir uma *lógica* da descoberta, de não ser racional o processo de criação, de não ser possível submetê-lo a rituais rígidos, a um roteiro predefinido, dá sustentação à tese de que qualquer conteúdo, sem necessariamente se privilegiar a metafísica, pode se mostrar heurísticamente profícuo para a ciência. Havendo diferentes fontes de inspiração, a *ars inveniendi* deve ser a princípio receptiva a todas. No entanto, o eventual aproveitamento desta ou daquela teoria metafísica pela ciência não anula as críticas sintáticas e semânticas dirigidas às teorias especulativas abstrusas. Sendo sua relevância resultante de seu potencial de estar na origem de teorias empiricamente controláveis, a metafísica só comprova efetivamente sua capacidade de produzir sentido quando

aproveitada pela ciência ou quando, como veio posteriormente Popper a defender, suas teses despontam passíveis de discussão crítica.

Desqualificando como *meaningless* (*unsinnig*) as proposições da filosofia substantiva, a concepção verificacionista de cientificidade inviabilizou qualquer modalidade de relacionamento — à exceção da que reduz a filosofia à função de *under-labourer*, como propõe Locke (1959, p. 14) — entre ciência e metafísica. Sendo a metafísica desprovida de lastro informativo e capacidade explicativa, suas proposições se limitam a oferecer *Weltanschauungen*, visões gerais da realidade em cujas molduras são os fatos enquadrados. Em conformidade com a visão de Popper, o valor da metafísica é apenas o de servir de trampolim adventício para a construção de teorias científicas. As ideias metafísicas precisam ao menos formar um *logos semantikos* para que tenham o potencial de sugerir a construção de explicações empiricamente controláveis. Para o verificacionismo espousado pelo empirismo lógico inicial, a metafísica sequer configura um *logos semantikos* na medida em que, como advoga Schlick (1936, p. 341), “o significado de uma proposição é o método da sua verificação”. Nesse caso, só há um *logos* apto a comunicar alguma coisa: o *apophantikos*, de tal maneira que inexiste a possibilidade de um *logos semantikos* se converter, como pressupõe Popper, em *apophantikos*. Esse seria a grande divergência de Popper com os positivistas lógicos.

Visto que a irrefutabilidade para Popper sempre configura um vício epistêmico, jamais uma virtude, a metafísica é mantida no limbo da cognitividade. É ineficaz a tentativa de recuperar a metafísica quando a ela se atribui o único mérito de ser *precursora*, em raros casos, de teorias científicas. Sob o manto da metafísica são abrigadas teorias com poucas características essenciais compartilhadas, a maioria delas com diminutas chances de ser “aproveitadas” pela ciência. Se, como o próprio Popper (1982, p. 200) reconhece “só é possível a discussão racional ou crítica de algumas teorias metafísicas”, é crucial saber o que as caracteriza para que se possa entender o que viabiliza a conversão de um *logos semantikos* metafísico em um *apophantikos* científico:

Copérnico foi aluno do platônico Novara em Bolonha. A ideia de Copérnico de colocar o sol, e não a Terra, no centro do universo não foi o resultado de novas observações, mas de uma nova interpretação de velhos e bem conhecidos fatos à luz de ideias platônicas e neoplatônicas semirreligiosas [...] A ideia de bem é a mais alta na hierarquia das idéias platônicas. Desse modo, o sol, que dá visibilidade às coisas visíveis, vitalidade, crescimento e progresso, é o mais alto na hierarquia das coisas visíveis na natureza. Se ao sol se confere um lugar privilegiado, se o sol merece um status divino na hierarquia das coisas visíveis, então é pouco possível que gire em torno da Terra [...] essa ideia platônica forma o *background* histórico da revolução copernicana, que não começa com observações, mas com uma ideia religiosa ou mitológica. Essas belas, mas selvagens ideias, sempre foram apresentadas por grandes

pensadores, e muito frequentemente por excêntricos. Mas Copérnico não era um excêntrico. Ele era duro crítico de suas próprias intuições místicas, por ele examinadas rigorosamente à luz de observações astronômicas reinterpretadas com a ajuda da nova ideia [...] de um ponto de vista histórico ou genético, as observações não foram a origem de sua ideia. A ideia, que veio primeiro, se mostrou indispensável para a interpretação das observações, as quais tinham que ser interpretadas à luz dela (POPPER, 1989, p. 187).

Temos aqui o relato de fatos da história da ciência que em si mesmos considerados deixam de esclarecer o que tornou possível o acolhimento de uma moldura metafísica pela ciência. O conceito de sol não tem no heliocentrismo de Copérnico o mesmo teor informativo e a mesma função explicativa que a palavra sol exibia no interior do neoplatonismo de Novara. Por conseguinte, é crucial determinar que mudanças de sentido, com impacto sobre a referência, acabam acontecendo ao longo do processo que promove a migração de um conteúdo metafísico para, no caso em tela, a astronomia. Para entender as importações/exportações de conteúdos, e não apenas comprovar a ocorrência fortuita delas, faz-se mister uma reconstrução das mudanças sintático-semânticas que precisam ocorrer para que formações discursivas da metafísica sejam incorporadas pela ciência. A incomensurabilidade semântico-ontológica entre a teoria metafísica e a científica não desaparece quando a primeira é incorporada pela segunda.

O fato de proposições metafísicas se mostrarem capazes de sugerir quadros explicativos à ciência, de comporem um *logos semantikos* conversível em *apophantikos*, não demonstra que a ciência *não teria como* construir suas teorias por outras vias. A formulação do heliocentrismo não é *determinada* pela adoção de um *background* metafísico platônico. Sendo assim, não se reabilita efetivamente a metafísica se a ela se confere apenas uma relevância *extrínseca* — a de *eventualmente estar na origem* da ciência — e se o advento de uma teoria científica poderia ter ocorrido sem a participação obrigatória de uma metafísica. Tendo a participação confinada ao contexto da descoberta, a metafísica indica apenas que o processo de criação em ciência é mais diversificado do que supunha o empirismo que prega que a via observacional é a única capaz de forjar genuínas teorias. No que tange ao contexto da justificação, Popper nas primeiras obras acreditava que a teoria científica, refutável, corta, uma vez construída, qualquer interação com os eventuais componentes metafísicos que contribuíram para sua gênese.

Popper exhibe completo desinteresse pela discussão das transformações — sintáticas, semânticas e pragmáticas — que um tipo de teoria como o metafísico precisa sofrer para ser absorvido e se tornar parte de explicações elaboradas pelas ciências empíricas. Existindo migração da metafísica — sobretudo de teses ontológicas e cosmológicas — para a ciência, não fica elucidado de que modo ocorre, o que a viabiliza e em que se fundamenta. Popper se mostra despreocupado em indicar os tipos de reprocessamento que precisam acontecer para que se complete a transição semântica que enseja a trans-

formação de conteúdos especulativos em empíricos. A indigitação de casos isolados, muitos dos quais vinculados à cosmologia, não respalda a tese geral de que *insights* da metafísica *podem ser sempre* absorvidos pela ciência. Tampouco é suficiente para julgar infundado o veredicto que acusa, por meio da análise lógica da linguagem, a metafísica de violar regras basilares da sintaxe lógica.

Para elucidar de que modo o metafísico tem o potencial de se converter em científico, seria necessária uma teoria do significado cognitivo, do tipo da proposta pelo empirismo lógico, para se entender como o conteúdo desprovido de referente acaba sendo importante para a formação de proposições empiricamente confirmáveis/refutáveis. Entendemos que para elucidar a participação do material especulativo-filosófico no processo de criação de uma teoria científica pode ser frutífero recorrer à distinção feita por Frege (1978, p. 60-86) entre *Sinn* e *Bedeutung*. O sentido veiculado pelas proposições metafísicas é submetido a algum tipo de reelaboração para, adquirindo *denotatum*, vir a fazer parte do campo da pesquisa empírica. Sendo nebulosos ou inexistentes os referentes das proposições metafísicas, o que se afirma sobre eles tem mais poder de sugestão que de informação. Não sendo da natureza do discurso metafísico apontar fatos, discorrer sobre entidades com coordenadas espaço-temporais localizáveis, sua utilidade seria a de sugerir molduras explicativas no interior das quais os objetos e suas propriedades passam a ser vistos de determinados modos e não de outros. Como os enunciados, carentes de *referta*, que compõem o discurso metafísico constituem *modos de apresentação* de entidades inobserváveis, segue-se que a relevância do especulativo tem diretamente a ver com os mecanismos por meio dos quais modos de dizer podem levar à identificação de modos de ser. Nesse caso, o quadro linguístico adotado leva à escolha de uma ontologia.

Muitos termos teóricos fundamentais de teorias científicas hoje abandonadas — como esfera cristalina, calórico, flogisto, éter etc — foram adotados como se fizessem referência a entidades com coordenadas espaço-temporais identificáveis. Foram deixados de lado pelas teorias posteriores porque se constatou que não eram genuinamente referenciais; a falta de *referta* desses termos decretou seu banimento porque faziam parte de teorias que se pretendiam empíricas. Se teorias metafísicas fossem alijadas por se valerem de termos cuja referência é inescrutável, não sobraria uma. As teorias metafísicas se acumulam indefinida e inconclusivamente por causa das dificuldades insuperáveis de estabelecer seus méritos relativos. Os raros casos em que são reaproveitadas pela ciência mostram que podem ter relevância heurística sem que se possa atribuir a elas valor epistêmico.

Por mais que o verificacionismo seja defeituoso, um critério de cientificidade que também seja de significatividade tem mais condições de elucidar o que faz com que um conteúdo explicativo migre da metafísica para a ciência passando por modificações semânticas aptas a conectar o discurso a determinados estados de coisas. Para entender de que forma um conteúdo metafísico se revela relevante para a ciência, é fundamental esclarecer como os sentidos, mesmo quando inexistem referentes, são reinterpretados

para que possam migrar da linguagem da teoria especulativa para a empírica. Criticada por Bunge (1976, p. 108), a redução da dimensão semântica (sentido, referência etc.) à metodológica (verificabilidade, refutabilidade, testabilidade etc.) em nada ajuda a entender as conversões do metafísico em científico. Contudo, isso não justifica pensar que a compreensão da eventual transubstanciação do metafísico em científico prescinde da reconstrução do que torna isso possível em termos semióticos.

Visto que a proposição metafísica carece de referente, não se tem como saber sobre o que precisamente discorre. Popper acredita que mesmo a teoria sem referentes escrutáveis pode levar o cientista, por meio da visão de mundo que propõe, a detectar novos fatos. O que se propala metafisicamente sobre entidades inobserváveis pode não ter como ser confrontado com estados de coisas, mas propõe esquemas de pensamento, molduras ontológicas, que sugerem novos modos de ver que originam discursos passíveis de ser empiricamente controlados. É claro que se o processo de produção do conhecimento científico se confinasse à produção de sentenças observacionais, passíveis de ter sua verdade ou falsidade estabelecida pelo confronto direto com estados de coisas, a metafísica seria inútil para a ciência até mesmo em termos genéticos. Uma efetiva tentativa de revalorização da metafísica é feita por Feyerabend (1977, p. 15-30) quando argumenta que o processo de avaliação de uma teoria científica se beneficia do confronto com alteridades, muitas das quais metafísicas.

Popper tem fundadas razões para rechaçar a concepção verificacionista de cientificidade e de significatividade devido às suas deficiências e aos reducionismos semântico-metodológicos por ela gerados. Contudo, o eventual aproveitamento do metafísico pela ciência — fato historicamente comprovável — é insuficiente para justificar a rejeição da verificabilidade como critério de significatividade aplicável à metafísica. A possibilidade de o *logos semantikos* da metafísica se transformar em *logos apophantikos* científico indica que formações discursivas apenas com sentido são reprocessáveis de modo a passarem a ter referentes objetivamente identificáveis. Contra o rechaço de Popper à reconstrução da ciência centrada na dissecação de sua linguagem, somos de opinião que a transmigração de conteúdos só se torna inteligível caso o processo seja reconstituído nas suas dimensões sintática, semântica e pragmática. Desse modo, a discussão da significatividade, à qual o empirismo lógico deu grande destaque, é fundamental para se elucidar de que modo o metafísico vira científico.

Contra o que pensa Popper, acreditamos que o entendimento dos mecanismos de reelaboração de conteúdos envolve recorrer a uma teoria do significado cognitivo capaz de elucidar a natureza do processo que permite que os sentidos de proposições metafísicas desprovidas de referentes, ou vazadas em linguagem metafórica, sirvam de inspiração para a formação de uma explicação composta de proposições empiricamente controláveis. É importante determinar de que modo as partes de um sistema metafísico, preservando parcialmente seus sentidos originais, passam por processamentos que as levam a ter referentes sem os quais não teriam como integrar a rede explicativa de uma

teoria empírica.

Popper se satisfaz com a constatação de que o metafísico é em alguns casos *fons et origo* de uma teoria científica sem se preocupar em determinar que dispositivos de tradução sintático-semântica tornam isso possível. Sendo episódicos e circunscritos a algumas ciências, os casos de transmutação do metafísico em científico se tornam mais difíceis de entender. Cabe até questionar se há real aproveitamento do metafísico *qua tale*, uma vez que o conteúdo especulativo perde sua identidade original para poder vir a ser incorporado pela ciência. Está longe de ser fácil entender a dinâmica da reconstrução discursiva que faz com que componentes metafísicos sejam semanticamente reprocessados de modo a perderem a opacidade referencial para se traduzirem em proposições testáveis. A aquisição de referentes envolve a reelaboração, ao menos parcial, dos *sentidos* originais.

A tentativa popperiana de reabilitar a metafísica é ambivalente: por um lado se coloca contra a cruzada que desqualifica a metafísica como constituída de proposições desprovidas de sentido, por outro, advoga que seu valor reside em ser “aproveitada” pela ciência. Com isso, a metafísica, *per se*, permanece sem valor informativo e sem poder cognitivo. Não por acaso, Popper (1989, p. 266) deixa claro que inexistente um tratamento único a ser dispensado ao componente metafísico, e que o ideal seria uma ciência completamente livre de metafísica: “o ponto é que todas as teorias físicas dizem muito mais do que podemos testar; se este “mais” pertence legitimamente à física, ou se deve ser eliminado da teoria como um “elemento metafísico”, nem sempre é fácil de estabelecer”. Fica assim claro que a capacidade heurística da metafísica de fornecer ideias à ciência só pode ser identificada caso a caso, só depois de terem essas ideias sido traduzidas com êxito para a linguagem de uma teoria empírica. É importante ter presente que Popper reconhece a existência de uma modalidade nociva de metafísica contra a qual adota uma posição tão dura quanto a dos positivistas lógicos.

É questionável que as fortuitas incorporações do metafísico no processo de formação das teorias científicas representem mais que fatos da história da ciência a ponto de se poder devolver à metafísica a capacidade de conferir significado às suas proposições. A possibilidade de este ou aquele elemento especulativo vir a ser reprocessado, de maneira tal a se tornar refutável, não justifica pensar que todo e qualquer *logos semantikos* metafísico é conversível em um *logos apophantikos* científico. Por essa razão, faz-se necessária uma reconstrução capaz de elucidar de que modo ocorrem mudanças sintáticas, semânticas e pragmáticas que viabilizam a transformação de intuições metafísicas em conceitos científicos. E por que isso deixa de se verificar com relação à maioria das ciências. Sendo a testabilidade apanágio das teorias científicas, havendo razões para se condenar a pretensão da metafísica de gerar um tipo especial de conhecimento, impõe-se entender os mecanismos semióticos por meio dos quais esporádicas teorias especulativas se transformam em teorias empíricas. O problema da relação entre metafísica e ciência se torna ainda mais complicado quando Popper, principalmente em obras mais recentes,

passa a defender que as questões metafísicas são inelidíveis e podem ser discutidas racionalmente como ocorre, por exemplo, com o determinismo.

Genericamente defendida, a tese do aproveitamento da metafísica pela ciência mostra despreocupação em elucidar com base em uma teoria da linguagem o que torna possível a conversão de um *logos semantikos* metafísico em um *logos apophantikos* científico. Para além da constatação de casos específicos, é fundamental saber de que modo, por meio de que operações principalmente semânticas, uma teoria sem referentes identificáveis passa a tê-los quando migra de um domínio do saber para outro. Como reconhece o próprio Popper, teorias insuscetíveis de teste não interessam ao cientista, a não ser que sirvam para sugerir um caminho que ainda não começou a ser trilhado:

Dizendo-se totalmente desinteressado na problemática da linguagem por entender que as questões de significado se reduzem essencialmente ao plano das convenções e decisões, Popper acredita que para restituir significado às proposições metafísicas basta o fato histórico de que algumas foram aproveitadas pela ciência. O problema da significatividade ao qual o positivismo lógico devotou tanta atenção é considerado por Popper uma questiúncula irrelevante em termos metacientíficos, um típico pseudoproblema. Mesmo rejeitando embasar sua filosofia na história da ciência, Popper sustenta que não tem como ser sem sentido a metafísica se alguns de seus conteúdos específicos serviram de inspiração para o advento de determinada teoria científica. É questionável que eventuais constatações históricas apontando a matriz metafísica de algumas teorias empíricas sejam suficientes para tornar irrelevante a reconstrução da racionalidade científica por meio da dissecação da linguagem científica.

2.3 Um subcritério de demarcação para separar a boa da má metafísica

Vimos que na fase inicial de sua obra, Popper acredita poder livrar a metafísica do cadafalso indicando que tem estado — e pode estar — na origem de teorias científicas. Posteriormente, promove uma “guinada metafísica” em seus textos quando passa a apregoar que é inevitável a presença de posições metafísicas na ciência; e que isso nada encerra de negativo em razão de ser possível avaliá-las criticamente e até mesmo adotar de modo justificado a melhor. Há um ponto em que Popper foi sempre taxativo: na condenação do recurso a proposições metafísicas com o fito de proteger/imunizar um sistema teórico da refutação.

Diante da *diaphonia* gerada pelos tantos *ismos* enraizados em solo metafísico, Popper vislumbra como saída reputá-los passíveis de ter suas teses centrais criticamente avaliadas. Assumindo-se como realista e acreditando haver bons argumentos a favor de sua posição e contrários às alternativas, Popper se contrapõe ao veredicto de Carnap (1969, p. x-xi) segundo o qual “a tese do realismo que assevera a realidade do mundo exterior e a do idealismo, que nega essa realidade, são pseudoenunciados, sentenças sem conteúdo fatural”. Popper supõe possível aplicar o método crítico também à metafísica de uma

maneira que permita afastar a má metafísica e expurgar do corpo da ciência qualquer componente especulativo nocivo.

Em algumas passagens de sua obra, Popper (1992, p. 100) desfere ataques à metafísica que pouco diferem, a despeito das nuances, da contundência retórica dos positivistas lógicos: “embora concorde que há algo de “deprimente” (“*niederdrückend*”) na maioria dos sistemas filosóficos, não acho que a “pluralidade” deva ser responsabilizada por isso, e que seria um erro exigir a eliminação da metafísica”. Com todas essas ressalvas, fica claro que a interação entre ciência e metafísica, tal qual a pensa Popper, é sempre unilateral no sentido de que se dá apenas em conformidade com o exclusivo interesse da ciência no aproveitamento *ad hoc* da metafísica. Sendo o conteúdo especulativo incapaz, *per se*, de fazer avançar o conhecimento, serve apenas de ponto de partida para a formação de uma teoria aspirante a ser científica. Mesmo sofrendo transformações que tornam sua existência intelectual justificável, adquirindo nova identidade quando acolhida pela ciência, seu novo *habitat*, o componente metafísico continua sem valor cognitivo intrínseco:

Há teorias bem testáveis, teorias pouco testáveis e teorias não testáveis. As que não são testáveis não interessam aos cientistas empíricos. Podem ser descritas como metafísicas [...] seria inadequado traçar a linha de demarcação entre ciência e metafísica qualificando a metafísica de sem sentido excluindo-a de uma linguagem significativa (POPPER, 1989, p. 257).

Ao reconhecer que os sistemas metafísicos são, em sua maioria, abstrusos, ininteligíveis, desprovidos tanto de poder informativo quanto de potencial cognitivo, Popper precisaria recorrer a outro critério de demarcação, um que lhe permitisse separar a metafísica heurísticamente fecunda do discurso sibilino e oracular incapaz até mesmo de ser simplesmente um *logos semantikos*. Os muitos textos metafísicos que sugerem vaga e nebulosamente modos de ver e enquadrar os fatos são portadores, na melhor das hipóteses, de significado emotivo. Desse modo, nada formulam que possa vir a ser utilizado por teorias que se preocupam em desenvolver efetiva capacidade de explicação submetendo-se a duros crivos de avaliação. Isso já tinha sido apontado por Hume (1952, p. 453) quando menciona a construção de sarças emaranhadas para cobrir e proteger as debilidades intelectuais:

A obscuridade é, de fato, penosa tanto para o espírito como para os olhos; todavia, lançar luz na obscuridade, por mais trabalhoso que seja, deve ser agradável e prazeroso. Objeta-se, todavia, que a obscuridade da filosofia profunda e abstrata não é apenas penosa e fatigante, mas também uma fonte inevitável de incerteza e de erro. Na verdade, esta é a objeção mais justa e mais plausível contra uma parte considerável da metafísica que, não constituindo propriamente uma ciência, nasce dos esforços estéreis da vaidade

humana que ambiciona penetrar em domínios completamente inacessíveis ao entendimento humano.

Reconhecendo que o especulativismo metafísico pode ter caráter especioso como os *idola fori* e *idola theatri* apontados por Bacon, Popper não conta com um critério que lhe permita separar a retórica vazia muito presente na metafísica das teorias gerais da realidade que despontam heurísticamente fecundas para a criação de teorias científicas. Suas teses generalistas deixam de especificar que características o componente especulativo deve possuir para poder estar na origem de uma explicação científica:

No entanto, creio que devemos ao mesmo tempo combater os sistemas metafísicos que tendem a nos enfeitiçar e confundir. Devemos, entretanto, claramente fazer o mesmo com os sistemas não metafísicos e antimetafísicos que exibam essa perigosa tendência (POPPER, 1971, p. 299).

Apesar de rejeitar a filosofia analítica da linguagem, Popper nesta passagem dá a impressão de se reportar à tese de Wittgenstein (1968, § 109) de que “a filosofia é uma luta contra o enfeitiçamento de nossa inteligência por meio da linguagem”. Não sendo fácil determinar quando se está diante de uma estéril especulação, de um texto oracular e sibilino, ou diante de uma vaga, porém explicativamente sugestiva, intuição antecipadora, resulta problemático defender de modo generalista a significatividade do discurso metafísico. É discutível que a metafísica possa ser salva das garras do critério de cientificidade/significatividade do empirismo lógico apenas em razão de alguns de seus conteúdos terem sido processados e absorvidos por uma explicação que preenche os requisitos básicos de cientificidade.

Popper condena tacitamente o discurso que possui uma constituição sintática que se presta a fomentar uma semântica opaca, “autorreferencial”, incapaz de comunicar alguma coisa com potencial valor cognitivo. Sendo assim, são construções que não têm sequer como ser criticamente avaliadas no interior do próprio espaço metafísico. Colocando-se contra o que chama de especulações selvagens e obscuras, Popper encara a *Kritik der Reinem Vernunft* de Kant como um ataque certo aos tipos de raciocínio especulativo como os produzidos, de modo emblemático, pelos idealistas alemães. Popper (1989, p. 179) argumenta que o que a *Kritik* critica “é a razão pura, atacando todo raciocínio sobre o mundo que é “puro”, no sentido de não ser afetado pela experiência sensorial”. À luz desse tipo de avaliação, pouco sobra da metafísica capaz de veicular sentido e ser reaproveitada pela ciência. Fica claro que a preocupação de resgatar a metafísica é seletiva, pois quando se reporta à sua versão abstrusa Popper (1994, p. 176) se vale de uma retórica que se distingue muito pouco da dos positivistas lógicos: “estou pronto a admitir que alguns metafísicos — tenho em mente especialmente Hegel e os hegelianos — enveredaram pelo discurso sem sentido e, o que é pior, pelo sentido

pretensioso". A ambivalência fica clara quando se tem presente que Popper ataca o palavreado metafísico, mas também tacha a irrefutabilidade de vício:

Parece-me claro que as especulações desta índole são 'metafísicas' e que carecem de importância para a ciência; parece igualmente claro que este fato está conectado com a não falsificabilidade, com o fato de que sempre, e em todas as circunstâncias, podemos nos mostrar indulgentes para com elas. Portanto, meu critério de demarcação parece muito bem estar de acordo com o uso geral da palavra 'metafísico'. Teorias que envolvem probabilidade não devem ser consideradas científicas se são aplicadas sem precauções especiais. Temos de eliminar seu emprego metafísico para que possam ter alguma utilidade na prática da ciência empírica (POPPER, 1959, p. 198).

Mesmo rejeitando a posição de Carnap (1949, p. 278) que sustenta que a análise lógica mostra que "as sentenças espúrias da metafísica são pseudosentenças na medida em que carecem de conteúdo lógico, em que são apenas expressões de sentimento que, por seu turno, estimulam sentimentos e tendências volitivas no ouvinte", Popper não tira a metafísica do limbo da cognitividade na medida em que a caracteriza como tudo que é empiricamente irrefutável. Impermeável a qualquer observação capaz de decretar a falsidade de suas proposições, a metafísica não pode aspirar a ser conhecimento. Identificando irrefutável com metafísico, Popper usa o adjetivo 'metafísico' para emitir juízos metodológicos negativos, como faz, por exemplo, com os enunciados de probabilidade:

Como podem as hipóteses de probabilidade — que vimos, não são falsificáveis — desempenhar o papel de leis naturais na ciência empírica? Nossa resposta é esta: os enunciados de probabilidade, na medida em que não são falsificáveis, são metafísicos e sem significado empírico; e na medida em que são usados como enunciados empíricos o são como enunciados falsificáveis (POPPER, 1959, p. 196).

O fato de ter algum conteúdo incorporado pela ciência em nada afeta a metafísica cujo evoluir se mostra inatingível pelo que a ciência fez com conteúdos que originariamente eram seus. Na sua versão metafísica, o atomismo não sofreu modificações ditadas pela versão que veio a adquirir na ciência. Tudo fica circunscrito ao processo de formação de determinada teoria científica que, uma vez construída, deixa de ter qualquer diálogo proveitoso com a metafísica. Em suma, é inútil a tese metafísica que carece de serventia para a ciência e que não tem como ser criticada.

Popper está convencido de que sua opção pelo realismo é epistemologicamente defensável por ter sido possível submetê-lo a crivos críticos. Mesmo sendo esse o caso, o realismo sempre poderá ser desafiado por outras posições a ponto de se mostrar difícil determinar que críticas são procedentes sem ocupar a posição de uma das correntes

envolvidas. As teorias metafísicas contêm universais categóricos que além de impermeáveis às tentativas de refutação deixam a dúvida de se são passíveis de crítica, do tipo de crítica que permite ao menos estabelecer méritos relativos entre as competidoras.

Sendo a racionalidade confundida com permeabilidade à crítica, à maneira de Popper, as teorias filosóficas não são metodologicamente muito diferentes das científicas quando se mostram capazes de se submeter à crítica. Nesse caso, o método científico pouco se diferencia do filosófico. A diferença essencial é a de que as teorias científicas podem não passar pelo crivo da crítica em geral, mas a um tipo especial de avaliação crítica — a provida pela severa testagem empírica. A má metafísica é a que elabora teorias com uma tessitura expressiva e explicativa que, por sua natureza abstrusa, impede qualquer tipo de aferição crítica.

O fato de a metafísica estar, em alguns casos, na origem de teorias de ciências maduras pode tirar a razão dos que a desqualificam em bloco, dos que a consideram fadada a ser um conglomerado de proposições destituídas de sentido, mas não dos que nelas apontam a falta de *significado cognitivo*. A ausência de base para desmerecer a metafísica como “patologia linguística” não fica plenamente estabelecida, como pensa Popper, caso se constate sua eventual participação na fabricação de teorias científicas. Isto porque a *raison d’être* da metafísica não pode ser apenas a de eventualmente *servir* de trampolim para a elaboração de teorias científicas. E se a metafísica, uma vez incorporada pela ciência, perde sua identidade original, não é a metafísica *qua tale* — como tentativa de forjar um tipo específico de conhecimento — que se mostra relevante.

O argumento histórico a favor do resgate da metafísica carece da força indispensável para desbancar as críticas sintático-semânticas assacadas contra as pretensões da metafísica de infundir sentido e significado cognitivo às suas proposições. Dos casos comprovados à luz da história da ciência não se deriva, sem recorrer a uma problemática inferência indutiva, uma *teoria geral* sobre o aproveitamento geral da metafísica pela ciência. Os importantes episódios em que teorias científicas parecem ter-se originado de especulações metafísicas, ontológicas ou cosmológicas, não livraram a metafísica da acusação de que lhe falta cognitividade nem refutaram a tese de que proposições metafísicas em geral carecem de significado (cognitivo). Cabe, além do mais, ter presente que se determinadas teorias empíricas tiveram sua gênese em noções especulativas, em vários outros casos a explicação científica se formou e se firmou contra a metafísica. Sem falar que o eventual aproveitamento da metafísica pela ciência não promove um diálogo entre duas modalidades de conhecimento, mas sim a “o aproveitamento” fortuito da metafísica pela ciência.

Por mais que as teorias metafísicas sejam criticáveis, não têm como ser submetidas à principal forma de avaliação — a representada por tentativas diuturnas de refutação. Isso faz com que a *diaphonia*, a proliferação de teorias metafísicas, subsista sem que processos de seleção sejam efetivamente postos em prática. Não há superação, menos ainda revolução, porque as polarizações entre, por exemplo, realismo e idealismo,

determinismo e indeterminismo, individualismo e coletivismo sobrevivem ao escrutínio crítico. São *ismos* que não se traduzem em pesquisa empírica por mais que não tenhamos como nos desvencilhar dos problemas que suscitam.

3 Da filosofia para a ciência ou da ciência para a filosofia?

Da mesma forma que Popper acredita que da metafísica se vai para a ciência, é cabível ter presente que a ciência serviu de inspiração para a formulação de filosofias, principalmente na era moderna. A despeito de propor uma visão esquemática e depreciativa da filosofia, Althusser afirma ser uma lei: “a filosofia está sempre ligada às ciências”. Para Althusser (1975, p. 20), “a filosofia nasceu (Platão) com a abertura do continente da Matemática, foi transformada (Descartes) pela abertura do continente da Física e revolucionada pela abertura do continente da História por Marx”. A conclusão de Althusser: as transformações da filosofia são sempre a contrapartida das grandes descobertas científicas; no essencial, são posteriores.

Pela óptica de Althusser (1975, p. 19), a filosofia não tem como estar na origem da ciência porque “assim como a religião e a moral não passa de ideologia, carece de uma história, tudo que parece nela ocorrer se passa na realidade fora dela, na única história real, a da vida material dos homens”. Esposando uma posição negativa não só da metafísica, mas da filosofia em geral, Althusser (1975, p. 35) defende que ciência efetua um *corde epistemológico* com tudo que a precede: “a filosofia não possui um objeto, se nada se passa na filosofia é porque não tem um objeto; se alguma coisa se passa nas ciências é porque têm um objeto sobre o qual podem aprofundar o conhecimento”. É curioso constatar que, com base em *backgrounds* e pressupostos filosóficos muito diferentes, o positivismo lógico emite o mesmo tipo de juízo: a “filosofia” não existe como disciplina, ao lado da ciência, com proposições próprias em virtude de o corpo das proposições científicas exaurir o conjunto de todos os enunciados significativos.

A visão de que a ciência rompe com o senso comum, com a filosofia, especialmente na sua dimensão metafísica, concebe a ciência como inaugurando um campo explicativo que em nada se beneficia de insights antes formados sobre determinado objeto. Desse modo, a ciência começa a partir de si mesma, em nada continuando, aprofundando, o que a precedeu. Há um começo absoluto em cada ciência a ponto de nada dever às teorias antes formuladas. A mutação epistemológica que leva à ciência nada herda do que é qualificado de pré-científico.

Tanto se pode defender a tese de que grandes mudanças na ciência tiveram como ponto de partida a filosofia quanto a antítese. O fato é que a relação entre filosofia e ciências, incluída a matemática, desponta vívida entre um número expressivo de autores em vários períodos da história da filosofia. Platão, Aristóteles, Bacon, Descartes, Hume, Leibniz, Kant, para citar alguns nomes representativos, são exemplos de filósofos que fertilizaram suas ideias no solo da ciência. Há, no entanto, estilos filosóficos que

nenhuma inspiração buscam na ciência e outros que a desprezam. E há até aqueles que assumem uma postura de franco questionamento do tipo de conhecimento perseguido pelas ciências. Sem contar que, em suas versões radicais, a visão de que a filosofia, no que tem de melhor, vem a reboque das grandes conquistas da ciência não tem como deixar de ser vista como expressão de cientismo.

Quando concebida como arma ideológica, à maneira de Althusser, a filosofia acaba reduzida à assunção de um posicionamento contrário ou favorável às teses autopromovidas revolucionárias. É evidente que se a filosofia não tiver como acalantar um projeto cognitivo, não tiver história própria, só terá autenticidade intelectual no caso de se subordinar à ciência ou só terá serventia política se puder ser instrumentalizada de modo a ensejar a defesa da posição revolucionária contra a reacionária. Considerada um nada explicativo, a filosofia é condenada a ser ancila da ciência ou da política na medida em que o que confere relevância à filosofia é o papel extrafilosófico que cumpre, é a função ideológica que exerce na polarização, destacada por Althusser, entre a visão de mundo materialista e a idealista. Submetidos a uma avaliação estritamente ideológica, os grandes sistemas especulativos são depreciados por Althusser como ininteligibilidades postas a serviço da dominação de classe.

O fato de algumas teorias metafísicas terem tido muitos de seus insights absorvidos pela ciência, como tanto ressalta Popper, é uma constatação histórica insuficiente para devolver significatividade e cognitividade a ideias especulativas. A metafísica não readquire valor intrínseco apenas por ter o potencial de prover conteúdos aproveitáveis por ciências como a astronomia e a cosmologia. O resgate da metafísica perde muito de sua força se tudo se resumir a um tipo de processamento que enseja que as proposições especulativas sejam traduzidas para a linguagem da ciência para adquirirem uma forma semântica que as torne testáveis. O fato de teorias científicas terem se formado a partir de insights especulativos não salva a metafísica em geral da acusação de *assignificatividade*, apenas evidencia que o processo de criação em ciência é, em alguns casos, desencadeado por conteúdos extracientíficos.

Para ser fundamentada, a tese do aproveitamento da metafísica pela ciência precisa se respaldar em uma reconstrução capaz de apreender as transformações sintáticas, semânticas e pragmáticas que se verificam na transição de uma proposição-ideia impermeável à experiência para o corpo de uma teoria refutável. Não basta registrar como uma ideia, com referência opaca ou inexistente, desprovida de conteúdo empírico, se tornou responsável pela gênese de uma teoria científica. Satisfeito com a constatação da eventual apropriação pela ciência de ideias metafísicas, Popper desqualifica a problemática das mudanças sintático-semânticas que precisam ocorrer para que a importação/exportação de conteúdos se viabilize.

Parecendo reportar-se a Popper, Feyerabend (1977, p. 36) observa que é geral o reconhecimento de “que considerações metafísicas podem mostrar-se importantes quando a tarefa é inventar uma teoria física” e que “se costuma admitir que tal invenção é um ato

mais ou menos irracional contendo componentes os mais diversos a ponto de alguns componentes serem, e talvez deverem ser, ideias metafísicas”. Em crítica implícita a Popper, Feyerabend salienta que os defensores da metafísica não deixam de “também assinalar que tão logo a teoria se tenha desenvolvido de um modo formalmente satisfatório e tenha recebido confirmação suficiente para ser considerada empiricamente exitosa, nesse momento pode e deve esquecer seu passado metafísico”.

Acreditamos que o esquecimento da “origem metafísica” se deva ao fato de inexistir uma real absorção da metafísica, apenas acolhimento de um ou outro conteúdo, ou de parte de um quadro explicativo geral, por seu potencial heurístico. No fundo, os insights metafísicos são “canibalizados” pela teoria científica que os aproveita conforme seus interesses explicativos. A absorção da metafísica pela ciência deixará de ser vista como casual e pontual se puder ser pensada à maneira de Burt (1980, p. 17) como adoção de uma visão de mundo: “o contraste metafísico central entre o pensamento medieval e o moderno no que diz respeito às suas respectivas concepções a respeito da natureza da relação do homem com seu ambiente natural”.

Sem a adequada compreensão dos mecanismos sintático-semânticos que propiciam a absorção dos ingredientes especulativos pela ciência é inevitável encará-los como responsáveis por uma genealogia fortuita. Para que a absorção de conteúdos metafísicos deixe de ser vista como aleatória, é imprescindível entender de que modo o alegórico e o metafórico podem ser reelaborados a fim de integrarem teorias refutáveis. A evidência histórica esparsa de que algumas teorias empíricas se formaram a partir de intuições especulativas é insuficiente para provar o valor da metafísica em geral. Não por acaso, os exemplos de Popper de como a ciência hauriu conteúdos da metafísica são quase todos cosmológicos, fornecedores de teorias gerais da realidade. Por ter desqualificado a problemática da significatividade, Popper deixa de dar atenção à questão do que torna possível a transformação de um *token* de *logos semantikos* em um *token* de *logos apophantikos*.

Para se conseguir ir além do reconhecimento de que a heurística do contexto de descoberta está aberta a variadas fontes, é necessária uma teoria capaz de explicar - em termos sintáticos, semânticos e pragmáticos - de que forma poderia ocorrer uma regular transferência de conteúdos da metafísica para a ciência. Caso não se fique adstrito ao contexto da descoberta, é fundamental entender como o componente absorvido pela ciência teve alterada a identidade que possuía no interior do sistema metafísico e como se desenrolou o processo por meio do qual sofreu alterações até que se completasse seu processo de migração.

A despeito de almejar livrar o conteúdo metafísico não da acusação de falta de cognitividade, e sim da falta de significatividade, Popper fica longe de atingir o objetivo de derrubar o veredicto de que as formulações especulativas da metafísica carecem de sentido e do de comprovar que têm como ser criticamente avaliadas. Mesmo a relevância genética da metafísica pode ser relativizada em virtude de seu *logos semantikos* não ser

o único passível de ser traduzido para um *logos apophantikos*. Se mesmo o discurso religioso pode se transmutar em científico, ainda que de modo mais restrito, ficam diminuídos o poder e o valor heurísticos da metafísica para a confecção de teorias científicas. Se a proposição irrefutável capaz de inspirar uma teoria científica pode provir de várias fontes, se enfraquece a argumentação que pretende resgatar a metafísica por sua especial serventia para a ciência. Se teorias desprovidas de valor cognitivo de várias proveniências servem de trampolim para a construção de uma teoria científica, o que cabe reconhecer é que a *ars inveniendi* está aberta a diferentes fontes de inspiração. Os casos de aproveitamento de insights metafísicos pela ciência não representam, como pretende Popper, contraexemplos ao veredicto do empirismo lógico de que a metafísica é desprovida de valor cognitivo ou até mesmo, em muitos casos, de significatividade.

À tese do aproveitamento do metafísico pela ciência falta a capacidade de elucidar de que modo o desprovido de significado cognitivo passa a tê-lo quando muda de um contexto teórico especulativo para um empírico. Popper negligencia essa questão por qualificar de equivocada a vinculação de um critério de cientificidade a uma teoria da significatividade e por entender que a compreensão do processo de absorção da metafísica pela ciência pode se adstringir ao registro histórico de como determinado conteúdo da primeira foi aproveitado pela segunda. Popper reputa desnecessário esclarecer, em termos semióticos, de que modo intuições se transmutam em conceitos.

Servir de inspiração para a formação de teorias científicas, principalmente físicas, não infunde, *per se*, significatividade e muito menos devolve algum valor cognitivo às teorias metafísicas em geral. Mesmo porque o conteúdo metafísico só adquire significado (cognitivo) quando passa por um processo de reelaboração que torna possível sua incorporação pela ciência. Para se entender como ocorre esse tipo de tradução, é necessário acompanhar as alterações sintático-semânticas que ocorreram até que o processo de migração se tenha concluído. Deixando de lado o desafio semiótico, Popper se limita à tese genérica que aponta para as migrações da metafísica para a ciência:

Não penso que se justifique combater a metafísica em geral, ou que desse combate resulte algo valioso. É necessário resolver o problema da demarcação entre ciência e metafísica. Devemos, entretanto, reconhecer que muitos sistemas metafísicos levaram a importantes resultados científicos. Dou apenas o exemplo do sistema de Demócrito e o de Schopenhauer, que é muito similar ao de Freud (POPPER, 1971, p. 299).

Revela-se controversa a forma com que Popper pretende reabilitar a filosofia em geral se levarmos em consideração de que quase sempre que enfatiza a relevância da metafísica é com base na alegação de que *tem serventia para a ciência*. A ambivalência de Popper com relação à filosofia fica ainda mais nítida quando questiona seu valor *intrínseco*, quando defende a tese de que a filosofia só é profícua e autêntica quando se alimenta de questões formuladas fora de seus domínios:

A degeneração das escolas filosóficas é consequência da crença equivocada de que podemos filosofar sem que sejamos levados para a filosofia para lidar com *problemas que surgem fora dela* - por exemplo, na matemática, cosmologia, política, religião ou na vida social. Em outras palavras, minha primeira tese é a de que problemas filosóficos genuínos estão sempre enraizados em problemas urgentes fora da filosofia, e morrem se essas raízes se deteriorarem. Em seus esforços para resolvê-los, os filósofos estão propensos a perseguir o que lhes parece ser um método filosófico, uma técnica ou uma chave infalível para o sucesso filosófico. No entanto, esses métodos ou técnicas não existem; os métodos filosóficos são sem importância e qualquer método é legítimo se levar a resultados capazes de ser racionalmente discutidos (POPPER, 1986, p. 71-2).

Por essa óptica, os problemas situados fora do território da filosofia fornecem os conteúdos e os desafios com os quais lida a atividade crítica levada a cabo pelo filósofo. Os “problemas externos” que demandam tratamento filosófico fomentam o genuíno filosofar. Popper acredita que para enfrentar esses problemas originados fora da filosofia, técnicas de discussão racional podem ser empregadas. O estudo que gravita em torno dos problemas exclusivos da filosofia tende a ser estéril em virtude de buscar respostas alcançáveis apenas por meio de intermináveis e insuperáveis contrastes argumentativos:

Minhas duas teses equivalem à alegação de que a filosofia está profundamente enraizada em problemas não filosóficos; que o julgamento negativo de Wittgenstein está, no que diz respeito às filosofias que esqueceram suas raízes extrafilosóficas, correto nos aspectos gerais; e que essas raízes são facilmente esquecidas pelos filósofos que “estudam” a filosofia em vez de ser empurrados para a filosofia pela pressão de problemas não filosóficos (POPPER, 1986, p. 71).

No fundo, Popper implicitamente adota um critério de demarcação interno à própria filosofia e metafísica na medida em que separa o que nelas pode — ou merece — ser discutido racionalmente e o que não; o que nelas é aproveitável pela ciência, o que não; o que nelas são esgrimas conceituais e o que nelas é busca de resposta para problemas do mundo da vida; o que nelas veicula sentido e o que é jogo vazio de palavras. Além de se dizer seguidor de uma metafísica realista, Popper (1989, p. 174) se apresenta como “propositor de uma visão metafísica de mundo, e com ela de um novo programa de pesquisa, baseada na ideia da realidade de disposições e na interpretação da probabilidade como propensão (esta visão é também profícua em conexão com a evolução)”. A dificuldade reside em determinar quais metafísicas oferecem quadros gerais de representação da realidade que se prestam a melhor organizar os fatos de modo que possam ser mais bem explicados. A ambivalência popperiana diante da filosofia e da metafísica fica mais

manifesta quando defende teses assumidamente aproximáveis das de Wittgenstein e dos empiristas lógicos:

Minha visão da doutrina de Wittgenstein pode ser resumida da seguinte forma. É verdade, em geral, que não existem problemas filosóficos puros; quanto mais puro um problema filosófico se torna, mais se afasta de seu sentido, importância ou significado original, e a discussão fica mais propensa a degenerar em verbalismo vazio (POPPER, 1986, p. 71).

Em seu texto *'The Nature of Scientific Problems and their Roots in Metaphysics'*, Agassi como que inverte o de Popper intitulado *'The Nature of Philosophical Problems and Their Roots in Science'*. Nele, Agassi (1975, p. 208) sustenta que, apesar de serem vários os critérios por meio dos quais "a maioria dos cientistas de uma época decide que problemas são fundamentais, um critério desponta como o mais importante: os problemas foram escolhidos por estarem relacionados a problemas metafísicos do período; os resultados científicos buscados foram os que poderiam lançar luz sobre questões metafísicas tópicas". Nesse caso, se pode falar em reabilitação da metafísica *qua tale* na medida em que sua existência não se justifica por ser aproveitada pela ciência, mas por ser a pesquisa científica guiada pelo holofote de uma óptica metafísica que, entre outras funções, aponta os problemas a enfrentar.

A tese do aproveitamento da metafísica no processo de formação de teorias científicas desponta mais defensável quando se encara esse processo como absorção de visões de mundo do que quando se defende que conteúdos isoláveis, com vida semântica própria, podem ser transferidos. O pensamento de que a metafísica penetra na ciência por meio de suas cosmovisões é difícil tanto de comprovar quanto de contestar. Não tendo como ser transplantada para a ciência como uma totalidade, a metafísica pode sempre acompanhar a ciência propondo "óculos ontológicos" de um tipo e não de outro. Fornecer mundividências cumpre o papel fundamental de enquadrar os fatos, de permitir que sejam percebidos e organizados por diferentes molduras teóricas. Não por acaso, a adoção de uma metafísica por parte da ciência é mais facilmente percebida nos raros momentos em que o paradigma mergulha em crise e acaba substituído:

Nos períodos de crises reconhecidas, os cientistas se voltam para a análise filosófica como um meio de resolver os quebra-cabeças de sua área. Em geral, os cientistas não precisaram nem desejaram ser filósofos [...] Na medida em que o trabalho de pesquisa normal pode ser conduzido pelo uso do paradigma como modelo, as regras e pressuposições não precisam ser explicitadas [...] Não por acaso, o advento da física newtoniana no século XVII e o da Relatividade e da Mecânica Quântica no século XX foram precedidos e acompanhados por análises filosóficas fundamentais da tradição de pesquisa contemporânea (KUHN, 1970, p. 150).

Em períodos de crise, o cientista pode se interessar por questões filosóficas, pelo arsenal de análise conceitual da filosofia e até por questões genericamente rotuláveis de metafísicas. Sendo composta de pressuposições absolutas escondidas nos subterrâneos da atividade da ciência normal, a metafísica vem à tona nos momentos das revoluções científicas marcados pela substituição de um paradigma por outro, casos, por exemplo, do heliocentrismo e do darwinismo.

Sendo inviável a migração de totalidades metafísicas, cada uma pode sugerir um modo geral de ver, pode prover novas direções ontológicas para a pesquisa científica. Se a unidade explicativa é a teia teórica, não há como transplantá-la por inteiro — apenas o quadro ontológico geral sugerido por uma metafísica, de tal modo que é o genérico “heliocentrismo” platônico, enquanto cosmovisão, que transmigra da metafísica para a astronomia. Se uma metafísica emerge acoplada a um paradigma, se dele faz parte com sua visão de mundo, não cabe vê-la como mera fonte de inspiração. Uma *Weltanschauung* metafísica é mais importante se for parte constitutiva de um paradigma do que se tiver apenas contribuído para sua gênese. A metafísica desponta crucial quando tem o condão de promover uma “reversão gestáltica” introdutora de uma nova moldura para enquadrar os fatos.

Em alguns textos, Popper dá a entender que encara o aproveitamento da metafísica pela ciência como uma espécie de processo que conduz à *empiricização* de conteúdos específicos enquanto em outros aponta para a absorção de “quadros gerais”. Sendo metafísica e ciência propositoras de tipos de sistemas explicativos que não se comunicam entre si, o apropriado é supor que só em raros casos ocorre a transmigração de conteúdos metafísicos específicos para a ciência, e que o mais comum é a ciência acolher, de modo refletido ou não, esquemas gerais de categorização da realidade:

Por que Copérnico e Kepler, antes de qualquer confirmação empírica da nova hipótese de que a Terra é um planeta que gira em torno de seu eixo e em círculos em torno do sol, enquanto as estrelas permanecem em repouso, acreditaram que era uma imagem verdadeira do universo astronômico? (BURTT, 1980, p. 36).

Por esse ponto de vista, a metafísica propria, por exemplo, imagens de natureza ou de sociedade que predefiniriam modos de ver os fatos. Por meio de suas pressuposições absolutas, as molduras metafísicas sugeririam formas de encarar as relações entre os fatos. Se conteúdos especulativos específicos inspiram a formação de uma teoria empírica perdem sua identidade original depois de absorvidos. Já a metafísica que propõe uma óptica geral não deixa de ser metafísica uma vez adotada pela ciência, e só poderá ser substituída por outra igualmente metafísica.

É controversa a diferença estabelecida por Popper entre a metafísica, supostamente permeável à crítica, e a pseudociência, insuscetível de crítica. Mesmo porque poucas são as teorias metafísicas passíveis de receber críticas internas, ou seja, sem o recurso a

outras metafísicas, a outras pressuposições absolutas. A favor da tese da criticabilidade da metafísica, Popper costuma dar exemplos de *ismos* metafísicos, mas não de sistemas metafísicos cuja tessitura discursiva geradora de opacidade semântica os imuniza contra todo e qualquer tipo de avaliação crítica.

Caso deixe de se confinar à constatação de que a ciência pode, no processo de formação de suas teorias, incorporar elementos insuscetíveis de teste, a discussão da proposta de Popper de resgatar a metafísica deve priorizar a análise de como são semioticamente reprocessados os conteúdos especulativos para poderem adquirir uma nova identidade explicativa na ciência. A metafísica permanece em seu estado original mesmo se absorvida pela ciência por mais que suas intuições se transmutem em conceitos, por mais que suas proposições potencialmente criticáveis passem a ter uma versão que as torna testáveis. É genérico e pouco elucidativo advogar que a metafísica é aproveitável porque a ciência pode dela emergir. Fracassa o projeto de recuperar a metafísica em geral argumentando que algumas de suas teorias têm o potencial de se transformar em teorias empiricamente controláveis.

Caso o aproveitamento da metafísica pela ciência não se adstrinja a uma questão de história da ciência, em que a metafísica circunstancial e esporadicamente inspira a formação de teorias científicas, é crucial enfrentar a problemática referente aos mecanismos que submetem as teorias metafísicas a transformações que as tornam aproveitáveis em outro habitat, o da ciência. A despeito de em termos sincrônicos defender a necessidade de um rígido critério de demarcação, Popper não hesita em relativizá-lo em termos diacrônicos. Popper (1974, p. 981) reconhece não ter como aplicá-lo automaticamente em razão de o que hoje desponta insuscetível de teste poder vir a se mostrar refutável a ponto de poder vir a fazer parte do corpo de uma teoria científica: “a transição da metafísica para a ciência não é nítida na medida em que as ideias metafísicas de ontem podem se tornar teorias científicas e testáveis amanhã”.

Sendo justificável encarar as teorias científicas como totalidades explicativas indecomponíveis, não há como ocorrer o processo por meio do qual conceitos e conteúdos específicos são transplantados para a ciência na qual adquirem conteúdo empírico. Se também pensada como totalidade explicativa, a metafísica não tem como oferecer à ciência conteúdos unitários específicos. Consequência disso é que ficam inviabilizadas as transmigrações por meio das quais este ou aquele componente metafísico é *empiricizado*. Não sendo unidades metafísicas discretas aproveitáveis, inexistem transposições de componentes teóricos específicos nos quais incumbiria à pesquisa científica infundir conteúdo empírico. Sendo as teorias metafísicas e as científicas totalidades portadoras de estruturações semântico-metodológicas e preenchimentos ontológicos intransitivos, da metafísica só podem ser transplantadas visões de mundo. Encaradas as totalidades como irreduzíveis às partes, fica inviabilizada a exportação/importação de componentes individualizáveis de um sistema explicativo para outro. Quine (1961, p. 41) chama de dogma do reducionismo “a suposição de que cada enunciado, tomado isoladamente de

seus companheiros, pode admitir confirmação ou infirmação”. Como holista, Quine está convencido de que “os enunciados sobre o mundo exterior enfrentam o tribunal da experiência sensível não individualmente, mas apenas como corpo organizado”.

Se por um lado sentenças teóricas isoladas não migram da metafísica para a ciência por seu valor informativo, por outro, proposições sistemicamente interconectadas oferecem formas de percepção da realidade. O possível aproveitamento da metafísica envolve identificar como na ciência o antigo componente especulativo passa por reprocessamentos que tornam possível associá-lo a fatos. Popper veio a reconhecer que a passagem do metafísico para o científico não tem como se resumir à inoculação de conteúdo empírico em unidades teóricas que, na formulação original, eram puramente especulativas:

Juntamente com sua epistemologia, lógica e metodologia, a cosmologia de Parmênides pode ser vista, um tanto arbitrariamente, como incorporando um programa metafísico de pesquisa [...] pode ser descrita como um programa metafísico de pesquisa porque sugere não apenas novos problemas para a investigação, mas também os tipos de solução considerados satisfatórios ou aceitáveis. A função de um programa de pesquisa assim abrangente é, em alguns aspectos, muito semelhante à função que Thomas Kuhn atribui às teorias científicas dominantes, que infelizmente ele chamou de ‘paradigmas’: um programa de pesquisa, caso se torne dominante, exerce uma influência direta sobre a pesquisa científica. Possuidores de caráter metafísico, epistemológico e metodológico, os programas de pesquisa não fazem parte da ciência da maneira que as teorias dominantes de Kuhn o fazem (POPPER, 2001, p. 161).

Caso se acredite na indissociabilidade entre o que é registro observacional e o que é reconstrução teórica, blocos explicativos metafísicos podem sugerir ao cientista que dê atenção a certos tipos de fato e não a outros. Nesse caso, modos metafísicos de ver as coisas “direcionam” a pesquisa e não saem de cena por mais que recebam uma tradução para a linguagem científica. A vingar essa óptica, na produção da ciência a metafísica é um de seus componentes constitutivos. Caso na ciência se faça sempre presente uma metafísica tacitamente operante, isso significa que a metafísica, mais que incubadora, propõe uma visão organizadora dos fatos, que é parte integrante da ciência. Mesmo sem dotá-la de valor cognitivo autóctone, essa visão considera a metafísica fundamental para conferir identidade a uma teoria científica na medida em que contribui com sua visão de mundo para a escolha de uma forma de abordagem dos fatos. No enfrentamento da questão referente ao aproveitamento da metafísica pelas ciências se torna ainda mais importante o debate entre os que acreditam que conteúdos são transplantáveis individualmente e os que defendem que só visões de mundo podem migrar da metafísica para a ciência. Faz toda diferença se unidades metafísicas separáveis podem irrigar o

solo das ciências ou se a metafísica só pode transplantar esquemas de pensamento e visões de mundo.

Principalmente nos escritos posteriores aos anos 50, Popper vai além em seu esforço de “salvamento” da metafísica. Mencionando teorias filosóficas típicas — determinismo, idealismo, irracionalismo, voluntarismo, niilismo — e não sistemas metafísicos fechados Popper (1989, p. 197) lança a questão: “se as teorias filosóficas são todas irrefutáveis, como podemos distinguir as teorias filosóficas verdadeiras das falsas?” Na fase em que passa a promover uma defesa de metafísica sem fazer seu valor depender de ser aproveitada ela ciência, Popper (1989, p. 198) se pergunta se é possível examinar criticamente teorias filosóficas irrefutáveis. Sendo possível, em que consiste, indaga Popper, a discussão de uma teoria se não de tentativas de refutar a teoria. O que está em questão é saber se é possível avaliar racionalmente — ou seja, criticamente — uma teoria irrefutável. Que argumento pode ser aduzido a favor ou contra uma teoria que sabidamente não é nem demonstrável nem refutável. Popper se coloca contra a suposição de que teorias filosóficas, irrefutáveis, nunca podem ser discutidas, e que cabe a um pensador responsável substituí-las por teorias empiricamente testáveis a fim de tornar possível a discussão racional. Popper propõe a seguinte solução para a questão da cognitividade da metafísica: se uma teoria filosófica fosse apenas uma asserção isolada sobre o mundo, então não teria como ser discutida. Mas o mesmo poderia se dizer de uma teoria empírica. Para Popper, toda teoria *racional*, independentemente de se científica ou filosófica, é racional na medida em que tenta *solver certos problemas*. Uma teoria é compreensível e razoável relativamente à determinada *situação-problema* e só pode ser racionalmente avaliada discutindo-se essa relação. Se encarada como uma solução proposta para um conjunto de problemas, então a teoria imediatamente se mostra suscetível à discussão crítica mesmo que seja não empírica e irrefutável. Mesmo porque podemos formular questões do tipo: resolve o problema? Resolve melhor que as outras teorias? Apenas desloca o problema? É a solução simples? É frutífera? Contradiz outras teorias filosóficas necessárias para solver outros problemas? Questões desse tipo mostram ser possível uma discussão crítica ate mesmo de teorias irrefutáveis. Diante da *diaphonia* que historicamente assola a filosofia, fica a dúvida de se Popper não atribuiu artificialmente à filosofia a capacidade de resolver problemas a fim de diminuir o hiato entre ela e as investigações científicas.

Referências Bibliográficas

- AGASSI, J. The Nature of Scientific Problems and their Roots in Metaphysics. IN: AGASSI, J. *Science in Flux*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1975, p. 208-239.
- ALTHUSSER, L. *Lénine et la Philosophie suivi de Marx & Lénine devant Hegel*. Paris: François Maspero, 1975.

AMSTERDAMSKI, S. *Between Experience and Metaphysics*. Tradução de P. Michalovoski, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1975.

BUNGE, M. *Treatise on Basic Philosophy*. Part 1. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1985.

CARNAP, R. The Elimination of Metaphysics through Logical Analysis of Language. IN: AYER, A. J. (org.) *Logical Positivism*. Nova Iorque: The Free Press, 1959, p. 60-81.

CARNAP, R. *The Logical Syntax of Language*. Tradução de Amethe Smeaton. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1949.

CARNAP, R. *The Logical Structure of the World & Pseudoproblems in Philosophy*. Trad. de Rolf George. Berkeley: University of California Press, 1969.

CARNAP, R. Intellectual Autobiography. IN: SCHILPP, P. A (ed.) *The Philosophy of Rudolf Carnap*. Illinois: The Open Court Publishing, 1963, p. 1-84.

EINSTEIN, A. Remarks on Bertrand Russell's Theory of Knowledge. IN: SCHILPP, P. A. (ed.) *The Philosophy of Bertrand Russell*. Nova Iorque: Tudor Publishing Co., 1951, p. 277-292.

FEYERABEND, P. Problems of Empiricism. IN: COLODNY, R. (org.) *Beyond the Edge of Certainty*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall 1965, p. 145-260.

FEYERABEND, P. How to be a Good Empiricist – A Plea for Tolerance in Matters Epistemological. IN: NIDDITCH, P. H. (org.) *The Philosophy of Science*. Nova Iorque: Oxford University Press, 1977, p. 12-39.

FREGE, G. Sobre o Sentido e a Referência. IN: ALCOFORADO, P. (org.) *Lógica e Filosofia da Linguagem*. Tradução e notas de Paulo Alcoforado. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1978, p. 59-86.

KANT, I. *Kant's Prolegomena to any Future Metaphysics*. Organizado por Paul Carus. Chicago: The Open Court Publishing Company, 1912.

KNEALE, W. *Probability and Induction*. Oxford: Clarendon Press, 1949.

LAKATOS, I. Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. IN: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (orgs) *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1977, p. 91-196.

LOCKE, J. *An Essay Concerning Human Understanding*. Vol. 1. Nova Iorque: Dover, 1959.

MACH, E. *The Analysis of Sensations*. Trad de C. M. Williams. Chicago: The Open Court Publishing Company, 1914.

PEIRCE, C. S. Notes on Scientific Philosophy. IN: HARTSHORNE, C.; WEISS, P. (eds.) *The Collected Papers*. Vol. I: Principles of Philosophy. Cambridge: Harvard University Press, 1931.

POPPER, K. R. *The Logic of Scientific Discovery*. Londres: Hutchinson, 1959.

POPPER, K. R. *The Open Society and its Enemies*. Vol. 2: Hegel and Marx. Princeton University Press, 1971.

POPPER, K. R. *The Philosophy of Karl Popper*. Illinois: The Open Court Publishing, 1974.

POPPER, K. R. *The Poverty of Historicism*. Londres: Routledge and Kegan Paul, 1976.

POPPER, K. R. The Demarcation between Science and Metaphysic. IN: SCHILPP, P. A. (ed.) *The Philosophy of Rudolf Carnap*. Illinois: The Open Court Publishing, 1978, p. 183-226.

POPPER, K. R. *Quantum Theory and the Schism in Physics*. Londres: Hutchinson, 1982.

POPPER, K. R. *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*. Oxford: Clarendon Press, 1986.

POPPER, K. R. *Conjectures and Refutations*. Londres: Routledge, 1989.

POPPER, K. R. *The Unended Question. An Intellectual Autobiography*. Londres: Routledge, 1992.

POPPER, K. R. *Realism and the Aim of Science*. Londres: Routledge, 1994.

POPPER, K. R. *The World of Parmenides. Essays on the Presocratic Enlightenment*. Londres: Routledge, 2001.

POPPER, K. R. The Logic of the Social Sciences. IN: ADORNO, T et al. *The Positivist Dispute in German Sociology*. Londres: Heinemann, 1977a, p. 87-104.

POPPER, K. R. Reason or Revolution. IN: ADORNO, T et al. *The Positivist Dispute in German Sociology*. Londres: Heinemann, 1977b, , p. 288-300.

REICHENBACH, H. The Philosophical Significance of the Theory of Relativity. IN: SCHILPP, P.A. (org.) *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*. LaSalle: Open Court, 1949, p. 287-312.

REICHENBACH, H. *The Rise of Scientific Philosophy*. University of California Press, 1954.

SCHLICK, M. Meaning and Verification. *The Philosophical Review*, v. 45, n. 4. (Julho), 1936, p. 339-369.

WITTGENSTEIN, L. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Edição bilíngue. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1971.

WITTGENSTEIN, L. *Philosophical Investigations*. Tradução de G. E. M. Anscombe. Nova Iorque: The Macmillan Company, 1968.

SEXTO E A CRÍTICA À NOÇÃO ESTOICA DE RACIONALIDADE HUMANA

Alice Bitencourt Haddad
Universidade Federal Fluminense

Nas *Hipotiposes Pirrônicas*, livro I, cap. 14, é sabido que Sexto faz a exposição dos 10 modos para a suspensão do juízo. Ele afirma ter recebido os 10 tropos de cétricos mais antigos (citando nominalmente o obscuro¹ Enesidemo em AM 7.345), os quais levariam a um “estado do pensamento (*diánoia*) por meio do qual nem negamos nem afirmamos nada” (HP, 1, 4, 10) — é assim que Sexto define a *epokhé*, como algo que *ocorre a* alguém de preferência a uma atitude ou atividade mental deliberada (ver, também, por exemplo, HP, 1, 3, 7, em que Sexto caracteriza a suspensão como um *páthos*, uma afecção que ocorre — *ginoménon* — àquele que examina após sua investigação). Os 10 modos conduzem à *epokhé*, e, eles sim, são um exercício ativo de elaboração de oposições, e, importante dizer, de igual força persuasiva. Para que a suspensão ocorra, é preciso que uma aparência se oponha a outra (com aparências os cétricos designam as impressões sensíveis, *aisthetá*, mas também as impressões inteligíveis, *noetá*, HP 1.4.9) e que as duas sejam equipolentes, igualmente críveis, gerando em nós essa incapacidade de decisão. Neste trabalho quero me ater ao primeiro modo, ou argumento, “segundo o qual, por conta da diferença entre os animais, as *phantasíai* — impressões — deles advindas não são as mesmas” (HP, 1, 14, 40). Sexto apresenta uma extensa argumentação, à qual, é preciso advertir, ele não adere. Uma vez que o cético nada afirme, para criar as equipolências, ele precisará lançar mão de argumentos dogmáticos. Ele oporá sempre

¹ Pouco se sabe da vida de Enesidemo, onde e quando nasceu. A dúvida sobre sua datação é tão expressiva que há os que situam sua acme em 80a.C. e os que a situam em 130d.C.! E essa é uma questão importante, a de saber, por exemplo, quem foram seus contemporâneos, quais textos ele conhecia, se ele influenciava ou é influenciado por alguém etc. Para a controvérsia, ver BROCHARD, 2009, p. 249-250.

dogmáticos a dogmáticos. É possível enxergar na elaboração dos modos que ele se opõe a um “parecer” dominante — seja ele estoico (um adversário preferencial), peripatético, do senso comum ou outros — elaborando outro incompatível e convincente, mas ao qual, evidentemente, ele não dará adesão. No primeiro modo, sua argumentação se centrará inicialmente em torno das diversas composições corpóreas entre animais, o que, por si, geraria o que ele chama de conflito das representações ou impressões (*mákhēn tōn phantasiōn*). Ele complementa o argumento com as diferenças entre os animais no que diz respeito às suas preferências e aversões, como se isso fosse um indício de que uma mesma coisa afeta os animais de maneiras diferentes, produzindo impressões diferentes. Sabemos que logo em seguida Sexto defenderá que nem entre homens, nem num único homem, é possível não haver o conflito de impressões. Mas ele precisa defender nesse primeiro modo por que nós, homens, não devemos optar pelas nossas impressões ao desprezarmos aquilo que subsiste (*tōn hypokeiménon*)². Rapidamente Sexto apresenta, ainda, dois argumentos de caráter formal: o primeiro, de que seria necessário um juiz de fora da disputa para arbitrar, alguém que pudesse comparar as diversas impressões com a coisa mesma, o que é impossível; o segundo, defendendo a impossibilidade de se usar uma prova (*apódeixis*) a favor ou contra nossas impressões — Sexto dedicará várias páginas ao longo da obra a mostrar como a prova envolve um raciocínio circular porque, por exemplo, se usamos uma prova para defender que as impressões humanas devem ser preferidas, são as que correspondem ao objeto causador da impressão de maneira mais exata, sendo então critério de verdade, ou essa prova é algo que nos aparece ou é algo que não nos aparece (um não-evidente). Se a prova for algo que não nos aparece, não confiaremos nela. Se a prova for algo que nos aparece, ela será também uma impressão e dependerá também de uma prova para que a tomemos como exata ou verdadeira, e assim num regresso ao infinito. Em resumo, por todas essas razões, Sexto considera necessário suspender o juízo acerca dos objetos externos (*tōn ektōs hypokeiménon*).

Fiz essa introdução sucinta para chegar na passagem que interessa ao tema do evento, que é um argumento que Sexto utiliza *ek periousías*, é um argumento supérfluo, que aparece após a afirmação da necessidade da suspensão. Poderíamos nos perguntar, “se é supérfluo, o que faz esse argumento na *Hipotiposes*?”. E a melhor resposta que compreendo seria a de que Sexto quer expor a incoerência da escola estoica ao afirmar pela preferência das impressões humanas em detrimento das dos demais animais. E Sexto fará essa exposição de maneira até sarcástica, visando a fazer o leitor rir de seus adversários. Desde os diálogos de Platão sabemos como os antigos não têm nenhum pudor em usar esse tipo de recurso. Sexto admite textualmente que vai *katapaízein*, zombar dos dogmáticos cegos e que só falam de si mesmos (*periautologóinton*). “Os nossos”, dirá ele, referindo-se aos pirrônicos, “costumam comparar animais irracionais com o homem”, mas os dogmáticos asseveram que a comparação é desigual. Para

² Em Sexto, o “subsistente” (*tō hypokeiménon*) equivale ao que no estoicismo aparece como o “existente” (*tō hypárkhon*), isto é, a coisa (usa-se também o termo *práigma*, cf. DL 7.46) que causa em nós a impressão.

mostrar que os dogmáticos são precipitados ao asseverar isso, tomará como exemplo um único animal, o cachorro, para concluir que os animais não devem ser negligenciados no que diz respeito à credibilidade (*pístis*) de suas impressões.

Os dogmáticos concordam que o cachorro é superior a nós quanto à sensação do olfato, sendo capaz de caçar outros animais que não consegue avistar. Quanto à visão, enxerga mais rapidamente do que nós. Quanto à audição, a dele é mais aguda, ou precisa. E aí chegamos ao que seria o argumento dogmático para dar preferência à impressão humana, que vem da noção de racionalidade, em grego simplesmente *lógos*. E é aí que temos certeza de que os tais dogmáticos a que se refere Sexto são os estoicos, pois ele alude a duas dimensões da racionalidade, uma que seria *endiáthetos*, “interior”, e outra que seria *prophorikós*, “externalizada”, ou “expressa verbalmente”³.

O índice de Hans von Arnim — o editor dos fragmentos estoicos — indica mais dois fragmentos em que a noção de *lógos endiáthetos* ocorre: em Galeno, num comentário a um tratado hipocrático sobre o ofício médico, e no próprio Sexto, AM 8.275. No fragmento do AM fica um pouco mais claro o que nas *Hipotíposes* está se tomando por *lógos endiáthetos* (essa razão interna):

Sextus adv. math. VIII 275 φάσιν ὅτι ἄνθρωπος οὐχὶ τῷ προφορικῷ λόγῳ διαφέρει τῶν ἀλόγων ζώων (καὶ γὰρ κόρακες καὶ κίτται ἐνάριθτους προφέρονται φωνάς) ἀλλὰ τῷ ἐνδιαθέτῳ, οὐδὲ τῇ ἀπλῆ μόνον φαντασίᾳ (ἐφαντασιοῦντο γὰρ κάκεινα) ἀλλὰ τῇ μεταβατικῇ καὶ συνθετικῇ.

Dizem que o homem difere dos animais irracionais não pelo *lógos prophorikós* (pois também corvos, papagaios e pegas emitem sons articulados), mas pelo *endiáthetos*; nem somente pela simples impressão (pois aqueles também *representavam*), mas pela impressão transitiva e construtiva. (Todas as traduções são nossas.)

Sexto não explica em que consistem essas que não são simples impressões, mas Diógenes Laércio o faz em duas passagens interessantes e esclarecedoras. Em sua exposição da vida e doutrina de Zenão, ele faz uma distinção entre impressões racionais (*logikai*) e irracionais (*álogoi*).

³ Apesar de Sexto se referir claramente aos estoicos, Chiesa (1991) levanta a possibilidade de essa ser uma extrapolação do pensador, (1) não se encontrando as expressões *lógos endiáthetos* e *lógos prophorikós* em referência a nenhum dos primeiros estoicos, possivelmente tendo sido agregadas posteriormente à doutrina da escola; e (2) procurando apresentar, a partir de um fragmento de Diógenes da Babilônia (SVF III, Diog. 29), uma outra teoria do *lógos* que identificaria pensamento (“linguagem interior”) e fala (“linguagem exterior”), supostamente herdada de Platão, e que os diferencia apenas espacialmente. Um sai pela boca, o outro, não. Vale a pena ler o artigo, embora ele não confronte a argumentação de Sexto na sequência do primeiro modo, e assim todo o problema da racionalidade humana, que ele explora sob outros aspectos em seguida (como veremos adiante, na teoria da ação estoica), é deixado de lado por Chiesa. Seu enfoque se restringe à questão da linguagem.

D.L. 7.51: λογικαὶ μὲν αἱ τῶν λογικῶν ζώων, ἄλογοι δὲ αἱ τῶν ἀλόγων. αἱ μὲν οὖν λογικαὶ νοήσεις εἰσὶν, αἱ δ' ἄλογοι οὐ τετυχήκασιν ὀνόματος. καὶ αἱ μὲν εἰσι τεχνικαί, αἱ δὲ ἄτεχνοι ἄλλως γοῦν θεωρεῖται ὑπὸ τεχνίτου εἰκῶν καὶ ἄλλως ὑπὸ ἀτέχνου.

Racionais são as [impressões] dos animais racionais, ao passo que irracionais as dos animais irracionais. As racionais são pensamentos, enquanto para as dos irracionais não há um nome. Também há impressões técnicas e não-técnicas; pois de maneira diferente uma imagem [estátua ou pintura] é contemplada por um técnico e por alguém desprovido de técnica.

Algumas linhas adiante, Diógenes explica como se formam, nos homens, os conteúdos do pensamento (*nooúmena*, 52), dizendo que alguns advêm do contato com os sensíveis e outros por semelhança, analogia, transposição, composição e contrariedade. Entendo que aí está a chave para compreender o que seria a simples impressão e aquela que não é simples. O *nooúmenon* por composição e transposição, por exemplo, é também uma impressão, mas que envolve algo mais que a mera percepção. Dirá Diógenes (53): *katà sýnthesin* — reparem a semelhança na expressão utilizada por Sexto (*phantasia synthetiké* na passagem de AM 8.275 citada) — seria a noção de centauro, que não advêm de um existente, mas é a composição de duas noções que advêm de dois existentes, homem e cavalo. *Katà metábasin* — reparem mais uma vez na semelhança com a expressão de Sexto (*phantasia metabatiké*, na mesma passagem) —, por exemplo, são noções que advêm do sensível e que “são pensadas conforme uma espécie de *transição*”. O exemplo é mais claro que a explicação, e é a noção de *tópos*, de *espaço*, que, assim como a noção de centauro, não advêm de um existente, de um corpóreo. O espaço é definido por Crisipo, por exemplo, como aquilo que é totalmente ocupado por um corpo (ver *Stoicorum Veterum Fragmenta* 2.503-505), não sendo ele passível de ser percebido, mas pensado⁴.

Não seria capaz de explorar em detalhes a concepção estoica dos diferentes tipos de impressões, mas cabe ressaltar que, do seu ponto de vista, o mesmo objeto causa impressões diferentes em pessoas diferentes, mas isso porque algo mais opera na “fabricação” dessa impressão além do existente, do objeto exterior. Nossos “conteúdos internos” interferirão na maneira como seremos afetados pelo objeto exterior. É sabido como o *Teeteto* de Platão foi estudado pelos antigos, especialmente por estoicos e cétricos, que procuraram responder às várias das questões ali colocadas por Sócrates. Quem leu o diálogo deve se lembrar de que um problema não respondido pelos personagens era o da situação apresentada por Sócrates, contra Protágoras, em que a fala de um bárbaro não é entendida (*Teeteto*, 163b). Sócrates lá perguntava como o conhecimento poderia ser reduzido à sensação se, quando ouvimos uma língua desconhecida, não entendemos

⁴ Chiesa (1991, p. 305-306) chama atenção para AM 8.286, em que Sexto atribui aos estoicos (lá chamados de “os dogmáticos”, sem distinção) a ideia de que o homem realiza as impressões racionais porque é um ser “providencialmente equipado” (*pronoetikôs kataskeuásthai*) para isso. Ele não as produziria inutilmente, sem referência à realidade. Mas isso, diz Sexto em seguida, seria explicar o menos questionável pelo mais questionável. Defender a providência divina seria bem mais custoso, pois é tema polêmico entre os próprios dogmáticos.

nada, apenas barulhos aparentemente sem nexos. Alguém que conhecesse a mesma língua apreenderia o mesmo som de maneira completamente distinta e compreensiva. Sócrates usa esse argumento contra a noção de conhecimento como simples sensação, mas também não oferece uma explicação de por que isso acontece, como o mesmo objeto externo, o mesmo som, pode afetar de maneira distinta pessoas diferentes. E parece que essa é uma das lacunas que os estoicos assumem, desenvolvendo um pouco mais essa ideia, acrescentando que aquilo que uma sensação produz em cada pessoa dependerá também de outras noções, pensamentos, enfim, de seu “arcabouço” interno. Se essa interpretação já justifica uma distinção entre homens (e por essa razão faz todo o sentido que os estoicos dediquem páginas e páginas sobre o que seria o *homem sábio*), que dirá entre homens e animais irracionais.

O que Sexto procurará fazer na sequência do argumento é mostrar como se pode atribuir ao dito irracional, especificamente ao cachorro, três atividades que são próprias, segundo os estoicos, ao *lógos endiáthetos*, à racionalidade interna, que, como vimos, é considerada pelos estoicos como exclusiva aos humanos: (1) a escolha (*haíresis*) do que é próprio (*oikeíon*) e fuga do alheio (*alotríon*); (2) o conhecimento (*gnósis*) das artes que contribuem para isso [a escolha]; (3) e a apreensão (*antílepsis*) das virtudes conforme a natureza própria e daquelas que envolvem as paixões. Em poucas linhas vemos aludidas algumas formulações bem complexas da ética estoica, como a concepção de que o homem tem como fim “o agir racionalmente na escolha do que é conforme a natureza” (formulação de Diógenes da Babilônia em DL 7.89); a ideia de que o conhecimento contribui para a vida conforme a natureza, havendo pensadores estoicos que inclusive falam em excelências teóricas ou científicas, que derivariam de princípios especulativos (DL 7.89); e a própria noção de excelência está ancorada na noção de racionalidade, definida como “a perfeição natural de um [ser] racional enquanto racional” (*tò téleion katà phýsin logikoû hos logikoû* - DL 7.94, sem atribuir a nenhum pensador específico).

Não será possível entrar nos pormenores de cada uma dessas atividades ditas próprias ao racional, mas voltemos a Sexto, que agora vai apontar o cachorro realizando as três. (1) O cachorro escolhe o que é próprio e foge do prejudicial ao perseguir o alimento e ao se afastar do chicote em riste. (2) Contribuindo para a sua busca do que lhe é próprio, ele possui a arte da caça. (3) Também não é o cachorro destituído de virtude, se for verdade que a justiça consiste em dar a cada um o que se deve, já que o cachorro guarda e afaga as pessoas familiares, enquanto expulsa os estranhos e os malfeitores (*adikoúntas*) (numa clara alusão à *República* de Platão, livro II, 375e).

Sexto prossegue, sempre com o mesmo procedimento de tomar emprestados os discursos de outros autores para se contrapor à tese da superioridade humana tendo como critério a racionalidade. Vai a Homero para falar da inteligência do cachorro, lembrando de quando Argos foi o único a reconhecer Ulisses em seu retorno a Ítaca apesar das mudanças em seu corpo (*Odisseia* 17.290-303), não perdendo (e mais uma vez Sexto provoca) sua impressão apreensiva (*kataleptikè phantasía*), tendo-a retido melhor

que os racionais habitantes de Ítaca.

Em seguida vai a Crisipo — aí nisso é ainda mais ferino, uma vez que este é um importante representante da escola estoica —, e cita algum dos seus tratados de dialética, em que o cachorro aparece fazendo uso do quinto silogismo indemonstrável (que teria a forma: “Se A ou B ou C, mas nem A nem B, então C”)⁵. O cachorro, perseguindo uma presa pelo faro, chega num ponto onde três caminhos se cruzam. Depois de farejar as duas primeiras vias, não sentindo cheiro da presa, ele vai pela terceira via sem parar para cheirá-la.

Além disso, acrescenta Sexto, o cachorro é capaz de compreender e aliviar seus próprios sofrimentos, arrancando um espinho da pata com os dentes, evitando-a pôr no chão, lambendo suas feridas. Inclusive seguiria a prescrição de Hipócrates, de deixar a pata em repouso para curá-la. Também ingere grama quando se sente mal para provocar o vômito e ficar bem de novo. Segundo Sexto, o cachorro não apenas escolhe o próprio e foge do prejudicial, como tem algum conhecimento, uma *tékhnē* capaz de lhe prover o que é próprio e de aliviar os sofrimentos. E nisso é virtuoso, sendo excelente no uso da racionalidade interna (*lógos endiáthetos*) para prover o que é próprio, natural, e afastar o danoso.

E assim conclui Sexto sua argumentação jocosa em defesa da racionalidade do cachorro. Claro que ele não dá adesão ao próprio argumento, mas trata-se somente de mostrar como os estoicos podem estar equivocados (não necessariamente estão equivocados, pois dizer isso seria dogmatizar) (1) ao atribuir racionalidade apenas aos homens, uma vez que pelo menos o cachorro realiza as atividades características e peculiares ao animal racional, que é o homem; (2) ao recusar as impressões dos cachorros tendo como critério sua suposta irracionalidade. Uma vez que há confusão entre o que é racional e o que é irracional, o critério da racionalidade deixa de ser útil. O que há de sério no argumento é que a demarcação entre o racional e o irracional não está clara. Quais seriam, exatamente, as marcas da racionalidade no homem, em se admitindo que o homem é racional em oposição aos demais animais? Essas marcas são realmente exclusivas ao homem? São elas garantias para a apreensão de um existente?

A racionalidade externa (*lógos prophorikós*), a expressão verbal, na qualidade de critério para a preferência pelas impressões humanas, também é alvo da crítica de Sexto. Em sua ausência, nenhum homem é considerado irracional. Os pitagóricos praticavam o silêncio como modo de obtenção da virtude, e há pessoas que são simplesmente mudas de nascença e nem por isso são consideradas animais irracionais. Além disso, há animais capazes de expressão, como certos pássaros, e Sexto chega a propor a possibilidade de que haja algum diálogo entre animais não compreendido por nós. Os cachorros latem

⁵ Aquele “no qual o argumento como um todo é composto de um asserível disjuntivo exclusivo e de uma das contraditórias de um dos seus disjuntos e asserire como conclusão o <asserível> restante, como, por exemplo: ‘ou é dia ou é noite; não é noite; logo, é dia’”. DL, 7.81.5, tradução e discussão em Dinucci e Duarte (2016, p. 69).

de uma maneira para expulsar pessoas, latem de outra maneira quando estão uivando, de outra quando são mordidos e de outra quando querem bajular (76), de modo que é possível que eles participem do *lógos prophorikós*, assim como é possível que participem do *lógos endiáthetos*, não podendo ser a racionalidade externa ou interna um critério para a desqualificação de suas impressões. Não podendo decidir entre as impressões do homem e as impressões dos animais ditos irracionais, suspendemos o juízo quanto à real natureza daquilo que nos aparece.

É preciso dizer, todavia, após a exposição do primeiro modo, que Sexto não é tão justo com os estoicos. Estranhamente ele não menciona na apresentação do modo um tema tão importante para eles, que é o do assentimento (*synkatáthesis*), a capacidade de avaliar impressões, de decidir se elas correspondem ou não ao existente, e considerada por eles em alguns momentos como a marca da racionalidade (LONG, 2007, p. 578). Não é verdade que os estoicos deem preferência às impressões humanas simplesmente. As próprias impressões humanas estão sujeitas à desconfiança e seria uma atividade própria do animal racional essa autorreflexão ou autopercepção, essa capacidade de avaliar as próprias impressões que lhe aparecem, ou não dando assentimento, ou dando um assentimento fraco, ou considerando essas impressões como apreensivas, base de conhecimento num sentido forte.

O mesmo vale para o âmbito da ação, que foi o utilizado por Sexto em sua atribuição de racionalidade ao cachorro. Da perspectiva estoica não importa se o cachorro aparentemente busca o que é próprio e foge do alheio; se ele aparentemente exerce a arte da caça; se ele aparentemente apresenta características de um homem justo. A questão é: poderia o cachorro escolher não comer quanto tem fome? Poderia o cachorro escolher não fugir de uma ameaça de agressão? O cachorro realmente escolhe? Ou ele apenas reage aos estímulos externos? Eu diria, a partir do quadro estoico, que na possibilidade de retenção do assentimento, seja no âmbito do conhecimento, seja no âmbito da ação, que se localizaria a diferença fundamental entre os homens e os demais animais.

A própria noção de *tékhne*, no estoicismo, é mais precisa do que aquilo a que Sexto faz alusão no exemplo do cachorro, e pressupõe essa noção de “assentimento”. Sexto mesmo é fonte de uma definição estoica (que se repete em outros autores antigos) nos AM 11.182: τέχνη γάρ ἐστι σύστημα ἐκ καταλήψεων, καὶ κατάληψις ἐστι καταληπτικῆς φαντασίας συγκατάθεσις. “Pois a arte é um sistema que parte de apreensões e apreensão é o assentimento à impressão apreensiva.” E a virtude, como uma espécie de arte da vida (*tékhne peri tòn bíon* — AM 11.181), pressupõe também o assentimento.

Orígenes, que é considerado uma fonte confiável em sua abordagem do estoicismo, trata justamente da distinção entre homens e demais animais a partir da noção de assentimento. “Em alguns animais”, dirá ele no *De Principiis* 3.108 (SVF 2.988),

καὶ πάλιν ἐν τισὶ τῶν ζῴων φαντασίαι γίνονται ὁρμὴν προκαλούμεναι, φύσεως φανταστικῆς τεταγμένως κινουῦσης τὴν ὁρμὴν, ὡς ἐν τῷ ἀράχνη φαντασία τοῦ ὑφαίνειν

γίνεται, καὶ ὁρμὴ ἀκολουθεῖ ἐπὶ τὸ ὑφαίνειν

surgem impressões que provocam o impulso (*hormé*), sendo o impulso regularmente movido pelo poder natural da impressão; assim como na aranha a impressão do tear surge, e o impulso para o tear se segue.

Não haveria, segundo Orígenes, na sequência, uma lacuna entre a impressão e o impulso no animal dito irracional. Algo diferente ocorre com os racionais:

Τὸ μέντοι λογικὸν ζῷον καὶ λόγον ἔχει πρὸς τῆ φαντασικῆ φύσει τὸν κρίνοντα τὰς φαντασίας, καὶ τινὰς μὲν ἀποδοκιμάζοντα, τινὰς δὲ παραδεχόμενον, ἵνα ἄγῃται τὸ ζῷον κατ'αὐτάς.

O animal racional também tem a razão, além do poder natural de impressão, que discerne as impressões, recusando algumas, aceitando outras, a fim de guiar o animal por elas.

A questão não é simples. Na contemporaneidade os estudos do estoicismo antigo estão muito vivos e polemizam sobre alguns dos conceitos aqui tratados. Isso porque, se temos vários textos do estoicismo tardio escritos por seus autores, não é isso que ocorre com Zenão, Cleantes e Crisipo, por exemplo, cujos textos não temos, mas apenas fragmentos, à semelhança de autores pré-socráticos. Só que, diferente destes, os primeiros estoicos têm um número muito volumoso de citações, menções etc. E, assim como acontece com os pré-socráticos, é preciso ter cuidado com as fontes, porque haverá fontes e fontes, cada uma com seu interesse, sua perspectiva, inclusive com uma capacidade de compreensão distinta. E o que ocorre com o estoicismo antigo é que conceitos básicos para a compreensão de certas doutrinas são explicados de maneiras muito diversas pelas diversas fontes. Então é comum encontrarmos artigos e livros das últimas décadas discutindo temas básicos, como os *lektá* (os exprimíveis); a *hormé* (o impulso) e outros. O mesmo acontece com o assentimento (a *synkatáthesis*). O assentimento é assentimento a quê, afinal de contas? Uma resposta possível (v. LESSES, 1998, p. 7) é que o assentimento seja dado a uma proposição e não à própria impressão. Essa resposta pode ser justificada com uma passagem de Diógenes Laércio que não diz claramente isso, mas que dá elementos para supô-lo:

Ἄρῃσκει τοῖς Στωικοῖς τὸν περὶ φαντασίας καὶ αἰσθήσεως προττάττειν λόγον, καθότι τὸ κριτήριον, ᾧ ἡ ἀλήθεια τῶν πραγμάτων γινώσκεται, κατὰ γένος φαντασία ἐστὶ, καὶ καθότι ὁ περὶ συγκαταθέσεως καὶ ὁ περὶ καταλήψεως καὶ νοήσεως λόγος, προάγων τῶν ἄλλων, οὐκ ἄνευ φαντασίας συνίσταται. προηγεῖται γὰρ ἡ φαντασία, εἴθ' ἡ διάνοια ἐκλαλητικὴ ὑπάρχουσα, ἧ πάσχει ὑπὸ τῆς φαντασίας, τοῦτο ἐκφέρει λόγῳ. DL 7.49

Agrada aos Estoicos colocar em primeiro lugar a doutrina acerca da impressão e da sensação, segundo a qual o critério pelo qual se conhece a verdade das

coisas, em geral, é uma impressão; segundo a qual também a doutrina em torno do assentimento, da apreensão e do pensamento, precedendo todas as demais, não se constitui sem a impressão. Pois a impressão tem a precedência; se se encontra o pensamento próprio à expressão, aquilo que ele experimenta com a impressão ele emite por meio do *lógos*.

O que Lesses, por exemplo, depreende dessa passagem é que os animais racionais são dotados de *diánoia*, de uma faculdade de pensar que produz proposições (que é como ele traduz esse último *lógos*, que deixei apenas transliterado) em sequência à impressão. Quer dizer, nos homens, junto com as impressões, e dependendo delas, viria um conteúdo proposicional. Brian Inwood, ao tratar desse assunto, lembra de outra passagem célebre de Platão, aquela do *Filebo* em que um homem, ao olhar para uma estátua ao longe, pensa que ela é um homem e diz a quem pergunta o que ele vê que é um homem (*Filebo*, 38d-39b). Lá Platão alude à figura de um pintor e um escriba que viveriam em nossa alma a escrever e desenhar aquilo que percebemos, como se nossa alma tivesse essa inclinação natural a representar por imagem e palavras aquilo que percebe, de maneira exata ou não. O estoicismo, dirá Inwood, toma essa imagem e a traduz para uma teoria da impressão, admitindo, como Platão, que de toda impressão se segue uma *dóxa*, uma crença. Parece que é esse conteúdo, que Lesses, Inwood e outros chamam de proposicional, que o estoico recusaria ao cachorro e aos demais animais irracionais (incluindo também as crianças ainda não participantes da linguagem). No plano da ação, a mesma questão se coloca, havendo distinção entre o impulso no racional e no irracional, envolvendo o impulso no primeiro também o assentimento a certas proposições (INWOOD, p. 239). Por esse motivo o cachorro não escolheria.

Vejam que a questão é muito mais complexa do que à primeira vista parecia apenas pela leitura do primeiro modo nas *Hipotiposes*. Certamente a teoria estoica da racionalidade humana é bem mais consistente do que Sexto quer fazer parecer. Entretanto, acredito, ele não estaria disposto a aceitar nenhuma narrativa acerca do que ocorre em nossas mentes que não fosse evidente, isto é, que não constituísse a descrição de uma experiência, uma narrativa daquilo que nos aparece. Aceitaria menos ainda uma narrativa do que ocorre nas mentes dos animais ditos irracionais, essas, inacessíveis para nós. Por isso, não me parece casual que Sexto tenha como alvo *atividades* ditas racionais, que culminam em atitudes e movimentos que podem ser vistos por qualquer um, e que pressupõem, para um estoico, todo o esquema teórico da apreensão e do assentimento. Nesse sentido, um diálogo não parece possível. O estoico não se reconheceria refutado, porque não enxergaria nos movimentos do cachorro aquilo que ele chama de ação, que é algo que se identifica bem mais com uma atuação *psíquica*; e, se Sexto não admite tratar do que ocorre na alma dos irracionais, ou se não encontra um dogmático a quem recorrer e contrapor à tese estoica, então o debate não prossegue.

Referências Bibliográficas

BROCHARD, Victor. *Os Céticos Gregos*. Tradução de Jaimir Conte da edição francesa de 1986. São Paulo: Odysseus, 2009.

CHIESA, M. Curzio. Le problème du langage intérieur chez les Stoïciens. *Revue Internationale de Philosophie*, v. 45, n. 178, p. 301-321, 1991.

DINUCCI, Aldo; DUARTE, Valter. *Introdução à lógica proposicional estoica*. São Cristóvão: UFS, 2016.

DIOGENES LAERTIUS. *Lives of Eminent Philosophers*. With and English translation by R. D. Hicks. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2005. v. 2. Reimpressão da edição de 1931.

INWOOD, Brad. *Ethics and Human Action in Early Stoicism*. Oxford: Clarendon Press, 1999. Reimpressão da edição de 1985.

LESSES, Glenn. Content, Cause, and Stoic Impressions. *Phronesis*, Leiden, v. 43, n. 1, p. 1-25, 1998.

LONG, A. A.; SEDLEY, D. N. *The Hellenistic philosophers*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. v. 1. Reimpressão da edição de 1987.

PLATO. *Statesman, Philebus, Ion*. Translated by Harold N. Fowler and W. R. M. Lamb. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2001. Reimpressão da edição de 1925.

PLATON. *La République I-III*. Texte établi et traduit par Émile Chambry avec introduction d'August Diès. Paris: Les Belles Lettres, 1989.

_____. *Théétète*. Texte établi et traduit par Auguste Diès. Paris: Les Belles Lettres, 1967.

SEXTUS EMPIRICUS. *Outlines of Pyrrhonism*. With an English translation by R. G. Bury. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1933.

_____. *Against Logicians*. With an English translation by R. G. Bury. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2006. Reimpressão da 1ª ed. de 1935.

VON ARNIM, Hans. *Stoicorum Veterum Fragmenta*. Eugene: Wipf & Stock, 2016. 4 v. Reimpressão da edição de 1903.

A RELEVÂNCIA DA DIVERGÊNCIA DE OPINIÕES SEGUNDO MILL

Caetano E. Plastino
Departamento de Filosofia da USP

Filósofos da ciência como Thomas Kuhn assinalaram que as realizações científicas muitas vezes se fazem de modo mais coercitivo e menos consensual do que geralmente se pensa (cf. RYAN, 2006, p. 509-510). Ao observar a *prática* dos cientistas (e não apenas os resultados alcançados), notamos que eles foram treinados para um trabalho coletivo marcado por intensa colaboração, fidelidade e fortes compromissos profissionais, controlado por um código de incentivos e sanções. Estão unidos dentro de seu grupo por vínculos sociais que se caracterizam pela estreita confiança e cooperação entre si. Receberam, desde o início, uma educação ao mesmo tempo rígida e rigorosa, e por isso o resultado esperado, em cada especialidade, é uma considerável *uniformidade* de sua visão de mundo e do modo como conduzem a pesquisa. Há uma clara tendência à preservação de crenças e valores tradicionais e à defesa das teorias vigentes, mesmo diante de dificuldades. “Longe de formularem conjecturas arrojadas e aceitarem duras refutações, os cientistas habitualmente preservam as ortodoxias e expulsam os dissidentes do laboratório” (RYAN, 2006, p. 510). Mantidos por estreita sociabilidade e vigilância mútua, eles se organizam em harmonia com seus pares, desejando pensar como os outros cientistas e esperando que esses outros cientistas pensem como eles.

Kuhn entende que esse longo período de amplo acordo, de pleno domínio de um paradigma em um campo de pesquisa, é indispensável para a acumulação e o aprofundamento do conhecimento científico, ao concentrar uma massa crítica de investigadores no trabalho lento e paciente de resolver quebra-cabeças, em vez de dispersar e gastar tempo e esforço com aquilo que já está bem estabelecido. Apenas em períodos pré-paradigmáticos ou extraordinários (especialmente quando se instala a crise) os cientistas divergem sobre questões fundamentais. Para Kuhn, somente nessas ocasiões a

diversidade é bem-vinda e desempenha uma função relevante na ciência, pois permite a distribuição dos riscos, evita a duplicação de esforços e com isso auxilia o êxito de longo prazo do empreendimento científico. Desse modo, a divisão do trabalho cognitivo da ciência (para utilizar uma expressão de Philip Kitcher) consiste, na grande maioria das vezes, em aprender, articular e desenvolver internamente o paradigma vigente, tentando utilizá-lo para resolver novos problemas dentro de seu campo. Essa forma de colaboração e coordenação aproxima suas perspectivas, traz segurança, restringe o escopo das oportunidades e regula a conduta dos cientistas em relação a seus pares.¹ Segundo Kuhn, as revoluções científicas, em que se instauram profundas divergências entre os cientistas, são episódios relativamente raros na história da ciência e não representam a ciência normalmente praticada (cf. KUHN, 1975).

Por outro lado, Paul Feyerabend entende que, embora os cientistas sofram influências comuns, a diversidade de suas estratégias e opiniões é que move a ciência. A atividade inventiva dos cientistas está presente o tempo todo e é capaz de romper, de modo imprevisível, as amarras da tradição e da ortodoxia que constroem sua conduta. Segundo Feyerabend, os cientistas são pessoas dotadas de espírito crítico, de paixão pela investigação e de imaginação criativa, não sendo surpreendente que, mesmo havendo influências comuns, geralmente existam teorias concorrentes dentro de um campo de investigação. Pelo contrário, seria estranho se quase todos os cientistas, com seu poder de escolher e experimentar, adotassem uma mesma visão de mundo, resultando em algo como a “ciência normal” de Kuhn. O que encontramos na ciência é uma ampla divergência de escolas, de visões de mundo, de princípios abrangentes sobre os métodos e os fatos (cf. FEYERABEND, 1994, p. 139). Nada mais enganoso do que supor que os resultados científicos tenham “uma única fonte ou sejam produzidos por um procedimento uniforme”; “a prática científica é muito mais diversa” (FEYERABEND, 1994, p. 144).

Para Feyerabend, certos princípios mostram-se relevantes em certos contextos. É o caso do princípio de tenacidade, segundo o qual cabe manter uma teoria proposta mesmo diante de dificuldades consideráveis, dando tempo para que ela se desenvolva, se aprimore e venha finalmente a superar essas dificuldades, em vez de sacrificá-la ainda no berço. Feyerabend examina também a função do princípio de proliferação, que dá espaço a novas ideias ainda que estejam em desacordo com o que pareça estar plenamente justificado, que admite a multiplicidade de visões, em vez de tentar eliminar ou suprimir o que se considera estranho e inusitado, que tolera e permite expandir a diversidade, tanto as localizadas como as mais radicais. Não é papel do exame crítico de ideias reduzir a diversidade, com sobrevivência apenas das “mais aptas”. Pelo contrário,

¹ Em geral, o consenso na ciência normal não resulta da observância de um algoritmo compartilhado nem é total. Subsistem entre os cientistas divergências latentes que antes pareciam invisíveis e que podem mais tarde se manifestar de modo surpreendente, principalmente em uma situação de crise. É o caso, por exemplo, quando uma anomalia parece séria e problemática para uns e não para outros na comunidade científica (cf. HOYNINGEN-HUENE, 1993).

a diversidade contribui para um exame mais rico, mais vivo e menos enviesado.

Ao expor e explorar esses princípios, não foram poucas as vezes em que Feyerabend se referiu com rasgados elogios ao clássico livro “Sobre a liberdade” (*On Liberty*), de John Stuart Mill, publicado em 1859. Um ensaio imortal, segundo Feyerabend, irretocável em seus argumentos. Trata-se de um ensaio de notável intensidade, um manifesto em defesa da liberdade individual e da diversidade, que começou a ser escrito em 1854, quando Mill e sua esposa Harriet Taylor (intelectual de sua época e defensora dos direitos das mulheres) descobriram que estavam com tuberculose e poderiam morrer em futuro próximo. Ela faleceu em 1858, um ano antes da publicação. A obra foi parcialmente revista por ela e “pertence a ela tanto quanto a mim”, escreve Mill em uma tocante dedicatória à memória da esposa.

Logo no início, Mill apresenta o tema do ensaio: a liberdade civil ou social. A questão central que se coloca é: “qual a natureza e quais os limites do poder que a sociedade pode exercer legitimamente sobre o indivíduo” (MILL, 2017, p.71). De que modo e até que ponto a sociedade pode restringir nossa liberdade? Segundo Mill, o poder obviamente é exercido por meio de regras a serem observadas, sob as penas da lei, mas também de uma forma muito mais insidiosa e assustadora, que é a opinião pública. Isso ocorre quando uma parcela mais numerosa ou mais ativa da sociedade oprime uma parte de seus integrantes, quando ocorre uma “tirania da maioria”, para utilizar uma expressão de Tocqueville, a tirania do coletivo sobre cada indivíduo, a pressão social constante, suave, quase imperceptível, que deixa pouca escapatória, que penetra profundamente nos detalhes da vida e escraviza a própria alma. A própria sociedade se torna o tirano, tenta impor suas ideias e práticas como regras de conduta aos que dela divergem, não tolera a variedade e a livre crítica, impede a formação de qualquer individualidade que não esteja em conformidade com seus usos e obriga que o caráter de todos siga os moldes do seu. A onipotência da sociedade pode conduzir a uma uniformidade extremamente pobre, medíocre e sem vivacidade.

Ainda resta definir os limites da legítima interferência da sociedade sobre a independência pessoal. Mill propõe um princípio muito simples, o único autorizado a governar de modo absoluto a relação da sociedade com seus membros (seja por meio da obrigatoriedade da lei ou do controle da opinião): o único propósito de a humanidade (individual ou coletivamente) intervir na liberdade de qualquer um de seus integrantes, contra a sua vontade, é evitar que ele cause dano (prejuízo) aos outros, é a autoproteção. O indivíduo é responsável perante a sociedade no que concerne ao outro. Mas no que concerne a si mesmo, sua liberdade é absoluta. O indivíduo é soberano.

Mill apresenta quatro argumentos em defesa da tese de que a liberdade (de pensamento e de discussão) é a melhor maneira de se descobrir a verdade (cf. MILL, 2017, cap. 2). Não basta permitir a diversidade de opiniões, é preciso que se dê o debate interpessoal, com a liberdade de defender e contestar ideias. Na arena de Mill, todos ganham com a discussão livre entre posições conflitantes.

- 1) Suponhamos que a opinião que se quer suprimir seja verdadeira. Nesse caso, perderíamos a oportunidade de trocar o erro (nosso) pela verdade (do outro). Por mais que nossas crenças nos pareçam verdadeiras, não somos infalíveis. Quem se recusa a ouvir a opinião alheia (ou quer silenciá-la) por ter certeza de que ela é falsa, supõe que sua certeza seja absoluta, que ele seja infalível, que ele seja o juiz da certeza. Mas somos falíveis e nossa vida é multifacetada e irreduzivelmente complexa. Assim, a discussão livre e pública de pontos de vista rivais funciona como recurso epistêmico para o reconhecimento de possíveis erros e a revisão subsequente.
- 2) Ainda que a opinião do outro seja falsa, ela pode não ser completamente errada, pode conter alguma verdade que não seria reconhecida por nós na ausência do debate. Essa opinião discordante se torna necessária para suprir o restante da verdade, que está presente apenas em parte em nossa doutrina. É pelo choque de opiniões contrárias que essa parte da verdade teria alguma chance de aparecer. Segundo Mill, toda opinião que incorpora algo da parcela de verdade que é omitida da opinião comum deve ser considerada preciosa, ainda que esteja mesclada ao erro e à confusão.
- 3) Mesmo a opinião alheia sendo falsa, e nada havendo a ser incorporado a nosso conhecimento, o fato de não submeter nossa opinião ao escrutínio livre e aberto e ao confronto com alternativas rivais acaba por torná-la um preconceito a mais, sem a devida compreensão de seus fundamentos racionais. Ao nos opormos ao erro que está em conflito com nossa opinião, passamos a ter dela uma apreensão mais clara e um sentimento mais profundo de sua verdade. Nenhuma opinião merece o nome de conhecimento, a não ser que a pessoa tenha percorrido (seja por imposição alheia ou própria) o mesmo processo mental que seria exigido ao se envolver em uma controvérsia ativa com adversários (cf. MILL, 2017, p. 127-128).
- 4) Por verdadeira que uma opinião possa ser, se não for discutida plenamente diante de fortes oponentes, com constância e destemor, ela não será sustentada como uma verdade viva. Corre o risco de degenerar em um dogma morto, de perder seu significado e seu efeito sobre nós. A prática de discutir livremente faz com que essas crenças se tornem “nossas crenças”, não uma simples repetição de ideias dos outros.

Mill deixa claro que sua defesa da liberdade individual não se dá a partir da ideia de um direito abstrato, mas sim da *utilidade* que a liberdade pode nos trazer, tendo em vista os interesses permanentes do homem como ser capaz de progredir. (O utilitarismo privilegia os “interesses coletivos da humanidade”, não uma visão egoísta que valoriza apenas os interesses individuais.) A liberdade de pensar e agir deve ser julgada pelo modo como afeta a nós todos, pela felicidade (ou bem-estar) que, de modo imparcial, ela

promove. Segundo Mill, a felicidade universal é o único fim da ação humana e constitui o padrão pelo qual julgamos toda conduta humana (cf. MILL, 2005). Somente com liberdade, com iniciativa e esforço individual, podemos definir e seguir os objetivos de nossa própria vida, manter crenças que estruturam nossos projetos e nossas mais elevadas aspirações, alcançar o desenvolvimento humano em sua mais rica pluralidade. É o ideal grego do autodesenvolvimento (por oposição ao ideal cristão da autonegação), da capacidade de cada um espontaneamente desenvolver seu próprio modo de vida, sem nada que possa impedi-lo, desde que ele não cause dano ou prejuízo ao próximo. Isso permite que os indivíduos possam satisfazer suas inclinações e ter a liberdade de escolher e testar, diante de uma variedade de “experiências de vida”.

Segundo Mill, é desejável que, em coisas que não concernem primariamente a outrem, a individualidade possa se afirmar. O livre desenvolvimento da individualidade contribui não só para a diversidade de opinião, mas é um dos elementos essenciais do bem-estar, da felicidade humana e do progresso individual e social. Auxilia na investigação da verdade, mas também torna a vida mais rica e o mundo mais saudável.

Assim como é desejável uma diversidade de opiniões (uma vez reconhecida nossa falibilidade e imperfeição), devemos poder provar na prática o valor de diversos modos de vida, se julgarmos conveniente experimentá-los. “Pessoas diferentes exigem condições diferentes para seu desenvolvimento, do mesmo modo que plantas diferentes não podem existir de maneira saudável no mesmo ar e clima físico” (cf. MILL, 2017). O que serve de auxílio a uma pessoa para cultivar sua natureza mais elevada, pode ser obstáculo para outra. A diversidade não só de opinião, mas também de ação, de conduta, de cultura, deve ser não apenas tolerada, mas incentivada (encorajada, como diz Feyerabend). Mesmo que uma alternativa pareça excêntrica, impopular, defendida apenas por uma minoria, é preciso dar ouvidos a ela, considerá-la seriamente em seus próprios termos, julgar com cuidado seus argumentos, refletir sobre seus valores etc. Para Mill e também para Feyerabend, a excentricidade de uma sociedade é desejável (exatamente porque é reprovada pela tirania da opinião) e geralmente está associada ao gênio, ao vigor mental e à coragem moral dessa sociedade. Dela poderá surgir uma contribuição que dificilmente seria obtida por quem se mantém preso à sua tradição.

Cabe-nos considerar ainda outros dois pontos:

- 1) Para Mill, a verdade de uma opinião faz parte de sua utilidade, no sentido de que nenhuma crença que seja contrária à verdade pode ser realmente útil (cf. MILL, 2017, p. 98). Mas daí não se segue que a livre investigação da verdade não possa levar a resultados nefastos para o bem-estar das pessoas. Mill é enfático ao dizer que a liberdade de expressar uma opinião deve estar subordinada ao princípio de utilidade. Se uma opinião causa dano injustificado a outra pessoa, não se tem o direito de expressá-la.² Mas ressalta que a utilidade de uma opinião também está

² Em nota de rodapé acrescentada ao início do Capítulo 2, Mill sustenta que “deveria haver a mais

aberta à discussão, tanto quanto a própria opinião. Não cabe presumir que sejamos juízes infalíveis, que possam “decidir essa questão *pelos outros*, sem lhes permitir que ouçam o que o outro lado tem a dizer” (MILL, 2017, p. 99-100). Historicamente, aquilo que foi “considerado uma necessidade primária da existência social [como a distinção entre escravos e homens livres], adquiriu depois o estatuto de uma injustiça e tirania universalmente estigmatizada” (MILL, 2005, p. 104).

Philip Kitcher (cf. KITCHER, 2001) explora esse ponto e defende uma posição que, em certa medida, se aproxima do utilitarismo de Mill. É preciso que a ciência se ajuste aos ideais democráticos. Para tanto, é preciso que se avaliem as consequências sociais esperadas de uma investigação científica. Caso contrário, pessoas que já estão em uma situação menos favorecida ou mais vulnerável (quando comparada com as demais) poderiam ser ainda mais prejudicadas em seu bem-estar.³ Segundo Kitcher, a comunidade científica está comprometida a praticar a livre investigação, exceto em condições que trariam desvantagens àqueles que já se encontram em situação menos favorecida, exacerbando ainda mais os problemas sociais. Não estamos dispostos a pagar qualquer preço pelo privilégio da liberdade. E não temos o direito de levar adiante certas investigações científicas, caso estejam em desacordo com o único fim da ação humana, que é a felicidade, caso não estejam fundadas “nos interesses permanentes do homem como ser capaz de progresso”. Segue a visão de Mill de que há casos particulares em que o “dever social” é tão importante que pode passar por cima de certas exigências que nos casos comuns nos pareceriam louváveis (cf. MILL, 2005, p. 104). Trata-se, segundo Kitcher, de estabelecer uma relação apropriada (politicamente correta) entre “expertise” e valores democráticos.

- 2) A diversidade é condição *indispensável* ao conhecimento verdadeiro? Mill não chega a afirmar tal coisa (cf. MILL, 2017, p. 125-126), embora enfatize os efeitos salutares da diversidade e dos atritos de opinião. Ele reconhece que “à medida que a humanidade se aprimora, o número de doutrinas que não são mais objeto de dúvida ou disputa aumentará constantemente”. Visto que o desacordo de A com respeito às opiniões de B pode ter o efeito de diminuir a confiança que B deposita em suas opiniões (o mesmo valendo em sentido contrário), o debate entre A e B é capaz de conduzir lentamente a uma *conciliação* de opiniões inicialmente opostas, em vez de cada um manter suas posições de modo inflexível e obstinado

completa liberdade de professar e debater, como uma questão de convicção ética, qualquer doutrina, mesmo que possa ser considerada imoral” (MILL, 2017, p. 89-90). Contudo, nesse contexto, Mill se refere ao caso específico de discutir a legalidade do tiranicídio. Trata-se, segundo ele, de uma questão moral *em aberto*, pois o tiranicídio pode ser visto como um ato criminoso de assassinato ou enaltecido (séculos atrás, especialmente) por libertar a humanidade da extrema opressão e crueldade dos tiranos.

³ Kitcher considera o exemplo de um trabalho de sociobiologia que, inspirado numa certa visão darwinista, tenta compreender o comportamento social humano e chega às seguintes conclusões: a atual diferença de gênero (sexo) é inevitável, a xenofobia não pode ser erradicada, qualquer sociedade se baseia em intensa competição que gera desigualdade (cf. KITCHER, 2001, p. 93).

(cf. CHRISTENSEN, 2014). No entanto, esse “gradual estreitamento dos limites da divergência de opiniões” significará “a perda de um importante recurso para a apreensão inteligente e vívida de uma verdade”. Aos poucos, deixaríamos de contar com a presença de adversários que argumentariam em defesa de teses conflitantes com as nossas e assim nos obrigariam a explicar e defender nossas opiniões perante suas tentativas de nos converter. Perderíamos os poetas que, em nome da justiça e da verdade, foram convidados a se retirar da cidade idealizada por Platão.

Mill sentiu na pele o que significa enfrentar a opinião da maioria (a quase unanimidade) quando, seguindo o pensamento de sua falecida esposa Harriet Taylor, defendeu firmemente a igualdade de direitos das mulheres, tanto na teoria como na prática. Escreveu o livro “A sujeição das mulheres” (1869) e foi membro do Parlamento Britânico, com o objetivo de defender causas concretas como os direitos das mulheres, que, em suas palavras, ainda se encontravam em situação semelhante aos antigos escravos (EUA aboliram os escravos em 1863), sem direito a voto, a divórcio, a propriedade, a ocupar certos cargos etc. Em suas palavras, “Sob qualquer aspecto é duro o ônus daqueles que atacam uma opinião quase universal. Eles devem ser muito afortunados, além de dotados de uma aptidão incomum, se conseguem em geral ser ouvidos. Têm mais dificuldade para obter um julgamento do que qualquer outro litigante para obter um veredicto. Se conseguem a atenção de uma audiência, são submetidos a um conjunto de exigências de lógica bem diferente daquele que é exigido de outras pessoas” (MILL, 2017, p. 226). Seus argumentos e sua atuação política enfrentaram uma opinião (a subordinação legal de um sexo a outro) intolerante e fortemente enraizada nos costumes, numa “massa de sentimentos”, e só alcançaram êxito (pelo menos parcial) vários anos após sua morte em 1873. (Direito à propriedade em 1882, direito ao voto em 1918.) No final, valeu a pena enfrentar com destemor o conformismo e o despotismo dos costumes, monstrosidades como as “aristocracias da cor, da raça e do sexo”, na esperança de um mundo melhor, movido pelo espírito da liberdade individual e do aperfeiçoamento da sociedade. Para Mill, as divergências vivas e intensas entre múltiplas opiniões são mais do que epistemicamente relevantes. Quando devidamente aplicadas, constituem um solo fértil e altamente favorável para a plenitude da vida e para uma sociedade mais aberta, justa e solidária.

Referências Bibliográficas

CHRISTENSEN, D. Disagreement and public controversy. IN: LACKEY, J. (org.) *Essays in collective epistemology*. Nova York: Oxford University Press, 2014, p. 142-163.

FEYERABEND, P. Has the scientific view of the world a special status compared with other views? IN: HILGEVOORD, J. (ed.) *Physics and our view of the world*. Nova York: Cambridge University Press, 1994, p. 135-148.

HOYNINGEN-HUENE, P. *Reconstructing scientific revolutions: Thomas S. Kuhn's philosophy of science*. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

KITCHER, P. *Science, truth and democracy*. Nova York: Oxford University Press, 2001.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1975.

MILL, J. S. *Utilitarismo*. Porto: Porto Editora, 2005.

MILL, J. S. *Sobre a liberdade. A sujeição das mulheres*. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

RYAN, A. Mill in a liberal landscape. IN: SKORUPSKI, J. *The Cambridge companion to Mill*. Nova York: Cambridge University Press, 2006, p. 497-540.

DOIS CENÁRIOS CONTRAFACUTUAIS ENVOLVENDO A HISTÓRIA DA TEORIA DA GRAVITAÇÃO

Oswaldo Pessoa Jr.

Depto. de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo*

1 Introdução

Sabemos que o desenvolvimento histórico da ciência poderia ter sido diferente, mas a ordem em que os avanços científicos se sucedem não pode se dar ao acaso. Geralmente as descobertas e demonstrações necessitam de avanços anteriores para poderem surgir. No caso da teoria da gravitação de Newton, reconhece-se a importância da lei do movimento acelerado de Galileo, do princípio de inércia, das leis da colisão entre os corpos, das três leis planetárias de Kepler e do cálculo diferencial e integral, entre outros avanços.

No caso de Newton, uma circunstância histórica curiosa adiou em duas décadas a formulação de sua teoria. Em torno de 1666, ele já tinha reunido boa parte dos elementos necessários para desenvolver sua teoria, mas não o fez. A razão principal, apontada por Newton e por alguns de seus conhecidos, é que seu “teste da Lua” fracassou, ou seja, não encontrou a almejada concordância numérica para confirmar a hipótese de uma lei de gravitação em que a força exercida na Lua é proporcional ao inverso do quadrado das distâncias ($1/r^2$). Apenas instado por Robert Hooke, em 1679, é que ele retornou aos seus estudos de mecânica, e mesmo assim somente temporariamente, finalmente retomando seus cálculos em 1684, incentivado desta vez por Edmund Halley. Este é o mundo factual *W*.

* opessoa@usp.br

No presente trabalho, investigamos em que medida seria plausível o cenário contrafactual $\{W'_i\}$ em que Newton anteciparia sua teoria da gravitação em cerca de dezessete anos. Dado que tal cenário se mostra plausível, surge uma segunda questão, ao percebermos que o papel desempenhado pela 3ª lei de Kepler para o teste empírico da lei da gravitação que Newton efetuou em 1666 não seria necessário, pois a hipótese da atração gravitacional ($1/r^2$) foi postulada por Boulliau e Hooke por meio da analogia com o caso da intensidade luminosa. Com isso, tecemos alguns comentários sobre um cenário contrafactual $\{W''_j\}$, explorado em outro trabalho, em que Tycho Brahe morreria em um duelo e Kepler não obteria suas leis planetárias.

2 Antecedentes históricos

O estudo da queda dos corpos se iniciou na Antiguidade. Aristóteles (séc. V AEC) considerava que os corpos pesados caem com velocidade constante em meio resistivos. Estráton (séc. IV AEC) e Filopono (séc. VI EC) argumentavam que na queda livre a velocidade aumenta com o passar do tempo. Na Idade Média, as Escolas de Merton (em Oxford) e de Paris iniciaram a descrição geométrica do movimento acelerado, exprimindo a velocidade média \bar{v} de um corpo em termos da velocidade inicial v_0 e final v : $\bar{v} = 1/2(v + v_0)$ (CLAGETT, 1959). Galileo (1638) mostrou que, em tempos iguais, as distâncias percorridas por corpos em queda livre variam com os números ímpares, o que equivale em notação moderna a $\Delta x = 1/2 a (\Delta t)^2$, onde Δx é a distância percorrida em uma queda, a partir do repouso, Δt o intervalo de tempo de queda, e a a aceleração.

Paralelamente a Galileo, Johannes Kepler utilizou os dados astronômicos de Tycho Brahe para formular três leis do movimento planetário. [1ª lei] A trajetória de um planeta é uma elipse, com o Sol localizado em um dos focos da elipse. [2ª lei] A lei das áreas diz que a área do setor subentendido pelo movimento planetário, centrado no Sol, em um certo intervalo de tempo, é uma constante (1609). [3ª lei] O período T de revolução de um planeta e o seu raio médio r em torno do Sol estão relacionados de tal maneira que $T^2/r^3 = \text{cte}$ (lei sesquialtera, 1618) (cf. COHEN, 1967).

René Descartes (1644) desenvolveu a noção de “inércia” presente em Galileo, no que veio a ser conhecido como sua “filosofia mecânica”. Segundo esta concepção, a matéria é “inerte”, mudando de estado apenas quando sujeita a choques (colisões). A lei da inércia formulada por Descartes diz que um corpo mantém movimento retilíneo uniforme (velocidade constante) na ausência de forças (ou seja, na ausência de choques). Formulou também a lei de conservação da quantidade de movimento, ou seja, da soma do produto do peso e velocidade escalar de todos os corpos envolvidos em uma colisão (e também para todos os corpos do universo). Em suas leis do choque, acertou só o caso do choque de dois corpos iguais, formulando um princípio de ação de reação. Não tinha uma noção de massa (independente da gravidade), e entendia o peso p como expressão do volume da matéria grossa. Adepto do sistema copernicano, defendia que

os planetas são movidos por vórtices de matéria etérea, e que a matéria consiste de três elementos: 1º) Matéria sutil (luminosa); 2º) Matéria etérea (transparente); 3º) Matéria grossa (dos planetas e da atmosfera). Explicou a gravidade dos corpos terrestres, sem força à distância, pressupondo a rotação da Terra e o movimento tangencial da matéria etérea, que tenderia a criar um vácuo prontamente preenchido por qualquer objeto livre de um suporte, fazendo este objeto cair em direção à Terra com movimento acelerado.

O movimento circular foi um tema tratado por Descartes ([1644] 2005, II, § 39, III, §58-59). Numa funda (Fig. 1), a pedra tem uma tendência (*conatus*) de se mover, por inércia, em linha reta (pela tangente). Descartes adicionou também um *conatus* radial, centrífugo, que explicaria por exemplo o movimento de uma bola em um tubo girante (Fig. 2).

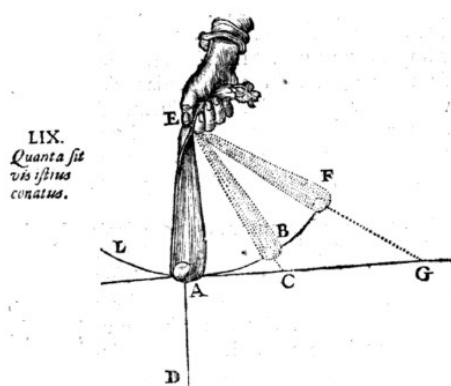


Figura 1: Pedra descrevendo movimento circular em uma funda: “59. Quão grande é a força do movimento”. Ao ser liberada, a pedra sai em linha reta pela tangente do círculo.

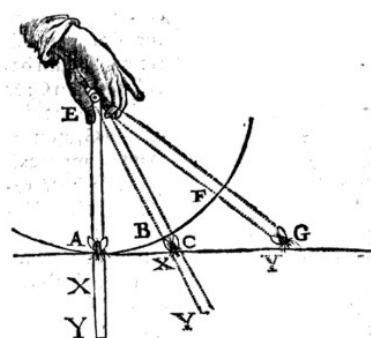


Figura 2: Inseto em um tubo girante tende a se mover centrífugamente. (Xilogravuras de Frans van Schooten, o jovem, em Descartes, [1644] 2005, III, § 59; imagens obtidas da edição original, pela internet.)

3 Primeira abordagem de Newton ao movimento circular

Isaac Newton nasceu em 1643, e entrou na Universidade de Cambridge em junho de 1661. Iniciou seu caderno de anotações, a que chamava de “*Waste book*”, na passagem de 1664-65, com estudos de séries infinitas, o início do cálculo diferencial e integral, mecânica e óptica (BRACKENRIDGE, 1995, cap. 3). Em agosto de 1665, tendo terminado sua graduação, retirou-se para sua casa de campo em Woolsthorpe, pois a universidade fechou suas portas por conta da peste. Passou então dois anos de intensa produção criativa, especialmente em matemática, óptica e mecânica.

As primeiras concepções mecânicas anotadas no *Waste book* envolvem o estudo de colisões, a partir de janeiro de 1665, usando o princípio de inércia e conservação da quantidade de movimento de Descartes, corrigido para levar em conta as direções dos movimentos. Utilizou as leis do choque desenvolvidas por Huygens (1661) e depois por Wallis e Wren (1668).

Seguindo a filosofia mecânica, considerava que a única “causa externa” que leva um corpo a sair de seu movimento inercial eram colisões com outros corpos (cf. Herivel, 1965, p. 153). Utilizava o termo “força” de maneira menos restrita do que fazemos hoje em Física. Na sua análise do movimento circular, usou o termo “força” em dois sentidos. (1) O que chamou de “força do movimento do corpo”, seguindo Descartes, é uma medida de sua quantidade de movimento, “uma propulsão interna que mantém a velocidade uniforme” (BRACKENRIDGE, 1995, p. 38); em termos modernos, o produto da massa e da velocidade, mv .

(2) O que chamou “força da reflexão” em sua análise do movimento circular é a força impulsiva exercida em um corpo durante uma colisão, que faz com que este corpo mude seu estado de movimento: Δmv . Concebia uma colisão de maneira elástica, imaginando uma pequena deformação nos corpos, que geraria uma “pressão ou amontoamento [*crowding*] de um corpo sobre outro”. Em seu *Waste book*, definiu força como “o poder da causa” que altera o movimento de um corpo (cf. HERIVEL, 1965, p. 156). Modernamente, a grandeza Δmv em uma colisão elástica é a integral de $F(t)dt$ ao longo de todo processo de colisão, onde $F(t)$ é a força elástica exercida no objeto, em cada instante de tempo t .

Na Fig. 3 ilustramos como ele aplicava esses conceitos. Uma bola rumo para a direita, a partir do ponto ①, colide com uma parede no ponto ②, e segue até o ponto ③. Na representação da figura, o tempo de percurso entre ① e ② é igual ao tempo de percurso entre ② e ③. A “força do movimento do corpo” inicial F_{mi} é representado pela linha cinza mais grossa, em cima da trajetória inicial. Após a colisão, Newton calcula geometricamente a “força de reflexão” F_r , aquela necessária para transformar F_{mi} na “força do movimento do corpo” final F_{mf} . Para tanto, basta seguir o procedimento indicado com a linha pontilhada, para achar a magnitude e a grandeza de F_r , representado no desenho como uma linha grossa hachurada. O raciocínio envolve o que hoje chamamos “vetores”, mas tais vetores representam *deslocamentos*, não forças; ou seja, Newton não estava pensando aqui em composição vetorial de forças. Mas a combinação dos deslocamentos associados a F_{mi} (um deslocamento real) e F_r (um deslocamento virtual) resulta no deslocamento (real) de ② para ③, associado a F_{mf} , no intervalo de tempo em questão. Esta “regra do paralelograma” é descrita explicitamente por Newton em outro escrito de 1666 (BRACKENRIDGE, 1995, p. 48-49).

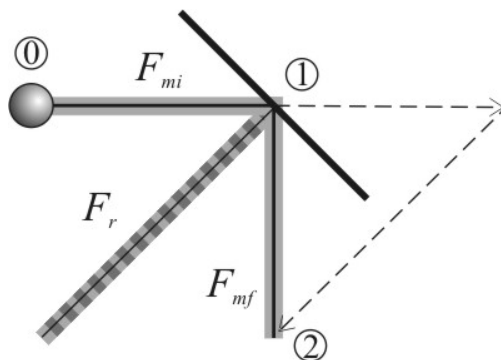


Figura 3. Colisão de uma bola contra uma parede, segundo a concepção de Newton em 1665. Conforme explicado no texto, a “força do movimento do corpo” (quantidade de movimento) F_{mi} é transformada na força final F_{mf} por meio da composição com a “força de reflexão” (impulso) F_r . A magnitude dessas forças são representadas por linhas grossas cinzas e hachuradas, sendo que os deslocamentos reais (cinzas) representados na figura ocorrem em um período de tempo de igual valor. A regra do paralelograma envolve a soma vetorial (como dizemos hoje) dos *deslocamentos* real (associado a F_{mi}) e virtual (associado a F_r) gerados por essas “forças”, representados à direita como vetores tracejados.

Com essas definições, podemos acompanhar o raciocínio de Newton ao explorar como colisões sucessivas de uma bola dentro de um círculo alteram a “força do movimento do corpo”. Para chegar ao caso do círculo, considerou casos sucessivos em que ocorrem quatro colisões, depois oito, dezesseis, até o limite ao infinito.

A Fig. 4 mostra o caso mais simples de quatro colisões, cada uma delas idêntica à colisão vista anteriormente na Fig. 3. Uma medida de como as colisões alteram a quantidade de movimento seria tomar a razão entre as magnitudes F_r e F_m para cada colisão (que no caso é $\sqrt{2}$), e somá-las para as quatro colisões. Seguindo Descartes, interpretava esta grandeza como a razão entre o movimento gerado na bola pela “força pela qual ela se esforça para fugir [*indeavours*] do centro” em uma revolução e a “força do movimento do corpo” (cf. HERIVEL, 1965, p. 129). Em outras palavras, ainda concebia o movimento circular como gerando uma força *centrífuga*, patente por exemplo no exemplo cartesiano do inseto no tubo girante (Fig. 2). Como ressaltam os comentadores, a mudança de Gestalt para a ideia de uma força *centrípeta* (apontada para o centro do movimento circular, e não para fora) ocorreria em torno de 1680, mas (felizmente) não alteraria os detalhes da análise matemática (BRACKENRIDGE, 1995, p. 45). Ao conceber a órbita lunar, no período 1666-69 em que fez o teste da Lua (que veremos na seção 6), Newton parece ter imaginado que a força centrífuga era contrabalançada por uma ação centrípeta, mantendo assim a Lua em órbita, semelhante à abordagem feita por Giovanni Borelli em 1666 (HERIVEL, 1965, p. 59) (no caso das órbitas dos planetas, Borelli adicionava também uma força tangencial devido à luz corpórea emitida pelo Sol).

Voltando então para a Fig. 4, a medida que chamaremos de “esforço de fuga” E , para este movimento em forma de quadrado, seria $n=4$ vezes a razão F_r/F_m , o que fornece $4\sqrt{2} \approx 5,65$. A seguir, Newton considera a situação em que há oito reflexões em cada ciclo, representada na Fig. 5. Neste caso, $n=8$ vezes a razão F_r/F_m fornece $E = 8 \cdot 2 \cdot \text{sen } 22,5^\circ \approx 6,12$. Toma então o limite para $n \rightarrow \infty$ para o valor que podemos escrever como $E_n = 2n \text{ sen } (360^\circ/2n)$. Em termos modernos, podemos considerar que para ângulos pequenos $\text{sen } x \approx x$, em radianos (onde 360° converte para 2π), então como para $n \rightarrow \infty$ o ângulo se torna pequeno, temos $E_n \rightarrow 2n (2\pi/2n) = 2\pi \approx 6,28$.

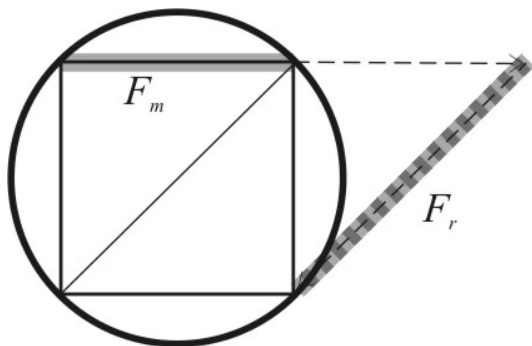


Figura 4: Colisões de um corpo em quatro pontos de um círculo. O valor de F_r é $\sqrt{2} F_m$

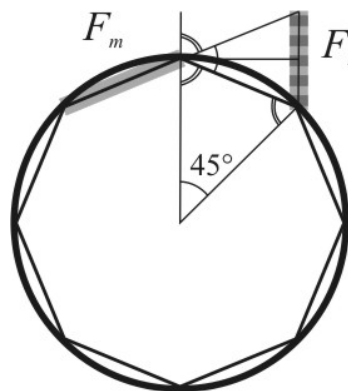


Figura 5: Colisões em oito pontos. O valor de F_r é $2 \cdot (\text{sen } 22,5^\circ) \cdot F_m$

Este resultado não levou a nenhuma conclusão significativa (HERIVEL, 1965, p. 9), mas a importância deste cálculo esboçado no *Waste book* é que Newton desenvolveu um método de análise, nomeado pelos historiadores de “aproximação poligonal” (*polygonal approximation*), que seria usado posteriormente para demonstrar a 2ª lei de Kepler, de que os planetas varrem áreas iguais (no setor da elipse traçado a partir do Sol) em tempos iguais. Além disso, este trabalho se preocupou em comparar o movimento circular, que a bola é constrangida a seguir, com seu movimento retilíneo uniforme. No trabalho discutido a seguir, o mesmo será feito, só que a comparação será com o movimento retilíneo acelerado.

4 Lei da aceleração no movimento circular

A lei da aceleração no movimento circular, escrita modernamente como $a = v^2/r$, foi enunciada em publicação pela primeira vez por Christiaan Huygens em sua obra *Horologium oscillatorium*, em 1673. A sua demonstração do resultado só viria a ser publicada postumamente em 1703, como *De vi centripeta*, tendo sido redigida em 1659 (cf. YODER, 1988, p. 19-26).

Newton encontrou esta lei em torno de 1666, sendo enunciada em dois de seus manuscritos, o *Vellum manuscript* (MS III, na notação de Herivel) e *Do movimento circular* (*On circular motion*, MS IVa), transcritos em Herivel (1965). O primeiro recebeu seu nome pelo fato de aparecer atrás de um contrato feito em papel velino (obtido de couro), e tem data estimada em 1666. O segundo foi escrito entre 1666 e 1669. A lei de aceleração circular aparece no manuscrito *Vellum* no cálculo feito por Newton das forças centrífugas devidas à rotação (medida no equador) e à revolução da Terra, que ele constatou serem desprezíveis em face da força gravitacional (respectivamente 1:350 e 1:5000, no cálculo do manuscrito IVa), o que resolvia um problema levantado por Ptolomeu contra a possibilidade de a Terra se mover, segundo o qual os objetos na superfície da Terra seriam lançados para o espaço se esta se movesse (HERIVEL, 1965, p. 11). O enunciado de seu resultado é à primeira vista obscuro:

Um corpo se move em linha reta sob ação de uma força [constante] igual à força centrífuga para um dado movimento [uniforme] em um círculo, de raio R ; então, no tempo [percorrido no] movimento no círculo através da distância R , o corpo se moverá em linha reta através da distância $\frac{1}{2} R$. (NEWTON, c. 1666, apud HERIVEL, 1965, p. 10, 183, 185)

Em termos modernos, seu significado é o seguinte (HERIVEL, 1965, nota 7, p. 190; BRACKENRIDGE, 1996, p. 58). O tempo Δt no qual o corpo percorre a distância r [R na citação acima] no perímetro do círculo é dado por $\Delta t = r/v$, onde v é sua velocidade. Pela fórmula de Galileo, a aceleração requerida para um corpo se mover (a partir do repouso) por uma distância $\Delta x = \frac{1}{2} r$ durante este tempo Δt será: $a = 2 \Delta x / \Delta t^2 = v^2/r$, a aceleração centrífuga. Vemos assim que o enunciado aparentemente enigmático da citação de Newton equivale à fórmula moderna $a = v^2/r$.

Herivel (1965, p. 10) infere que esta relação foi obtida pela aproximação poligonal, sem o uso explícito da lei de Galileo. Que a lei da aceleração circular está implícita no tratamento da aproximação poligonal pode ser vista a partir da Fig. 6. Nela, a semelhança dos triângulos implica que o deslocamento Δx ocasionado pela reflexão da bola no círculo é tal que $\Delta x / v \cdot \Delta t = v \cdot \Delta t / r$. À medida que $n \rightarrow \infty$ e o polígono se aproxima do círculo, $\Delta x / \Delta t^2 \rightarrow a$, resultando em $a = v^2/r$. Em seu *Principia* de 1687, no final do Escólio da Proposição IV, Teorema 4, Newton utilizou a aproximação poligonal para demonstrar de outra maneira a lei da aceleração circular (cf. HERIVEL, 1965, p. 11, 70).

No entanto, no manuscrito IVa, a maneira como Newton derivou a lei da aceleração circular envolve o uso da lei de Galileo para movimento acelerado, $\Delta x = \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$, e a chamada “aproximação parabólica” ou “desviacional”. Esta consiste em supor que o movimento circular da Lua, fugindo da tangente, é devido à “queda” da Lua com aceleração constante, como se fosse um projétil na superfície da Terra caindo em trajetória parabólica em um campo gravitacional constante. Isso é mostrado de maneira simplificada, em notação moderna, na Fig. 7, semelhante à que aparece no Manuscrito IVa. Como a queda da Lua é aproximadamente $\Delta x = \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$, tem-se a relação entre os lados do triângulo retângulo: $r^2 + (v \cdot \Delta t)^2 = (\frac{1}{2} a \Delta t + r)^2$. No limite em que D se aproxima de A , despreza-se o termo $(\Delta t)^4$, e obtém-se $a = v^2/r$. Os detalhes da demonstração de Newton, fazendo uso de uma proposição de Euclides, estão em Herivel (1965, p. 192-98) e Brackenridge (1996, p. 58-63).

Na derivação explícita da lei da aceleração centrífuga no manuscrito IVa, Newton a enuncia em termos do período $T = 2\pi r/v$ (o tempo de uma revolução), o que já tinha feito nos cálculos do manuscrito III. Em notação moderna, teríamos $a = 4\pi^2 r/T^2$. Assim, basta dividir o raio do movimento circular (por exemplo, o raio da Terra) pelo quadrado de seu período (um dia) para se estimar a aceleração centrífuga.

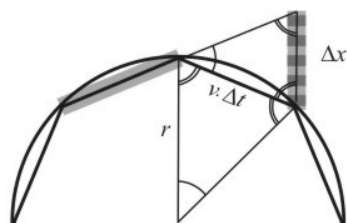


Figura 6: A partir da Fig. 5, considerando a semelhança dos triângulos e o limite para polígonos com cada vez mais lados, obtém-se a lei de aceleração circular.

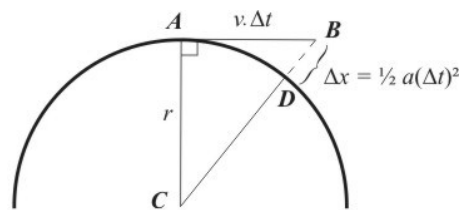


Figura 7: Aproximação parabólica: considerando que o desvio da tangente é devido à “queda” da Lua em direção da Terra, obtém-se a lei da aceleração circular no limite em que D e A coincidem.

5 Lei ($1/r^2$) da gravitação

Alguns relatos fazem referência ao episódio em que Newton, em 1666, teria visto uma maçã cair em seu jardim, e então teve a ideia de que esta tendência à queda em direção à Terra se estenderia até a Lua (cf. HERIVEL, 1965, p. 65-69; WESTFALL, 1980, p. 154). Independentemente da veracidade do relato da maçã, parece seguro que Newton empreendeu de fato um cálculo comparando a aceleração da “queda” (em relação à tangente) da Lua em sua órbita circular (na aproximação parabólica, vista acima) com a previsão fornecida por uma lei em que tal aceleração cai com o inverso do quadrado da distância ($1/r^2$). Tal cálculo está associado ao trabalho efetuado no Manuscrito IVa, datado entre 1666 e 1669, mas este primeiro cálculo do “teste da Lua” está perdido, tendo sido provavelmente descartado por Newton devido a seu resultado negativo.

Ao recordar este episódio, por volta de 1714, Newton indicou que chegara à ideia da força ($1/r^2$) a partir da junção da 3ª lei de Kepler com a lei da aceleração circular:

E no mesmo ano [1666] comecei a pensar na gravidade se estendendo até a orbe da Lua, e tendo encontrado como estimar a força pela qual um globo revolucionando dentro de uma esfera pressiona a superfície da esfera, a partir da regra de Kepler dos tempos periódicos dos planetas estarem em uma proporção sesquiáltera $[3/2]$ de suas distâncias dos centros de suas orbes, deduzi que as forças que mantêm os planetas em suas orbes devem [variar] reciprocamente com os quadrados de suas distâncias aos centros em torno do qual revolucionam: e dessa maneira comparei a força requerida para manter a Lua em sua orbe com a força da gravidade na superfície da Terra, e encontrei que elas correspondem de maneira bastante próxima [*and found them answer pretty nearly*]. (Newton, memorando no *Portsmouth Collection*, seção I, divisão *xi*, n° 41, c. 1714, apud BALL, 1893, p. 7, e HERIVEL, 1965, p. 67.)

Não há porque desconfiar deste relato. É bastante plausível que Newton, uma vez tendo chegado na lei da aceleração circular $a = 4\pi^2 r/T^2$, tenha imediatamente pensado em

comparar este resultado com $T^2/r^3 = \text{cte}$, a 3ª lei de Kepler, obtendo $a = (4\pi^2/\text{cte})/r^2$. De fato, Newton já tinha travado contato com a astronomia kepleriana a partir de 1664, através do livro de Thomas Streeet, *Astronomia carolina*, usado nas aulas da Universidade de Cambridge (WESTFALL, 1980, p. 94). O próprio Newton mencionou que Huygens chegou à lei de atração gravitacional ($1/r^2$) em 1673 (BALL, 1893, p. 71), provavelmente por este caminho, e Halley também o fez (DUGAS, 1957, p. 216).

No entanto, este não é o único caminho para se chegar à lei de atração ($1/r^2$). A hipótese de que a Terra atrai a Lua com uma força que cai com ($1/r^2$) havia sido aventada por alguns autores, como Kepler, que a rejeitou, e pelo astrônomo francês Ismaël Boulliau (latinizado Bullialdus), em sua *Astronomia philolaica* (1645). Boulliau aceitava as leis de Kepler, mas criticava a afirmação deste de que a *virtus movens* do Sol varia com o inverso da distância ($1/r$), achando mais plausível a lei ($1/r^2$), por analogia com o caso da intensidade da luz, que sabidamente tinha este comportamento (ainda mais porque, em alguns momentos, Kepler associava o poder gravitacional do Sol à luz que emite). Newton fez menção a Boulliau posteriormente, mas provavelmente só o leu em torno de 1685 (cf. WILSON, 2002, p. 204). É curioso que Boulliau, aceitando a 3ª lei de Kepler (envolvendo o raio médio da órbita elíptica) e a lei de força gravitacional ($1/r^2$), poderia ter chegado à lei da aceleração circular independentemente dos caminhos de Huygens e Newton (este caminho está representado pelo “triângulo” da Fig. 9).

A lei ($1/r^2$) para a intensidade *luminosa* fora proposta por Kepler em 1604, tendo sido testada experimentalmente (de maneira independente) pelo jesuíta belga François de Aguilón em 1613 (cf. DARRIGOL, 2012, p. 110). O próprio Newton usou esta lei de intensidade luminosa em 1675, mencionando inclusive a possível analogia com o caso gravitacional (cf. BALL, 1893, p. 71). Não foi só Boulliau que chegou à lei gravitacional ($1/r^2$) a partir da analogia óptica, mas também Hooke (cf. DUGAS, 1957, p. 216).

Conforme veremos, o cálculo do teste da Lua não forneceu o resultado esperado, e Newton deixou de lado a hipótese da força $1/r^2$, até ser instado em 1679 por Robert Hooke a considerar esta possibilidade, em troca de cartas. Hooke trabalhava então com a hipótese de uma força centrípeta (apontando para o Sol, no caso dos planetas) que varia com ($1/r^2$), mas considerava que a órbita elíptica de Kepler seria só uma aproximação a uma certa órbita “eliptoide” real. Além disso, Hooke via a atração gravitacional como uma lei universal:

Todos os corpos celestes sem exceção exercem uma atração ou poder de gravitação para seus próprios centros [...]; e conseqüentemente não só o Sol e a Lua têm uma influência no corpo e movimento da Terra, e a Terra sobre eles, mas também [os planetas] ☿, ♀, ♂, ♃, e ♄ têm, devido aos seus poderes atrativos, uma considerável influência sobre seu movimento [da Terra], da mesma maneira que o correspondente poder atrativo da Terra tem uma influência considerável sobre cada um dos seus movimentos também.

(HOOKE, [1674] 1679, p. 27-28)

Em 1675, Newton exploraria a hipótese de que o comportamento do éter levaria à lei ($1/r^2$) para o sistema solar; neste caso, não haveria uma defesa da gravitação *universal* (WILSON, 1970, p. 135-6).

6 Primeiro “teste da Lua”

O esquema geométrico da comparação de dados feito no “teste da Lua” está resumido na Fig. 8, que apresenta uma possível maneira de fazer os cálculos. Em 1666, Newton provavelmente utilizou diretamente a lei da aceleração circular, $a = 4\pi^2 r/T^2$, derivada no Manuscrito IVa. A versão do cálculo que Newton publicou está nos *Principia*, vol. III, Prop. IV, adicionando correções na 3ª ed., Prop. XXXVII, Cor. VII.

Os dados empíricos disponíveis para Newton (em torno de 1666) eram os seguintes, supondo-se uma órbita circular da Lua em torno da Terra (cf. HERIVEL, 1965, p. 68-9; NEWTON, [1687] 2008, vol. 2, p. 197-8, 268-9). Newton escolheu avaliar o quanto a Lua cai (em relação à tangente) durante 1 minuto de sua órbita.

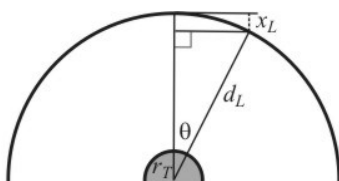


Figura 8: Estratégia alternativa à aproximação parabólica da Fig. 7, para se calcular a distância de queda da Lua (x_L) em um minuto, tomada como próxima do seno verso ($1 - \text{cosseno}$) do ângulo ϑ , que representa o ângulo percorrido pela Lua em um minuto de sua órbita circular em torno da Terra, de raio r_T .

(i) O raio da Terra foi estimado a partir da distância na superfície da Terra correspondendo a um grau, que seria 60 milhas, sendo que Newton provavelmente considerou que esta milha equivalia a 5000 pés (a milha italiana, e não a convenção adotada posteriormente de 5280 pés) (HERIVEL, 1965, p. 68, 74). Esta estimativa era grosseira, estando abaixo de valores já medidos, como por Willebrord Snell em 1617 (66,8 mi) e Richard Norwood em 1635 (69,5 mi) (cf. AGNOLI & D’AGOSTINI, 2005, p. 13). É possível que Newton tenha extraído este valor de 60 milhas de um livro didático sobre navegação de Edward Wright, publicado a partir de 1610, lembrando que ele estava em sua casa de campo nesta época, longe de uma biblioteca (cf. BALL, 1893, p. 15-16). Se 1 grau é 60 milhas italianas, o perímetro terrestre (360 graus) teria 21.600 milhas italianas, e então o raio seria este valor dividido por 2π : $r_T = 17.200.000$ pés.

(ii) A distância média d_L entre o centro da Terra e o centro da Lua seria 60 vezes o raio r_T da Terra: $d_L = 60 r_T$, ou seja, $d_L = 1.032.000.000$ pés. A estimativa da razão d_L/r_T ,

com base na observação de eclipses lunares, iniciou-se com Hiparco (com valor $67\frac{1}{3}$) e Ptolomeu (59), sendo que o valor atualmente aceito é 60,4 (cf. HEATH, 1913, p. 589).

(iii) O período de revolução da Lua usado foi de 27 dias, 7 h, 43 min, ou seja, 39.343 minutos, de maneira que o ângulo ϑ percorrido em 1 minuto seria $\vartheta = 0,0091503^\circ$, cujo cosseno é $\cos \vartheta = 0,000000012752$.

Com os dados em (ii) e (iii), pode-se achar qual a queda x_L da Lua em um minuto de tempo (ver trigonometria na Fig. 8), sendo esse o valor teórico de referência: $x_{L-REF} = d_L (1 - \cos \vartheta) = 13,2$ pés.

Esse valor de referência será comparado com o valor teórico x_L calculado a partir da hipótese da atração segundo a lei ($1/r^2$).

(iv) O dado adicional necessário para este cálculo é o tempo de queda livre de um corpo na superfície da Terra, que em 1 segundo seria $x_T = 16,3$ pés ingleses, segundo medição do próprio Newton com um pêndulo, conforme indicado em seus Manuscritos III e IVa (HERIVEL, 1965, p. 188-9), o que corresponde a $g_T = 32,6$ pés/s² = 9,94 m/s². Este dado é mais acurado do que os valores publicados em 1651 pelo jesuíta Giovanni Battista Riccioli, na medição do tempo da queda de esferas da Torre degli Asinelli, em Bologna, com resultados de x_T variando em torno de 14,9 pés romanos, equivalentes a 14,5 pés ingleses (cf. GRANNEY, 2012, p. 17, que discute a possibilidade de o padrão de medição de Riccioli ter sido diferente).

A hipótese da lei da gravitação postula que na superfície da Terra a aceleração g_T é proporcional a $1/r_T^2$: $g_T = \text{cte.}/r_T^2$. Na Lua, seria então (por i): $g_L = \text{cte.}/d_L^2 = \text{cte.}/(60 r_T)^2$. A lei de Galileo, que estipula que a queda dos corpos na Terra, para um tempo Δt , segue a relação $x_T = \frac{1}{2} g_T (\Delta t)^2$, é estendida para a Lua: $x_T = \frac{1}{2} g_L (\Delta t)^2$.

O resultado extraído deste último parágrafo é que $x_T = 3600 x_L$, para um mesmo intervalo de tempo Δt . Ora, então a distância de queda na Terra em 1 segundo é a mesma distância de queda da Lua em um *minuto* (pois 1 min = 3600 s). Assim, o valor teórico obtido do cálculo de x_L em 1 minuto é: $x_{L-TEO} = 16,3$ pés. Ora, a comparação deste resultado com o valor de referência $x_{L-REF} = 13,2$ pés tem uma discrepância de em torno de 20%.

Segundo o relato do amigo de Newton, William Whiston (1749, apud BALL, 1893, p. 8-9, e HERIVEL, 1965, p. 65):

Ele ficou, em algum grau, desapontado, pois o poder que restringia a Lua em sua órbita, medida pelos senos versos daquela órbita, parecia não ser bem o mesmo que seria de se esperar, se somente o poder da gravidade influenciasse a Lua. Dado este desapontamento, que fez Sir Isaac suspeitar que este poder era em parte o da gravidade, e em parte o dos vórtices cartesianos, ele deixou de lado a folha com seu cálculo e voltou-se para outros estudos.

Nas sucessivas edições do *Principia*, Newton apresentaria cálculos mais precisos para o teste da Lua. O novo cálculo do teste da Lua foi estimulado pelas cartas de Hooke no

final de 1679, que lhe informou dos dados de Picard (que mencionaremos a seguir) e lhe sugeriu investigar a hipótese da lei de atração ($1/r^2$) (BALL, 1893, p. 18; HERIVEL, 1965, p. 75). Mesmo após ter mostrado que a lei de força ($1/r^2$) leva a uma órbita elíptica, e provavelmente ter feito o cálculo com uma melhor coincidência de resultados, Newton deixou de lado as pesquisas em favor de outras investigações. Ele só retornaria à questão em maio de 1684, quando Edmund Halley o procurou perguntando qual seria a lei de força que levaria ao movimento elíptico dos planetas (BRACKENRIDGE, 1996, p. 71). Em meados de 1685, é seguro que já tinha feito os cálculos do teste da Lua, como indica a primeira referência explícita ao teste lunar, nos manuscritos *De Motu* (versão III), onde agora faz menção somente à força centrípeta, ao invés da centrífuga (HERIVEL, 1965, p. 76, 302).

Os cálculos apresentados nas três edições do *Principia* introduziram três principais modificações.

(a) Como vimos, a principal fonte de erro do cálculo de 1666 foi o dado para o raio da Terra. Este dado seria melhorado em 1670 pelo francês Jean-Félix Picard, de maneira que a distância usada para 1 grau na superfície terrestre passaria a ser 69,1 milhas inglesas, o valor a ser usado na primeira edição do *Principia* e 18% maior do que o anterior (de 60 milhas italianas). Isso equivale aos “123.249.600 pés de Paris” de circunferência mencionados por Newton ([1687] 2008, vol. II, p. 197), levando em conta que um pé parisiense são 1,065 pés ingleses. Assim, o raio da Terra adotado é: $r_T = 20.890.800$ pés. Com esta correção, o cálculo de $x_{L-REF} = 60 r_T (1 - \cos \theta)$ fornece 15,98 pés.

(b) Newton (idem, p. 198) também alterou valor para a aceleração da gravidade, seguindo o dado obtido por Huygens em Paris com um pêndulo de período de exatos 2 segundos, com “3 pés de Paris, e 8 linhas e $\frac{1}{2}$ de comprimento”, o que são 3,258 pés ingleses. Levando em conta que o período do pêndulo é dado por $T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$, onde ℓ é o comprimento do pêndulo e g a aceleração da gravidade, obtém-se que a distância de queda livre na Terra, em um segundo, é 16,078 pés (ao invés dos 16,3 pés).

(c) Por fim, na Prop. III, Cor. III do Livro III, Newton (idem, p. 196) introduziu uma correção para o efeito gravitacional que o Sol teria sobre a aceleração da Lua (cf. BOULOS, 2005, p. 154), resultando em um fator multiplicativo de 1,00563 no valor obtido em (a) para a queda da Lua em 1 minuto, resultando em $x_{L-REF} = 16,075$ pés.

Com essas correções, os dois resultados calculados para a queda da Lua em um minuto tornam-se: $x_{L-TEO} = 16,078$ pés, e $x_{L-REF} = 16,075$ pés, servindo como excelente confirmação da previsão da lei ($1/r^2$) de atração gravitacional. No entanto, o erro entre os dois dados é de apenas 0,02%! É difícil acreditar em tamanha coincidência de cálculo, e de fato Harper (2011, p. 221) comenta sobre esta “precisão exagerada”, e Westfall (1973, p. 755) chega a falar em “fator de acochamboamento” (*fudge factor*), a tendência de Newton de escolher seus dados de maneira a favorecer as coincidências em seus testes empíricos. No caso, a escolha da distância da Lua como exatamente 60 raios terrestres favoreceria a minimização da diferença entre os resultados. Boulos (2005, nota 9, p. 166)

e Harper (2011, p. 226) buscam defender Newton neste ponto.

7 Modelo causal da história da teoria da gravitação

Podemos representar as principais conexões entre os avanços descritos acima por meio de um modelo causal simplificado (Fig. 9) (para um resumo sobre modelos causais em história da ciência, ver PESSOA, 2010). Um ponto a ser destacado é que a lei da gravitação proporcional a $(1/r^2)$ foi postulada por dois caminhos diferentes, ou por via da analogia com a intensidade da luz (Boulliau, Hooke) ou a partir da 3ª lei de Kepler e da lei da aceleração circular (Newton e Huygens). Esse último caminho é interessante pois envolve três leis, sendo que cada uma delas pode ser derivada a partir das outras duas, o que abre diferentes possibilidades de histórias contrafactuais.

O enunciado da lei da atração gravitacional em $(1/r^2)$ é separado do conceito de uma atração “universal”. Damos destaque também, na Fig. 9, aos dados utilizados no teste da Lua, em suas duas versões (1666 e 1687).

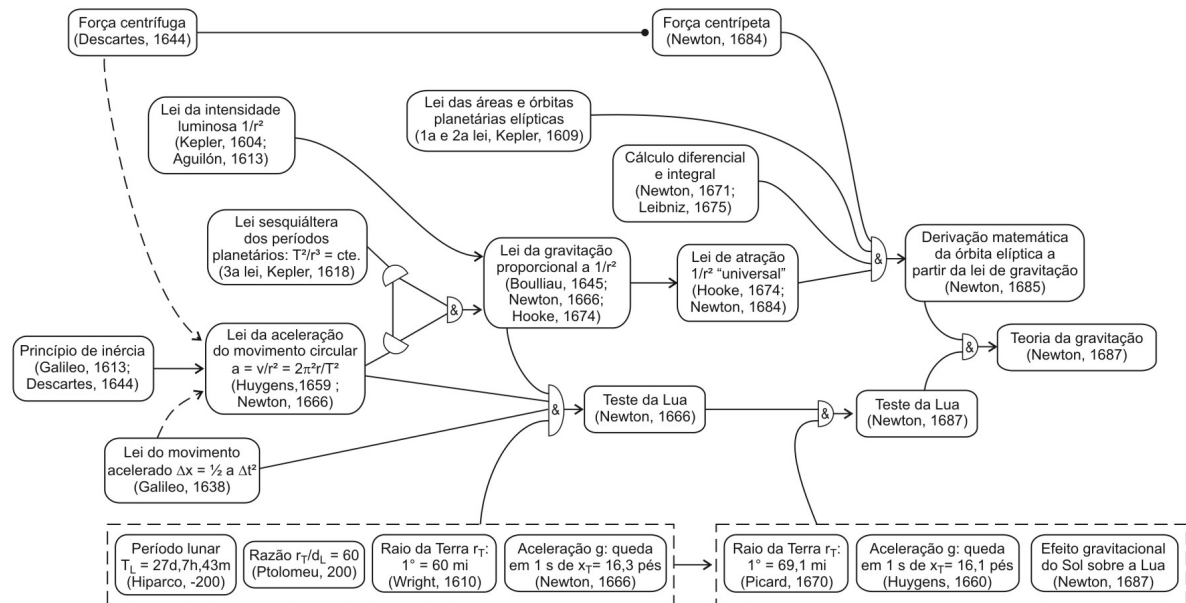


Figura 9: Modelo causal simplificado da história da teoria da gravitação. As flechas cheias representam conexões causais, e as tracejadas indicam causa não-necessária. A linha com bolinha indica oposição. O símbolo “&” denota conjunção de causas. A única disjunção de causas representada refere-se ao avanço “Lei da gravitação proporcional a $1/r^2$ ”, que foi proposta a partir de dois caminhos: ou pela analogia com a “Lei de intensidade luminosa $1/r^2$ ” (Boulliau, Hooke) ou a partir da “Lei sesquiáltera” em conjunção com a “Lei de aceleração circular” (Newton, Huygens). Estes três avanços são conectados por um triângulo, na figura, porque qualquer um deles pode ser derivado a partir dos outros dois, em histórias possíveis. O “Teste da Lua” necessita da “Lei do movimento acelerado”, mas não da “Lei sesquiáltera”. Este teste foi efetuado em 1666, com os dados representados entre linhas tracejadas, e novamente em 1687, com dados melhorados.

8 Cenários contrafactuais

Se Newton tivesse usado os dados para o raio da Terra disponíveis em 1666, como o de Norwood (ver acima, na seção 6, item *i*), bastante próximo ao de Picard, a discrepância encontrada entre seus cálculos cairia de 20% para 4%, o que provavelmente o animaria para investigar a lei de atração gravitacional ($1/r^2$)!

Este é o cenário contrafactual que gera uma família de mundos possíveis $\{W'_i\}$. É razoável supor que em boa parte deles $Newton_{W'}$ desenvolveria sua teoria da gravitação a partir de 1666, chegando à sua teoria dentro de uns cinco anos (que é mais ou menos o tempo que ele necessitou em W , depois que voltou a atacar o problema brevemente com o estímulo de Hooke, e depois retornou com a visita de Halley). Porém, mundos contrafactuais só podem ser descritos de maneira estatística, então haveria em $\{W'_i\}$ uma distribuição dos tempos em que o avanço “Teoria da gravitação” (G) seria articulado. Isso é representado esquematicamente na Fig. 10, onde são desenhados cinco mundos contrafactuais, com as ocorrências de G espalhadas segundo uma distribuição gama,

em torno de um valor médio ocorrendo em 1671 (tal valor é uma estimativa grosseira, que pode ser melhor sustentada a partir de métodos computacionais, como os de Pessoa et al., 2016).

Uma mudança conceitual importante em Newton no mundo atual W , que teria que também acontecer nos mundos $\{W'_i\}$ que atingissem a teoria da gravitação, seria o abandono da noção de força centrífuga pela de força centrípeta. Mas nenhum ingrediente externo novo, que já não estivesse ao alcance de Newton_W , parece ter sido necessário para que ele finalizasse sua teoria.

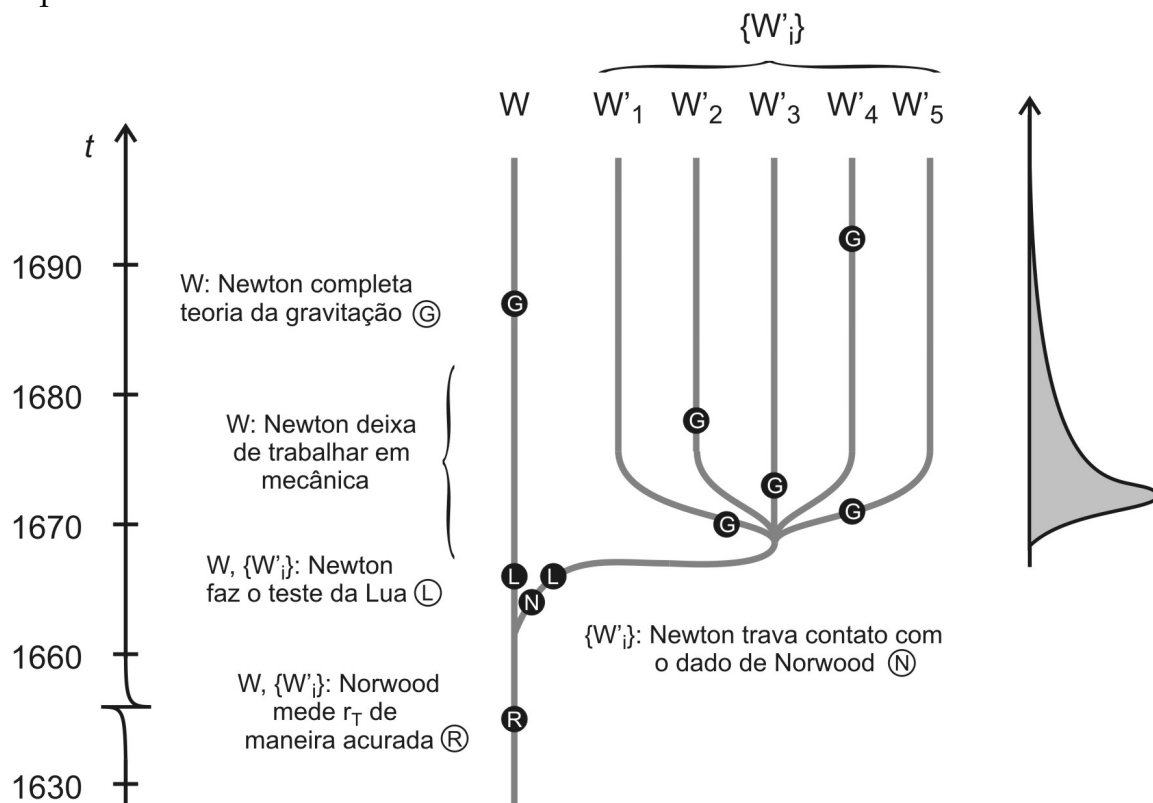


Figura 10: Representação esquemática da família de mundos possíveis $\{W'_i\}$, definida pelo evento (N) de Newton ter travado contato, em 1665, com o dado mais acurado de Norwood (obtido em 1635). Nesse cenário contrafactual, o teste da Lua (L) é realizado com resultado positivo, e na maioria dos mundos de $\{W'_i\}$ Newton leva adiante seus estudos, chegando à teoria da gravitação (G) em tempos variados. No mundo W'_4 , no entanto, representa-se o aparecimento de G como sendo adiado. À direita, a função gama que descreveria como os tempos entre L e G nos mundos de $\{W'_i\}$ se distribuiriam.

Uma análise um pouco mais complicada envolve os mundos contrafactuais $\{W''_j\}$, em que Tycho Brahe teria morrido em seu duelo de 1566 em Rostock, quando perdeu boa parte de seu nariz (em W). Em outro estudo em preparação, argumentamos que o cenário mais provável na família de histórias $\{W''_j\}$ é o da descoberta das leis do movimento planetário *através do telescópio*, que surgiu em W em 1608. Um valor médio estimado para o surgimento das leis planetárias é o ano de 1655 (isso pode ser inferido a partir de PESSOA et al., 2016, Fig. 1, p. 120). Nos mundos de $\{W''_j\}$ em que essas leis

surgiram antes de em torno de 1660, o jovem Newton teria acesso às leis planetárias, e os dados a seu dispor não seriam muito diferentes do caso de W .

No entanto, é interessante examinar os mundos de $\{W''_j\}$ em que as leis planetárias seriam descobertas a partir dos dados de Marte em 1680 ou depois, e que também satisfizesse o cenário $\{W'_i\}$, que exploramos anteriormente, em que Newton trava contato com o dado de Norwood em 1665. Tal cenário seria uma intersecção $\{W'_i\} \cap \{W''_j\}$. Neste cenário, $\text{Newton}_{W \cap W''}$ só poderia chegar à lei da atração gravitacional ($1/r^2$) por meio da analogia com a intensidade óptica (como fizeram Boulliau e Hooke, em W).

Notamos que em $\{W'_i\} \cap \{W''_j\}$ Kepler não teria feito suas descobertas planetárias, então Boulliau muito provavelmente não postularia que a atração gravitacional cai com ($1/r^2$). Mas a lei de intensidade luminosa ($1/r^2$) teria sido investigada (na maioria dos mundos), tanto por Kepler quanto por Aguilón, então Newton claramente teria condições de se utilizar de tal analogia.

Uma avaliação da *probabilidade* do cenário em que Newton chega à lei da gravitação sem o trabalho anterior de Kepler é factível, mas ficará para uma pesquisa futura. Mais fácil, porém, é imaginar os passos que $\text{Newton}_{W \cap W}$ teria que tomar neste caminho. Uma vez realizado o teste da Lua com sucesso, ele passaria então a explorar a lei da gravitação ($1/r^2$), e ao juntá-la com a lei da aceleração circular, chegaria à lei sesquiáltera dos planetas (3ª lei de Kepler) (conforme indicado na Fig. 9 pelo “triângulo”). A seguir, teria que descobrir as duas primeiras leis de Kepler *sem os dados empíricos de Marte*. Uma avaliação da viabilidade deste caminho requererá estudos mais aprofundados do caminho de Newton a partir de 1679, o que não foi feito no presente trabalho.

Por fim, vale mencionar que, em um cenário sem a lei do movimento acelerado de Galileo, o teste da Lua não poderia ocorrer, e muito menos surgir a teoria matemática da gravitação com ($1/r^2$).

Agradecimentos

Versões incipientes deste trabalho foram apresentadas em 25/10/2012 no GT de Filosofia da Ciência, XV Encontro da ANPOF em Curitiba; em 06/06/2013 como palestra da *Astronomia ao Meio Dia*, no IAG, USP; em 08/05/2014 no VI Seminário de História e Filosofia da Ciência, no Depto. de Filosofia da USP; e em 26/05/2014 em seminário do Mestrado Profissional do IAG. Agradeço a todos os comentários feitos nesses eventos, e ao incentivo de Robinson Guitarrari, que aceitou que este texto substituísse aquele apresentado em 24/10/2017 no 1º NuLFiC, na UFRRJ, que se assemelha em muito à publicação “Explorando a definição de objetividade a partir de histórias possíveis da ciência”, in Pessoa, Jr. O. & Dutra, L.H.A. (orgs.) (2013), *Racionalidade e objetividade científicas*. Coleção Rumos da Epistemologia, vol. 12. Florianópolis: NEL/UFSC, p. 145-54.

Referências Bibliográficas

AGNOLI, P.; D'AGOSTINI, G. Why does the meter beat the second? <https://arxiv.org/pdf/physics/0412078.pdf>, 2005.

BALL, W.W. R. *An essay on Newton's "Principia"*. London: Macmillan, 1893.

BOULOS, P. J. Newton's path to universal gravitation: the role of the pendulum. In: MATTHEWS, M.R.; GAULD, C.F.; STINNER, A. (orgs.). *The pendulum*. Dordrecht: Springer, 2005, p. 151-69.

BRACKENRIDGE, J. B. *The key to Newton's dynamics: the Kepler problem and the Principia*. Berkeley: University of California Press, 1995.

CLAGETT, M. *The science of mechanics in the Middle Ages*. Madison: University of Wisconsin Press, 1959.

COHEN, I. B. *O nascimento de uma nova física: de Copérnico a Newton*. Trad. G. de Andrada e Silva. São Paulo: Edart, 1967. Original em inglês: 1960; 2ª ed. revisada: 1985.

DARRIGOL, O. *A history of optics: from Greek Antiquity to the nineteenth century*. Oxford: Oxford University Press, 2012.

Descartes, R. *Princípios de filosofia*. Trad. Heloísa Burati. São Paulo, Rideel, 2005. Original em latim: 1644.

DUGAS, René (1957). *A history of mechanics*. Trad. J.R. Maddox. London: Routledge & Kegan-Paul. Original em francês: 1955.

GRANEY, Christopher M. Doubting, testing, and confirming Galileo: a translation of Giovanni Battista Riccioli's experiments regarding the motion of a falling body, as reported in his 1651 *Almagestum Novum*. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1204/1204.3267.pdf>, 2012

HARPER, W. L. *Issac Newton's scientific method: turning data into evidence about gravity and cosmology*. Oxford: Oxford University Press, 2011.

HEATH, T. L. *Aristarchus of Samos: the ancient Copernicus*. Oxford: Oxford University Press, 1913.

HERIVEL, J. *The background to Newton's Principia*. Oxford: Clarendon, 1965.

HOOKE, R. An attempt to prove the motion of the earth from observations. In: HOOKE, R. *Lectiones Cutlerianae*. London: John Martyn, 1679, p. 1-28. Original: 1674.

NEWTON, I. *Principia: Princípios matemáticos da filosofia natural*. Vol. 1: Livro I, trad. T. Ricci, L.G. Brunet, S.T. Gehring & M.H.C. Célia. Vol. 2: Livros II e III, trad. A.K.T. Assis; “O sistema do mundo”, trad. F.D. Joly. São Paulo: Edusp, 2008. Original em Latim: 1ª ed., 1687; 2ª ed., 1713; 3ª ed., 1726. Baseado na trad. inglesa de A. Motte, 1729, modernizada em 1934 com comentários de F. Cajori.

PESSOA Jr., O. Modeling the causal structure of the history of science. In: MAGNANI, L.; CARNIELLI, W.; PIZZI, C. (orgs.). *Model-based reasoning in science and technology*. Berlin: Springer, 2010, p. 643-54.

PESSOA Jr., O.; GESING, R.; JÓ DE SOUZA, M. & MARCÍLIO, D. C.M. (2016). Computing possible worlds in the history of modern astronomy. *Principia*, v. 20, 2016, p. 117-26.

WESTFALL, R. S. Newton and the fudge factor. *Science*, v. 179, 1973, p. 751-58.

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

WILSON, C. A. (1970). From Kepler’s laws, so-called, to universal gravitation: empirical factors. *Archive for the History of Exact Sciences*, v. 6, 1970, p. 89-170.

_____. Newton and celestial mechanics. IN: COHEN, I.B.; SMITH, G.E. (orgs.). *The Cambridge companion to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, p. 202-26.

YODER, J. G. *Unrolling time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

SUBDETERMINAÇÃO E ALTERNATIVAS NÃO CONCEBIDAS

Robinson Guitarrari

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

robinson.guitarrari@gmail.com

A tese da subdeterminação das teorias pelas evidências empíricas possui várias formulações, diferentes alcances e desafia diversas posturas filosóficas acerca da compreensão do desenvolvimento científico. Um desses importantes debates envolve a questão do realismo científico. Outro trata do processo de formação de consenso por meio de padrões exclusivamente cognitivos e pragmáticos, considerando este em sentido estrito, enquanto capacidade de resolução de problemas. Em ambos os casos, a aplicação da tese da subdeterminação constitui uma crítica interna e pressupõe que os fins almejados pelas posições opostas utilizem de maneira relevante uma teoria da racionalidade calcada em uma metodologia constituída por regras de ação que o cientista individual deve seguir. O núcleo comum desse argumento supõe que os critérios disponíveis para seleção de teorias não determinam a melhor teoria. De maneira geral, as regras metodológicas que relacionariam evidências e hipóteses não seriam suficientes para indicar qual das hipóteses possui mais méritos cognitivos e pragmáticos. Desse modo, as preferências por uma teoria em relação à sua rival não poderiam fornecer uma decisão acerca de qual teoria é a melhor em termos empíricos, baseando-se em critérios exclusivamente cognitivos e pragmáticos.

Grande parte das formulações da tese da subdeterminação das teorias pelas evidências se apoia, de maneira relevante, na tese da equivalência empírica. Dentre essas, existem as mais triviais e as mais interessantes, conforme expõe Laudan (1996a; 1996b) De maneira geral, entende-se que duas teorias T e T' (que descrevem relações causais incompatíveis envolvendo inobserváveis) são subdeterminadas se ambas são indistinguíveis à luz das evidências empíricas, tal como quando T e T' são empíricamente

equivalentes, ou seja, quando possuem as mesmas consequências empíricas. Nesse caso, a tese da subdeterminação afirma que, dada uma teoria T , é sempre possível obter uma rival T' , tal que T e T' são subdeterminadas porque empiricamente equivalentes.

Esse tipo de subdeterminação é caracterizada como permanente, pois sempre se põe. Nessas circunstâncias, o recurso às evidências empíricas não seria suficiente para determinar se uma teoria T é verdadeira ou se está mais próxima da verdade, em relação à sua rival T' , bem como não seria possível determinar se a aceitação de T é a opção mais racional em termos empíricos. Como consequência, seriam desafiadas as teorias da racionalidade calcadas em regras metodológicas e as concepções realistas acerca do status epistêmico das teorias que defendem uma noção de aproximação da verdade.

Todavia, várias críticas foram apresentadas à tese da equivalência empírica. O aspecto artificial de como as teorias empiricamente equivalentes são construídas e a falta de respaldo histórico são algumas das mais destacadas (LAUDAN; LEPLIN, 1996, p. 59-63; STANFORD, 2006, p. 11-16).

Subscrevendo essas críticas, Kyle Stanford, em seu livro *Exceeding our grasp* (2006), apresentou e defendeu outro tipo de subdeterminação empírica com o propósito de mostrar a importância dessa tese contra uma concepção realista acerca do status cognitivo das teorias científicas, sem afetar a tese de que a racionalidade científica é caracterizada pela aplicação de regras metodológicas. Para não incorrer em dificuldades apontadas contra a tese da subdeterminação de teorias rivais empiricamente equivalentes, Stanford procura a recorrência da nova subdeterminação na história da ciência. Com base nesses supostos casos, ele desafia o realista fazendo uma projeção para os casos atuais.

A nova subdeterminação considera alternativas teóricas a uma teoria selecionada que não foram concebidas. A ideia geral é que as evidências empíricas favoráveis a uma teoria selecionada também apoiariam as suas alternativas não concebidas.

Este trabalho examina criticamente o argumento desenvolvido por Stanford. Inicialmente, reconstruo o argumento da nova subdeterminação. Em seguida, apresento formulações que ela poderia receber. Por fim, defendo que ela não constitui um problema para o realista científico. Com isso, pretendo mostrar que, nesse cenário de alternativas não concebidas, a nova subdeterminação depende de um tratamento da relação de apoio empírico entre teoria e evidência que compromete a sua força.

1 Subdeterminação empírica sem equivalência empírica

O argumento da subdeterminação das teorias pelas evidências disponíveis é um desafio importante para uma concepção realista, exigindo do realista uma resposta. Em geral, a articulação desse argumento supõe uma forma robusta de realismo científico. Essa concepção tem que a verdade, entendida como uma correspondência entre linguagem e mundo, é um objetivo da ciência. Os métodos científicos fornecem recursos para o acesso epistêmico a verdade, de tal modo que as teorias sucessivas, ao exibirem

sempre em maior grau as virtudes epistêmicas encapsuladas nas regras do método, aproximar-se-iam da verdade.

Kyle Stanford entende que a tese da subdeterminação constitui um sério desafio ao realismo científico. Contudo, não se trata da formulação que se apoia na tese da equivalência empírica. Ele observa:

[...] nossos fundamentos para a crença em uma dada teoria não seriam menos desafiados se acreditássemos que existam uma ou mais alternativas que não são empiricamente equivalentes, mas são, no entanto, consistentes ou mesmo igualmente bem confirmadas por todas as evidências reais que temos em mãos no momento (STANFORD, 2006, p. 17)¹.

A tese da subdeterminação precisa, portanto, ter respaldo histórico e ser potencialmente recalcitrante. Ela não demanda equivalência empírica entre as teorias em jogo. Em vez de exigir que seja permanente, basta que seja transitória. De qualquer modo, ela supõe a existência de alternativas não concebidas.

1.1 O argumento da nova subdeterminação

A apresentação de Stanford da nova subdeterminação não é feita de maneira sistemática e, dada a sua complexidade, seu estilo, às vezes, não ajuda a esclarecer pontos importantes de sua proposta. Com o objetivo de examinar seu argumento, divido-o em quatro partes: a existência de alternativas não concebidas, o padrão histórico da subdeterminação, a nova indução e, por fim, o desafio da nova subdeterminação.

a. *A existência de alternativas não concebidas*

A expressão “teoria alternativa não concebida” é utilizada por Stanford para indicar uma teoria bem-sucedida que possui as seguintes propriedades:

- ou ela ocorreu posteriormente a uma teoria científica aceita, dentro de um campo de estudo, e foi registrada na história da ciência ou esse registro não ocorreu;
- apresenta ganhos cognitivos;
- não foi levada em conta no processo de avaliação científica que resultou na aceitação de uma teoria pela simples razão de que ela não tinha sido concebida.

A existência de alternativas não concebidas torna-se patente com as séries históricas mencionadas por Stanford. Algumas dessas sequências são as seguintes: (i) física aristotélica; física cartesiana; teoria newtoniana; mecânica contemporânea; (ii) química corpuscular antiga; teoria do flogisto de Stahl; (iii) química do oxigênio de Lavoisier; química atômica de Dalton; química contemporânea; (iv) versões do preformacionismo;

¹ As traduções são minhas.

teorias epigenéticas da embriologia; (v) teoria do calórico; teorias termodinâmicas contemporâneas (STANFORD, 2006, p. 19-20).

Ressalta-se que, na definição que apresento de “teoria alternativa não concebida”, não se exige que ela seja pelo menos tão bem apoiada pelas evidências quanto às suas predecessoras. Isto porque esta propriedade não poderia fazer parte da definição de “teoria alternativa não concebida”, em virtude de que essa restrição seletiva da história da ciência apenas aquelas teorias não concebidas que confirmam o caso de subdeterminação que Stanford se empenha em defender como recalcitrante.

Conforme os parâmetros não explicitados da teoria da confirmação utilizada por Stanford para avaliar a importância das evidências em relação às teorias de certa linhagem historicamente registrada, ele constata que uma teoria alternativa não concebida, nos termos acima definidos, sempre é pelo menos tão bem confirmada quanto são as suas predecessoras.

Esse relato da história da ciência é central para as pretensões de Stanford. As alternativas não concebidas precisam ser “bem-confirmadas e sérias” (STANFORD, 2006, p. 17). Isso significa que devem ser hipóteses rivais “cientificamente plausíveis”, que ofereçam explicações “igualmente convincentes”, de tal modo que seriam “igualmente fortes para representar a verdade teórica sobre a natureza” (STANFORD, 2006, p. 18).

b. O padrão histórico da nova subdeterminação

Stanford entende que esses exemplos de mudanças históricas mostram o padrão característico de uma subdeterminação sem equivalência empírica e dão plausibilidade a ela (2006, p. 17-18). Ele procura mostrar que, à luz da história da ciência, a nova subdeterminação traz a ideia segundo a qual as evidências que apoiavam uma teoria anteriormente vigente também apoiam as alternativas não concebidas, que posteriormente foram desenvolvidas. Para ele, esse padrão é recorrente.

Ele afirma:

Esses exemplos proeminentes sugerem, pelo menos, um padrão robusto e distintivo, no qual as evidências disponíveis citadas para apoiar cada uma das teorias anteriores também acabam por apoiar uma concorrente ou mais (STANFORD, 2006, p. 20).

Em outro lugar, ele declara:

as evidências disponíveis no momento em que cada teoria anterior foi aceita ofereciam um suporte *igualmente* forte para cada uma das alternativas posteriores (então inimagináveis) (STANFORD, 2006, p. 23, *itálico meu*).

Ainda que seja transitória, o que importa é que a nova subdeterminação é (supostamente) recorrente e real. O fato de que uma teoria tem um léxico diferente de uma rival não é

um problema, segundo Stanford, para que a nova subdeterminação seja estabelecida. Ele frisa:

A teoria posterior é confirmada pelos fenômenos anteriores como descrito ou concebido pela própria teoria posterior tão bem como a teoria anterior foi confirmada por esses mesmos fenômenos sob sua própria descrição ou concepção deles (STANFORD, 2006, p. 26, nota 12).

c. *A nova indução*

A chamada *nova indução* não deve ser confundida com a *indução pessimista*. A nova indução tal como usada por Stanford não é por si só um argumento antirrealista, ao contrário da indução pessimista.

A indução pessimista possui em sua base o fracasso das teorias científicas passadas em suas tentativas de atingir a verdade. Uma vez que todas as teorias passadas se mostraram falsas, há boas razões para acreditar que as atuais também sejam falsas. De acordo esse argumento, não há como sustentar que as teorias científicas maduras se aproximam da verdade (POINCARÉ, 1905, p. 160).

Diferentemente, a nova indução constitui um passo inferencial para que o suposto desafio ao realista seja colocado. Para tanto, ela é usada para inferir a partir dos casos históricos a existência de teorias não concebidas que seriam alternativas em relação às teorias atuais. Além disso, ela também é usada para inferir que as teorias atuais também são subdeterminadas pelas evidências empíricas.

Assim, a nova indução baseia-se na história da ciência e afirma que temos boas razões para acreditar que hoje nossas teorias também possuem alternativas não concebidas. Em outras palavras, como resultado da nova indução, é plausível pensar que, assim como no passado, as inferências eliminativas usadas para selecionar certa teoria não tinham em seu leque todas as alternativas relevantes, há muitas chances de que essa falha do teórico também tenha ocorrido com as últimas escolhas².

d. *O próximo caso da nova subdeterminação*

De acordo com a presente reconstrução do argumento da nova subdeterminação, há duas aplicações da nova indução. Uma delas é aplicada às alternativas não concebidas, tal como definimos (o que não inclui a propriedade que gera subdeterminação). A outra se aplica à suposta propriedade dessas alternativas não concebidas, a saber: para cada ramo das ciências maduras, sua história mostra que teorias não concebidas, acabaram

² Stanford frisa que não se trata de uma falha das inferências eliminativas propriamente. O problema das alternativas não concebidas não é um problema gerado pelo método nem está relacionado às teorias científicas (como no caso da indução pessimista), mas vincula-se à limitação (natural) da capacidade cognitiva dos teóricos (STANFORD, 2006, p. 44). Por isso, espera-se que continue se apresentando.

por apresentar a característica de serem pelo menos tão bem confirmadas quanto às suas predecessoras.

Dessa maneira, é possível jogar luz à afirmação de Stanford segundo a qual:

A nova indução fornece um argumento indutivo puro e simples em favor da afirmação de que temos nos deparado repetida e tipicamente com uma classe de subdeterminação significativa, deixando de conceber alternativas teóricas bem confirmadas pela evidência disponível, que seriam mais tarde adotadas pelos cientistas atuais e pelas comunidades científicas (STANFORD, 2006, p. 45).

A indução opera a partir dos casos historicamente registrados de novas subdeterminações tendo em vista a situação presente, que inclui uma teoria aceita e suas alternativas não concebidas.

Contudo, como a base da indução pode conter falhas e a indução é uma inferência ampliativa que não garante a verdade da conclusão, independentemente de se concordamos com a visão que Stanford possui da história da ciência, é justo afirmar que “[n]ão se pode dizer exatamente quais teorias atuais são subdeterminadas pela evidência nem nada acerca de quais dos concorrentes (não concebidos) apresentam teorias semelhantes” (STANFORD, 2006, p. 22).

O argumento pressupõe que outros caminhos poderiam ter sido seguidos de modo empiricamente satisfatório. Nada indica que eles convergiriam para o mesmo ponto do caminho que seguimos. Nada garante que não sejam diversos os caminhos alternativos que se aproximam da verdade.

Se a nova subdeterminação puder ser estabelecida nos termos apresentados, é possível concluir que ela ofereça um desafio ao realista científico. Ainda que seja um evento transitório e que leitura da história possa apresentar equívocos, a nova subdeterminação desafia a tese realista de que as teorias aceitas são aproximadamente verdadeiras. Para Stanford:

O erro do Realista é utilizar uma inferência eliminativa para inferir a verdade aproximada de uma hipótese frutífera sem considerar alternativas não concebidas, que são antagônicas àquela que foi considerada, muito embora essas alternativas sejam bem apoiadas pelas evidências disponíveis que apoiam a teoria considerada (STANFORD, 2006, p. 22).

A possibilidade de existência de teorias alternativas não concebidas para os casos atuais indicariam uma subdeterminação que inviabiliza a tese realista da aproximação da verdade.

1.2 Formulações

Ainda que a ideia geral da nova subdeterminação possa ser apreendida, Stanford não explicita o que precisamente ela propõe. Além disso, as suas caracterizações não são equivalentes.

Uma de suas formulações considera tão somente que as alternativas não concebidas são bem confirmadas pelas evidências disponíveis à época da seleção e vigência de uma teoria predecessora. Confira:

[...] de maneira recorrente encontramos encorajados ou mesmo forçados [...] a descobrir novas teorias que tinham anteriormente permanecido não concebidas, *apesar de serem bem confirmadas pelas evidências disponíveis* (STANFORD, 2006, p. 19, grifos meus).

É possível notar que essa formulação não se ajusta aos objetivos de Stanford porque permite que o escopo das evidências que confirmam a alternativa não concebida seja menor do que o conjunto das evidências que confirmam a teoria predecessora. De fato, esse é um cenário possível, no qual uma mudança racional poderia se dar nas seguintes condições: os compromissos metodológicos são mantidos – uma vez que é preciso ter o mesmo padrão para a relação de significância que a evidência possui em relação à teoria –, mas os valores mudam de tal modo que a hierarquia das regras pode indicar outra decisão. Contudo, esse não pode ser o típico caso recorrente do qual a nova subdeterminação depende.

Outra formulação propõe que uma teoria, predecessora ou atual, pode ter alternativas não concebidas que são confirmadas pelas evidências que confirmam a teoria selecionada. Note:

Esses exemplos proeminentes sugerem, pelo menos, um padrão robusto e distintivo, no qual *as evidências disponíveis citadas para apoiar cada uma das teorias anteriores também acabam apoiando uma concorrente ou mais* (STANFORD, 2006, p. 20, grifos meus).

Outra passagem também traz a mesma ideia:

A teoria posterior é confirmada pelos fenômenos anteriores, do modo como descritos ou concebidos pela própria teoria posterior, *tão bem quanto* a teoria anterior foi confirmada *por esses mesmos fenômenos* conforme sua própria descrição ou concepção deles (STANFORD, 2006, p. 26, nota 12, grifos meus).

Por essas declarações, é plausível supor que todas as evidências de uma teoria vigente apoiariam alguma alternativa não concebida, se esta estivesse disponível e fosse considerada.

Por fim, a terceira formulação é mais forte. Stanford declara:

[...] é historicamente defensável a afirmação mais forte de que existem alternativas não consideradas *pelo menos tão bem confirmadas pela evidência disponível*, [...] porque simplesmente não foram concebidas (STANFORD, 2006, p. 26, nota 10, grifos meus).

Nesse caso, as evidências disponíveis para uma teoria vigente apoiam igualmente bem ou apoiam ainda mais uma teoria rival não concebida.

Com base nessas caracterizações da nova tese da subdeterminação podemos afirmar que existem, pelo menos, duas formulações importantes, a saber:

Formulação 1: É altamente provável que existam alternativas não concebidas a uma dada teoria bem-sucedida vigente tais que as evidências que apoiam a teoria vigente *apoiam igualmente bem (apoiam do mesmo modo)* as alternativas não concebidas (STANFORD, 2006, p. 20-1, 26).

Formulação 2: É altamente provável que existam alternativas não concebidas a uma dada teoria bem-sucedida vigente tais que as evidências que apoiam a teoria vigente *também apoiam* as alternativas não concebidas (STANFORD, 2006, p. 19-20).

Entendo que a nova subdeterminação possui problemas para conseguir estabelecer uma indeterminação na escolha de teorias. A análise das formulações da *nova* subdeterminação tem como objetivo mostrar por que não é claro que uma teoria amplamente aceita e suas alternativas não concebidas são subdeterminadas pelas evidências que apoiam a teoria amplamente aceita.

Para tanto, examinarei as formulações de dois pontos de vista: um que considera os contextos históricos em que as teorias se apresentam e outro que apenas considera o que se toma como evidência para uma teoria selecionada. Quanto à primeira vertente de análise, procurarei mostrar, em primeiro lugar, que existem vários tipos de relações de apoio evidencial entre um enunciado sobre a experiência empírica e uma hipótese ou teoria. Em seguida, indicarei que sem uma tipificação dessas formas de apoio empírico não é possível considerar seriamente as versões da subdeterminação de Stanford. Depois, desconsiderarei os contextos históricos das alternativas não concebidas e levarei em conta apenas as evidências favoráveis à teoria selecionada. Nesse último caso, procurarei mostrar que as formulações também apresentam dificuldades e, o que é mais importante, tornam-se extremamente fracas.

2 Diferentes tipos de apoio empírico

Para distinguir tipos de apoio empírico a uma teoria, remeto-me, inicialmente, às observações de Laudan (1990, 1996a, 1996b) e de Laudan e Leplin (1996) sobre os vários tipos de relações que as hipóteses científicas podem manter com os enunciados

sobre as evidências disponíveis. As hipóteses, em geral, podem ser compatíveis com as evidências, acarretá-las, explicá-las ou podem ser apoiadas pelas evidências.

Para Laudan, essas distinções são importantes porque mostram, de acordo com a sua concepção, que nem todo resultado positivo da aplicação de uma teoria oferece apoio empírico a essa teoria³. Para ele, o resultado positivo de um experimento confirma uma teoria somente se a teoria corre risco de ser infirmada.

A observação acerca dos tipos de relações estabelecidas entre teoria e evidência é de suma importância para uma teoria da confirmação. Todavia, é questionável a posição de Laudan acerca da classe de resultados empíricos que fornecem apoio a uma hipótese ou teoria. Sua posição é muito restritiva.

Para Laudan, descrição de uma evidência empírica apoia uma teoria quando a teoria é testada empiricamente e passa pelo teste. Com isso, os casos de explicações científicas que não constituem testes para a teoria – como quando o evento a ser explicado foi um fator crucial para a elaboração da hipótese ou teoria – não a apoiariam. Desse modo, em uma mudança teórica, nem toda perda de explicação é uma perda epistêmica, segundo a sua concepção.

Discordando de Laudan, entendo que as soluções de problemas que não envolvem testes empíricos também oferecem algum tipo de apoio à teoria. Afinal, seria inaceitável colocar em pé de igualdade as hipóteses levantadas nas tentativas mal-sucedidas de solucionar um problema com uma hipótese bem-sucedida. Contudo, cumpre ressaltar, excludo os casos em que uma hipótese bem-sucedida apenas soluciona os problemas que motivaram a sua formulação.

De maneira geral, considero que há pelo menos dois tipos de apoio evidencial que podem ser oferecidos a uma teoria: o *apoio epistêmico* e o *apoio cognitivo*. O enunciado que oferece apoio epistêmico à teoria constitui um aumento do escopo dos problemas resolvidos. Casos claros desse tipo de apoio são as descobertas de novidades, como a de Netuno por parte da mecânica newtoniana, a predição da deflexão gravitacional da luz das estrelas pela teoria da relatividade geral, e a predição da teoria das ondas de Fresnel acerca de um ponto brilhante no centro da sombra projetada por um disco circular em difração esférica (LEPLIN, 2004, 689). Além das novidades, também oferecem apoio epistêmico à teoria os resultados positivos de experimentos que testam a teoria – como a trajetória dos cometas, também pela mecânica newtoniana.

Entretanto, o ganho epistêmico não ocorre apenas quando a evidência é o resultado de um teste severo da teoria ou quando se descobrem novidades. Esse tipo de ganho também ocorre quando a evidência passa a ser explicada pela teoria, sem que seja submetida a teste empírico. Nesse cenário, há um aumento de poder explicativo. O ponto importante é que esse tipo de apoio é distinto daquele proporcionado por testes severos e descobertas de novidades.

³ Um *resultado positivo da aplicação de uma teoria* é um enunciado dedutível da teoria que é verificado por meio de observação ou de um experimento (LAUDAN, 1991, 61)

Um exemplo histórico dessa ocorrência de apoio epistêmico sem teste de teoria é a explicação de por que os planetas se movem em um mesmo sentido e são aproximadamente coplanares. Enquanto a teoria dos vórtices de Descartes foi concebida com propósito de explicar esses fenômenos (sendo assim tal explicação não constitui um ganho epistêmico, embora tenha tido um ganho cognitivo), Newton teve que *assumir* que os planetas se moviam desse modo, uma vez que sua mecânica celeste permitia que os planetas alternados tivessem trajetórias em sentidos opostos e planos perpendiculares (LAUDAN, 1990, p. 16). Assim, aquilo que a teoria dos vórtices explicava não era algo explicado, pelo menos inicialmente, pela teoria newtoniana. Apenas depois de quase um século, a hipótese da nebulosa (concebida por Kant e desenvolvida por Laplace) permitiu uma explicação de tais fenômenos (LAUDAN, 1990, p. 16).

Ora, a teoria dos vórtices de Descartes não estabelecia mais do que uma mera relação de explicação do ponto em questão, não fornecendo ganho epistêmico, mas tendo certo ganho cognitivo, no sentido de ter resolvido um problema. Desse modo, tais propriedades do movimento dos planetas constituíam certo ganho cognitivo da teoria. Já no caso da teoria newtoniana, o que inicialmente constitui uma perda na resolução de problemas passou a ser, com as articulações posteriores, um ganho epistêmico, embora não tivesse sido alcançado por meio de um teste empírico. Isso que ocorreu no desenvolvimento da mecânica newtoniana constitui o que considero ser um caso de explicação com ganho epistêmico no qual não houve teste da teoria.

O outro tipo relevante de apoio empírico é aquele que configura *apenas apoio cognitivo*. Nesse caso, há um ganho de entendimento, sem ganho epistêmico. O caso típico é aquele em que uma teoria explica um fato que motivou a sua elaboração. Nesse cenário, a evidência indica certo poder explicativo da teoria, dentre outras virtudes cognitivas. Embora não haja um aumento do escopo de problemas resolvidos, ou seja, um ganho epistêmico, a solução desse problema possui um mérito cognitivo. Isso ocorre porque a teoria obteve sucesso no propósito de explicar o evento que motivou a sua construção. Além do caso da teoria dos vórtices de Descartes, a teoria do flogisto exibe essa característica: quando se pergunta por que os corpos queimam e se toma como resposta a declaração de que esses corpos possuem flogisto (que é um princípio inflamável), temos um fato explicado pela teoria que se ajusta exatamente à natureza do flogisto. Sem dúvida, a hipótese acerca da existência do flogisto enquanto princípio inflamável não é testada, além do que, enquanto hipótese, não é uma novidade descoberta. Como consequência, essa explicação não gera qualquer ganho epistêmico. Contudo, entendo que o fato explicado oferece, de algum modo, apoio à teoria.

Argumento que isso deve ser assim, pois, caso contrário, colocaríamos em pé de igualdade, com respeito a esse último tipo de evidência, teorias ou modelos que tentaram, mas não conseguiram, explicar um fato, com aquela que o explica (e que o utilizou em sua formulação). Tem-se assim um caso de explicação sem ganho epistêmico.

Para quem se alinha à tese de que a metodologia científica gerencia o encaminhamento

do desenvolvimento científico, como é o caso de Stanford, esses tipos de evidências não deveriam ter o mesmo peso. De qualquer modo, esses tipos de apoio empírico colocam dificuldades às duas formulações da nova subdeterminação. Todavia, como também se poderá notar, se o que Stanford considera apoio empírico deve ser tratado com o mesmo status quando se comparam uma teoria selecionada e suas alternativas não concebidas (presentes nas referidas séries históricas), a nova subdeterminação perde sua almejada força crítica contra o realismo científico.

3 Problemas com a nova subdeterminação

Pretendo mostrar que Stanford tem que enfrentar um dilema, para sustentar a nova subdeterminação. Se se admite que uma teoria da confirmação deve fornecer diferentes pesos para cada um desses três tipos de evidências, poder-se-á notar que ambas as formulações são falsas. Caso se defenda que os contextos não devem ser considerados, a nova subdeterminação torna-se extremamente local e desinteressante.

Segundo Stanford, a recorrência do problema das alternativas não concebidas se dá pelo fato de os teóricos não esgotarem as alternativas de solução ao problema posto, ao usarem inferências eliminativas na seleção de teorias.

Para que a nova subdeterminação se aplique aos casos atuais, é necessário que a nova indução seja aplicada aos supostos casos históricos da nova subdeterminação. Nesse ponto, a questão que se põe, considerando a base da nova indução – ou seja, as novas subdeterminações presentes nas sequências históricas mencionadas anteriormente –, é se o apoio das evidências a uma teoria vigente e às suas alternativas não concebidas deve ser examinado de maneira contextual ou não.

Se os contextos históricos são considerados, então, obviamente, as duas formulações da nova subdeterminação, que se referem às teorias atualmente aceitas, não se seguem de maneira clara da base histórica. Isso porque as supostas subdeterminações da base da indução não são plausíveis.

A razão para isso é que há diferentes tipos de evidências que apoiam uma teoria com diferentes graus de importância e não há qualquer garantia de que esses tipos de apoio se mantenham ao longo da história da ciência. Ao contrário, há indicações de que muito dificilmente o que foi evidência para uma teoria seria *sempre* uma evidência do mesmo tipo para sua alternativa não concebida. Essas particularidades são importantes aqui.

O que é uma novidade para uma teoria vigente não o seria para uma alternativa não considerada. Além disso, as meras explicações que constituem ganho cognitivo, sem ganho epistêmico, podem ter outro status no registro de uma alternativa não concebida. As articulações iniciais da mecânica newtoniana não explicavam o fato de que os planetas giram em uma mesma direção e são aproximadamente coplanares, algo que a teoria dos vórtices de Descartes assimilava bem; apenas com Laplace esse resultado foi obtido dentro da teoria newtoniana. Esses dois casos são suficientes para

mostrar que a Formulação 1 da nova subdeterminação não se põe, ou seja, aquilo que apoia uma teoria vigente nem sempre apoia da mesma maneira as suas alternativas não concebidas.

Ademais, há a dificuldade gerada pelas perdas de problemas resolvidos. Esses casos indicam que nem tudo que apoiava a teoria vigente apoia uma alternativa não concebida, o que compromete a indução usada em favor da Formulação 2. Além da teoria dos vórtices e a teoria do flogisto, exemplos já mencionados, outro caso interessante é apresentado pela geologia de Lyell e de seus predecessores. Conta-nos Laudan:

Antes de Hutton e Lyell, as teorias geológicas estavam preocupadas com uma ampla gama de problemas empíricos, dentre eles: como os depósitos aquosos se consolidam em rochas, como a Terra se originou da matéria celeste e adquiriu lentamente sua forma atual, quando e onde as várias plantas e as formas de animais se originaram, como a Terra mantém seu calor, as origens subterrâneas dos vulcões e fontes termais, além de como e quando várias veias minerais se formaram. Soluções, de vários graus de adequação, foram oferecidas a cada um desses problemas no século XVIII. O sistema de Lyell, aceito por muitos geólogos em meados do século XIX, não ofereceu nenhuma explicação para nenhum dos problemas citados acima (LAUDAN, 1996b, p. 118).

Como Stanford conseguiria defender a tese da nova subdeterminação em situações similares a essa, considerando as perdas de problemas resolvidos?

Por outro lado, caso os contextos históricos não sejam considerados, as formulações deverão conceder que as evidências devem ser tratadas de maneira homogênea, sem distinção. Aparentemente, Stanford está comprometido com essa visão.

Nesse cenário descontextualizado, os casos das novas subdeterminações, dentro das séries históricas, ficam preservados, exceto quando houver perdas de problemas. Para que isso não seja uma dificuldade, reduzir os tipos de apoio empírico, distinguidos anteriormente, a apenas uma forma é uma estratégia. Encontramos isso em Laudan (1990, 1996a) e Laudan e Leplin (1996). Ambos consideraram que o apoio empírico se dá apenas quando a teoria se arrisca, ou seja, quando passa por teste.

Stanford reconhece esse aspecto da concepção de Laudan e Leplin e, além de aceitar a distinção entre garantia evidencial e outras relações entre teoria e evidência, ele entende que ambos oferecem uma “concepção intuitiva e fortemente epistêmica de confirmação” (Stanford, 2006, p. 21). Para Stanford,

esta [concepção] é precisamente a concepção intuitiva de garantia evidencial sobre a qual a afirmação central da nova indução, segundo a qual a evidência usada para apoiar teorias anteriores fornece apoio igualmente compelente

para as alternativas não concebidas naquele momento, parece mais plausível e convincente (STANFORD, 2006, p. 21).

Stanford tem em vista a menção que Laudan e Leplin fazem da concepção presente em Ptolomeu, Newton e Mach, a saber: a ideia de que uma teoria é epistemologicamente responsável por explicar “fatos salientes”.

Laudan e Leplin, de fato, mencionam que, antes da guinada semântica dos empiristas lógicos no tratamento de questões relativas à ciência, Mach, Newton e Ptolomeu foram alguns dos que tendiam a uma abordagem epistêmica da confirmação científica. Além disso, ambos se declaram alinhados a uma abordagem epistêmica, enquanto contraposta a um tratamento semântico da confirmação científica, argumentando acerca da impropriedade de considerar que os enunciados que se verificam dentre aqueles que são deduzidos de uma teoria circunscreve o domínio das instâncias confirmadoras de uma teoria. Contudo, embora defendam uma perspectiva epistêmica da confirmação, Laudan e Leplin não afirmam que seguem a tese de que “existe um leque de problemas para o qual qualquer teoria de um campo particular [é] epistemicamente responsável”, tal como Stanford sugere.

Nesse sentido, deve-se compreender a posição de Stanford, quanto à confirmação científica, como a que se alinha à perspectiva de Mach, Newton e Ptolomeu no que tange à existência de um conjunto de fenômenos que merecem explicação. A partir desse ponto de vista, os testes e avaliações das teorias seriam realizados considerando quão bem-sucedidas essas teorias são no tratamento desses fenômenos.

Com essa perspectiva epistêmica de confirmação científica, de fato, Stanford se protege de críticas que destacam as perdas de problemas anteriormente resolvidos: “uma teoria não precisa explicar tudo que uma rival explica a fim de ser tão bem apoiada pela totalidade da evidência disponível” (STANFORD, 2006, p. 21-22). Contudo, há perdas que estão no escopo dos problemas considerados importantes. A existência desses casos fica evidente com a perda de explicação gerada pela passagem da teoria do flogisto para a teoria do oxigênio.

Não tomo como exemplo a ideia, amplamente aludida na literatura, segundo a qual o flogisto explicava por que os metais eram mais semelhantes entre si do que os seus minerais (DOPPELT, 1978). Isso porque se trata de um ponto questionável (KITCHER, 1993, p. 276). Menciono, com base em Kitcher (1993), a consideração do próprio Lavoisier, em “*Réflexions sur le phlogistique*” (1983), segundo a qual a teoria do flogisto poderia contribuir para uma explicação qualitativa das cores e paladares, levando em conta a ausência ou presença de flogisto, e que não havia uma alternativa coerente para esse ganho epistêmico (KITCHER, 1993, p. 276).

Ora, se esse tipo de perda de explicação se apresentar de maneira recorrente na história da ciência, deverá ocorrer uma reformulação da nova subdeterminação, ainda que a noção de apoio empírico seja epistêmica. Será preciso eliminar esses casos por meio

de alguma restrição. Contudo, fazer isso, estabelecendo retrospectivamente um núcleo de problemas que a tradição científica deveria dar conta, poderá plausivelmente ser interpretada como uma hipótese *ad hoc* que tem em vista manter, de maneira arbitrária, a nova subdeterminação.

4 Considerações finais

O problema das alternativas não concebidas é engenhoso. Os teóricos, como é notório, padecem da limitação de não terem o ponto de vista de todas as alternativas sérias, ao aplicarem inferências eliminativas. A nova subdeterminação *parece* desafiadora para um realista que defende a tese da convergência para a verdade, à medida que traz consigo a concepção de que há, dentro de um mesmo campo de estudo, diversas sequências históricas possíveis e que outros caminhos poderiam ter sido seguidos de modo empiricamente satisfatório, não havendo qualquer indicação de que esses diversos caminhos convergiriam para o mesmo ponto.⁴

Contudo, a nova subdeterminação que poderia decorrer do problema das alternativas não concebidas, com o uso da nova indução, possui dificuldades relevantes. Em primeiro lugar, as supostas novas subdeterminações que serviriam como base da indução não podem ser estabelecidas, quando são considerados os contextos históricos da teoria-parâmetro e das suas alternativas não concebidas. Por outro lado, o artifício de desconsiderar os contextos históricos em que as teorias foram selecionadas depende de uma visão de confirmação científica que restringe tanto o que deve ser considerado apoio empírico que, de maneira prospectiva, a nova subdeterminação tende a perder a sua força crítica: o escopo de problemas que julgarão os méritos epistêmicos das teorias de um mesmo campo de estudo não tenderá a aumentar, porque já foi estabelecido. Ao contrário, esse escopo tenderá a diminuir para que as legítimas perdas de problemas não afetem a nova subdeterminação.

Embora seja plausível uma perspectiva epistêmica da confirmação científica, entendo que existem diferentes tipos de apoio que uma evidência oferece a uma teoria e que, além disso, não é razoável estabelecer de antemão que existe um conjunto de fenômenos a serem salvos, para julgar os êxitos de todas as teorias de um mesmo campo de estudo. A concepção de que há um conjunto de problemas fixo que define o que se levará em conta na avaliação das teorias pode ser interessante para alinhar, ao longo da história, as teorias rivais, mas não para sustentar uma concepção relevante de subdeterminação que afete o realismo científico.

⁴ Agradeço o Professor Caetano Ernesto Plastino por suas generosas críticas e sugestões.

Referências Bibliográficas

DOPPELT, G. Kuhn's epistemological relativism: an interpretation and defense. *Inquiry*, v. 21, p. 33-86, 1978.

KITCHER, P. *The advancement of science: science without legend, objectivity without illusions*. New York: Oxford University Press, 1993.

LAUDAN, L. A Confutation of Convergent Realism, *Philosophy of Science*, v. 48, p. 19-49, 1981.

LAUDAN, L. *Science and values: the aims of science and their role in scientific debate*. Berkeley: University of California Press, 1984.

LAUDAN, L. *Science and relativism: some key controversies in the philosophy of science*. Chicago: University of Chicago Press, 1990.

LAUDAN, L. Demystifying underdetermination. IN: LAUDAN, L. *Beyond positivism and relativism: theory, method and evidence*. Colorado, Westview Press, 1996a, p. 29-54.

LAUDAN, L. Reconciling progress and loss. IN: LAUDAN, L. *Beyond positivism and relativism: theory, method and evidence*. Colorado, Westview Press, 1996b, p. 113-122.

LAUDAN, L.; LEPLIN, J. Empirical equivalence and underdetermination. IN: LAUDAN, L. *Beyond positivism and relativism: theory, method and evidence*. Colorado, Westview Press, 1996, p. 55-73.

LEPLIN, J. Realism. IN: SARKAR, Sahotra; PFEIFER, Jessica (eds.) *The philosophy of science: an encyclopedia*. New York: Routledge, 2006, p. 686-696.

POINCARÉ, H. *Science and hypothesis*. New York: The Walter Scott Publishing, 1905.

STANFORD, P. K. *Exceeding our grasp: science, history, and the problem of unconceived alternatives*. Oxford, New York: Oxford University Press, 2006.

AS TESES DE HACKING E CHANG EM FAVOR DO REALISMO: UMA BREVE INTRODUÇÃO

Rafael de Oliveira Lattanzi Vaz
Inmetro
Antonio Augusto Passos Videira
Departamento de Filosofia/UERJ*

Introdução

O conceito de “real” é central para a História do Conhecimento. No caso da Filosofia e da História das Ciências e da Tecnologia, posicionar-se quanto à “verdade” dos enunciados científicos reflete-se no modo como certos objetivos e valores epistêmicos (justificação, sistematização, poder preditivo, elegância, confiabilidade, reprodutibilidade etc.) darão forma e conteúdo ao conhecimento produzido e disseminado.

As defesas do realismo científico ou de sua tese contrária, o antirrealismo, fortalecem ou abrandam a função ontológica e epistêmica da “verdade” como objetivo da atividade científica e do “real” como intuível *a priori* ou explicável “tal qual se faz”¹ *a posteriori*. O intuito da presente exposição não é versar sobre a querela entre realistas e antirrealistas, mas, antes, descrever duas ponderações sobre o realismo a partir das contribuições dos filósofos da ciência Ian Hacking e Hasok Chang.

Uma característica imprescindível das obras de Hacking e Chang diz respeito à ênfase na prática experimental como unidade de análise da ciência. A tendência ganhou vigor notadamente a partir dos anos 1980. Seu aspecto mais contundente é descrito de maneira

* O autor agradece os financiamentos do Programa Prociência (UERJ/FAPERJ) e do CNPq por meio de uma bolsa de produtividade (30495/2014-5).

¹ Termo extraído do título da coletânea organizada pelo filósofo português Fernando Gil com textos de Peter Galison, Simon Schaffer e outros filósofos e historiadores da ciência. Cf. GIL, 1999.

sucinta na Introdução de *A Filosofia da Ciência – Uma Enciclopédia*, editada pelos filósofos Sahotra Sarkar e Jessica Pfeifer e publicada em 2006:

A experimentação parece afetar as relações evidenciais que os empiristas estavam interessados em formalizar. Se os resultados experimentais são uma boa evidência a favor ou contra uma hipótese depende de como os resultados são produzidos – se os dados são produzidos de forma confiável ou um mero artefato do procedimento experimental. Além disso, essa confiabilidade geralmente vem em graus, afetando o grau em que os dados confirmam ou negam uma hipótese. (...) o modo como os dados são produzidos afeta quais tipos de inferências podem ser extraídas dos dados e como podem ser esboçadas. (...) Outra questão fundamental é se e quais papéis epistêmicos os experimentos podem desempenhar (...) eles são supostamente usados no teste de teorias, na obtenção de evidências para a existência de entidades referidas por nossas teorias (...) na criação (e assim descoberta) de novos fenômenos, na articulação de teorias, no desenvolvimento de novas teorias, em permitir que os cientistas “observem” fenômenos de outra maneira inobserváveis (...) e no desenvolvimento e refinamento de tecnologias. Se os experimentos podem servir de forma confiável a tais funções epistêmicas tem sido questionado de várias maneiras. (SARKAR; PFEIFER, 2006, p. xvii. Grifo e tradução nossos)

Na seção 1, apresentaremos a contribuição do filósofo canadense Ian Hacking para o tratamento do realismo científico a partir da “virada experimental”. A seu ver, questionar a autovalidação da ciência por critérios aplicáveis às teorias relega o experimento ao segundo plano da atividade científica. Após destacar o espectro geral de como “provoca” os temas da agenda tradicional da Filosofia da Ciência, comentaremos sua famosa afirmação de que os experimentos têm “vida própria” e implicações sobre como “ciência” e “real” interagem.

O filósofo e historiador sul coreano Hasok Chang destaca-se como defensor da integração entre Filosofia e Historiografia das Ciências. Discutiremos, na seção 2, como intenciona restaurar o papel das teorias no fazer da ciência de forma a abrir espaço às humanidades como necessárias ao entendimento das práticas científicas. A maior integração possível entre teoria e experimento refletirá uma espécie de “simbiose” sem a qual o progresso e o pluralismo da ciência não seriam comunicáveis, nem possíveis.

1 O “realismo de entidades” de Ian Hacking

O filósofo Ian Hacking, professor emérito na Universidade de Toronto, dedicou seus trabalhos iniciais ao estudo das probabilidades e processos de inferência na Estatística. Ao longo da sua carreira, conjecturou em que dimensão o intercalar da História e da

Filosofia atua sobre a articulação de conceitos, estilos de raciocínio e demais concepções sobre os objetos do mundo. Comentaremos brevemente esta última asserção tendo em vista sua importância para situar o desenvolvimento do quadro conceitual proposto na obra de Hacking.

As interseções entre as variadas ciências e tecnologias tornaram-se indutoras de configurações e reconfigurações das práticas, instituições, formações de recursos humanos e valores atuantes no bojo das comunidades científicas. Destarte, Hacking ilustra o efeito do experimentalismo a partir da noção de “estilos de raciocínio”, influenciado pelo historiador da ciência australiano Alistair Cameron Crombie (1915-1996). O uso do termo “estilo”, Hacking esclarece, tem por finalidade assinalar o potencial de “novos padrões de raciocínio [e] novos critérios para o que é verdadeiro ou falso” numa visão pluralista sobre a ciência (HACKING, 1996, p. 67). A *ciência experimental* é aquele estilo de raciocínio segundo o qual instrumentos científicos são construídos e refinados para “isolar e purificar fenômenos existentes e novos” (HACKING, 1996, p. 65).

Os estilos de raciocínio são considerados “autojustificáveis”, uma vez que reúnem novas classes de entidades e fenômenos, ajustes mútuos entre teorias, leis e aparatos experimentais, obtenção e análise de dados, valores e objetivos epistêmicos, dentre outros aspectos catalisadores de sua efetividade. Hacking depõe contra a existência de critérios de exclusividade entre estilos de maneira a evitar uma “concepção absoluta da realidade” (HACKING, 1996, p. 73-4). Em vez disso, desenvolverá, ao longo de sua extensa obra, uma “ontologia histórica” em que conhecimento, poder e ética se inter-relacionam para, a partir da historicidade dos objetos, narrar como “coisas, classificações, ideias, tipos de pessoas, pessoas, instituições” surgem até figurarem em investigações científicas, e não a partir delas.

Serei questionado: mas sua ontologia histórica não é apenas história? (...) Estou engajado em uma análise conceitual histórica (...) concebida como a análise de palavras em suas localidades. (...) Além disso, a minha preocupação tem sido com a forma como os *nostros* problemas filosóficos se tornam possíveis, porque defendo que precisamos entender isso para lidar com eles. (...) [A] ontologia histórica mostraria como entender, atuar e resolver os problemas atuais, mesmo quando, ao fazê-lo, geraram novos (...). Conceitos têm seu ser em locais históricos. As relações lógicas entre eles foram formadas no tempo, e não podem ser percebidas corretamente a menos que suas dimensões temporais sejam mantidas em vista (HACKING, 2002, p. 24-5. Grifo do autor.)

Essa posição é um desdobramento iniciado ainda em *Representar e Intervir*, publicado em 1983. Resultado de um curso introdutório aos principais temas da Filosofia da Ciência, Hacking indica, no Prefácio de *Representar*, o uso do termo “introdutório” como provocativo, e não meramente expositivo. Justamente com vistas a reduzir entraves

conservadores ao âmbito da produção e disseminação do conhecimento científico, apresenta, em termos gerais, como as ciências se desenvolvem a partir de uma nova dinâmica entre aspectos representacionais (formais e teóricos) e intervenientes (empíricos e experimentais).

1.1 Realismo de Entidades

Hacking defende o abandono da posição segundo a qual à ciência cabe a tarefa de representar o real. Em outras palavras, tradicionalmente, a teoria estabelece uma relação ontológica, causal e de correspondência entre o que preveem os enunciados científicos e a natureza, de maneira que entes teóricos (tais como átomos, moléculas etc.) são tratados como mais do que ficções úteis ou instrumentos funcionais das ciências (HACKING, 1983, p. 29-30). O *realismo de teorias* não é necessariamente falso, mas objeto de controvérsias, porque seus relatos estabelecem uma independência (e verticalidade hierárquica) em relação à atividade experimental. Nesses termos, o caráter de simplicidade das leis científicas, o espectro sistematizador dos conceitos, orientações interpretativas para a realização de experimentos e a capacidade de previsão dos resultados esperados representariam critérios suficientes tanto para confirmar quanto refutar as hipóteses, conjeturas ou vocabulários definidos para dotar enunciados científicos da chancela de “real”.

Em *Representar e Intervir, acertos e erros* são rotas impremeditadas para novas descobertas, eliminando, assim, a falsa distinção entre “ação e pensamento”. Em suas palavras, não somente esse modo de encarar o realismo leva a uma “rota sem saída”, como não “convida a um senso saudável de realidade” (HACKING, 1983, p. 130). Um estudo de caso histórico amplamente explorado ao longo dos capítulos diz respeito à medição da carga elétrica (o elétron) em gotas de óleo pelo físico Robert Andrews Milikan (1868-1953) em 1908. Hacking narra que em 1977, com base no princípio de que Milikan fora experimentalmente bem-sucedido, o físico norte-americano William Fairbank (1917-1989) e seus orientandos Arthur Hebard e George LaRue, utilizaram esferas de nióbio para verificar se *quarks* possuem carga fracionada².

O exame da “produção do elétron” discorre sobre como experimentos projetados no início do século XX contribuíram para que certas entidades antes pressupostas como respostas conceituais a desafios científicos tornaram-se “reais”. A discussão subsidiou a formulação de seu *realismo de entidades* na medida em que objetiva eliminar a cardinalidade teoria-experimento ao propor que entes ou eventos não “existem” como produto final de uma teorização bem articulada (HACKING, 1983, p. 22-4). Outrossim,

² *Grosso modo*, o Modelo Padrão hoje adotado pela física de partículas sistematiza que, se fissurados, prótons e neutros são formados de partículas elementares, os quarks e os léptons. Em princípio, quarks não seriam experimentalmente observáveis isoladamente, mas “confinados entre si” e com cargas elétricas combinadas. Físicos ainda investigam a possibilidade de quarks com cargas fracionadas, ou, em outras palavras, isolados. Para maiores informações, sugerimos a leitura de PEACOCK (2008), listado nas Referências.

a natureza da intervenção não se esgota na produção de resultados experimentais necessários à verificação ou refutação dos enunciados teóricos. Ao contrário: os resultados da manipulação coordenada de ferramentas, utilizando-nos de um jogo de palavras, caracterizam o *real* como o que pode ser *realizado* (HACKING, 1983, p. 131).

A tensão entre os realismos de teorias e de entidades revela a insistência no encadeamento necessário entre teoria e experimento. Porém, a pesquisa científica se desdobra em práticas qualitativas e quantitativas, sem restringir-se a fundamentos consolidados no âmbito da comunidade científica. O resultado bem sucedido de um experimento quantitativo (ou de uma medição) não precisa representar uma sofisticação da concordância entre a teoria e a observação. Do contrário, evidenciaria debilidades daquela teoria em curso. Hacking aceita esse desenlace, expandindo a noção de *erro* para além da falha do cientista experimental. Previsões teóricas não estão assinaladas pela comunidade científica com base no pressuposto de que a teoria em voga representa uma “concordância implícita entre a teoria e o mundo” (KUHN, 1977 [1961], p. 192-3).

1.2 A vida própria do experimento

Teorias científicas, *tout court*, são problemáticas porque, ao tomarem o lugar do “real”, não podem evitar que novos sistemas representem a natureza. Essa herança especialmente Kuhniana de entender ciência implica que cada “nova realidade” delineada pela ciência normal em seu paradigma vigente, de certa maneira, não oferece subsídios para um realismo forte para teorias (HACKING, 1983, p. 139). Sendo o real, através de um processo de crise, reconfigurado para um novo estado de coisas, problemas da ordem do relativismo, ou mesmo do antirrealismo, fortalecem perspectivas cada vez menos *reais* sobre as teorias e suas representações. Ao “reconfigurarem” o real a cada mudança paradigmática, novos cenários fraturam a cumulatividade do avanço do conhecimento. Esse rompimento com a tradição não seria problemático se teorias científicas não se arrogassem representações do lugar do real. Do contrário, as unidades de diálogo permanecem o ente e o fenômeno, e eles se antecipam às teorias, ou cientistas sequer saberiam o que fazer com eles.

Ao romper com o realismo de teorias, Hacking não restringe a produção de evidências experimentais ao papel de reforçar ou enfraquecer o desenvolvimento de novas teorias, leis ou modelos — e esse é um ponto sensível. A pluralidade de investigações não resume a ciência a uma, mas a diversas “intervenções” possíveis entre prática científica e natureza. O foco do realismo de entidades é fazer do experimento uma via legítima para proporcionar à ciência práticas ativas na produção e disseminação do conhecimento.

Logo, situações em que provocamos efeitos e fenômenos pela manipulação experimental das entidades atuam como ferramentas na produção do conhecimento, constituindo-se em “peças centrais da teoria” (HACKING, 1983, p. 220). A mudança parte da visão de que o experimento é uma prática “dotada de vida própria” (HAC-

KING, 1983, p. 150). Nesse contexto, Hacking estabelece a horizontalidade necessária ao diálogo plural entre o quadro conceitual e os aspectos materiais da ciência:

De maneira mais geral, minha ideia era que os debates padrão sobre realismo científico eram sempre indecisivos porque eram conduzidos no nível da teoria e, frequentemente, no da semântica. (...) As controvérsias prolongavam-se exaustivamente, como se apenas olhássemos e falássemos, e nunca fizéssemos nada nas ciências (HACKING, Introdução à Edição Brasileira, 2012, p. 41).

2 O “realismo científico ativo” de Hasok Chang

Hasok Chang, ocupante da cátedra Hans Rausing de Filosofia e História da Ciência na Universidade de Cambridge, endereça argumentos ligeiramente próximos aos de Hacking no que tange à questão do realismo científico. De início, não vê no realismo uma tese descritiva, mas uma “afirmação sobre os objetivos da ciência”³ de maneira a justificar uma atitude para com a “realidade”: utilizar dos melhores meios à disposição para aprender o máximo sobre ela (CHANG, 2018, p. 31). Segundo avalia, contrapor-se ao questionamento sobre a efetividade da ciência ilustra um grau de dogmatismo na esfera de práticas cada vez mais especializadas.

O roteiro argumentativo de Chang tem início na intrincada relação entre resultados experimentais e evidências teóricas. A finalidade do *realismo científico ativo* é tanto identificar as “boas normas” que atuam na ciência quanto observar como “articulam, defendem e desenvolvem-nas para práticas futuras” (CHANG, 2004, p. 228). A ênfase nas condições presentes e futuras revela uma proposta filosófica ocupada dos aspectos descritivos e normativos das ciências de modo a superar fatores limitantes ao progresso do conhecimento sem privilegiar a relevância de um ou outro elemento, atividade ou valor epistêmico (CHANG, 2012, p. 205).

A crítica tem por alvo o que chama de “monopólio de uma teoria sobre outras” (CHANG, 2012, p. 18), um pressuposto da Filosofia da Ciência tradicional que ganhou força com a publicação de *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn. Reconhecer a importância da análise socializada e historicizada da atividade científica, Chang prossegue, não deve blindá-la de criticismo, nem desacreditar práticas realizadas fora da matriz paradigmática em virtude dos fundamentos e convenções da ciência normal (CHANG, 2004, p. 236).

Ecoando discretamente o filósofo austríaco Karl Popper (1902-1994), recuar frente à abertura da ciência especializada a outras abordagens é “um perigo para a ciência e, na verdade, à nossa civilização” (POPPER *apud* CHANG, 2004, p. 237). A valorização de

³ Tal qual o filósofo Bas Van Fraassen em *A Imagem Científica*, publicado em 1980. Cf. CHANG, 2004, p. 227.

alto grau de testabilidade, conforme defendido por Popper, não assegura que resultados experimentais validem a teoria na qual se baseiam, mas coloca o cientista frente a elementos e ferramentas diversos àqueles da prática convencional (CHANG, 2004, p. 82-95). A diferença entre o racionalismo crítico de Popper e o realismo ativo de Chang está no fato de que ao cientista não bastam novas conjecturas, nem recair no dilema entre abdicar de um elemento não convencional à disposição ou permanecer restrito a uma estrutura teórica. O aviso de Popper, de certa forma, também se lhe aplicaria, adverte Chang, pois o pluralismo, e não o dogmatismo, deve incentivar o cientista. Esse tópico será discutido adiante, na seção 2.2.

2.1 Ciência complementar

Em linhas gerais, Chang defende a integração entre a História da Ciência e a Filosofia da Ciência com a finalidade de harmonizá-las em uma “ciência complementar”. Seu primeiro livro, *Inventando a Temperatura*, publicado em 2004, em suas palavras, é uma “demonstração” dessa metodologia (CHANG, 2004, p. 05). O âmago da ciência complementar é produzir “conhecimento científico” em âmbitos nos quais as ciências naturais não prosperaram: o reconhecimento das circunstâncias históricas ou filosóficas responsáveis pela adoção ou rejeição de determinados postulados científicos. A ciência complementar se estende sobre a Epistemologia e a História das Ciências, mas evita considerar a prevalência de quaisquer fatores internos ou externos à prática científica como *explanans* primitivos da produção e disseminação do conhecimento. A finalidade é levar a efeito uma produção intelectual capaz de apresentar reflexões válidas sobre a atividade científica profissional tanto para especialistas quanto não especialistas.

Nesses termos, Chang justifica a função mediadora, intelectual e política da ciência complementar, ausente na rotina da “ciência especializada”. Segundo esclarece, muitos fundamentos ou instrumentos são necessários à consecução da atividade científica. Por conseguinte, alguns deles não podem figurar como objetos heterodoxos ou controversos sob o risco de abalar a estabilidade do conhecimento atinente a uma dada comunidade. Em outras palavras, seus limites circunscrevem suas capacidades. O consenso e a convenção, nesses casos, são mais que arbitrariedades: definem urgências e prioridades necessárias ao melhor emprego dos “recursos materiais e intelectuais” à disposição (2004, p. 236-7).

A prática da ciência complementar não interfere, mas interage com a “ciência especializada” ao fortalecer virtudes epistêmicas (tais como coerência, comparabilidade, autocorreção ou confiabilidade) úteis na identificação dos propósitos orientadores da prática científica sem comprometer sua autonomia epistemológica. Por isso, ao tratar da relação entre as noções de “tradição”, “progresso” e “pluralismo”, sustenta não haver uma direção manifesta pela qual a existência de um sistema ou teoria se desenvolverá.

2.2 Iteração epistêmica

Inventando a Temperatura re-examina o desenvolvimento histórico da “termometria” (área ocupada da medição e padronização da grandeza temperatura) no período compreendido entre os séculos XV e XX. Ao longo da investigação, procura evitar a associação da noção de “progresso” àquelas de “cumulatividade” ou “incomensurabilidade”. Segundo Chang, há um “círculo vicioso” em que hipóteses são testadas com base nas mesmas hipóteses ou leis científicas a serem testadas. Um importante recurso para entender essa perspectiva é retornar ao artigo *Circularidade e confiabilidade nas medições*, de 1995, no qual coloca em questão como podemos testar e justificar experimentalmente leis e teorias científicas se os padrões e instrumentos utilizados dependem da explicação oferecida por essas mesmas leis e teorias. O “problema da medição nômica” (Chang, 1995, p. 153), conforme denominou, afirma que a circularidade do enunciado é um vício epistêmico se partirmos da premissa de que há critérios absolutos para avaliar um método ou padrão de medição.

A existência de pontos de convergência entre resultados de diferentes experimentos denota que os valores necessários à justificação do conhecimento científico e de seu poder explanatório não são incondicionais, mas provisionais à construção de um “fundamento mútuo” (CHANG, 1995, p. 163-5). Com efeito, o argumento da mutualidade torna-se um princípio que repercutirá no processo denominado “iteração epistêmica”. O emprego do conceito matemático de “iteração” visa demonstrar que a opção pelo sistema de conhecimento não é garantia de sua correção *a priori*, mas que à medida que novas investigações prosseguem, o sistema se aperfeiçoa, ou mesmo corrige o original, dado que enseja a manifestação de virtudes epistêmicas (CHANG, 2004, p. 220):

A iteração possibilita dois modos de progresso: *refinamento*, no qual o sistema inicialmente afirmado não é negado, mas refinado, resultando no aprimoramento de algumas de suas virtudes epistêmicas; e *autocorreção*, segundo a qual o sistema inicialmente corroborado é realmente alterado em seu conteúdo como resultado de uma investigação baseada no próprio sistema. Enriquecimento e autocorreção com frequência ocorrem simultaneamente em um processo iterativo (CHANG, 2004, p. 228, grifos e tradução nossos).

A iteração epistêmica “justifica retrospectivamente trajetórias bem sucedidas de desenvolvimento na ciência”: onde antes se poderia retratar circularidade, Chang vê refinamento. (CHANG, 2004, p. 06). Duas importantes dinâmicas motivam essa abordagem: o “princípio do respeito” e o “imperativo do progresso” (CHANG, 2004, p. 226). O princípio do respeito não determina o sistema de prática do qual um curso investigativo deve partir. A ausência de bases inquestionáveis sobre as quais erigir o empreendimento científico afasta o realismo ativo de uma posição estritamente fundacionista.

Chang resgata o coerentismo como uma dinâmica de formação de conceitos e avanço do conhecimento porque muitos dos critérios importantes à justificação (mas que não se restringem a ela) dependem de argumentos como aquele do fundamento mútuo. Pluralismo coexiste com tradição porque o princípio do imperativo do progresso não confina o cientista a uma linha de pesquisa, desde que cada tradição seja avaliada pelos seus resultados no fortalecimento de certas virtudes epistêmicas. “Comparabilidade” e “reprodutibilidade”, por exemplo, dependem da convergência entre os resultados de diferentes medições. Portanto, uma abordagem pluralista ao realismo não deve tratar do fundacionismo e do coerentismo como posições mutuamente exclusivas e dedicadas à estrita justificação do conhecimento científico (CHANG, 2004, p. 231-3).

Duas modalidades de progresso decorrem desses princípios: “refinamento” e “autocorreção”. O refinamento⁴ não nega de pronto a totalidade do quadro sistemático de uma investigação científica, incluindo seus resultados, fracassos e consequências para certas virtudes epistêmicas. A autocorreção, por sua vez, afirma que certas controvérsias na imagem retratada por uma pesquisa não afetam no todo a sua qualidade, permitindo que distorções sejam pontualmente retificadas (CHANG, p. 229-230). Embora com frequência ocorram em paralelo, ambas são singularmente importantes para entender porque julgar o progresso científico não depende da noção de “verdade” como critério.

O “princípio da serendipidade⁵”, é importante enfatizar, atua como outro forte argumento a favor da iteração epistêmica. Nos casos em que há lacunas teóricas de entendimento ou consenso entre cientistas, a presença de “circunstâncias materiais identificáveis” confere robustez a decisões tomadas no âmbito de sistemas de conhecimento diferentes, e não “débeis fatores aleatórios” (CHANG, 2004, p. 50). A escolha pelo termo “serendipidade”, explica Chang, diz respeito ao fato de que dadas as variações imprevistas na natureza, determinadas ações serão tomadas para conferir estabilidade às asserções científicas, ainda que sustentadas na intercorrência de descobertas “impremeditadas”.

O fato de que sistemas de conhecimento atraem objetos, eventos ou fenômenos de outros sistemas de conhecimento significa que aquele inicialmente adotado oferece um curso investigativo por ser considerado coerente internamente e externamente. Portanto, é equivocado acreditar que a relação entre progresso e capacidade de autocorreção ilustre um percurso sem hierarquia. Enfatizar o coerentismo como uma corrente filosófica sobre “progresso” inverte a lógica anterior, que priorizava a justificação do conjunto de conhecimentos adotado para sustentá-lo (CHANG, 2004, p. 224).

⁴ Chang utiliza a palavra “enrichment”, que pode ser traduzida como “enriquecimento”. Optamos pelo uso da palavra “refinamento” para evitar a associação entre progresso e cumulatividade de resultados empíricos, uma noção rejeitada pelo autor. (N.T.)

⁵ Anglicismo do termo “serendipity”. De acordo com a literatura em filosofia e sociologia da ciência, o termo expressa resultados ou eventos inesperados cujos pressupostos teóricos não apresentam explicação ou justificação baseada em certas virtudes epistêmicas tradicionais, como “capacidade de previsão”. Cf. ROSENMAN, 2001; MERTON, 2004.

2.3 Pluralismo e sistemas de prática

Chang defende mais detalhadamente sua proposta realista no segundo livro, *A água é H₂O?*, publicado em 2012. A obra trata do percurso histórico e das implicações filosóficas por detrás da ideia de que a água, antes considerada um elemento, chega ao consenso atual de composto químico representado pela fórmula H₂O. Segundo narra, esse percurso epistemológico é significativo para entender não somente a Filosofia e História da Química, permeadas por decisões contingentes, mas também para, contrariamente ao ponto de vista da Filosofia da Ciência tradicional, descartar o *relativismo*. Para ele é fundamental defender a ciência como uma atividade realista, progressiva e confiável, dado o pluralismo ser necessário aos princípios de refinamento e autocorreção do conhecimento: a diversidade epistêmica melhor retrata a prática científica, não o relativismo.

O avanço da ciência é uma dinâmica cumulativa e conservativa: ainda que incensuráveis, seus elementos ultrapassam os limites do respectivo sistema de prática, mantendo-os vivos e dialógicos. À primeira vista, a incomensurabilidade parece retomar uma perspectiva relativista, porém, o progresso da ciência é relativo ao acúmulo de sistemas de prática buscando formas de convergência, e não do monopólio de um “paradigma”, conforme a nomenclatura Kuhniana (CHANG, 2012, p. 218). Nos termos de Chang, “o uso da coerência (...) guia para um processo dinâmico de formação de conceitos e edificação de conhecimento, em vez de estrita justificação” (CHANG, 2004, p. 156).

O realismo científico ativo ou, simplesmente, realismo ativo (CHANG, 2012, p. 203) não propõe definir que o conhecimento científico corresponde objetivamente à realidade. O conjunto de atividades epistêmicas de um *sistema de prática* (descrever, hipotetizar, estabelecer previsões, medir, conduzir experimentos, formalizar modelos etc.) constituem *operações* de produção ou aprimoramento do conhecimento (CHANG, 2012, p. 16). Com efeito, o realismo ativo não cercearia, mas expandiria os trajetos investigativos até perceber pontos de convergência, ampliando a pluralidade de modos de investigação.

Três correntes de pensamento influenciam o realismo científico ativo: a diversidade de posições *realistas e antirrealistas*; o *operacionalismo*, conforme discutido a partir da obra do físico Percy Williams Bridgman; e o *pragmatismo*, como afirmação de “enraizar o conhecimento na prática, na atividade” (Chang, 2012, p. 196). Os três pressupostos apontam para a perspectiva de que a ciência é formada por um conjunto de “sistemas de prática”, cujos conceitos devem ser *operacionalizáveis*, de forma a permitir que sejam utilizáveis em cenários distintos (Chang, 2012, p. 197).

Em certo sentido, a ciência só pode ser realista na medida em que é uma atitude para com a realidade na esfera de ação de um sistema de prática. Nos termos de Chang, o uso da expressão “sistema de prática” viabiliza sua proposta de dissociar “conhecimento” do

ideal de “crença verdadeira justificada” e conjugá-la à noção de “habilidade”. Esta, por sua vez, alinha-se ao “representar e intervir” de Hacking: a habilidade não se restringe à análise formal e sistemática entre modelos, leis ou teorias, mas na coordenação entre ações, conceitos e outras unidades de análise epistêmica para levar a efeito resultados confiáveis (CHANG, 2012, p. 215).

O papel da habilidade é fundamental para superar a “resistência da natureza”. A expressão remete ao pragmatismo do filósofo norte-americano John Dewey (1859-1952) e à Filosofia analítica do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein (CHANG, 2012, p. 216). A preocupação de Chang é dar sentido à ideia de “realidade” como algo externo à mente e inusitadamente não arbitrário: a constância e a imprevisível inconstância de um fenômeno caminham juntas. Ainda que paradoxal à primeira vista, enfatiza-se o mundo natural como inefável, pois sua constância depende de que algo não se desvie do padrão de comportamento observado, nutrindo a ciência pelo “erro” ou “incerteza” (CHANG, 2012, p. 216).

Habilidades constituem-se de critérios de avaliação dentro de um espectro, porque incorporam o intervalo de circunstâncias e interferências da investigação, e não somente a frequência de “sucesso”. A habilidade é uma instância ativa de se expor à realidade com o propósito de obter conhecimento por meios de condições efetivas de investigação, e não orientadas por objetivos epistêmicos e ontológicos últimos (CHANG, p. 217). Por esse motivo, Chang destaca que a pluralidade de sistemas de prática, ao oferecer “múltiplos ângulos para observar a realidade” (CHANG, 2012, p. 217), deve rejeitar o conceito de “verdade” como critério ou condição para avaliar o sucesso da ciência, já que dois sistemas de prática podem ser comparados em graus, não em termos absolutos.

Ao contemplar uma proposta normativa para estudar a ciência, pergunta-se qual é o ganho oferecido pela “verdade” em seu sentido tradicional, i.e., limitada ao contexto de um sistema de prática como exclusiva e determinante para excluir outros sistemas como falsos. Tal aceção fere o realismo ativo porque contraria um de seus princípios: maximizar o conhecimento por vias pluralistas (CHANG, 2012, p. 2017). O raciocínio considera central abdicarmos da noção de “verdade” como “crença justificada”, cuja validade das proposições se baseia em seu valor de verdade. Habilidades, por sua vez, constituem-se em graus de sucesso no desempenho de uma prática e da confiabilidade de seus resultados sem dependerem do “ônus da certeza” (CHANG, 2012, p. 216).

Chang defende que o realismo ativo revela múltiplos aspectos particulares da realidade. Nesse sentido, defende que empirismo e realismo convergem porque lidam com as qualidades processuais da investigação e não com a realização do objetivo da filosofia da ciência tradicional: a verdade última, necessária, suficiente e exclusiva de uma estrutura teórica sobre outras. Maximizar o sucesso do conhecimento, em última análise, se apoia na possibilidade de permitir a existência cumulativa de sistemas de prática em contextos que nos afastem de uma correlação entre sucesso e verdade:

A ligação sucesso-verdade é fundamentalmente suspeita. Estritamente falando, a questão do “sucesso” não se aplica a teorias, uma vez que teorias por si só não *fazem* nada; é o que *nós fazemos* com elas que deve ou não ser bem sucedido. Em outras palavras, o sucesso é um atributo que pertence aos *empregos* particulares de uma teoria; os empregos de uma teoria ocorrem através de atividades epistêmicas específicas; tais atividades compõem sistemas de prática. (CHANG, 2012, p. 233. Grifos do autor e tradução nossa.)

3 Conclusão

A ligeira aproximação entre as propostas de Hacking e Chang diz respeito ao local ocupado pelas teorias científicas na constituição do realismo. Hacking avalia teorias como um argumento limitado sobre a existência de certas entidades, tendo em vista a ausência de técnicas experimentais para manipulá-las. Ainda assim, o argumento experimental não é conclusivo, mas sobre a inadequação do antirrealismo frente ao realismo de entidades.

Chang, por sua vez, busca uma solução iterativa e normativa em que os sistemas de práticas desempenham o papel de operacionalizar a relação entre perspectivas teóricas e resultados experimentais. O esquema permitiria a asserções teóricas diferentes, uma vez que não se contradigam por inteiro, complementarem a evidência experimental do ente ou fenômeno investigado.

O realismo ativo, frisa, é uma reorientação da filosofia e historiografia das ciências. Seu ethos demanda humildade e tolerância como virtudes epistêmicas e entremeia saber e aprender como movimentos que levam a noção de ciência complementar esboçada em *Inventando a Temperatura* a um novo patamar (CHANG, 2012, p. 288). O pluralismo funda-se sobre a necessidade das abordagens científicas não serem mutuamente exclusivas. Também aqui convergem Hacking e Chang, com seus estilos de raciocínio e sistemas de prática, respectivamente.

Hacking e Chang, ao longo de suas obras, procuram harmonizar, de certo ponto de vista, uma compreensão diferente do realismo científico como unidade de análise do poder explicativo da ciência como atividade e empreendimento cultural humano. As soluções propostas sobre os papéis e os limites da agência humana em “conhecer o mundo tal qual ele é”, tendo como pano de fundo a dinâmica indeclinável entre as noções de “conhecimento” e “verdade”, descartam a verticalidade *top-down* entre teoria e experimento, fatores irreduzíveis entre si.

Suas acepções de realismo científico, embora distem pouco mais de 20 anos entre si, aproximam-se ligeiramente na preocupação de examinar os atributos de racionalidade e progresso do conhecimento científico a partir de uma perspectiva realista. Hacking, contudo, não parece ocupado da estruturação de um panorama sistematizado para sustentar a normatividade da ciência. A nosso ver, os estilos de raciocínio são, localiza-

damente, o que Chang procura integrar nos seus “sistemas de práticas”, analisando-os como peças não-determinísticas de um quebra-cabeça. Entre o que cabe e o que não cabe na imagem geral, está a *interação*, e também a *iteração*, como *integrações*.

Outros filósofos da geração de Hacking, como a norte-americana Nancy Cartwright, detiveram-se com maior amplitude sobre as práticas relacionadas especialmente à medição e aos processos de “metrificação” dos resultados empíricos. Chang herda de Cartwright a imagem da ciência como uma “colcha de retalhos” de soluções: algumas bem ordenadas; outras cuja regularidade se dá na força de “salvar os fenômenos”; e ainda mais algumas que só atuam em situações muito específicas. Para a autora, seu “realismo local” trata da variedade e diferenciação entre conhecimentos, domínios de aplicabilidade e situações (CARTWRIGHT, 1999, p. 23).

O “mundo retalhado” de Cartwright encontra no pluralismo de Chang uma forma de organizar essa pluralidade de tipos e níveis de conhecimento em ação onde não há teoria unificada que lhes dê conta. Tal integração, para Chang, permite o surgimento de metodologias interdisciplinares maleáveis o suficiente para dialogarem, mas rígidas o suficiente para fazer do realismo uma proposta ativa, capaz de transformar a natureza do conhecimento científico e o reconhecimento do papel de cada um de seus interlocutores.

Referências Bibliográficas

CARTWRIGHT, Nancy. *The Dappled World: A study on the boundaries of science*. New York: Cambridge University Press, 1999.

CHANG, Hasok. Realism for Realistic People. *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*, v. 9, n. 1, 2018, p. 31-34.

_____. *Is water H₂O? Evidence, realism and pluralism*. New York: Springer, 2012.

_____. *Inventing temperature: measurement and scientific progress*. New York: Oxford University Press, 2004.

_____. “Circularity and reliability in measurement” In: *Perspectives on Science*, n. 3, 1995, p. 153-172.

FRIEDMAN, Michael. “Logical Positivism” In: *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, n. 1.0, London: Routledge. CD-ROM.

GIL, Fernando. *A ciência tal qual se faz*. Lisboa: Sá da Costa, 1999.

HACKING, Ian. *Historical ontology*. Harvard University Press, 2002.

_____. How inevitable are the results of successful science? In: *Philosophy of Science*, n. 67, 2000, p. 58-71.

_____. "The Disunities of the Sciences" In: GALISON, Peter; STUMP, David J. *The Disunity of Science. Boundaries, Context and Power*. California: Stanford University Press.

_____. *The Emergence of probability*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

_____. *Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science*. New York: Cambridge University Press, 1983.

MERTON, Robert K.; BARBER, Elinor. *The Travels and Adventures of Serendipity: A Study in Sociological Semantics and the Sociology of Science*. New Jersey: Princeton University Press, 2004.

PEACOCK, K. A. *The Quantum Revolution*. Greenwood Publishing Group, 2008.

ROSENMAN, Martin F. *Serendipity and scientific discovery: creativity and leadership in the 21st Century Firm*, v. 13, 2001, p. 187-193.

SARKAR, Sahotra; PFEIFER, Jessica (Orgs.). *The Philosophy of Science – An Encyclopedia*. New York: Routledge, 2006.

A NOÇÃO DE ANALITICIDADE E O SEU PAPEL NA EXPLICAÇÃO DO CONHECIMENTO *a priori*

Célia Teixeira*

1 Introdução

O conhecimento *a priori* é tradicionalmente caracterizado como conhecimento adquirido de forma independente de qualquer experiência particular da pessoa que conhece. Contudo, não é nada claro como é possível conhecer algo acerca do mundo de forma independente de qualquer experiência deste. É esta peculiaridade de se poder conhecer algo acerca do mundo sem olhar para o mundo que torna o conhecimento *a priori* particularmente enigmático. O objectivo deste artigo consiste em expor e avaliar uma das teorias atuais mais influentes de explicação do conhecimento *a priori*. Em particular, irei avaliar a teoria empirista moderada de acordo com a qual o conhecimento *a priori* é mero conhecimento de verdades analíticas. Antes de mais, contudo, é importante contextualizar um pouco o debate acerca da possibilidade do conhecimento *a priori*.

De acordo com as teorias racionalistas clássicas, a possibilidade do conhecimento *a priori* é explicada com base numa capacidade especial de intuição racional responsável pela sua aquisição. Diz-se, por vezes, que uma tal capacidade de intuição racional ocorre quando a mente apreende de forma direta um facto necessário acerca do mundo.¹ Platão é apontado como o primeiro grande racionalista, incluindo-se depois René Descartes, Bento de Espinosa e G. W. Leibniz entre alguns dos grandes racionalistas tradicionais. David Hume é visto como o primeiro grande filósofo a rejeitar este tipo de posição racionalista, e como o primeiro grande defensor das teorias empiristas. O grande

* Professora do Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

¹ Esta é a forma racionalista clássica de caracterização da intuição racional, a qual também é defendida contemporaneamente por, e.g., Bonjour (1998).

problema apontado às teorias racionalistas tem sido a sua putativa incapacidade de explicar de forma satisfatória a natureza da tal intuição racional a que apelam para explicar o *a priori*. Tal intuição racional é muitas vezes vistas como obscura, misteriosa e mal motivada.

Contudo, a maioria dos empiristas, incluindo o próprio Hume, não negam a existência do conhecimento *a priori*. A intuição segundo a qual o modo como conhecemos as verdades matemáticas e lógicas é qualitativamente distinto do modo como conhecemos as verdades empíricas é algo que muitos filósofos abraçam. Com isso, assumiram o desafio de explicar a possibilidade do conhecimento *a priori* sem apelar à “misteriosa” capacidade de intuição racional.

A ideia principal por detrás da posição empirista moderada relativamente à explicação do conhecimento *a priori* é a de que o conhecimento *a priori*, apesar de genuíno, é menos substancial ou cognitivamente menos exigente do que o conhecimento *a posteriori*. De acordo com uma das formas mais populares de empirismo moderado, celebrenemente defendida no ceio do movimento positivista lógico durante a primeira metade do século XX, o conhecimento *a priori* não nos oferece conhecimento substancial acerca do mundo, mas antes conhecimento linguístico ou semântico, isto é, conhecimento acerca do significado das nossas palavras ou das nossas convenções linguísticas. Em termos humeanos a ideia é que o conhecimento *a priori* é mero conhecimento de “relações de ideias” em oposição ao conhecimento substancial de “questões de facto”. O que é conhecido *a priori* passou a ser visto pelos positivistas como trivial ou tautológico, ou pelo menos, como menos substancial ou exigente, não sendo assim necessária a postulação de faculdades especiais para explicar a sua possibilidade como fazem os racionalistas tradicionais. A explicação empirista moderada do *a priori* é, hoje em dia, tipicamente formulada como a tese de que o conhecimento *a priori* é mero conhecimento de verdades analíticas. Chamemos a este tipo de teoria de “teoria analítica do *a priori*”. O objectivo principal deste artigo consiste em avaliar uma das versões mais importantes desta teoria analítica do *a priori*.²

Antes de começar é, contudo, importante fazer algumas clarificações. A distinção entre conhecimento *a priori* e conhecimento *a posteriori* é uma distinção epistémica entre modos de conhecer uma certa proposição, ou entre tipos de justificação epistémica. Já a distinção entre frases analíticas e sintéticas é uma distinção semântica entre tipos de frases. Contudo, também é habitual falar-se de verdades analíticas e de verdades sintéticas. Dizer que uma verdade é analítica é dizer que a frase que expressa essa verdade é uma frase analítica. Dizer que o conhecimento *a priori* é mero conhecimento de verdades analíticas é dizer que só aquelas verdades que são expressas por frases analíticas são conhecíveis *a priori*.

Também é importante clarificar a própria noção de analiticidade. Esta tem sido

² Irei aqui seguir a exposição feita em Teixeira (2018).

caracterizada das mais diversas formas.³ Contudo, na esteira da pesquisa atual sobre analiticidade passaram-se a distinguir duas leituras da noção de analiticidade, as quais têm sido amplamente usadas na explicação empirista do *a priori*:⁴

Noção *metafísica* de analiticidade: Uma frase *F* é analítica se, e só se, *F* é verdadeira em virtude do seu significado apenas.

Noção *epistémica* de analiticidade: Uma frase *F* é analítica se, e só se, a mera apreensão do significado de *F* é suficiente para nos justificar a acreditar na sua verdade.⁵

De acordo com a noção metafísica de analiticidade uma frase é analítica se, e só se, é verdadeira em virtude do seu significado apenas. Contudo, não é claro que a noção de *verdade em virtude do significado apenas* seja coerente. De facto, W. V. Quine (1951; 1954) e mais recentemente Paul Boghossian (1996) e Timothy Williamson (2007) ofereceram fortes razões para duvidar da sua coerência e a noção é atualmente quase universalmente repudiada.

A principal razão dada para rejeitar a noção metafísica de analiticidade é o facto de que esta parece violar um truísmo, aquilo que Boghossian chama de “truísmo significado-factos”. Esse truísmo pode ser formulado assim: para qualquer frase *F*, e para alguma proposição *P*, *F* é verdadeira se, e só se (i) *F* diz que *P* e (ii) *P* é o caso. A ideia é que de acordo com a noção metafísica de analiticidade uma frase é verdadeira meramente em virtude de dizer aquilo que diz, e não porque aquilo que diz é o caso. Obviamente, os significados são necessários para a verdade de uma frase. Por exemplo, a frase “Os solteiros não são casados” é verdadeira, mas se em vez de ter o significado que tem dissesse que os solteiros não são felizes, seria falsa. O problema com a definição metafísica de analiticidade é a ideia de que os significados são *suficientes* para determinar a verdade de uma frase. A frase “Os solteiros não são casados” não é verdadeira unicamente em função de dizer que os solteiros não são casados, pois também tem de ser o caso que os solteiros não são de facto casados, independentemente do quão trivial esse facto seja.⁶

Neste artigo irei aceitar como correctas as razões oferecidas para rejeitar a noção metafísica de analiticidade.⁷ O meu objectivo principal é apresentar e discutir uma das principais teorias empiristas atuais, a qual apela exclusivamente à noção epistémica de analiticidade para explicar o conhecimento *a priori*.

³ Sobre a noção de analiticidade, veja-se Teixeira (2015).

⁴ Foi Boghossian (1997) quem pela primeira vez explicitamente distinguiu uma leitura metafísica de uma leitura epistémica de “analiticidade”.

⁵ Veja-se Williamson (2007) para algumas variações desta definição.

⁶ Na verdade, podemos até disputar a trivialidade dessa verdade. Por exemplo, Giaquinto (1996) argumenta que esta frase pode até se revelar falsa.

⁷ Para mais sobre isso, veja-se Teixeira (2015).

De acordo com a noção epistémica de analiticidade, apesar de as verdades analíticas serem acerca do mundo, elas são cognitivamente menos exigentes do que as verdades sintéticas. Isto porque, de acordo com esta noção, basta compreender o significado das frases que expressam verdades analíticas para estarmos justificados a acreditar na sua verdade. Deste modo, argumentam os defensores desta teoria analítica do *a priori*, podemos explicar o *a priori* sem apelar às faculdades “misteriosas” racionalistas. Para explicar o *a priori* através da noção epistémica de analiticidade, tudo o que precisamos é explicar em que medida a mera compreensão do significado de uma frase analítica é *suficiente* para nos justificar a acreditar na sua verdade.

Talvez seja importante notar que os empiristas tradicionais até tinham boas razões para não distinguirem a noção metafísica de analiticidade da noção epistémica de analiticidade. Afinal, se o significado fosse responsável pela verdade das frases analíticas, então teríamos boas razões para aceitar que compreender esse significado seria suficiente para nos justificar a acreditar na verdade dessas frases. Considere-se a frase “As maçãs são nutritivas”. Compreender o significado desta frase parece *suficiente* para nos justificar a acreditar que *a frase diz* que as maçãs são nutritivas. A compreensão linguística conecta-nos, de algum modo, com factos acerca do significado. Deste modo, podemos dizer que a justificação epistémica é uma fonte de justificação acerca do que as frases dizem. Contudo, esta (em geral) não nos relaciona com factos acerca dos fazedores de verdade das frases. A mera compreensão do significado da frase “As maçãs são nutritivas” justifica-nos a acreditar que a frase diz que as maçãs são nutritivas, mas não nos justifica a acreditar que as maçãs são nutritivas — para isso precisamos de informação empírica. Se as frases analíticas fossem verdadeiras em virtude do seu significado apenas, então seria plausível assumir que compreender o seu significado fosse suficiente para nos justificar a acreditar na sua verdade. Mas se rejeitarmos a propriedade de verdade em virtude do significado apenas, isto é, se rejeitarmos a noção metafísica de analiticidade, não é claro como pode a mera compreensão do significado de uma frase analítica ser suficiente para nos justificar a acreditar na sua verdade. Se, por exemplo, o meu contato perceptivo com a neve pode ser visto como uma fonte de justificação para a minha crença na brancura da neve é porque o meu aparato perceptivo se encontra de algum modo ligado com aqueles aspectos do mundo que tornam a frase “A neve é branca” verdadeira. Se este é o diagnóstico correto para dar conta da nossa justificação *prima-facie* para acreditar no conteúdo das nossas crenças perceptivas, para que a compreensão semântica funcione como fonte de justificação das nossas crenças na verdade das frases analíticas, teríamos de explicar como a compreensão semântica nos liga, de algum modo, com a verdade dessas frases.

Note-se que eu não pretendo rejeitar a ideia de que a compreensão semântica não pode ser fonte de justificação epistémica. Parece-me claro que a compreensão semântica, a compreensão do significado das nossas frases, desempenha um papel justificador na aquisição de conhecimento acerca do significado das nossas frases: tanto das analíticas

quanto das sintéticas. Sem compreender o significado de “A neve é branca” eu não poderia vir a saber (a não ser por testemunho) que a frase é verdadeira. Parece-me claro que a compreensão semântica funciona como fonte de justificação acerca do que as frases dizem. Também parece correto achar que a compreensão semântica funciona como fonte *a priori* de justificação (fonte esta falível, como qualquer outra). A minha discordância é simplesmente com a ideia de que a compreensão semântica pode fornecer mais do que mero conhecimento do significado das nossas frases, que é a ideia subjacente à teoria analítica do *a priori*.

Afirmar que a compreensão semântica é suficiente para a justificação epistémica no caso das frases analíticas também introduz uma desanalogia que merece ser apontada entre frases analíticas e sintéticas. Para saber que uma frase sintética é verdadeira temos de saber duas coisas: (i) o que a frase diz e que (ii) aquilo que a frase diz é verdade. Contudo, de acordo com a teoria analítica do *a priori*, no caso das frases analíticas, basta saber (i), isto é, o significado de uma frase analítica, para saber que é verdadeira. Mas, aceitando que as frases analíticas não são verdadeiras unicamente em virtude do seu significado, como pode o mero conhecimento do seu significado ser suficiente para conhecer a sua verdade?

Na próxima secção iremos ver uma resposta a esta questão. Na secção 3 irei rejeitar esta resposta como insatisfatória. A conclusão é que temos muito boas razões para rejeitar a teoria analítica do *a priori*.

2 O modelo constitutivo

Segundo a teoria analítica do *a priori*, existem certas condições necessárias à compreensão linguística que um falante tem de satisfazer para compreender o significado de uma certa palavra. Se esse for o caso, argumentam, podemos usar isso para explicar em que medida a compreensão do significado é suficiente para nos justificar a acreditar em certas verdades. Esta é a ideia na qual assenta a teoria analítica do *a priori*, a qual iremos passar a expor.⁸

Considere-se a frase “Nenhum solteiro é casado”. Se uma falante tomasse esta frase como falsa teríamos boas razões para achar que ela não compreende o significado de uma das suas palavras constituintes, porventura o da palavra “solteiro”. Do mesmo modo, alguém que ache que a frase “Solteiros são um tipo de comida indiana” é verdadeira claramente não compreende o significado de “solteiro”. Isto, por sua vez, é visto como sugerindo que existem condições mínimas de compreensão, que para compreender o significado de uma certa palavra temos de estar dispostos a aceitar certas verdades que contêm essa palavra, ou temos de estar dispostos a fazer certas inferências que contêm essa palavra. A ideia é que é constitutivo da compreensão da palavra “solteiro”, ou é constitutivo da apreensão do conceito *solteiro*, aceitar, digamos, que nenhum solteiro é

⁸ Irei aqui seguir a exposição feita em Teixeira (2018).

casado.⁹ Daqui segue-se que, necessariamente, quem quer que seja que compreenda o significado de “solteiro”, ou que compreenda o conceito de *solteiro*, está disposto a aceitar que nenhum solteiro é casado.¹⁰

Esta ideia é igualmente usada para dar conta dos termos lógicos. Por exemplo, diz-se que para compreender o significado do termo lógico “se..., então...”, o falante tem de estar disposto a inferir de acordo com um conjunto de regras de inferência que constituem o significado de “se..., então...”. Em geral, a regra de inferência *modus ponens* é vista como constitutiva do significado da condicional, ou como dando as condições de posse da *condicional*. A ideia então é que para compreender o significado de “se..., então...” um falante tem de estar disposto a inferir de acordo com a regra *modus ponens*.

Eis a tese que subjaz a este modelo:

(Constituição de Significado – CS): Necessariamente, quem quer que compreenda o significado de uma palavra C (ou apreenda um conceito C) está disposto a aceitar ou a inferir, de acordo com as regras ou com as verdades, que constituem o significado de C (ou que dão as condições de posse de C).

Este princípio é neutro relativamente à justificação epistémica. Uma vez que aquilo que queremos explicar é a possibilidade do conhecimento *a priori*, precisamos de algum outro princípio que conecte (CS) com a justificação epistémica. Diferentes teorias diferem nos seus detalhes quanto ao modo como isso pode ser feito. Contudo, a ideia básica partilhada por todas elas é a de que se um agente cognitivo não pode ter pensamentos que envolvam uma certa palavra (ou um certo conceito) sem estar disposto a formar certas crenças, ou a usar certas regras de inferência, então, unicamente em virtude de compreender o significado de uma certa palavra (ou em virtude de possuir um certo conceito), o agente cognitivo está deste modo justificado (*prima-facie*) a formar certas crenças, ou a usar certas regras de inferência que são constitutivas do significado dessa palavra.

Esta ideia é explicitamente defendida por Boghossian:

Suponha-se que é verdade que tomar p e ‘se p , então q ’ como uma garantia [ou justificação] para acreditar que q é constitutivo de minha capacidade para ter pensamentos com *se*. Não se seguirá então que não poderia ser epistemicamente culpado em tomar p e ‘se p , então q ’ como uma razão para acreditar que q mesmo na ausência de qualquer razão para tomar essas premissas como uma razão para acreditar nessa conclusão? Se inferir essa conclusão a partir dessas premissas é requerido de forma a poder ter as

⁹ Para facilitar a exposição não irei distinguir claramente frases de verdades, nem conceitos de palavras, nem a apreensão de conceitos da compreensão de significados, pois nada de importante ficará com isso comprometido.

¹⁰Cf. Williamson (2007), capítulo 4.

proposições em causa, então parece que inferir desse modo não pode ser apontado contra mim, mesmo que a inferência seja, como direi, *cega* — não apoiada por uma garantia [ou justificação] positiva. (BOGHOSSIAN, 2003b, p. 25-26)¹¹

E aqui se encontra o princípio que subjaz a esta ideia:¹²

(Princípio Cego – PC): Se um agente cognitivo não é epistemicamente culpado de formar certas crenças ou de usar certas regras de inferência (mesmo que cegamente), então esse agente está epistemicamente justificado (*prima-facie*) a formar essas crenças ou a usar essas regras de inferência.

Supondo que um agente cognitivo não é epistemicamente culpado de formar aquelas crenças ou de usar aquelas regras de inferência que constituem o significado de um certo termo (ou que dão as condições de posseção de um certo conceito), de (CS) e (PC) podemos inferir o princípio que faz a ligação entre a constituição de significados (ou conceitos) e a justificação epistémica:

(Conexão Significado-Justificação – CSJ): Necessariamente, quem quer que seja que compreenda o significado de C (ou apreenda o conceito C) está justificado a formar aquelas crenças, ou a usar aquelas regras de inferência, que constituem o significado de C (ou que dão as condições de posseção de C).¹³

A teoria do *a priori* que se segue daqui é aquela a que Boghossian (2003b) chama de “Modelo Constitutivo”. Teorias muito semelhantes foram propostas por outros, mas irei concentrar-me na teoria de Boghossian por ser a teoria analítica do *a priori* mais desenvolvida que conheço.¹⁴ Contudo, as críticas aqui desenvolvidas podem ser aplicadas às outras teorias.¹⁵

Williamson (2007) ficou conhecido pelas suas fortes críticas a (CSJ). Ele critica (CSJ) rejeitando (CS).¹⁶ A sua ideia principal é a de não existem frases ou inferências constitutivas do significado das nossas palavras, e oferece vários exemplos para apoiar essa ideia. Um desses exemplos é o do lógico Vann McGee (1985) que rejeita a regra de inferência *modus ponens*, que é vista como constitutiva do significado da condicional, mas

¹¹ Boghossian reserva o termo “garantia” para a justificação que se tem no uso de regras de inferência. Por questões de simplificação, e porque isso não é importante para os nossos propósitos, não irei aqui distinguir *garantia epistémica* de *justificação*.

¹² Peacocke (2004) defende um princípio semelhante, mas acrescenta o requisito adicional de verdade ou preservação de verdade das frases ou regras que constituem o significado das nossas palavras. Irei falar sobre este requisito mais adiante.

¹³ Cf. Boghossian (2003a; 2003b).

¹⁴ E.g., Boghossian (1997; 2003a), Peacocke (1993; 2004), Hale e Wright (2000) e Jenkins (2008; 2012).

¹⁵ Schechter & Enoch (2006) ofereceram poderosas críticas à teoria de Boghossian. Apesar de as minhas críticas serem bastante diferentes das deles, estas informaram em muito as considerações que aqui desenvolvo.

¹⁶ Veja-se, em particular, o capítulo 4. Veja-se também Williamson (2003).

que claramente compreende plenamente o significado de “se..., então...”. Há quem não tenha ficado persuadido com as críticas de Williamson a (CSJ), mas o meu objectivo é oferecer um tipo muito diferente de crítica¹⁷. Em particular, irei argumentar que mesmo que aceitemos a verdade de (CS), este modelo explicativo do *a priori* fracassa. Por outras palavras, a minha estratégia consiste em conceder o máximo possível a Boghossian e mostrar que, mesmo assim, a teoria falha na explicação da possibilidade do conhecimento *a priori*.

Em primeiro lugar, como o próprio Boghossian (2003a; 2003b) mostra, mesmo que (CS) seja verdadeiro, (CSJ) enfrenta vários contraexemplos. Em particular, temos casos em que um agente cognitivo não está justificado a formar uma certa crença, ou a usar uma certa regra de inferência, só por causa do seu papel na constituição de significados. Eis dois exemplos famosos de conceitos com regras de constituição epistemicamente duvidosas, o *tonk* de Prior e o *boche* de Dummett:¹⁸

(TONK)		(BOCHE)	
A	A tonk B	x é alemão	x é boche
A tonk B	B	x é boche	x é cruel

É claro que a mera apreensão do conceito putativo *tonk* não justifica um agente cognitivo a inferir um qualquer *B* de um qualquer *A*. Também é claro que ninguém está justificado a acreditar que todos os alemães são cruéis só por possuir o conceito putativo *boche*. Uma pessoa que empregasse tais regras de inferência estaria a cometer um erro epistémico. Deste modo, temos de restringir (CSJ) de forma a bloquear este tipo de contraexemplos. Como Boghossian (2003b) defende, podemos apelar a duas estratégias para o fazer: (i) oferecer uma forma de eliminar tais conceitos como conceitos genuínos, ou (ii) oferecer uma forma de restringir (CSJ) a conceitos com regras de constituição que o agente esteja justificado a empregar de forma cega.

A primeira estratégia é adoptada por aqueles que defendem que conceitos com condições de posse, ou com regras constitutivas que não preservam a verdade são espúrios.¹⁹ O problema é que mesmo que esta estratégia seja adequada para bloquear casos como o de *tonk*, não é claro que funcione para bloquear conceitos como *boche*. Ao passo que é plausível pensar que *tonk* não é um conceito — e.g., poderíamos argumentar que não pode desempenhar qualquer tipo de papel no nosso pensamento —, não é

¹⁷Contra as críticas de Williamson veja-se, e.g., Boghossian (2011) e Balcerak Jackson & Balcerak Jackson (2012).

¹⁸Prior (1960), Dummett (1973).

¹⁹Veja-se, e.g., Peacocke (1993) e Boghossian (2001) para uma defesa desta estratégia. Note-se, contudo, que Boghossian (2003a; 2003b) passou a rejeitar esta estratégia.

claro que não possamos ter conceitos como *boche*.²⁰ Afinal, parece claro que podemos expressar pensamentos completos com conceitos como *boche*. Na realidade, existem tais conceitos, conceitos que têm sido usados para expressar pensamentos pejorativos, tais como o conceito de *geek*.²¹ Temos boas razões para achar que aqueles que usam tais conceitos expressam pensamentos completos. Em todo o caso, como Boghossian argumenta, há outros contraexemplos que não poderiam ser bloqueados restringindo (CSJ) desta forma:

(FLURG)		(AQUA)	
x é uma equação elíptica	x é flurg	x é água	x é aqua
x é flurg	x está relacionada com uma forma modular	x é aqua	x é H ₂ O

Apesar das condições de posseção (ou das regras constitutivas) para ambos os conceitos *flurg* e *aqua* preservarem a verdade, parece claro que ninguém estaria epistemicamente justificado a raciocinar com estas regras meramente em função do seu papel putativo na constituição de significados.²² Por exemplo, ninguém estaria justificado a acreditar que a água é H₂O meramente em função de introduzir o termo *aqua* na nossa linguagem através das regras de inferência (AQUA).

Se estas considerações estiverem correctas, então precisamos de introduzir outras restrições a (CSJ) de forma a bloquear este tipo de contraexemplo.²³ Defender (CSJ) alegando que tais conceitos não são genuínos não parece uma boa estratégia. Se esta estratégia não é adequada para lidar com conceitos do tipo *boche*, cujas regras constitutivas não preservam a verdade, parece ainda menos adequada para lidar com conceitos como *aqua* e *flurg* que têm regras constitutivas preservadoras de verdade.²⁴ Note-se, no entanto, que daqui não se segue que estes conceitos são aceitáveis, pois eles são claramente defeituosos. Contudo, uma forma de lidar com este tipo de contraexemplo sem impor condições demasiado restritivas relativamente àquilo que conta como um

²⁰Williamson (2003) argumenta que a natureza de conceitos pejorativos é meramente pragmática e não semântica. Há boas razões para duvidar que assim seja. Em todo o caso, mesmo que aceitássemos esta forma de bloquear *boche*, esta estratégia não funciona para bloquear conceitos como os conceitos *flurg* e *aqua* de que iremos falar mais à frente.

²¹Esta ideia foi eficazmente defendida por Brandom (2000, p. 70), Boghossian (2003a; 2003b) e por Schechter e Enoch (2006, p. 694).

²²De forma a demonstrar o Último Teorema de Fermat, Andrew Wiles demonstrou a conjectura de Taniyama-Shimura de acordo com a qual toda a equação elíptica está relacionada com uma forma modular.

²³Williamson (2003) também rejeita que *aqua* e *flurg* sejam conceitos genuínos. Contudo, os seus argumentos têm por base a rejeição da teoria inferencialista em que assenta a teoria de Boghossian, algo que não irei aqui disputar de forma a fortalecer os meus argumentos. A ideia é que mesmo que aceitemos todos os pressupostos inferencialistas da teoria de Boghossian, esta falha na explicação do *a priori*. Veja-se Schechter e Enoch (2006) para uma discussão dos argumentos de Williamson.

²⁴Veja-se Schechter & Enoch (2006, p. 692-3) para uma defesa da mesma ideia.

conceito genuíno seria comparativamente preferível. E uma tal estratégia é oferecida por Boghossian (2003a; 2003b).

Boghossian argumenta que conceitos tais como os de *aqua* e *flurg* são defeituosos por excluïrem a possibilidade de os compromissos epistêmicos introduzidos pelas suas regras constitutivas estarem errados. De modo a que tais compromissos sejam epistemicamente aceitáveis, eles não devem pressupor a verdade de certas afirmações. Se possível, um agente cognitivo deveria poder questionar se há algo que satisfaça os compromissos introduzidos pelas regras constitutivas dos significados desses conceitos. A ideia é que em vez de aceitar as regras constitutivas de, digamos, *aqua* de forma incondicional, um agente apenas deveria aceitar que se existe uma propriedade com tal-e-tal papel, então essa propriedade é *aqua*. Isto iria permitir ao agente possuir o conceito de *aqua* e questionar se algo é *aqua*.

Adotando a teoria de Ramsey-Carnap-Lewis de termos teóricos, Boghossian sugere uma forma de demarcar conceitos defeituosos de conceitos não-defeituosos. Representando a teoria *aqua* com $T(aqua)$, Boghossian divide-a em dois componentes, a frase Ramsey (S) e a frase Carnap (M):

(S) $\exists F T(F)$

(M) $\exists F T(F) \rightarrow T(aqua)$

A teoria $T(aqua)$ é logicamente equivalente à conjunção de ambos os componentes (S) e (M). A ideia é que possuir o conceito *aqua* requer que aceitemos (M), a frase Carnap de $T(aqua)$, mas não requer que aceitemos (S). Assim, um agente cognitivo pode possuir o conceito *aqua* e questionar se a água é H_2O .²⁵

O aspecto mais importante da ideia aqui sugerida é que alguns conceitos são tais que através da sua mera apreensão, ou compreensão do significado das palavras que os expressam, não estamos justificados a raciocinar de acordo com as suas regras de posseção. Esses são os conceitos que introduzem certos compromissos cuja aceitação cega não é epistemicamente aceitável. Tais conceitos são defeituosos. Ao condicionalizar sobre a existência de um valor semântico apropriado que torne as suas regras constitutivas preservadoras de verdade, tais conceitos tornam-se não-defeituosos, e assim podemos aceitar as suas regras constitutivas sem com isso cometer qualquer pecado epistêmico.

Contudo, argumenta Boghossian (2003a; 2003b), nem todos os conceitos são tais que podemos questionar as suas regras de posseção, ou as suas regras constitutivas. Temos boas razões para achar que certos conceitos ou termos lógicos, tais como o de *condicional*, são tais que não podemos de forma coerente condicionalizar sobre a existência de um valor semântico apropriado que torne as suas regras constitutivas preservadoras de verdade uma vez que tal valor semântico estaria a ser pressuposto nessa condicionalização. Logo, ao raciocinar de forma não condicional de acordo com as

²⁵ Apesar de alguns problemas sobre como aplicar exactamente a teoria de termos teóricos de Ramsey-Carnap-Lewis aos conceitos em causa, isso não é relevante para os nossos propósitos. Veja-se Williamson (2003) para uma discussão dessa questão.

regras constitutivas dos nossos termos lógicos, não estamos a violar (PC). Deste modo, pela mera apreensão dos conceitos lógico, ou pela mera compreensão do significado dos termos lógicos, estamos justificados a usar regras ou verdades constitutivas do significado desses termos lógicos.²⁶

Portanto, segundo esta teoria, temos dois tipos de conceitos: os que não são condicionalizáveis e os que são condicionalizáveis. Conceitos que não são condicionalizáveis, como os conceitos lógicos, não são defeituosos. Conceitos que são condicionalizáveis são defeituosos, mas tornam-se não-defeituosos através do processo de condicionalização.

Vejamos então a nova versão de (CSJ) que se segue destas considerações:

(CSJ*): Necessariamente, quem quer que seja que apreenda um *conceito não-defeituoso* C , ou que compreenda o significado de um termo que expressa um conceito não-defeituoso C , está justificado a formar aquelas crenças, ou a usar aquelas regras de inferência que dão as condições de posse de C , ou que constituem o significado de C .

Será que este modelo oferece uma boa resposta à questão de saber como a mera compreensão do significado pode nos justificar a acreditar em algo, que é o que precisamos de forma a explicar o *a priori* por meio da noção epistémica de analiticidade? Irei agora passar a argumentar que não.

3 Problemas com o modelo

Boghossian usa a teoria de termos teóricos de Ramsey-Carnap-Lewis para demarcar conceitos defeituosos de conceitos não-defeituosos. Segundo este modelo constitutivo, um conceito é defeituoso quando a mera posse desse conceito não nos justifica a aceitar as regras ou verdades que dão as condições de posse desse conceito, ou que dão as regras ou verdades constitutivas do significado da palavra que expressa esse conceito. Tal defeito pode, contudo, ser corrigido condicionalizando sobre essas regras ou verdades. Assim, um agente cognitivo que apreenda correctamente um conceito como *boche* deve estar disposto a aceitar a forma condicional das suas regras constitutivas — a frase Carnap de $T(\text{boche})$ — mas não a forma defeituosa não-condicional — i.e., $T(\text{boche})$.²⁷ Portanto, de acordo com esta teoria, um agente cognitivo torna-se epistemicamente isento de culpa ao questionar se um dado conceito refere, dado que ao fazê-lo exerce os seus deveres epistémicos. Se essa pessoa não puder questionar coerentemente as regras ou verdades que dão as condições de posse de um certo conceito, então ela não tem

²⁶ Alguém poderia pôr em causa esta ideia de que não podemos condicionalizar sobre os nossos conceitos lógicos. Felizmente, não precisamos entrar nessa discussão para os nossos propósitos. Quem estiver interessado nela, pode, contudo, ver Williamson (2003).

²⁷ A frase Carnap de $T(\text{boche})$ é: Se existe uma propriedade P tal que (se x é alemão então x é P e se x é P então x é cruel), então (se x é alemão então x é boche e se x é boche então x é cruel).

o dever epistémico de o fazer e a mera apreensão do conceito em causa a justifica a usar essas regras ou a acreditar nessas verdades. Eis Boghossian:

Não queremos que as condições de posseção de um conceito encerrem a possível falsidade de um conjunto de afirmações acerca do mundo, se o pudermos, de algum modo, evitar. Queremos que a pessoa que possua o conceito possa perguntar coerentemente se algo cai sob ele, e queremos que as pessoas discordem sobre se há. Se num certo conjunto de casos, contudo, é logicamente impossível adotar esta estratégia em sua plena extensão, então, nesses casos, dificilmente poderá ser um requisito fazê-lo. Mas nos casos em que é possível, deve ser feito. (BOGHOSSIAN, 2003b, p. 31-32)

Vejamos agora a dialética do debate. O objectivo da teoria analítica do *a priori* consiste em explicar em que medida a compreensão semântica é suficiente para o conhecimento *a priori*. Foi-nos oferecido (CSJ) para o fazer. Contudo, (CSJ) enfrenta vários contraexemplos e teve de ser restringida. Esses contraexemplos mostram que, por vezes, a mera compreensão semântica não é suficiente para a justificação epistémica — e, *a fortiori*, para a justificação *a priori*. Ou seja, em certos casos um agente cognitivo tem o dever epistémico de não adoptar cegamente as regras e verdades que constituem o significado de um dado termo. Ao restringirmos (CSJ) ficámos com (CSJ*), de acordo com a qual pela mera apreensão de um conceito não-defeituoso estamos justificados a aceitar as suas regras ou verdades constitutivas do significado desse conceito. Conceitos com regras ou verdades constitutivas que são coerentemente questionáveis são defeituosos, mas, ao condicionalizarmos sobre essas regras ou verdades, eles tornam-se não-defeituosos. Os conceitos ou termos lógicos são, alegadamente, os únicos cujas regras constitutivas não são coerentemente questionáveis. Assim, de acordo com este modelo de explicação do *a priori*, apenas dois tipos de verdades podem ser analíticas (epistemicamente), e assim *a priori* (ou directamente conhecíveis *a priori*): (i) verdades condicionais (i.e., verdades expressas por frases de Carnap) e (ii) verdades lógicas básicas.

O problema, contudo, é que é implausível que só possamos conhecer *a priori* de forma directa verdades lógicas e verdades condicionais expressas por frases Carnap. Entre as verdades que tradicionalmente são tidas como conhecíveis *a priori* encontram-se, por exemplo, as verdades mais fundamentais da epistemologia, da metafísica e da ética. Por exemplo, considere-se a verdade de que é errado torturar pessoas por prazer. Esta verdade parecer ser directamente conhecível *a priori*, mas não é nem uma verdade lógica nem é uma verdade condicional expressa por uma frase Carnap. Também temos boas razões para achar que uma verdade paradigmaticamente analítica como “Nenhum objecto pode ser todo vermelho e verde ao mesmo tempo” nem é redutível a uma verdade lógica nem a uma verdade condicional expressa por uma frase Carnap. Uma teoria do *a priori* que deixa sem explicação como conhecemos estas verdades *a priori* é, assim, extensionalmente desadequada e, logo, claramente deficiente.

Poderíamos responder a isto dizendo que verdades morais, como a verdade de que é errado torturar pessoas por prazer, não é básica, mas inferida de verdades morais mais básicas. Mas que verdades mais básicas seriam essas? Seria uma verdade moral constitutiva do significado de “errado” ou de “torturar”? Se sim, como falantes competentes deveríamos estar dispostos pela mera compreensão desses termos a aceitar as verdades constitutivas desses, e não é claro que verdades sejam essas. Para usar uma expressão útil de Peacocke (1992), a afirmação de que é errado torturar pessoas por prazer é primitivamente persuasiva (“primitively compelling”), uma vez que esta não nos persuado em virtude de outra coisa nos persuadir. Esta verdade parece claramente conhecível directamente *a priori*, e isto é algo que esta teoria do *a priori* é incapaz de explicar.

Agora considere-se o princípio epistémico (PC). Se este princípio é de todo conhecível, é conhecível *a priori*. Se (PC) é *a priori*, então ou é inferido de princípios epistémicos mais básicos ou é directamente conhecível *a priori*. Se é inferido, deveria ser inferido das regras ou verdades constitutivas do significado de “culpado” ou “justificado”, mas não é claro que regras ou verdades sejam essas. Temos boas razões para achar que (PC) é directamente conhecível *a priori*, se conhecível. Mas se é directamente conhecível *a priori* então tem de fazer parte das verdades constitutivas do significado de “culpado” ou “justificado” e não temos qualquer boa razão para aceitar isso. Além do mais, (PC) não é nem uma verdade lógica nem uma verdade condicional expressa por uma frase Carnap, e logo não é algo que, de acordo com esta teoria, possa ser directamente conhecível *a priori*. Deste modo, temos boas razões para concluir que esta teoria é incapaz de explicar como conhecemos o seu próprio princípio epistémico (PC).

A este respeito, poder-se-ia argumentar que mesmo que a teoria de Boghossian não seja adequada para explicar todos os casos de conhecimento *a priori*, é, pelo menos, adequada para explicar o nosso conhecimento das verdades básicas da lógica. Contudo, também temos boas razões para achar que a teoria falha mesmo em relação ao nosso conhecimento da lógica.²⁸

Relativamente ao nosso conhecimento da lógica, tudo o que esta teoria analítica do *a priori* nos diz é que estamos justificados a aceitar as verdades ou regras constitutivas do significado dos nossos termos lógicos porque elas são tão básicas que não podemos duvidar delas de modo coerente, pois para questionar tais verdades ou regras básicas da lógica teríamos de usar essas mesmas regras ou verdades. Mas isto mostra que (CSJ*) é um princípio vácuo. Afinal, o que explica o nosso conhecimento da lógica não são as considerações levantadas relativas às regras ou verdades constitutivas do significado

²⁸Schechter e Enoch (2006) defendem que a teoria de Boghossian não oferece a explicação fundamental do nosso conhecimento da lógica uma vez que apela a princípios normativos mais fundamentais, princípios tais como “[...] um princípio que relaciona o encerramento de um debate com a culpabilidade, um princípio deve-implica-pode relacionando incapacidade para agir de outro modo com a inimputabilidade” (p. 697), e outros princípios semelhantes. A objecção que aqui levanto, apesar de relacionada, é distinta.

dos nossos termos lógicos, mas o simples facto de não podermos duvidar delas de modo coerente. Ou seja, todo o papel explicativo assenta em (PC) e não em (CS).

De forma mais precisa, segundo esta teoria não podemos duvidar da correção de certas regras lógicas ou da verdade de certas afirmações lógicas dado o papel central que elas desempenham no nosso pensamento. Isto, por sua vez, é usado para mostrar que não somos culpados epistemicamente de as usar. Se não somos culpados epistemicamente de formar certas crenças ou de usar certas regras, então, de acordo com (PC), estamos justificados (*prima-facie*) a formar essas crenças ou a usar essas regras. O trabalho explicativo é assim feito por (PC), e não por (CS).

Agora repare-se na dialética do debate. O objectivo consiste em explicar em que medida a mera compreensão semântica pode ser suficiente para a justificação epistémica. Foi-nos dado (CSJ) para fazer isso. Mas depois somos confrontados com vários contraexemplos que nos obrigaram a restringir (CSJ). Isto deixou-nos com (CSJ*), de acordo com a qual podemos seguir as regras ou as verdades constitutivas do significado dos nossos termos lógicos porque elas são tão básicas que não podemos coerentemente duvidar delas. Mas isto não explica em que medida a compreensão semântica é suficiente para a justificação epistémica. Mesmo que fosse verdade que há certas regras de inferência (ou certas verdades) que são tão básicas ao nosso pensamento que não podemos coerentemente duvidar delas, isto não explica como conhecemos tais regras, apenas explica (se alguma coisa) quais regras são básicas e porquê.

A ideia de que não podemos duvidar de modo coerente de certas verdades lógicas ou de certas regras de inferência, mesmo que verdadeira, limita-se a veicular a velha ideia de que as verdades e regras de inferência básicas da lógica são tão básicas que não podemos raciocinar sem elas, uma ideia que em nada ajuda a explicar como as conhecemos. Este tipo de consideração pode, a meu ver, ser visto como uma versão do tipo de objecção de vacuidade já levantada por Quine (1954) contra a teoria analítica do *a priori* positivista: “[...] agora parece não sugerir nada que não estivesse já contido no facto da lógica elementar ser óbvia ou de poder ser resolvida em passos óbvios (p. 112).”

Antes de terminarmos, há outro aspecto que vale a pena referir. Nomeadamente, mesmo que este modelo desse conta do nosso conhecimento das regras e verdades básicas da lógica, regras estas constitutivas do significado dos nossos termos lógicos, deixaria por explicar aquelas regras básicas que não fazem parte das regras constitutivas dos nossos termos lógicos. Por exemplo, a regra *modus ponens* é dada como um exemplo da regra constitutiva do significado de “se..., então...”. Assim, de acordo com (CSJ*), estamos justificados a usar essa regra pela mera compreensão do significado de “se..., então...”. Mas agora coloca-se a questão: e o que nos justifica a usar a regra *modus tollens*? E o silogismo hipotético? Aqui a única opção seria defender que todas as regras que estamos justificados a usar de forma básica são constitutivas do significado dos nossos termos lógicos, mas isso é algo que, sem uma razão independente forte a seu

favor, deve ser rejeitado como *ad hoc*.

Além do mais, como explicar o nosso conhecimento da invalidade de certas regras, ou da falsidade de certas afirmações? Por exemplo, como explicar que não estamos justificados a usar a falácia da afirmação do consequente, ou que não estamos justificados a acreditar que chove e não chove? Uma vez que só se admite como regras constitutivas do significado regras válidas, ou afirmações verdadeiras, ficaríamos sem explicar o nosso conhecimento de que algo é falso, ou de que uma regra é ilegítima. Isto são coisas que não sabemos de forma inferencial. Sabemos que não pode chover e não chover ao mesmo tempo da mesma forma que sabemos que ou chove ou não chove. Este modelo é virtualmente incapaz de explicar o nosso conhecimento *a priori* de que algo é falso ou de que uma regra é incorreta.

Se as considerações supra estiverem correctas, podemos concluir que a teoria analítica do *a priori* de Boghossian não dá conta de todos os casos de conhecimento *a priori*, e que falha em explicar aqueles casos mais simples que supostamente poderia explicar.²⁹

4 Considerações finais

Boghossian (1997) afirmou que a noção metafísica de analiticidade não tem valor explicativo argumentando que não respeita o “truísmo significado-facto”: “Como pode o *mero facto* de *S* dizer que *p* fazer com que *p* seja verdade? Não terá também de ser o caso que *p*?” (p. 335). Podemos agora reformular estas perguntas retóricas para defender que também a noção epistémica de analiticidade sofre de poder explicativo. Concordo que a noção metafísica de analiticidade não respeita o truísmo significado-facto, mas temos boas razões para achar que a noção epistémica de analiticidade não respeita aquilo que poderíamos chamar de *truísmo conhecimento-facto*:

Como pode o *mero facto* de sabermos que *S* significa que *p* explicar o nosso conhecimento de que *p*? Não terá também de ser o caso que sabemos que *p*?

Por falta de espaço, não irei aqui defender esta ideia com detalhe, mas parece-me claro que se queremos salvar a noção epistémica de analiticidade dos escombros da noção metafísica de analiticidade temos de usar o *a priori* para explicar o analítico, e não o contrário. Se Williamson (2003; 2007) tiver razão e não houver regras constitutivas de significados, então, ou rejeitamos a noção epistémica de analiticidade, ou usamos o *a priori* para a explicar. Neste sentido, poderíamos defender a existência de frases analíticas no sentido epistémico como aquelas frases cuja sua verdade estamos justificados a acreditar *a priori*. Obviamente, esta defesa da noção epistémica de analiticidade tornaria impossível o projecto explicativo do *a priori* com o analítico.³⁰

²⁹Em Teixeira (2018) examino e rejeito uma teoria analítica do *a priori* completamente distinta da de Boghossian, uma que não faz uso de quaisquer princípios como (CS) e (CSJ) para explicar o *a priori*.

³⁰Gostaria de agradecer aos organizadores do 1º Encontro NuLFiC pelo simpático convite para participar no excelente encontro por eles organizados e pelo convite para publicar este artigo.

Referências Bibliográficas

- BALCERAK JACKSON, M.; BALCERAK JACKSON, B. Understanding and philosophical methodology. *Philosophical Studies*, v. 161, n. 2, p. 185-205, 2012.
- BOGHOSSIAN, P. Analyticity. IN: HALE, B.; WRIGHT, C. (eds.) *Companion to the Philosophy of Language*. Oxford: Blackwell, 1997, p. 331-368.
- BOGHOSSIAN, P. How are objective epistemic reasons possible? *Philosophical Studies*, v. 106, p. 1–40, 2001.
- BOGHOSSIAN, P. Blind reasoning. *Proceedings of the Aristotelian Society*, Supplementary Volume 77, n. 1, p. 225–248, 2003a.
- BOGHOSSIAN, P. Epistemic analyticity: a defense. *Grazer Philosophische Studien*, v. 66, n. 1, p. 15-35, 2003b.
- BOGHOSSIAN, P. Williamson on the *a priori* and the analytic. *Philosophy and Phenomenological Research*, v. 82, n. 2, p. 488-497, 2011.
- BONJOUR, L. *In defense of pure reason*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.
- BRANDON, R. *Articulating reasons: an introduction to inferentialism*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2000.
- DUMMETT, M. *Frege: philosophy of language*. New York: Harpar and Row, 1973.
- GIAQUINTO, M. Non-analytic conceptual knowledge. *Mind*, v. 105, p. 249-268, 1996.
- Hale, B.; Wright, C. Implicit definition and the *a priori*. IN: BOGHOSSIAN, P; PEACOCKE, C. (eds.) *New essays on the a priori*. Oxford: Clarendon Press, 2000, p. 286-319.
- JENKINS, C. *Grounding concepts*. Oxford: Oxford University press, 2008.
- JENKINS, C. *A priori* knowledge: the conceptual approach. IN: CULLISON, A. (ed.) *The continuum companion to epistemology*. London: Continuum Press, 2012, p. 180-198.
- McGEE, V. A counterexample to modus ponens. *The Journal of Philosophy*, v. 92, n. 9, p. 462-471, 1985.
- PEACOCKE, C. *A study of concepts*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- PEACOCKE, C. How are *a priori* truths possible? *European journal of philosophy*, v. 1, p. 175-199, 1993.
- PEACOCKE, C. *The realm of reason*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

PRIOR, A. The roundabout inference ticket. *Analysis*, v. 21, p. 38-39, 1960.

QUINE, W. V. Two dogmas of empiricism. IN: QUINE, W. V. *From a logical point of view*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1951/1953, p. 20-46.

QUINE, W. V. Carnap and logical truth. IN: QUINE, W. V. *The ways of paradox and other essays*. 2ª edição. Cambridge: Harvard University Press, 1954/1976, p. 100-125.

SCHECHTER, J.; ENOCH, D. Meaning and justification: the case of modus ponens. *Noûs*, v. 40, n. 4, p. 687-715, 2006.

TEIXEIRA, C. Analiticidade. IN: BRANQUINHO, J.; SANTOS, R.(eds.). *Compêndio em linha de problemas de filosofia analítica*. Lisboa: CFUL, 2015.

TEIXEIRA, C. Meaning, understanding, and *a priori* knowledge. *Philosophia*, v. 19, issue 3, p. 901-916, 2018. (<https://doi.org/10.1007/s11406-018-9998-1>).

WILLIAMSON, T. *The philosophy of philosophy*. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.

WILLIAMSON, T. Blind reasoning. *Proceedings of the Aristotelian society*, supplementary volume 77, n. 1, p. 249–293, 2003.

DA EXISTÊNCIA EM METAMATEMÁTICA À EXISTÊNCIA EM GERAL

Luciano Vicente
Universidade Federal de Juiz de Fora

1 Introdução

Existem formas existenciais para grande parte das questões metamatemáticas típicas, *e. g.*: (a) existem sistemas axiomáticos adequados ao conceito de validade lógica; (b) existem sistemas axiomáticos completos da teoria \mathcal{T} ; (c) existem definições de verdade da teoria \mathcal{T}_1 na (meta-)teoria \mathcal{T}_2 ?

Nota-se que *prima facie* as questões de existência em metamatemática são relativas; certos conceitos e teorias estão em causa: nada simplesmente existe, repetindo, nada (sejam “indivíduos”, sejam “espécies” [*kinds*], sejam “propriedades” ou “conceitos”) simplesmente existe.

Ora, segundo Frege, a existência deve ser pensada como “propriedade de segunda-ordem”; no caso, a proposição (a) ‘2 existe’ é dotada sentido somente na medida em que queremos dizer com ‘2 existe’ que (b) ‘Existe x tal que x é o sucessor do sucessor do menor número natural.’ ou que (c) ‘Existe x tal que x é ao mesmo tempo par e primo.’ e, respectivamente, que com ‘existe x tal que x é o sucessor do sucessor do menor número natural’ que (d) ‘O conceito *sucessor do sucessor do menor número natural* é satisfável.’.

Quine concorda parcialmente com Frege enquanto recusa abordagens de “segunda-ordem”— ou seja, a passagem de ‘(b)’ para ‘(d)’ —, todo peso da existência relativa ou do “comprometimento ontológico” de teorias, segundo Quine, seria transmitido ao papel das variáveis ligadas da teoria.

Estrategicamente, questões meta-ontológicas importantes (porém, polêmicas) como as anteriores serão deixadas de lado e, para suprir-lhes a ausência, serão introduzidas versões tentativas e um tanto “desviantes” da noção de comprometimento (ontológico).

O objetivo é partir de um estudo de caso e, em função dele, propor algumas considerações relativas às interconecções entre certos tipos de comprometimentos ontológicos.

Comprometimento objectual. Uma teoria \mathcal{T} está *objectualmente comprometida* com σ se $\mathcal{T} \vdash \Phi(\sigma)$, para algum Φ , e $\mathcal{T} \vdash \exists v\Phi(v)$.

Comprometimento conceitual. Uma teoria \mathcal{T} está *conceitualmente comprometida* com Φ se $\mathcal{T} \vdash \exists v\Phi(v)$.

Nota-se que nenhuma restrição é imposta às teorias \mathcal{T} , notadamente, nenhuma restrição meta-ontológica quineana às teorias de primeira-ordem; entretanto, a adição de ' $\mathcal{T} \vdash \exists v\Phi(v)$ ' ao critério de comprometimento objectual é "quineana", na medida em que ' σ ' é *quantificável*. Além disso, embora seja proposto um critério de *comprometimento conceitual*, o comprometimento é pensado como neutro em relação à leitura "platonista" de Frege e à leitura "nominalista" de Quine¹.

2 Completude

Nosso estudo de caso é relativo à completude do cálculo de predicados de primeira-ordem:

Teorema da completude. A sentença α é um teorema do sistema axiomático CP do cálculo de predicados de primeira-ordem se e somente se α logicamente válida (cf., MENDELSON, 1997, p. 70).

Corolário da completude. Existem sistemas axiomáticos adequados ao conceito de validade lógica.

A primeira questão ontológica é, portanto, o que é esse algo que existe, que é um sistema axiomático e que é adequado ao conceito de validade lógica. No caso, a prova da existência está fundada na apresentação de CP ; portanto, em certo sentido *individual*, é CP que existe, que é um sistema axiomático e que é adequado ao conceito de validade lógica; em outro sentido *específico*, são cálculos de predicados que existem, entre eles um CP em particular, que são sistemas axiomáticos formais e que são adequados ao conceito de validade lógica.

A primeira questão ontológica é, então, o que é esse CP (o que são esses cálculos de predicados) que existe (que existem)? Analogamente, a prova da proposição 'Existe x tal que x é par e x é primo.' está fundada em certa "apresentação" de 2: é 2 que existe, que é par e que é primo.

Ora, CP é um sistema axiomático formal e existem teoremas de CP ; CP existe, na medida em que existem teoremas de CP e, portanto, axiomas e regras de derivação de CP . CP não é qualquer coisa; CP é um sistema axiomático formal, CP é adequado ao conceito de validade lógica e existem teoremas de CP ; existe uma estrutura subjacente ao sistema CP . Ou seja, CP não é algo que simplesmente existe: é CP que existe; é 2

¹ Para a questão das diferentes leituras ou abordagens de Frege e Quine, conferir, por exemplo, "As Pressuposições ontológicas de sentenças assertóricas: Frege e Quine" (GREIMANN, 2017).

que existe; e é Luciano, o professor de lógica da UFJF, que existe. Luciano não existe simplesmente enquanto professor do Departamento de Filosofia da UFJF, mas enquanto um deles, notadamente, o professor de lógica do Departamento de Filosofia da UFJF; 2 não existe simplesmente enquanto número, mas enquanto um deles, notadamente, o sucessor de 1, o único número que é par e primo. Nesse sentido, algo como um *critério de identidade* conduz do comprometimento *objectual* ao *conceitual*.

A pergunta, então, o que é esse algo — que, note-se, é um sistema axiomático formal — que existe?

Prima facie, CP é subconjunto determinado de fórmulas-tipo; cálculos de predicados são subconjuntos determinados de fórmulas-tipo.

Mas o que são fórmulas-tipo? Nosso primeiro passo, fórmulas(-tipo) são notadamente algo de *abstrato*, uma vez que ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' e ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' são uma mesma fórmula(-tipo).

Existem, no momento, alguns caminhos mais ou menos diretos.

Fórmulas-tipo são conjuntos de fórmulas-espécime (similares), enquanto fórmulas-espécime são objetos *concretos* como cadeiras e mesas. Em todo caso, conjuntos de fórmulas-espécime são objetos *abstratos*. Contudo, é um tipo especial de objetos *abstratos*, uma vez que, deixando de lado casos-limite, é fácil decidir, por exemplo, que ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' e ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' são elementos do mesmo conjunto de fórmulas-espécime, mais especificamente, de uma mesma classe de equivalência de fórmulas-espécime módulo similaridade, ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' e ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' são, portanto, uma mesma fórmula(-tipo).

Prima facie, estamos comprometidos *objectualmente* com a existência de certo tipo de objetos abstratos, ou estamos comprometidos *objectualmente* com a existência de certo tipo de objetos concretos e *conceitualmente* com certo tipo de relação entre eles, a similaridade.

Entretanto, fórmulas-tipo são, às vezes, pensadas como números naturais ou como ordinais finitos e, portanto, como objetos *abstratos* de tipo especial, na medida em que for possível decidir que ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' e ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' estão associadas ao mesmo número natural ou ordinal.

Nesse sentido, fórmulas-tipo são, essencialmente, *entes abstratos* cujo critério de identidade é claro e *concretamente* realizável (notemos certo curto-circuito entre ontologia e epistemologia). Esse é nosso primeiro *compromisso*. Em todo caso, Hilbert ficaria feliz.

Estamos, portanto, comprometidos com “fórmulas-tipo” (entes abstratos cujo critério de identidade é claro e concretamente realizável); contudo, existe muito mais: cálculos de predicados são subconjuntos determinados de fórmulas-tipo. Novamente, estamos diante de algo abstrato. Que tipo de algo abstrato? Ora, cálculos de predicados são subconjuntos determinados de fórmulas-tipo. Em outras palavras, existe um conjunto (determinado) FT de fórmulas-tipo. No caso, $\alpha \in FT$ ou $\alpha \notin FT$; e é fácil decidir, por exemplo, que ' $\forall x(Px \rightarrow Qx)$ ' e ' $\exists xR(x, y)$ ' (enquanto fórmulas-tipo) são elementos

de FT e que, por exemplo, $\forall x(\exists x \rightarrow Qx)$ e $\exists xR(\wedge, y)$ $\notin FT$. Mais genericamente, é possível decidir se $\alpha \in FT$ e é possível decidir se $\alpha \notin FT$. Hilbert ficaria novamente feliz.

Entretando, existe ainda mais: CP é um subconjunto de FT . No caso, $\alpha \in CP$ ou $\alpha \notin CP$; e, tipicamente, *não* é fácil decidir, por exemplo, que $((\forall x(Px \rightarrow Qx) \wedge \exists xPx) \rightarrow \exists xQx)$ é um elemento de CP e que, por exemplo, $((\forall x(Px \rightarrow Qx) \wedge \exists xQx) \rightarrow \exists xPx)$ $\notin CP$. Mais genericamente, embora não seja fácil, é possível decidir se $\alpha \in CP$, em outras palavras, CP é *positivamente decidível*. E Hilbert ficaria parcialmente feliz.

Contudo, tal como está colocado, nossos primeiros compromissos são irrisórios: existe algo (um subconjunto de fórmulas-tipo, números naturais ou ordinais finitos) positivamente decidível e nada é essencialmente acrescentado à etapa anterior.

Um compromisso mais substancial, embora ainda “genérico”, seria: existe algo ao mesmo tempo positivamente decidível e negativamente indecidível (Teorema de Church). (Analogamente, a existência de um número ao mesmo tempo par e primo é mais “substancial” do que a existência de um número par.)

Nesse sentido, uma apreensão mais substancial da especificidade daquilo que existe (ou seja, CP) está *conceitualmente* comprometida — enquanto CP é algo positivamente decidível e negativamente indecidível — com existência daquilo com que uma teoria da decidibilidade está comprometida. Os comprometimentos estão, por assim dizer, imbricados. Existe uma estrutura subjacente ao sistema CP . CP não é algo que simplesmente existe: é CP que existe; é 2 que existe; e é Luciano, o professor de lógica da UFJF, que existe. Luciano não existe simplesmente enquanto professor do Departamento de Filosofia da UFJF, mas enquanto um deles, notadamente, o professor de lógica do Departamento de Filosofia da UFJF; 2 não existe simplesmente enquanto número, mas enquanto um deles, notadamente, o sucessor de 1, o único número que é par e primo; CP não é algo que simplesmente existe, é CP que existe, CP que é positivamente decidível e negativamente indecidível.

Em todo caso, o enunciado do teorema da completude (“A sentença α é um teorema do sistema axiomático CP do cálculo de predicados de primeira-ordem se e somente se α logicamente válida.”) é mudo em relação à indecidibilidade negativa de CP . Entretanto, o enunciado é explícito em relação à *validade lógica*. CP não é algo que simplesmente existe, CP é algo adequado à noção de validade lógica. Nesse sentido, o contexto imediato de enunciação do teorema conduz da questão mais imediatamente *objectual* (existe um conjunto de fórmulas-tipo, CP , positivamente decidível) ao compromisso *conceitual* (“ CP é adequado ao conceito de validade lógica.”).

Com que estamos, portanto, *conceitualmente* comprometidos se estamos comprometidos com algo que é adequado ao conceito de validade lógica?

De fato, uma fórmula-tipo α é logicamente válida ou não, e existem infinitas fórmulas. Estamos, portanto, comprometidos com conjuntos de fórmulas-tipo, de fato, com conjuntos infinitos de fórmulas-tipo e, assim, *conceitualmente* comprometidos com a

infinitude (do mesmo modo que comprometidos *conceitualmente* com a paridade e com a primidade, de fato, com primo-paridade quando estamos comprometidos com a *tese* de que existe um número ao mesmo tempo par e primo). Contudo, alguma espécie de deslocamento aconteceu, passamos do comprometimento objetual ao conceitual e, depois, ao contexto em que os compromissos conceituais são estabelecidos ou tomados como *teses*, deslocamento esse que, de fato, eu gostaria de explicar mais apropriadamente, mas não tenho condições de fazê-lo.

Seja como for, quando estamos *conceitualmente* comprometidos com a validade lógica, não estaríamos comprometidos, mais propriamente, com certos axiomas da teoria dos conjuntos (inclusive com alguns axiomas “existenciais” como o axioma da escolha) ou, pelo menos, com certos axiomas da aritmética²?

De fato, estaríamos, então, comprometidos mais propriamente com *proposições* (no plural), entre elas algumas proposições existenciais, com *teorias* ou com *sistemas de crenças*.

Seja a existência um predicado ou não, nada é algo que simplesmente existe.

3 Existência em geral

A questão ontológica seria propriamente: “Que *tipos* de entidades existem?” e uma resposta ao mesmo tempo completa e adequada à questão demandaria uma *teoria de tudo*³, no sentido em que os critérios *teóricos* de identidade seriam *absolutos* e que as entidades *teóricas* seriam *tudo* aquilo que existe e seriam tal como *teoreticamente* são.

Em todo caso, as respostas à questão ontológica são todas *teoricamente* contextualizadas e a *teoria de tudo* é “apenas” um contexto. Retomando, então, a questão ontológica seria: “Que *tipos* de entidades existem na teoria \mathcal{T} ?”

Talvez seja verdade que “[s]ó a proposição tem sentido; e só no contexto da proposição que um nome tem significado [...]” (WITTGENSTEIN, 2001, 3.3); entretanto, só há compromissos objectuais, conceituais e proposicionais em contextos teóricos. Se, de fato, compromissos objectuais, conceituais e proposicionais são parasitários de compromissos teóricos mais amplos, estaríamos mais propriamente comprometidos, portanto, com certas crenças (no plural) ou com teorias mais ou menos parciais e adequadas (na hipótese que não haja nenhuma *teoria de tudo* à mão).

Assim, colocar o peso do comprometimento nas variáveis de certas crenças *específicas* mesmo em contextos *teóricos*, embora não seja um erro, conduz a um problema de ênfase. Dizer que ‘*CP* existe’ é, entre outras coisas, dizer, no contexto da teoria adequada, que

² Como na versão de Feferman da completude em “Arithmetization of metamathematics in a general setting” (FEFERMAN, 1960).

³ Ao menos enquanto projeto, teorias de tudo são relativamente comuns em filosofia: o determinismo mecânico de Laplace é claramente totalizante e o objetivo último do *Calculus Ratiocinator* de Leibniz e da “reconstrução racional” de Carnap em *Der Logische Aufbau der Welt* estão muito além do estabelecimento de estruturas lógicas vazias.

' CP é um cálculo de predicados', mas isso é dizer quase nada, uma trama de compromettimentos conceituais e, portanto, de compromettimentos proposicionais "envolve" CP . Analogamente, dizer que '2 existe' ou que 'Luciano existe' é dizer pouco se queremos dizer simplesmente que '2 é par' e que 'Luciano é professor'; em qualquer "redução" teórica supostamente adequada de 'Fido', Fido não deveria ser apenas um cãozinho, nem mesmo meu *único* cãozinho, mas deveria também feder.

Referências Bibliográficas

FEFERMAN, D. Arithmetization of metamathematics in a general setting. *Fundamenta Mathematicae*, n. 49, p. 35-91, 1960.

GREIMANN, D. As Pressuposições ontológicas de sentenças assertóricas: Frege e Quine. IN: *Filosofia da Linguagem e da Lógica*, Coleção Anpof XVII Encontro. ANPOF, 2017, p. 35-41.

MENDELSON, E. *Introduction to Mathematical Logic*. Chapman and Hall, 1997.

WITTGENSTEIN, L. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Tradução de Luiz Henrique Lopes dos Santos, São Paulo: Edusp, 2001.

UM PROCEDIMENTO ABSTRATO PARA TRANSFORMAR UMA DADA LÓGICA EM UMA LÓGICA PARACONSISTENTE

Edelcio G. de Souza
 Departamento de Filosofia - FFLCH - USP
 edelcio.souza@usp.br*

1 Introdução

Um bem conhecido princípio da lógica clássica afirma que a partir de premissas contraditórias, tudo se segue. Assim, do conjunto de premissas

{Edelcio é professor, Edelcio não é professor}

pode-se extrair a conclusão de que “A lua é feita de queijo”.

O argumento pode ser esquematizado de acordo com o seguinte diagrama:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{Edelcio é professor.} \\ \text{Ou Edelcio é professor ou a lua é feita de queijo.} \end{array}}{\text{Edelcio não é professor.}} \\ \text{A lua é feita de queijo.}$$

O primeiro argumento é do tipo:

$$\frac{P}{P \text{ ou } Q}$$

que é o *princípio de adição*.

O argumento final tem a forma:

$$\frac{P \text{ ou } Q \quad \text{não-}P}{Q}$$

* Este trabalho é dedicado ao Professor Newton da Costa por ocasião do seu aniversário de 90 anos.

que é o *silogismo disjuntivo*.

Suponha, agora, que temos o mesmo conjunto de premissas, mas exigimos que as inferências sejam feitas apenas a partir de sentenças desse conjunto que não são contraditórias. Nesse caso, podemos extrair, *separadamente*, desse conjunto as sentenças “Edelcio é professor” e “Edelcio não é professor”, mas não conseguimos extrair “A lua é feita de queijo”, pois, para isso, necessitamos de ambas as premissas, que são contraditórias.

No que se segue, apresentaremos um aparato geral que transforma uma lógica em outra que não permite extrair consequências de conjuntos inconsistentes. (Esse conceito será definido a seguir.)

O presente trabalho é uma colaboração conjunta com Alexandre Costa-Leite (Universidade de Brasília) e Diogo Henrique Bispo Dias (Universidade Estadual do Norte do Paraná). As referências principais são [2] e [3].

2 Lógica abstrata

Vamos considerar aqui o conceito mais geral de lógica abstrata, a saber, um conjunto munido de um operador de consequência que age no conjunto das partes do conjunto dado.

Definição 1. Uma lógica abstrata L é um par $L = (X, Cn)$ tal que X é um conjunto não vazio dito o domínio de L e Cn é um operador

$$Cn : \wp(X) \rightarrow \wp(X),$$

denominado o operador de consequência de L , tal que a cada subconjunto A de X , $Cn(A)$ é o conjunto das consequências de A em L .

Vamos adotar um conceito de consistência que remonta os primeiros trabalhos de lógica abstrata devido a A. Tarski (ver [4] e [5]). Repare que não estamos, ainda, fazendo qualquer suposição sobre o conjunto X que constitui o domínio de uma lógica abstrata $L = (X, Cn)$.

Definição 2. Um subconjunto A de X é dito L -consistente se e somente se $Cn(A) \neq X$. Caso contrário, A é dito L -inconsistente.

Há uma classe de lógicas abstratas importantes que são definidas impondo certas restrições ao operador de consequência. Eis aqui uma definição *standard*. (Vamos utilizar a notação usual da teoria de conjuntos.)

Definição 3. Uma lógica abstrata $L = (X, Cn)$ é dita normal ou tarskiana se e somente se o operador de consequência Cn possui as seguintes propriedades, para todo A, B , subconjuntos de X :

- (i) Inclusão: $A \subseteq Cn(A)$;
- (ii) Idempotência: $Cn(Cn(A)) \subseteq Cn(A)$;
- (iii) Monotonicidade: $Cn(A) \subseteq Cn(A \cup B)$.

Vamos, agora, introduzir uma operação que transforma uma lógica abstrata qualquer $L = (X, Cn)$ em uma outra lógica abstrata $L_{\mathbb{P}} = (X, Cn_{\mathbb{P}})$.

Definição 4. Seja $L = (X, Cn)$ uma lógica abstrata. Então, definimos a \mathbb{P} -transformada de L como a lógica abstrata $L_{\mathbb{P}} = (X, Cn_{\mathbb{P}})$, com o mesmo domínio de L e tal que:

$$Cn_{\mathbb{P}}(A) = \bigcup \{Cn(A') : A' \subseteq A, \text{ tal que } A' \text{ é } L\text{-consistente}\},$$

para todo $A \subseteq X$. Vamos, também utilizar a notação $\mathbb{P}(L) = \mathbb{P}(X, Cn)$ para a \mathbb{P} -transformada de $L = (X, Cn)$.

Assim, vale que $x \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$ se e somente se existe $A' \subseteq A$ que é L -consistente e tal que $x \in Cn(A')$. Isto é, $Cn_{\mathbb{P}}$ bloqueia as consequências de A que são extraídas, via Cn , a partir de subconjuntos L -inconsistentes de A .

Vejamos algumas propriedades das \mathbb{P} -transformadas.

Proposição 5. Sejam (X, Cn) uma lógica abstrata e $A \subseteq X$. Então, vale que:

- a. Se A é L -consistente, então $Cn(A) \subseteq Cn_{\mathbb{P}}(A)$.
- b. Se Cn é monotônico, então se A é L -consistente, então $Cn(A) = Cn_{\mathbb{P}}(A)$.
- c. $Cn_{\mathbb{P}}$ é sempre monotônico.

Prova. a. A demonstração é imediata pela definição de $Cn_{\mathbb{P}}$.

b. Pela parte a., basta mostrar a inclusão contrária. Suponha que $x \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$. Então, existe $A' \subseteq A$ que é L -consistente e tal que $x \in Cn(A')$. Pela monotonicidade de Cn , temos que $Cn(A') \subseteq Cn(A)$. Assim, $x \in Cn(A)$. Logo, $Cn_{\mathbb{P}}(A) \subseteq Cn(A)$ e, então, esses conjuntos são iguais.

c. Suponha que $A \subseteq B$ e $x \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$. Então, existe $A' \subseteq A$ que é L -consistente e tal que $x \in Cn(A')$. Como A' é também um subconjunto L -consistente de B com $x \in Cn(A')$, segue-se que $x \in Cn_{\mathbb{P}}(B)$. Portanto, $Cn_{\mathbb{P}}(A) \subseteq Cn_{\mathbb{P}}(B)$. \square

Vamos, agora, investigar quando uma dupla aplicação da \mathbb{P} -transformada é idempotente, no caso específico da classe das lógicas abstratas normais.

Proposição 6. Se $L = (X, Cn)$ é uma lógica abstrata normal e existe $u \in X$ tal que $\{u\}$ é L -inconsistente¹, então na \mathbb{P} -transformada $L_{\mathbb{P}} = (X, Cn_{\mathbb{P}})$ não existem conjuntos $L_{\mathbb{P}}$ -inconsistentes.

Prova. Suponha, por absurdo, que existe $A \subseteq X$ tal que $Cn_{\mathbb{P}}(A) = X$ (isto é, A é $L_{\mathbb{P}}$ -inconsistente). Assim, $u \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$. Logo, existe $A' \subseteq A$ que é L -consistente tal que $u \in Cn(A')$. Portanto, $\{u\} \subseteq Cn(A')$ e temos que: $X = Cn(\{u\}) \subseteq Cn(Cn(A')) = Cn(A')$. Assim, $Cn(A') = X$ e A' é L -inconsistente (Contradição!). Segue-se, então, que em $L_{\mathbb{P}}$ não existem conjuntos $L_{\mathbb{P}}$ -inconsistentes. \square

¹ Em geral, se diz nesse caso que L é finitamente trivializável.

Corolário 7. *Nas condições da proposição acima, temos que*

$$\mathbb{P}(\mathbb{P}(X, Cn)) = \mathbb{P}(X, Cn) = (X, Cn_{\mathbb{P}}),$$

isto é, a \mathbb{P} -transformada age de modo idempotente para esse tipo de lógica abstrata.

Prova. Pela proposição, todo subconjunto A de X é $L_{\mathbb{P}}$ -consistente. Assim, pela parte b. da proposição 5, temos que $Cn_{\mathbb{P}}(Cn_{\mathbb{P}}(A)) = Cn_{\mathbb{P}}(A)$. E, portanto, $\mathbb{P}(\mathbb{P}(X, Cn)) = \mathbb{P}(X, Cn)$. \square

Parece claro que as \mathbb{P} -transformadas produzem lógicas cuja estrutura inferencial pode ser resumida na frase: “Sempre raciocine a partir das partes consistentes do sistema”.

3 Paraconsistência

Vamos supor, agora, que o domínio X de uma lógica abstrata (X, Cn) está munido de um operador que reflete o conceito de negação, denotado pelo símbolo \neg . Assim, se $x \in X$, então também $\neg x \in X$ e $\neg x$ é dito a *negação* de x .

Definição 8. Seja $L = (X, Cn)$ uma lógica abstrata com domínio como acima.

I. Dizemos que L satisfaz *ex falso quod libet* (ou satisfaz o princípio de explosão, ou é explosiva) se e somente se para todo $A \subseteq X$, se existe $x \in X$ tal que $x, \neg x \in Cn(A)$, então $Cn(A) = X$, isto é A é L -inconsistente. Caso contrário, L é dita *paraconsistente*.

II. Dizemos que L satisfaz *consistência conjunta* se e somente se existe $x \in X$ tal que $\{x\}$ e $\{\neg x\}$ são ambos L -consistentes e $\{x, \neg x\}$ é L -inconsistente.

III. Dizemos que L satisfaz a *propriedade conjuntiva* se e somente se para todo $x, y \in X$, existe $z \in X$ tal que $Cn(\{x, y\}) = Cn(z)$.

Apresentamos, então, uma condição suficiente para que a \mathbb{P} -transformada de uma lógica abstrata seja paraconsistente. Nesse caso, parece razoável denominar a \mathbb{P} -transformada de uma lógica abstrata de uma *paraconsistentização*.

Teorema 9. *Se uma lógica abstrata $L = (X, Cn)$ é normal, explosiva, satisfaz consistência conjunta e também a propriedade conjuntiva, então a \mathbb{P} -transformada $L_{\mathbb{P}} = (X, Cn_{\mathbb{P}})$ é paraconsistente.*

Prova.. Da consistência conjunta segue-se que existe $x \in X$ tal que $\{x\}$ e $\{\neg x\}$ são ambos L -consistentes. Considere $A = \{x, \neg x\}$ e, então, A é L -inconsistente, isto é, $Cn(A) = X$. Por inclusão, $A \subseteq Cn(A)$, e pela consistência conjunta, $x \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$ e $\neg x \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$, isto é, $A \subseteq Cn_{\mathbb{P}}(A)$. Pela propriedade conjuntiva, existe $c \in X$ tal que $Cn(\{c\}) = Cn(A)$. Mostremos que $c \notin Cn_{\mathbb{P}}(A)$. O conjunto A possui três subconjuntos L -consistentes, a saber: $\{x\}$, $\{\neg x\}$ e \emptyset . (O conjunto \emptyset é L -consistente, pois $\emptyset \subseteq \{x\}$, e por monotonicidade, $Cn(\emptyset) = Cn(\{x\}) \neq X$.) Vamos mostrar que c não é consequência, por Cn , de nenhum desses conjuntos.

1. Se $c \in Cn(\{x\})$, então $\{c\} \subseteq Cn(\{x\})$. Por monotonicidade, $Cn(\{c\}) \subseteq Cn(Cn(\{x\}))$. Mas $Cn(\{c\}) = X$ e, assim, por idempotência temos: $X = Cn(\{c\}) \subseteq Cn(\{x\})$. Logo, $Cn(\{x\}) = X$ (contradição!). Temos, então, que $c \notin Cn(\{x\})$

2. O mesmo argumento mostra que $c \notin Cn(\{\neg x\})$.

3. Se $c \in Cn(\emptyset)$, então $\{c\} \subseteq Cn(\emptyset)$. Logo, temos, $X = Cn(\{c\}) \subseteq Cn(Cn(\emptyset)) = Cn(\emptyset)$, isto é, $Cn(\emptyset) = X$ (contradição!). Temos, então, que $c \notin Cn(\emptyset)$.

Como aqueles três conjuntos são os únicos subconjuntos de A que são L -consistentes, segue-se que $c \notin Cn_{\mathbb{P}}(A)$. Mas, $x \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$ e $\neg x \in Cn_{\mathbb{P}}(A)$, o que implica que L é paraconsistente. \square

4 Considerações finais

A ideia inicial de extrair consequências a partir de partes consistentes de conjuntos de sentenças foi apresentada em [1] no contexto do cálculo proposicional clássico aplicado a raciocínios jurídicos.

Em [2], fizemos um estudo da paraconsistentização da lógica proposicional clássica mostrando, entre outras coisas, que a \mathbb{P} -transformada do operador de consequência clássico não possui certas propriedades que o operador original tem, por exemplo: inclusão, idempotência, transitividade (Se $x \in Cn(A)$ e $a \in Cn(B)$ para todo $a \in A$, então $x \in Cn(B)$).

Por outro lado, em [3], desenvolvemos o conceito de paraconsistentização para sistemas axiomáticos formais, introduzindo a noção de *paradedução*, que é um tipo de dedução tal que, em cada linha, há um controle que verifica que a fórmula foi obtida a partir de premissas consistentes.

Faz parte do nosso projeto o estudo da paraconsistentização de algumas lógicas para-completas (o sistema L_3 de Łukasiewicz e o K_3 de Kleene, bem como o cálculo proposicional intuicionista) e também paraconsistentes (por exemplo a hierarquia C_n , $1 \leq n \leq \omega$ de da Costa).

Referências Bibliográficas

[1] DA COSTA, N; VERNENGO, R. J. Sobre algunas lógicas paraclásicas y el análisis del razonamiento jurídico. *Doxa: Cuadernos de Filosofía del Derecho*, v. 19, p. 183-200, 1996.

[2] DE SOUZA, E. G.; COSTA-LEITE, A.; DIAS, D. H. B. On a paraconsistentization functor in the category of consequence structures. *Journal of Applied Non-Classical Logics*, v. 26, n. 3, p. 240-250, 2016.

[3] DE SOUZA, E. G.; COSTA-LEITE, A.; DIAS, D. H. B. Paradeduction in axiomatic formal systems. *Logique & Analyse*, v. 246, 2019, p. 161-176.

[4] TARSKI, A. On some fundamental concepts of metamathematics. IN: CORCORAN, J. (ed.) *Logic, Semantic, Metamathematics*. Second Edition. Indianapolis, Indiana: Hackett Publishing Company, 1983, p. 30-37.

[5] TARSKI, A. Fundamental concepts of the methodology of deductive sciences. IN: CORCORAN, J. (ed.) *Logic, Semantic, Metamathematics*. Second Edition. Indianapolis, Indiana: Hackett Publishing Company, 1983, p. 60-109.

LÓGICA LIVRE: UMA BREVE INTRODUÇÃO

Alessandro Bandeira Duarte
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

1 Introdução

Um sistema de lógica de predicados (primeira ordem) é considerado livre — ou mais explicitamente, “lógica livre de pressuposições de existência com respeito aos seus termos gerais e singulares, mas cujos quantificadores são interpretados exatamente como na lógica de predicados de primeira ordem” (LAMBERT, 1997, p.35)¹ — quando as seguintes restrições sintáticas (nas regras de inferência) são introduzidas:

1. a regra de instanciação universal (também chamada de regra de especificação) não é válida: $\forall x\alpha \not\vdash \alpha[x/t]$, onde $\alpha[x/t]$ significa “substituir todas as ocorrências da variável x em α pela constante individual t ”.
2. a regra de generalização universal também não vale: $\alpha(t/x) \not\vdash \exists x\alpha$, onde $\alpha(t/x)$ significa “substituir algumas ocorrências de t (podem ser todas) por x em α ” e x deve ser substituível para t em α ².

De um ponto de vista semântico, as lógicas livres não desejam ter as seguintes relações de consequência lógica:

$$1^* \quad \forall x\alpha \models \alpha[x/t]$$

$$2^* \quad \alpha(t/x) \models \exists x\alpha$$

¹ Todas as traduções são minhas.

² Na verdade, a regra de generalização existencial não é primitiva se tivermos a regra de instanciação universal (primitiva) e o quantificador existencial for definido por meio do quantificador universal (primitivo) e negação.

E de um ponto de vista axiomático, as lógicas livres não admitem a seguinte fórmula como um axioma do sistema

$$1^{**} \vdash \forall x\alpha \supset \alpha[x/t],$$

nem a seguinte fórmula como um teorema

$$2^{**} \vdash \alpha(t/x) \supset \exists x\alpha$$

De acordo com Lambert (1997, 2007), a validade das regras de inferência, a validade do axioma e a validade das relações de consequência lógica mencionadas acima na lógica de predicados de primeira ordem se devem ao fato dos termos individuais terem *import* existencial. Por exemplo, Karel escreve:

Por meio de um exemplo, considere uma instância de (i), a saber,

(ia) Se qualquer coisa existente é mortal, então Kohl é mortal.

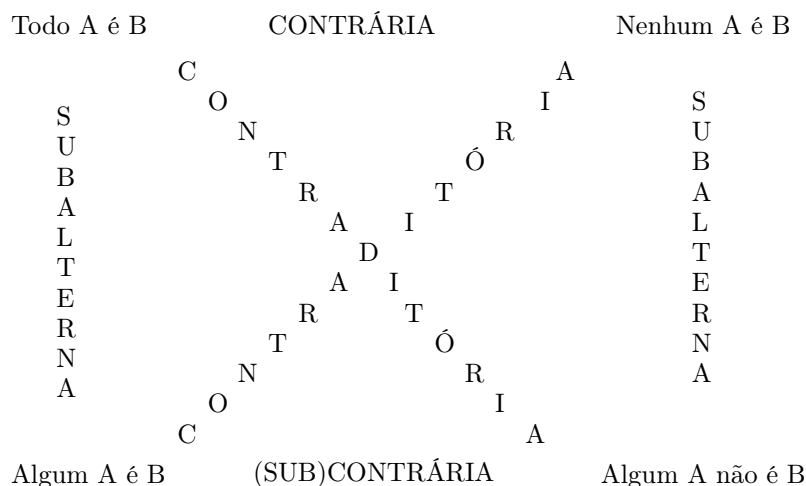
A verdade lógica desta afirmação exige que o termo singular nela se refira a um existente (LAMBERT, 1997, p. 36).

De fato, é um teorema (ou uma verdade lógica, em termos semântico) da lógica de predicados de primeira ordem com identidade que, para qualquer constante individual t ,

$$3. \vdash \exists x(x = t) \text{ (ou } \models \exists x(x = t))$$

Do ponto de vista semântico, assumir que $\not\models \exists x(x = t)$ leva a uma contradição, uma vez que, de acordo com a semântica padrão, deveria existir uma estrutura na qual a fórmula $\exists x(x = t)$ é falsa. Contudo, nessa estrutura, a fórmula $\neg\exists x(x = t)$ teria de ser verdadeira. Mas esta última fórmula é equivalente a $\forall x\neg(x = t)$, que significa $\forall x(x \neq t)$. Todavia, isso é impossível na semântica padrão, pois a constante individual t deve designar um objeto do domínio D , o qual a variável x percorre. Em outras palavras, assumir que $\not\models \exists x(x = t)$ é assumir que, em alguma estrutura, algum objeto do domínio não é idêntico a si mesmo.

Em certo sentido, as lógicas livres estão para a lógica de predicados de primeira ordem como a lógica de predicados de primeira ordem está para a lógica tradicional Aristotélica. Um dos problemas na lógica tradicional Aristotélica é o *import* existencial em relação aos predicados. E é justamente esse *import* que produz as relações no quadrado das oposições entre as proposições categóricas:



Contudo, na lógica de predicados de primeira ordem (LP), apenas a relação de contradição entre *Todo A é B* e *Algum A não é B* e entre *Nenhum A é B* e *Algum A é B* é mantida. Em LP, *Todo A é B* é traduzida pela fórmula $\forall x(A(x) \supset B(x))$; e *Algum A é B* é traduzida pela fórmula $\exists x(A(x) \wedge B(x))$. Assim, de um ponto de vista semântico, a relação de subalternação pode ser traduzida como sendo a seguinte relação de consequência lógica: $\forall x(A(x) \supset B(x)) \models \exists x(A(x) \wedge B(x))$. É muito simples produzir uma estrutura na qual $\forall x(A(x) \supset B(x))$ é verdadeira e $\exists x(A(x) \wedge B(x))$ é falsa, atribuindo à extensão de *A* o conjunto vazio. Nessa mesma interpretação, a relação de subalternação entre *Nenhum A é B* e *Algum A não é B* falha, uma vez que aquela é representada pela fórmula $\forall x(A(x) \supset \neg B(x))$ e esta por $\exists x(A(x) \wedge \neg B(x))$. Sendo a extensão de *A* vazia, $\forall x(A(x) \supset \neg B(x))$ será verdadeira, todavia $\exists x(A(x) \wedge \neg B(x))$ será falsa.

Note que, na interpretação acima, tanto $\forall x(A(x) \supset B(x))$ como $\forall x(A(x) \supset \neg B(x))$ são verdadeiras. Portanto, em LP, *Todo A é B* e *Nenhum A é B* não são contrárias³. Da mesma forma, na interpretação acima, *Algum A é B* e *Algum A não é B* são falsas. Assim, elas não são subcontrárias⁴.

As relações do quadrado são “recuperadas” com a adição da suposição segundo a qual a extensão de *A* não é vazia, ou seja, $\exists xA(x)$. Assim, teríamos:

4. $\forall x(A(x) \supset B(x)), \exists xA(x) \models \exists x(A(x) \wedge B(x))$;
5. $\forall x(A(x) \supset \neg B(x)), \exists xA(x) \models \exists x(A(x) \wedge \neg B(x))$;
6. se $\exists xA(x)$, então $\forall x(A(x) \supset B(x))$ e $\forall x(A(x) \supset \neg B(x))$ são contrárias;
7. se $\exists xA(x)$, então $\exists x(A(x) \wedge B(x))$ e $\exists x(A(x) \wedge \neg B(x))$ são subcontrárias.

Um procedimento análogo a este acima será feito nas lógicas livres para produzir versões mais fracas de (1*) e (2*)⁵ acima.

³ De acordo com a lógica tradicional Aristotélica, *Todo A é B* e *Nenhum A é B* seriam contrárias pois, embora elas não pudessem ser verdadeiras ao mesmo tempo, poderiam ser falsas ao mesmo tempo.

⁴ De acordo com a lógica tradicional Aristotélica, *Algum A é B* e *Algum A não é B* seriam subcontrárias pois, embora elas não pudessem ser falsas ao mesmo tempo, poderiam ser verdadeiras ao mesmo tempo.

⁵ E também de 1 e 2 ou de 1** e 2**.

2 Sintaxe e semântica da lógica de predicados de primeira ordem com identidade

O objetivo dessa seção é especificar a sintaxe e semântica padrão da lógica de predicados de primeira ordem com identidade (LP=) para, depois, construirmos a sintaxe e semântica das lógicas livres.

2.1 Sintaxe

A linguagem de LP= é constituída dos seguintes símbolos que formam o alfabeto:

- constantes individuais (letras minúsculas com subscrito até o):

$a_1, a_2, a_3, \dots, b_1, b_2, b_3, \dots$

- variáveis individuais (as letras minúsculas com subscrito: x, y, u, v, z):

$x_1, x_2, x_3, \dots, y_1, y_2, \dots$

As constantes individuais e as variáveis individuais serão chamadas termos individuais.

- constantes de predicados (Letras maiúsculas com subscrito até T):

$A_1, A_2, A_3, \dots, B_1, B_2, B_3, \dots$ ⁶

- conectivos lógicos: \neg (negação), \supset (implicação material)

- identidade: $=$

- quantificador universal: \forall

- parênteses: ()

- vírgula: ,

A definição de fórmula bem-formada na linguagem de LP= é dada por meio das seguintes cláusulas recursivas:

1. se t_1 e t_2 foram termos individuais, então $t_1 = t_2$ será uma fórmula bem-formada;
2. se t_1, \dots, t_n forem termos individuais e P uma constante de predicado n -ário, então $P(t_1, \dots, t_n)$ será uma fórmula bem-formada;
3. se α e β forem fórmulas bem-formadas, então $\neg\alpha$ e $(\alpha \supset \beta)$ serão fórmulas bem-formadas;
4. se α for uma fórmula bem-formada, então $\forall x\alpha$ será uma fórmula bem-formada;

⁶ Nos livros de lógica, em geral, as constantes de predicados são representadas com sobrescritos que apresentam a aridade do predicado. Assim, A_1^1 é um predicado unário, enquanto A_1^2 é um predicado binário. Aqui, a aridade do predicado estará subentendida pelo número de termos individuais na fórmula.

5. Nada mais é fórmula bem-formada.⁷

Observação1: os demais conectivos lógicos podem ser definidos por meio da negação e implicação material

Observação2: o quantificador existencial pode ser definido por meio da negação e do quantificador universal: $\exists x\alpha =_{df} \neg\forall x\neg\alpha$

2.2 Semântica para LP=

A semântica para LP= é produzida por meio de uma estrutura \mathcal{M} que é um par ordenado entre um domínio D não-vazio de entidades e uma função interpretação I que tem a seguinte característica:

- 1* a toda constante individual da linguagem LP= será atribuída uma entidade pertencente a D , ou seja, $I(t) \in D$, para todo t de LP=.
- 2* a toda constante de predicado eneario P será atribuído um certo subconjunto de D^n .

Observação3: se P for unário, então $I(P) \subseteq D$; se P for binário, então $I(P) \subseteq D \times D$ (nessa caso, $I(P)$ será um conjunto de pares ordenados); e assim por diante.

Observação4: ainda que o domínio D não possa ser vazio, nada impede que se atribua a uma constante de predicado uma extensão vazia.

O cálculo do valor de verdade de uma sentença⁸ é dado pelas seguintes regras semânticas:

- i. $P(t_1, \dots, t_n)$ é verdadeira em \mathcal{M} se e somente se $\langle I(t_1), \dots, I(t_n) \rangle \in I(P)$ em \mathcal{M}
- ii. $t_1 = t_2$ é verdadeira em \mathcal{M} se e somente se $I(t_1)$ é o mesmo que $I(t_2)$ em \mathcal{M}
- iii. $\neg\alpha$ é verdadeira em \mathcal{M} se e somente se α é falsa em \mathcal{M}
- iv. $(\alpha \supset \beta)$ é verdadeira em \mathcal{M} se e somente se α é falsa em \mathcal{M} ou β é verdadeira em \mathcal{M}
- v. $\forall x\alpha$ é verdadeira em \mathcal{M} se e somente se para todo $i \in D$, $\alpha[x/i]$ é verdadeira em \mathcal{M} ⁹.

⁷ A linguagem poderia ser enriquecida com a introdução de símbolos funcionais, o que exigiria uma cláusula recursiva para formação de termos individuais. Mas, por uma questão de simplicidade, não seguiremos esse rumo.

⁸ Uma sentença é uma fórmula bem-formada que não tem variável livre.

⁹ Aqui cometi um abuso de linguagem, pois i é uma entidade de um domínio e certamente i não substitui uma variável x em uma fórmula α .

2.3 Sistema axiomático para LP=

Em LP=, em geral, as seguintes fórmulas são admitidas como axiomas:

- I. todas as tautologias
- II. $\alpha \supset \forall x\alpha$, se x não é livre em α
- III. $\forall x(\alpha \supset \beta) \supset (\forall x\alpha \supset \forall x\beta)$
- IV. $\forall x\alpha \supset \alpha[x/t]$ ¹⁰
- V. $\forall x\alpha$, se α é um axioma
- VI. $a = a$
- VII. $a = b \supset (\alpha \supset \alpha(a//b))$ (ou seja, se $a = b$, então dada uma fórmula α , podemos substituir algumas (podem ser todas) ocorrências de a por b em α).

Regra de inferência (*Modus Ponens*): a partir de α e $\alpha \supset \beta$, derivar β .

A semântica estabelecida acima garante a validade dos axiomas e a preservação de verdade da regra de inferência. Na próxima seção estabeleceremos a sintaxe e a semântica das lógicas livres.

3 Sintaxe das lógicas livres

Em geral, não há grandes diferenças entre a linguagem de LP= e a linguagem das lógicas livres com identidade. O alfabeto permanece o mesmo e a definição de fórmula bem-formada é exatamente a mesma. O que esses sistemas fazem é definir um predicado $E!(t)$ que significa “ t existe”, ou melhor, “ t denota uma entidade existente”:

$$E!(t) =_{df} \exists x(x = t)$$

Esse predicado será usado para enfraquecer o axioma IV e introduzir um novo axioma no sistema de lógica livre.

Entretanto, cabe aqui uma observação. Se o sistema de lógica livre tem como base apenas a linguagem da lógica de predicados (sem identidade), então é necessário introduzir $E!$ como um predicado primitivo no sistema e estender as regras de boa-formação da seguinte forma¹¹:

- se t é um termo individual, então $E!(t)$ será uma fórmula bem-formada.

¹⁰Há restrições nesse axioma: t deve ser livre para x . Assim, a seguinte fórmula não é uma instância do axioma: $\forall x\forall y(Fx, y) \supset \forall yF(y, y)$. y não é livre para x nessa fórmula.

¹¹Cf. LAMBERT, 1963.

3.1 Sistema axiomático para lógicas livres com identidade

Veremos a seguir que há, ao menos, três tipos de semânticas para as lógicas livres com identidade (LL=), a saber:

- uma semântica positiva;
- uma semântica negativa;
- e uma semântica neutra.

Na semântica positiva, temos que algumas sentenças em que ocorrem constantes individuais que se referem a objetos não-existentes são verdadeiras. Em particular, deseja-se manter, nessa semântica, a validade dos axiomas VI e VII acima. Além disso, modifica-se o axioma IV para

$$\text{IV}^*. \forall x \alpha \supset (E!(t) \supset \alpha[x/t])$$

e também é introduzido um novo axioma

VIII. $\forall x E!(x)$, que afirma que a variável x do quantificador universal percorre apenas o domínio das entidades existentes.

Na semântica negativa, todas as sentenças atômicas contendo constantes individuais que não se referem a objetos existentes são falsas. Nesse caso, o axioma VI acima deve ser excluído e substituído por

$$\text{VI}^*. \forall x (x = x)$$

Na semântica neutra, sentenças atômicas contendo constantes individuais que não se referem a objetos existentes são consideradas sem valor de verdade. Nesse caso, em geral, é preciso ao menos de uma lógica trivalente. Poderíamos considerar que a semântica neutra está dentro do espírito Fregeano¹², enquanto a semântica negativa está dentro do espírito Russelliano¹³.

3.2 Semântica das lógicas livres

Conforme mencionado acima, é possível produzir três tipos de semânticas para lógicas livres (com identidade). Começaremos com a semântica positiva.

¹²Na visão de Frege, sentenças da linguagem natural contendo um termo singular vazio (nome próprio ou descrição definida) não tem *Bedeutung*, que, no caso de sentenças, é um valor de verdade. Cf. FREGE, 1984. Por outro lado, em uma linguagem científica, Frege concede que todos os termos devem ter referência (*Bedeutung*). Assim, por métodos convencionais, ele força a referência para todos os termos. Por exemplo, estipulando um certo objeto * como o referente de termos vazios.

¹³Cf. RUSSELL, 1905.

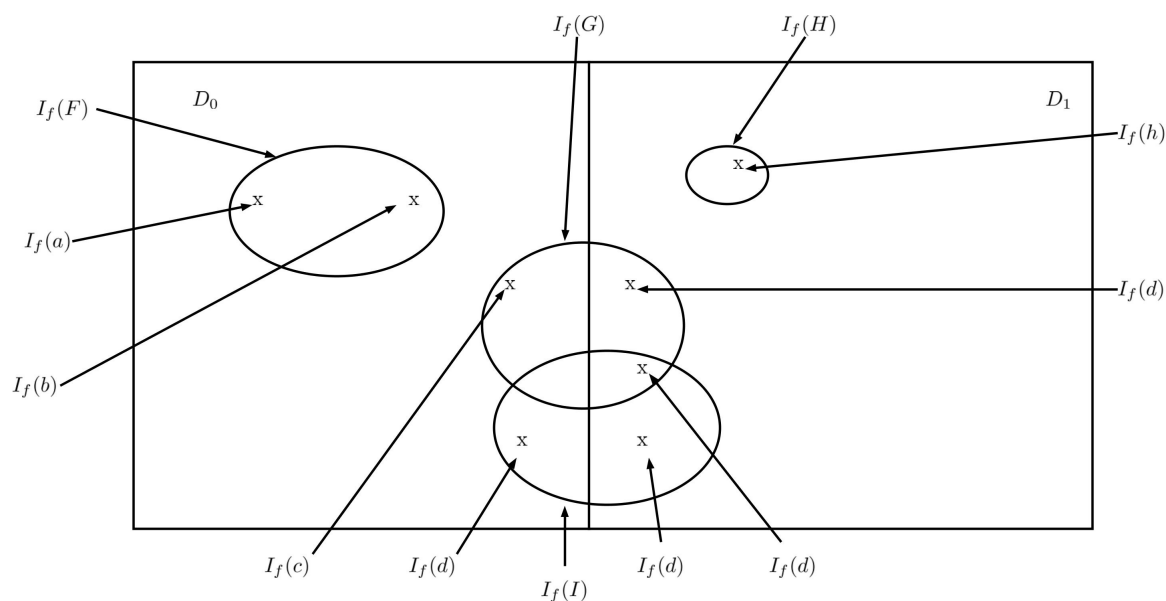
3.2.1 Semântica Positiva

Em geral, na semântica positiva, estabelecemos um estrutura \mathcal{M}_f como uma tripla ordenada contendo como membros um domínio possivelmente vazio D_0 dos objetos existentes (domínio interno), um domínio D_1 de objetos não-existentes (domínio externo) e uma função interpretação I_f . Aqui, as relações entre D_0 e D_1 podem ser as seguintes: ou D_0 é um subconjunto próprio de D_1 ou D_0 e D_1 são disjuntos (nesse caso, D_1 pode ser vazio), mas $D_0 \cup D_1$ não é vazio. Aqui, seguiremos essa última rota. A função interpretação I_f tem as seguintes características:

1. a toda constante individual da linguagem é atribuída uma entidade pertencente a $D_0 \cup D_1$;
2. a toda constante de predicado eneario é atribuído um certo subconjunto de $(D_0 \cup D_1)^n$

A função interpretação I_f funciona de forma similar a função interpretação I . A diferença é que na estrutura \mathcal{M}_f há dois domínios, o domínio interno e o domínio externo.

A seguinte figura ajuda visualizar uma estrutura possível:



Dada a estrutura, agora podemos estipular as condições de verdade das sentenças da linguagem LL=:

- i. $P(t_1, \dots, t_n)$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se $\langle I_f(t_1), \dots, I_f(t_n) \rangle \in I_f(P)$ em \mathcal{M}_f
- ii. $t_1 = t_2$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se $I_f(t_1)$ é o mesmo que $I_f(t_2)$ em \mathcal{M}_f
- iii. $E!t$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se $I_f(t) \in D_0$
- iv. $\neg\alpha$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se α é falsa em \mathcal{M}_f

- v. $\alpha \supset \beta$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se α é falsa em \mathcal{M}_f ou β é verdadeira em \mathcal{M}_f
- vi. $\forall x\alpha$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se $\alpha[x/t]$ é verdadeira em \mathcal{M}_f , para qualquer termo singular t tal que $f(t) \in D_0$.

Podemos mostrar agora que $F(a)$ não se segue logicamente de $\forall xF(x)$. Seja, por exemplo, o domínio interno $D_0 = \emptyset$ e o domínio externo $D_1 = \{1, 2, 3\}$. Sejam $I_f(a) = 1$, $I_f(b) = 2$ e $I_f(c) = 3$. Seja também $I_f(F) = \{2, 3\}$. Nesse modelo, $\forall xF(x)$ é verdadeiro, pois não há entidade pertencente ao domínio D_0 que não pertença a $I_f(F)$. Por outro lado, $F(a)$ é falsa na estrutura, pois $I_f(a) \notin I_f(F)$. Com uma simples modificação na estrutura acima, podemos mostrar que $\exists xF(x)$ não se segue logicamente de $F(a)$. Basta estipular, por exemplo, que $I_f(F) = \{1, 2, 3\}$ ¹⁴.

3.3 Semântica negativa

Para produzir uma semântica negativa, excluimos o domínio externo da estrutura \mathcal{M}_f , voltando ao par ordenado $\langle D_0, I_f \rangle$, onde D_0 não é vazio. Contudo, agora, diferentemente dos casos anteriores, a função interpretação I_f não é total. Isso significa que não será atribuída a toda constante individual uma entidade do domínio. A função I_f atribuirá a uma constante de predicado eneario um subconjunto de D_0^n .

As estipulações semânticas são como se segue:

- i*. $\mathbf{P}(t_1, \dots, t_n)$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se $I_f(t_1) \in D_0, \dots, I_f(t_n) \in D_0$ (ou seja, I_f é definida para as constantes t_1, \dots, t_n) e $\langle I_f(t_1), \dots, I_f(t_n) \rangle \in I_f(\mathbf{P})$ em \mathcal{M}_f .

Observação: assim se alguma constante não for definida para I_f na estrutura, a sentença atômica contendo-a será falsa.

- ii*. $t_1 = t_2$ é verdadeira em \mathcal{M}_f se e somente se $I_f(t_1), I_f(t_2) \in D_0$ e $I_f(t_1)$ é o mesmo que $I_f(t_2)$ em \mathcal{M}_f

Observação: portanto, se t_1 ou t_2 não for definida para I_f na estrutura, a sentença de identidade será falsa.

As demais regras permanecem as mesmas. Nessa interpretação, é simples mostrar que a fórmula $a = a$ não é válida. Basta deixar $I_f(a)$ não definida na estrutura.

¹⁴Há outra estipulação semântica, baseada em supervalorações, que produz uma semântica positiva. Veja Fraassen (1969) e Lambert (1997, p. 69-80).

3.4 Semântica neutra

A semântica neutra é muito próxima da semântica negativa, sendo a única mudança o seguinte: sentenças atômicas contendo termos singulares não definidos não são nem verdadeiras ou falsas. Nesse caso, a lógica livre não será bivalente e teríamos de decidir o valor de verdade das sentenças contendo negação e implicação material. Há algumas formas de se fazer tais estipulações, mas não discutirei aqui.

4 Possíveis aplicações da lógica livre

Empreender um estudo sobre lógicas livres se justifica, porque é possível analisar certos problemas filosóficos sob um novo prisma. Por exemplo, em um artigo interessante, Quine (1963) discute sobre o velho problema do não-ser de Platão. No artigo, esse problema é denominado de *Barba de Platão*. O problema consiste na seguinte análise: seja a sentença

(A) *Pégaso não existe.*

A princípio, essa sentença parece ser verdadeira. Contudo, ao afirmar a não-existência de Pégaso, estamos, em algum sentido, nos comprometendo com a entidade nomeada pelo nome “Pégaso”. Uma tradução possível para essa sentença na linguagem de LP= seria:

(A*) $\neg\exists x(x = p)$ (ou assumindo a definição do predicado $E!$: $\neg E!(p)$)

O problema, como já observado, é que dentro do sistema de LP=, (A*) é paradoxical, uma vez que $\neg\exists x(x = p)$ é equivalente a $\forall x(x \neq p)$, o que implica — dadas as regras do sistema — $p \neq p$.

A proposta de solução do Quine para resolver a *Barba de Platão* é levar a cabo uma proposta de Russell, segundo a qual nomes próprios na linguagem natural são descrições definidas disfarçadas. Portanto, de acordo com Quine, a sentença em (A) deveria ser, por exemplo, traduzida por

(A**) *O cavalo alado capturado por Belerofonte não existe, onde “o cavalo alado capturado por Belerofonte” é a descrição associada ao nome “Pégaso”*

Uma vez que (A) é equivalente a (A**), Quine elimina o comprometimento ontológico a Pégaso, aplicando o método sugerido por Russell (1905). Assim, (A**) transforma-se em

(A***) Não existe uma entidade x tal que x é cavalo alado capturado por Belerofonte e nada mais é cavalo alado capturado por Belerofonte¹⁵

¹⁵Em símbolos: $\neg\exists x(H(x) \wedge A(x) \wedge C(x, a) \wedge \forall y(H(y) \wedge A(y) \wedge C(y, a) \supset y = x))$

A solução Quineana, do ponto de vista da linguagem cotidiana, não parece ser natural. Além disso, a descrição definida associada ao nome “Pégaso” ainda tem a ocorrência de um nome próprio igualmente vazio. E, de fato, *ser capturado por Belerofonte* seria ou deveria ser uma marca característica para distinguir essa entidade de outros cavalos alados que, por ventura, possam vir a existir algum dia.

Em sistemas positivos de lógica livre, a sentença (A) não apresenta qualquer dificuldade do ponto de vista formal. Além disso, tais sistemas parecem favorecer uma interpretação mais próxima da linguagem natural. Contudo, introduz certas dificuldades metafísicas — o que são essas entidades não-existentes do domínio externo —, uma vez que a semântica (pelo menos, a semântica positiva) compromete-se ontologicamente com entidades *sui generis*. Uma questão extremamente interessante e importante é: qual é o critério de identidade para tais entidades? Se levarmos em conta o *dictum* de Quine “no entity without identity”, deveríamos descartar entidades não-existentes de nossas investigações ontológicas? Há um paralelo entre as entidades não-existentes (assumidas, por exemplo, na semântica positiva das lógicas livres) e, por exemplo, mundos possíveis (assumidos na semântica das lógicas modais). Esse é um ponto que investigarei em um próximo artigo.

Um outro ponto que justifica o estudo sobre lógicas livres é a sua importância no projeto neologicista de Crispin Wright e Bob Hale¹⁶. O objetivo do neologicismo é fundamentar analiticamente a aritmética e análise e para isso é feito uso de Princípios de Abstração, que têm a seguinte forma:

$$\forall\alpha\forall\beta[\Sigma(\alpha) = \Sigma(\beta) \equiv .\alpha \approx \beta],$$

onde α e β são termos que se referem a certas entidades de um domínio original (objetos, conceitos de primeira ordem, etc.), $\Sigma...$ é um operador-formador de termos singulares e $\alpha \approx \beta$ expressa que uma certa relação de equivalência ocorre entre as entidades referidas por α e β .

O objetivo dos princípios de abstração é introduzir novos objetos no domínio dos objetos (os abstratos). Contudo, se o termo singular $\Sigma(\alpha)$ for introduzido na linguagem de LP2= (lógica de segunda ordem clássica com identidade), facilmente produzimos um teorema que afirma a existência da entidade associada a $\Sigma(a)$:

1. $\Sigma(\alpha) = \Sigma(\alpha)$
2. $\exists x(x = \Sigma(\alpha))$

Todavia, não é esse o procedimento de Wright (1983). De fato, Wright utiliza uma interpretação própria do princípio do contexto Fregeano para estabelecer a existência dos abstratos. Na sua versão do princípio do contexto, é necessário estabelecer a verdade das

¹⁶ Até onde sei, quem primeiro chamou a atenção para a necessidade do projeto neologicista ser estabelecido dentro de um sistema de lógica livre foi MacFarlane (2009).

sentenças de identidade entre abstratos por meio da verdade da relação de equivalência correspondente (via Princípio de Abstração). Uma vez estabelecida a verdade dessas sentenças de identidade, isso confere referência a estes termos e, portanto, podemos generalizar existencialmente. A prova seria da seguinte forma:

$$1'. \Sigma(\alpha) = \Sigma(\alpha). \equiv .\alpha \approx \alpha$$

$$2'. \alpha \approx \alpha$$

$$1. \Sigma(\alpha) = \Sigma(\alpha) \text{ (lógica proposicional)}$$

$$2. \exists x(x = \Sigma(\alpha)) \text{ (aplicação do princípio do contexto, generalização existencial)}$$

É importante investigar qual sistema de lógica livre seria mais adequado, se for o caso, para o projeto neologicista. De fato, em comunicado a Bob Hale em 2009, sugeri que adoção de uma lógica livre no projeto neologicista contrapor-se-ia à tentativa de se definir termos singulares sintaticamente, pois as regras adotadas — seguindo Dummett (1981, cap. 4) — seriam clássicas¹⁷¹⁸.

Referências Bibliográficas

DUMMETT, M. *Frege's philosophy of language*. 2ª edição. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1981.

FRAASSEN, B. C. van. Presuppositions, supervaluations, and free logic. In: LAMBERT, K. (Ed.). *The Logical Way of Doing Things*. New Haven: Yale University Press, 1969. p. 67–91.

FREGE, G. On sense and meaning. In: MCGUINNESS, B. (Ed.). *Collected Papers on Mathematics, Logic, and Philosophy*. Oxford: Basil Blackwell, 1984. p. 157–177.

HALE, B. Singular Terms 1. IN: HALE, B; WRIGHT, C. *The reason's proper study: essays towards a neo-fregean philosophy of mathematics*. Oxford: Clarendon press, 2009a, p. 31-47.

HALE, B. Singular Terms 2. IN: HALE, B; WRIGHT, C. *The reason's proper study: essays towards a neo-fregean philosophy of mathematics*. Oxford: Clarendon press, 2009b, p. 48-71.

LAMBERT, K. Existential import revisited. *Notre Dame Journal of Formal Logic*, v. 4, p. 288–292, 1963.

LAMBERT, K. *Free Logics*. Postfach: Academia Verlag, 1997. v. 1.

¹⁷Cf. HALE, 2009a, 2009b

¹⁸Em um próximo artigo, discutirei esse problema.

LAMBERT, K. *Free Logic: selected essays*. New York: Cambridge University Press, 2007.

MACFARLANE, J. Double vision: two questions about the neo-Fregean program. *Synthese*, v. 170, n. 3, p. 443–456, 2009. QUINE, W. von O. On what there is. In: QUINE, W. van O. (Ed.). *From a Logical Point of View*. New York and Evanston: Harper Torchbooks, 1963. p. 1–19.

RUSSELL, B. On denoting. *Mind*, v. 14, n. 56, p. 479–493, 1905.

WRIGHT, C. (1983). *Frege's Conception of Numbers as Objects*. Aberdeen University Press, 1983.

DIALÉTICA DA SUBJETIVIDADE E DA OBJETIVIDADE NA MECÂNICA QUÂNTICA

Manoel Barros da Motta*
Claudio Maia Porto[†]

1 Introdução

A visão científica e filosófica do Universo e da Natureza prevalecente desde a antiguidade clássica até o século XVII baseava-se na síntese teórica de Aristóteles. Tratava-se de um sistema finalista, ancorado na ideia de um Cosmos rigidamente organizado em termos de princípios metafísicos e estéticos. Nesse todo organizado, os processos físicos ocorreriam com vistas ao cumprimento da finalidade de promover, seja a plena realização das potencialidades inerentes às essências dos seres, seja o restabelecimento da ordem prévio, quando perturbada por processos antinaturais.

A chamada Revolução Científica do século XVII consistiu na completa destruição dessa síntese doutrinal aristotélica, com a eliminação da ideia de Cosmos organizado e das causas formais e finais, e sua substituição por uma nova visão de mundo, assentada em um novo empirismo, associado à experimentação, e na concepção de um Universo regido por uma causalidade puramente eficiente e desprovida de qualquer caráter teleológico, expressa em termos de leis matemáticas universais. O estabelecimento dessa nova visão científica promoveu como seu desdobramento indispensável também a necessidade de abandono do sistema filosófico de Aristóteles, com o qual se articulava

* . Departamento de Filosofia da UFRRJ, mbmotta@globocom.com.

[†] . Departamento de Física da UFRRJ, claudio@ufrj.br.

e no qual se fundamentava a síntese físico-cosmológica daquele filósofo (KOYRÉ, 1957; KOYRÉ, 1965).

Nesse processo de desconstrução dos fundamentos filosóficos aristotélicos da antiga ciência destacam-se duas correntes principais: o cartesianismo e o que podemos chamar de neo-atomismo, derivado da revitalização do atomismo grego operada sob os influxos da Renascença. Se têm diferenças profundas em relação a importantes aspectos, notadamente a respeito da questão da indivisibilidade última da matéria e da realidade do vazio, essas duas correntes convergem em pontos significativos. Com efeito, há dois traços comuns muito relevantes entre suas visões científicas. Em primeiro lugar, ambas compartilham da concepção reducionista segundo a qual as qualidades que percebemos na matéria (que Locke chamou de qualidades secundárias) dizem respeito a formas subjetivas de nossa percepção e não são inerentes à matéria enquanto tais, porém podem ser compreendidas em termos da redução da análise às formas e propriedades verdadeiramente essenciais da matéria. Da mesma forma, as duas visões vinculam-se a um modo de pensamento mecanicista, associada a alguns elementos fundamentais: a ideia de que todos os processos físicos são regidos unicamente por uma causação eficiente — sem a intervenção de causas formais ou finais — executada por agentes materiais (sem a admissão de causas incorpóreas), exclusivamente através de contato direto.

Ainda que a física, em sua evolução, tenha se afastado desse mecanicismo rígido com a violação do princípio estrito da causalidade local pela formulação, por Newton, da ação gravitacional a distância — princípio esse só finalmente restabelecido com a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein — tanto o programa reducionista quanto os elementos que caracterizam a concepção mecanicista foram de inestimável importância para a formação da visão científica moderna. A visão da matéria e de suas interações de base mecanicista e reducionista eliminava da descrição física e cosmológica a noção de tendências conformes à natureza do objeto como fator de determinação de sua evolução. Enquanto antes havia causas cuja natureza transcendia a simples materialidade — tínhamos um exemplo disso na finalidade —, agora, as causas e os efeitos situavam-se na mesma dimensão — material, constituindo um sistema que Léon Brunschvicg chamou de “horizontal” (BRUNSCHVICG, 1922). Temos agora uma *“Natureza em que as causas não têm mais ‘dignidade’ que os efeitos, uma vez que são, umas e outros, fenômenos equivalentes”* (LENOBLE, 2002, p. 207).

Como ressaltou Merleau-Ponty (2006), a prevalência dessa concepção filosófica representou o esvaziamento de um significado imanente à evolução da natureza, pela completa exteriorização dos mecanismos causais em relação aos próprios seres. Afastávamos definitivamente da ideia da Natureza como um grande ser vivo, detendo em si mesma a lógica de sua própria evolução. Passávamos da imagem do organismo para a imagem do mecanismo, ou seja uma estrutura cujo funcionamento obedece a leis universais e não próprias, e cujo significado é conferido por uma finalidade alheia a ela e determinada pelo seu “construtor” externo. Portanto, não é mais válido buscar nos

fenômenos naturais um significado-finalidade inerente; este significado é transferido, no primeiro momento, a uma inteligência legisladora transcendente à realidade material — temos aqui a metáfora do relojoeiro. Há uma cisão entre, segundo a linguagem spinozista, a “Natureza naturante”, ou seja, como causa dos seus fenômenos, e a “Natureza naturada”, suas manifestações fenomênicas. A Natureza “*perde seu interior; é a realização exterior de uma racionalidade que está em Deus*” (MERLEAU-PONTY, 2006, p. 12). Ela deixa de ser, como diz Lenoble, uma imensa semiologia, um código a ser decifrado. Perde-se a ideia de uma natureza-imagem em favor de uma natureza-coisa (LENOBLE, 2002). Essa “desumanização” é a objetivação completa da realidade natural, obra da ciência e da filosofia moderna.

2 A emergência do Quantum

Ao final do século XIX, de posse da mecânica newtoniana, da teoria eletromagnética plenamente sintetizada por Maxwell, da termodinâmica e da mecânica estatística, a física aparentemente tinha chegado a um apogeu definitivo, com a elaboração de todo o suposto arcabouço teórico necessário à descrição dos fenômenos da natureza e a consagração do paradigma epistemológico definido pelo método científico formulado por Galileu, mais de três séculos antes, através da associação entre inferência empírica e rigoroso raciocínio lógico-dedutivo. Entretanto, essa perspectiva otimista a respeito do estágio de desenvolvimento da ciência foi prontamente desfeita. Desenvolvimentos teóricos e experimentais associados a determinados problemas concretos trouxeram à luz evidentes contradições entre a descrição proporcionada pela teoria física então aceita e os resultados empíricos. A questão das previsões teóricas absolutamente insensatas fornecidas pela combinação do eletromagnetismo e da mecânica estatística para a radiação térmica emitida pelos corpos, do fenômeno da emissão induzida de elétrons por metais quando submetidos à incidência de radiação ultravioleta e da configuração das estruturas atômicas recém descobertas são exemplos de problemas em que as construções teóricas da física então vigentes fracassavam dramaticamente na descrição da realidade experimental.

Em 1900, Max Planck formulou a hipótese do *quantum* de energia: a energia das ondas eletromagnéticas que constituíam a radiação térmica emitida pelas paredes de um corpo não poderia assumir qualquer valor, mas sim apenas determinados valores, múltiplos de um valor fundamental (*quantum*), por sua vez proporcional à frequência da onda emitida (PLANCK, 1900). Através dessa hipótese, completamente original — não se conhecia até então qualquer sistema físico cujos valores possíveis de energia não variassem continuamente —, Planck foi capaz de adequar as previsões teóricas da teoria eletromagnética e da física estatística a respeito da energia térmica por unidade de tempo e de área emitida pela superfície de um corpo aos resultados experimentais, expressos na conhecida lei de Stefan-Boltzmann.

Em 1905, Albert Einstein deu um passo adiante na interpretação dos postulados quânticos da radiação eletromagnética, admitindo que a natureza quantizada dos valores de energia associados a esta radiação traduzisse um caráter corpuscular assumido por ela em determinadas situações (EINSTEIN, 1905). Em outros termos, a interação da radiação com a matéria se daria, sob determinadas condições, como a emissão ou absorção de “corpúsculos fundamentais (indivisíveis) de radiação”, portadores de um *quantum* de energia. A proposta de Einstein era a de que a radiação exibisse um caráter dual: ora como ondas eletromagnéticas, ora como conjunto de corpúsculos (mais tarde denominados fótons); sua manifestação através de uma ou outra forma dependeria da natureza do fenômeno analisado. Esta hipótese era muito mais radical do que a de Planck e foi duramente combatida, inclusive pelo próprio Planck. No entanto, através dela Einstein foi capaz de explicar os comportamentos observados no chamado efeito fotoelétrico, onde elétrons são emitidos por materiais metálicos “iluminados” por radiação ultravioleta, trabalho que lhe valeu o Prêmio Nobel, concedido em 1921.

Nova e importantíssima etapa desta progressão revolucionária ocorreu em 1912 e 1913, quando o dinamarquês Niels Bohr apresentou seu modelo físico da estrutura do átomo de hidrogênio (BOHR, 1913). Bohr propôs este modelo como solução para o problema da instabilidade da estrutura atômica, tal como proposta por Rutherford, o descobridor do núcleo atômico. Rutherford concebera uma estrutura atômica análoga ao sistema planetário, com o elétron (negativo) orbitando circularmente em torno do núcleo (positivo), sob a ação da atração eletrostática, em substituição à força gravitacional, responsável pelas órbitas planetárias. Ocorre que as situações não são completamente análogas: o sistema planetário é um sistema puramente mecânico, enquanto o sistema atômico é um sistema eletromagnético, movendo-se de acordo com as leis mecânicas. Contudo, existe uma lei fundamental do eletromagnetismo clássico de que um objeto eletricamente carregado, quando acelerado, perde energia na forma de radiação eletromagnética. Tal seria o caso do elétron em órbita circular em torno do núcleo. Ora, existe uma relação, determinada pela mecânica clássica, entre a energia do objeto orbitante e o raio de sua órbita. O cálculo matemático da taxa de emissão de radiação e da consequente perda de energia revelava que o elétron iria perdendo energia tão rapidamente que o raio de sua suposta órbita quase que instantaneamente se reduziria a zero. Seria o “colapso” atômico; a estrutura atômica seria absolutamente efêmera.

O modelo de Bohr era uma combinação de postulados de física clássica e de princípios quânticos. Segundo ele, o elétron do hidrogênio orbitava em torno do próton em órbitas circulares, de acordo com as leis dinâmicas da mecânica newtoniana. Entretanto, nem todas as órbitas, fosse qual fosse o valor do raio, seriam possíveis: apenas algumas, compatíveis com um princípio de quantização que restringia as possibilidades do valor do momento angular eletrônico. O modelo afirmava que, ao se movimentar ao longo de uma dentre essas órbitas possíveis, apesar de curvilíneas, o elétron não emitia radiação eletromagnética, violando frontalmente a lei do eletromagnetismo anteriormente

mencionada.

Mais do que a aspecto da violação da lei em si, é extremamente interessante o sofisticado argumento epistemológico utilizado por Bohr para invalidá-la: segundo ele, nada nos garante que se deve extrapolar ao mundo microscópico uma lei inferida a partir de nossa vivência macroscópica, como é o caso da afirmativa derivada do eletromagnetismo em questão. Deste modo, diante do conflito entre observações experimentais referentes ao novo mundo microscópico e a teoria construída a partir de um universo fenomênico completamente diverso, não há que se deter em afirmar as positivities dos fatos experimentais em prejuízo das hipóteses teóricas, substituindo-as por outras, que sejam coerentes com essa nova realidade empírica (BOHR, 1958). Se a lei da emissão eletromagnética de uma carga acelerada fosse aplicada à estrutura microscópica do átomo, essa estrutura não seria estável; no entanto, é um fato experimental que ela é estável. Assim sendo, devemos descartá-la, ao menos na forma usual, neste contexto.

Outro aspecto absolutamente revolucionário do modelo proposto por Bohr reside no fenômeno da transição eletrônica. Segundo Bohr, existe a possibilidade de que o elétron transite de uma órbita para outra, seja de uma, com energia mais alta, para outra, com energia mais baixa, para tanto emitindo a diferença entre os dois valores, seja na ordem inversa, desde que agora absorvendo a diferença, fornecida por algum agente externo. No entanto, o conjunto das órbitas é discreto, isto é, os raios possíveis não variam continuamente, de sorte que existe uma região intermediária entre elas onde o elétron não poderia estar. Sendo assim, como seria possível que um elétron passasse de uma órbita a outra, sem atravessar essa região proibida? É justamente aqui que Bohr propôs sua interpretação mais ousada: segundo ele, devemos abandonar no universo microscópico a ideia de que os fenômenos físicos sejam descritos através de processos desenrolando-se continuamente no espaço e no tempo! O que para todos nós parecia um traço absolutamente fundamental da realidade revelar-se-ia apenas um paradigma de inteligibilidade de validade contextualmente restrita.

É uma característica dos últimos avanços da teoria quântica que em uma medida ainda maior abandonam-se as representações no espaço-tempo em conexão com as teorias clássicas e faz-se um uso puramente simbólico dos conceitos clássicos. (MURDOCH, 1987, p. 68)

Estes dois elementos epistemológicos ousadamente invocados por Bohr constituíram o começo de uma profunda ruptura na forma de pensamento desenvolvida e cultivada pela física clássica, que levaria, pouco mais de uma década adiante, à mecânica quântica.

Em 1924, Louis de Broglie estendeu à matéria a dualidade onda-corpúsculo proposta por Einstein para a radiação — e reafirmada pelos experimentos de Arthur Compton, em 1923. Às antes consideradas partículas materiais corresponderia de alguma maneira um comportamento ondulatório, expresso por parâmetros característicos de ondas, como comprimento de onda e frequência. Seguindo esta linha, em janeiro de 1926,

Erwin Schrödinger formulou uma equação de onda a governar o comportamento de partículas materiais como o elétron. Esta equação inaugurou a Mecânica Quântica propriamente dita (na verdade, a Mecânica Quântica surgiu simultaneamente por duas vias de pensamento distintas: a Mecânica Ondulatória de Schrödinger e a Matricial, de Werner Heisenberg).

A que se refere o comportamento ondulatório descrito pela equação proposta por Schrödinger?

A resposta a essa pergunta é objeto de diferentes interpretações; a que se tornou consagrada pela tradição é conhecida como “Interpretação de Copenhague”, devido à enorme contribuição do grupo reunido em torno de Niels Bohr, no qual figurava, inicialmente, o próprio Heisenberg. O aspecto principal desta interpretação da teoria quântica é sua natureza probabilística, proposta pelo físico alemão Max Born. Segundo ela, a função de onda descrita pela equação de Schrödinger determina a probabilidade de, ao fazermos uma observação, encontrarmos o sistema material representado por ela nessa ou naquela situação, dentre as diferentes alternativas possíveis. Assim, o conhecimento que se extrai da teoria não é, como na Mecânica Clássica, uma certeza determinística sobre a condição futura do sistema, a ser inequivocamente confirmada pela experimentação, mas uma mera indicação probabilística, ainda que dotada de todo o rigor possível.

3 Os Fundamentos da Mecânica Quântica

A Mecânica Quântica, elaborada independentemente por Schrödinger e Heisenberg, foi sistematizada em um formalismo baseado na Interpretação de Copenhague, mencionada anteriormente, a partir de alguns princípios fundamentais:

1 – O sistema quântico é completamente descrito pela função de onda a ele associado, ou seja, este objeto matemático contém toda a informação que pode ser obtida a respeito do sistema.

Já este primeiro postulado nos leva a um cenário extremamente novo no que se refere à descrição da matéria. Nele, o objeto material é reduzido em sua essência mais pura a uma função matemática. Não mais falamos de sua forma, de seu volume ou de representações geométricas de maneira geral. A espacialidade deixa de ser um elemento constituinte da representação essencial da matéria. Se com o atomismo as características de cor, sabor, cheiro ou textura foram reduzidas a manifestações epifenômicas, de caráter subjetivo, referentes a arranjos estruturais de constituintes fundamentais completamente despojados desses aspectos, podemos dizer, acompanhando Heisenberg, que, com a nova descrição quântica, damos o último passo nesse projeto reducionista, eliminando os últimos traços de representação sensorial da realidade material:

No entanto, a física atômica vai consideravelmente além dos gregos em um

ponto sobre o qual o entendimento é essencial para todo seu desenvolvimento. Com Demócrito os átomos perderam as qualidades como cor, gosto, etc, eles apenas ocupavam espaço, mas proposições geométricas sobre átomos eram admissíveis e não requeriam maior análise. Na física moderna, os átomos perderam essa última propriedade, eles não possuem propriedades geométricas em grau maior do que cor, gosto, etc ... O átomo da física moderna pode apenas ser simbolizado por uma equação diferencial parcial em um espaço multidimensional abstrato (HEISENBERG, 1979, p. 38).

2 – A dinâmica no tempo da função de onda que descreve o sistema quântico é governada pela Equação de Schrödinger. Esta é uma equação diferencial linear, o que implica que a soma (combinação linear) de suas soluções é também uma solução, ou seja, é válido o princípio da superposição. Portanto, podemos construir a partir destas funções de onda uma estrutura matemática chamada espaço vetorial. Como a Equação proposta por Schrödinger é uma equação diferencial complexa, suas soluções são funções complexas, de modo que o espaço vetorial em questão é um espaço de funções complexas, denominado “Espaço de Hilbert”.

A consequência prática da validade do princípio da superposição na descrição do sistema quântico está no fato de que, se temos vários estados possíveis para este sistema, em princípio, a função de onda que o descreve será uma combinação de todas essas possibilidades.

Uma aplicação desta característica da teoria consiste na descrição da chamada “experiência da fenda dupla”, inicialmente proposta pelo físico britânico Thomas Young como uma experiência óptica.

Consideremos, por exemplo, um “canhão” de elétrons, capaz de disparar um elétron de cada vez. Coloquemos a certa distância à frente dele um anteparo com duas pequenas fendas e, atrás desse, novamente a certa distância, outro anteparo, dotado da propriedade de cintilar assim que seja atingido por algum objeto. Direccionemos o canhão para que aponte em direção ao ponto médio do segmento que une as duas fendas, de modo que elas fiquem simétricas em relação a este alinhamento. Em seguida, dispara-se o canhão, fazendo com que os elétrons atinjam, um a um, a placa cintilante.

Caso os elétrons fossem partículas materiais tal como as descreve a física clássica, descreveriam naturalmente uma trajetória reta. Algumas delas, dependendo da direção dessa trajetória, poderiam passar por uma ou outra fenda, atingindo o segundo anteparo e fazendo-o cintilar. O maior número de cintilações ocorreria, então, nos pontos do segundo anteparo alinhados com o ponto de disparo e cada uma das duas fendas. Eventualmente, alguns elétrons poderiam bater na parede da fenda e atravessá-la não mais na direção original, mas em uma trajetória desviada, atingindo o segundo anteparo em pontos não mais alinhados com as fendas e o ponto de partida.

Se traçássemos um gráfico horizontal representando o número de cintilações em

cada ponto do anteparo teríamos uma figura como a representada pela linha mostrada na figura 1:

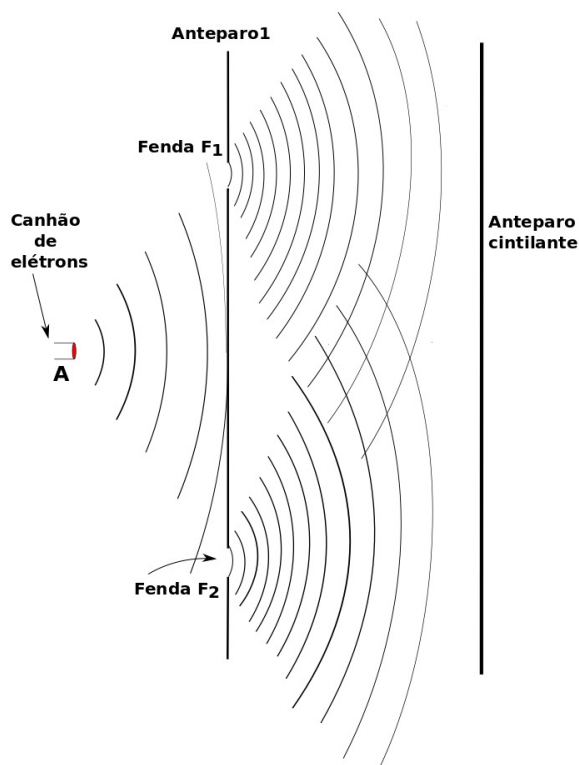


Figura 1: Esquema da Experiência da Fenda Dupla de Young aplicada a elétrons. O canhão de elétrons A dispara os elétrons, um a um, e esses elétrons passam através das fendas do primeiro anteparo, colidindo com o segundo anteparo e fazendo-o cintilar.

Entretanto, ao fazermos o experimento vemos que não é o que ocorre. Em lugar do gráfico mostrado na figura 1, característico do comportamento corpuscular esperado pela física clássica, encontramos a curva a seguir (figura 2), típica, pelo contrário, de um fenômeno de interferência ondulatória. Temos, na verdade, a mesma figura de interferência que se forma na experiência óptica original de Young: o máximo de cintilações ocorre na região central do segundo anteparo e não nos pontos alinhados com as fendas e o canhão, onde, pelo contrário, temos um mínimo.

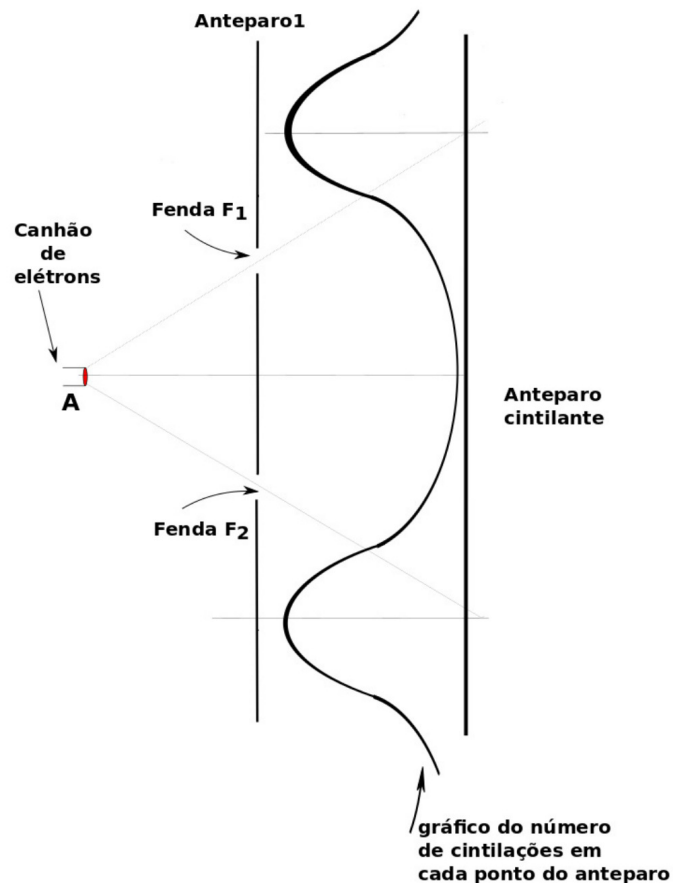


Figura 2: Esta figura mostra um gráfico cuja largura representa o número de cintilações nos respectivos pontos do segundo anteparo. Esperaria-se que, para um comportamento corpuscular, o maior número de cintilações ocorresse nos pontos situados em linha reta com a fonte e cada uma das duas fendas, F_1 e F_2 .

A interpretação deste resultado é um dos aspectos mais interessantes da teoria quântica.

De fato, na teoria óptica, o gráfico na forma da figura 3 é o resultado da interferência entre os dois ramos da onda luminosa que partem de cada uma das fendas por onde passa a onda original. Contudo, no caso do elétron isso nos proporciona uma materialização bastante clara do comportamento ondulatório desse objeto material: a figura de interferência só se explica se a “onda eletrônica” passar pelo primeiro anteparo simultaneamente por ambas as fendas, produzindo o efeito de interferência posterior. A função de onda do elétron é, na realidade, uma superposição das duas possibilidades originais: “passar pela fenda F_1 ” e “passar pela fenda F_2 ”.

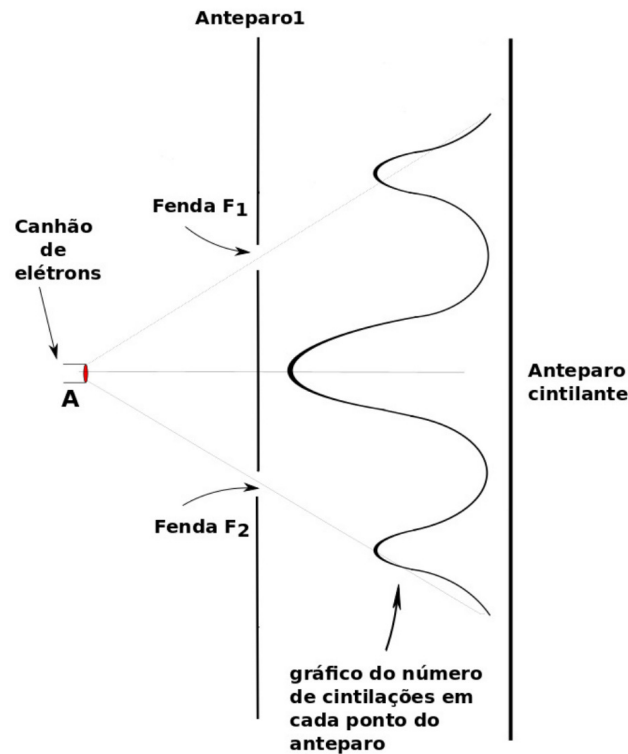


Figura 3: O gráfico do número de cintilações assume a forma de uma figura de interferência exatamente igual à produzida na experiência óptica de Young. Observe-se que o ponto de máxima cintilação ocorre atrás do anteparo e não é acessível a partir da fonte por linha reta passando pelas fendas.

A realização simultânea dessas duas possibilidades tem uma consequência absolutamente drástica sobre a forma como compreendíamos classicamente o objeto material: a destruição da idéia de sua propagação através de uma trajetória definida. Este traço é uma decorrência do caráter ondulatório do objeto quântico e é fundamentado na teoria quântica pelo chamado Princípio da Incerteza, formulado por Werner Heisenberg. Heisenberg demonstrou que há um valor limite mínimo para o produto das incertezas referentes às medidas da posição e do momento linear de um objeto, ou seja, que não é possível determinar, simultaneamente, com precisão total, a posição e o momento do objeto quântico. Ora, sabemos da Mecânica Clássica que a condição indispensável para a determinação da trajetória sob a ação de determinadas interações é o conhecimento da velocidade (ou do momento linear) e da posição em algum instante. Assim, se esse conhecimento é impossível, a determinação da trajetória é impossível!

3. Na Mecânica Quântica, as grandezas físicas são definidas como operações matemáticas realizadas sobre a função de onda, ou seja, são representadas por operadores. Algumas funções são tais que a realização da operação matemática correspondente a uma certa grandeza produz como resultado a própria função, multiplicada por um número. A este chamamos de autovalor; à função que obedece a esta condição chamamos de autofunção ou autoestado do operador.

Cada operador, correspondente a uma grandeza física diferente, possui seu conjunto de autofunções e autovalores. O terceiro princípio fundamental da Mecânica Quântica consiste no fato de que, se fizermos uma medida de uma grandeza física, poderemos encontrar como resposta qualquer um dentre os autovalores próprios do operador que a representa. A teoria nos fornece ainda a probabilidade de encontrarmos cada um dos resultados possíveis. Em outras palavras, a teoria é incapaz de nos fornecer uma certeza absoluta a respeito do estado futuro de um sistema quântico; dadas certas possibilidades referentes a certa grandeza física, ela nos fornece apenas a probabilidade de, ao fazermos uma medida dessa grandeza, encontrarmos cada um dos valores possíveis.

4. Um postulado importantíssimo da teoria quântica se refere ao efeito da medida de uma grandeza sobre o estado do sistema. Conforme dissemos, o estado do sistema, de início, é uma combinação de todas os autoestados correspondentes às diferentes possibilidades de valor da referida grandeza. Quando fazemos uma medida desta grandeza encontraremos, conforme dito no item anterior, um dentre esses valores. O chamado postulado da “redução (ou colapso) da função de onda” afirma que, imediatamente após o ato da medida, o estado do sistema, que antes consistia na combinação das diversas possibilidades, se reduzirá apenas àquele autoestado correspondente ao autovalor encontrado. É o que chamamos de colapso da função de onda.

Neste ponto, nos deparamos com um elemento absolutamente novo na descrição dos processos físicos. No universo clássico, essa descrição se baseia na hipótese de que seja possível efetuar os procedimentos de medida sem afetar significativamente o estado que se deseja medir, de tal modo que se possa falar de um estado objetivo do sistema, completamente independente da interferência do observador. Com o postulado da redução da função de onda, vemos que isso não é mais possível: o procedimento de medida interfere de maneira estrutural na condição do sistema medido, de sorte que o que temos após a medida não é mais o sistema original, mas o sistema até certo ponto desfigurado pelo ato de medição.

É neste sentido que Bernard d’Espagnat diz que a Física Moderna leva somente à objetividade fraca. Uma vez que o formalismo que a subentende faz diretamente apelo à noção de operação de medida, assinala ele, não se pode dar a ela uma formulação convincente onde não será absolutamente questão de observadores e instrumentos. É necessário, então, considerar que o conhecimento científico tem agora um ‘sujeito’, e reconhecer que o acoplamento entre o sujeito cognoscente e o objeto conhecido é formalmente indissociável (KLEIN, 1993, p. 99)

Decerto não se trata aqui de uma intervenção inexplicável e misteriosa; a interferência da medida sobre o sistema a ser medido se dá pelo fato de que toda medição ocorre, na verdade, através de uma interação física e material do aparato de medida com o sistema observado. É esta interação que inevitavelmente altera a condição do objeto medido.

Classicamente, supomos que as dimensões dos sistemas observados são grandes o bastante para que as variações operadas pelo processo de medida sejam pequenas em comparação com os valores originais e possamos desprezá-las. Isso pode ser uma aproximação válida para sistemas de dimensões macroscópicas; não será, no entanto, jamais, para sistemas microscópicos.

Temos como exemplo disso novamente a experiência da dupla fenda, já descrita anteriormente. Vimos como, se lançarmos um elétron de cada vez sobre o anteparo duplamente fendido, surgirá no segundo anteparo, cintilante, uma figura de interferência, traduzindo o fato de que a função de onda do elétron corresponde à combinação das duas possibilidades: passar por uma ou outra fenda. Ocorre que, se implantarmos um detector de elétrons em uma das fendas, capaz de registrar toda vez que um elétron passe por ali, a figura de interferência formada no segundo anteparo desaparecerá, dando lugar a um conjunto de cintilações exatamente igual a como seria caso o elétron fosse um corpúsculo com trajetória definida, tal como era visto na Mecânica Clássica. Em outras palavras, a realização da medida pelo instrumento implantado — cujo resultado é, simplesmente, sim ou não (passou por aqui ou não) — altera o comportamento do elétron e a natureza do fenômeno. Quando forçamos a resposta do sistema, através da medida, fazemos com que ele se defina entre as duas possibilidades — passar por cima ou por baixo — e a função de onda se reduza. É uma ilustração concreta do “colapso” estabelecido em postulado.

Portanto, se a medida experimental interfere de maneira tão decisiva no fenômeno estudado, não podemos mais concluir a partir dos resultados experimentais a natureza de um real independente do sujeito que observador. Um real em si não é mais acessível ao conhecimento empírico. A própria concretização empírica da realidade é um produto indissociável da interação entre sistema e observador.

Não existe, portanto, mais, uma realidade cognoscível independente do sujeito cognoscente, como pretendia a tradição filosófica do materialismo mecanicista, para quem o real exterior é refletido no sujeito ou apreendido pelos sentidos, que dão acesso ao que é externo.

4 A Epistemologia do Quantum

O universo fenomênico microscópico trouxe outro elemento importante relacionado à representação da natureza. Antes de tudo, esse universo é inacessível a nossa percepção sensorial direta. Todo elemento experimental que dele se extrai é obtido de maneira indireta. Trata-se de uma realidade intermediada pela técnica, que é, ela própria, um produto da teoria.

Nesse sentido, agrava-se enormemente uma tendência que já havia sido instituída pela nova ciência, na medida em que assumiu seu caráter eminentemente quantitativo e, por conseguinte, ancorou-se no processo de medida, dependente dos aparelhos. No

entanto, com a física quântica, essa tendência atinge o paroxismo. Agora, não se trata apenas da determinação quantitativa dos objetos capturados por nossa percepção sensorial, mas mesmo a existência desses objetos só pode ser inferida pela experimentação controlada.

Tomemos como exemplo o universo das partículas elementares. O que pode ser dito de um constituinte fundamental da matéria: o elétron? Não é diretamente perceptível, nem tampouco dele se pode fazer uma imagem, sequer a partir de instrumentos. Como dissemos, há muito a física deixou de lhe atribuir uma imagem espacial de contornos bem definidos. Sua representação assume a forma de uma estrutura matemático-conceitual, descrevendo fundamentalmente as possibilidades de resultados de medidas de suas grandezas físicas e as respectivas probabilidades de concretização. Os próprios modos de existência que a nossa vivência empírica construiu ao longo dos tempos, partículas e ondas, lhe escapam. O Princípio da Complementaridade, formulado por Bohr, estabelece esses modos como formas alternativas e complementares, simultaneamente excludentes, de existência dos objetos microscópicos. E o que é mais impressionante, o modo alternativo assumido em cada caso é dependente da natureza e das condições da experiência, impostas pelo observado.

Nada de comum entre o atomismo dos filósofos e a filosofia corpuscular moderna: o corpúsculo não é um pequeno corpo; o elemento não tem geometria (nem dimensões, nem forma, nem situação fixa); o corpúsculo não é um indivíduo; o corpúsculo pode ser aniquilado, e o alguma coisa que subsiste não é mais doravante uma coisa. Interpretar as aquisições da atomística contemporânea segundo as teses habituais do coisismo é mostrar, diante da distância do espírito científico e do espírito filosófico, uma indiferença de filósofo que conserva seus absolutos no mesmo tempo em que a ciência prova seu declínio (CANGUILHEM, 2012, p. 200-201).

Não há, portanto, mais essências fixas, apenas relações, das quais as partículas são a própria materialização. Refratárias à conceituação linguística habitual, as partículas microscópicas são unicamente os efeitos que produzem, na medida em que interagem com o entorno. Trata-se, em oposição a uma essência, de uma estrutura, no sentido de que há um sistema coerente de relações — matemáticas — envolvendo um conjunto de elementos, que determina completamente os comportamentos possíveis desses elementos e esclarece um nexos causal para todos os fatos observados.

E aqui podemos recorrer à própria história do pensamento. Como sabemos, a virada linguística da filosofia nos lembra que a dimensão da linguagem alterou totalmente as formulações tradicionais da teoria do conhecimento centradas na relação sujeito-objeto. A definição mesma do real passa pela linguagem e o estabelecimento do sentido é algumas coisa de ordem estrutural. A linguagem permite elaborar estruturas formais —

também tem um caráter de jogo, como observou Wittgenstein. Ela tem duas dimensões, a saber, a descritiva e a performativa.

No domínio da física quântica, a linguagem verbal tradicional é substituída por uma linguagem formada por um conjunto de relações e objetos matemáticos. Os conceitos linguísticos tradicionais, como partículas e ondas, conforme vimos, não conseguem capturar objetos situados além de nossa percepção direta; nossa estrutura matemática é a única capaz de defini-los.

Podemos dizer que essa linguagem também tem uma dimensão performativa. Recordemos Bachelard, que ressalta enfaticamente o fato de que os fatos experimentais que analisamos no mundo microscópico muitas vezes não são fenômenos espontaneamente produzidos pela natureza e por nós imediatamente percebidos, mas efeitos induzidos pelo próprio aparato experimental.

A ciência moderna não é uma fenomenologia, é uma fenomenotécnica. A partir das intuições atomísticas Bachelard caracteriza a ciência moderna não como ciência dos fenômenos, mas como uma ciência de efeitos (Zeeman, Stark, Compton, Raman) procurados sem que fenômenos semelhantes tenham sido primeiro encontrados na experiência (CANGUILHERM, 2012, p. 202).

Pensemos ainda nos quarks, cuja detecção direta a teoria aponta como impossível e a experiência parece confirmar. Sua existência consiste em uma série de efeitos indiretos totalmente interpretados a partir de pressupostos teóricos.

Mas não é só aí que temos o direito de atribuir a essa linguagem um caráter performativo. Vimos, notadamente no experimento da dupla fenda, que é como resultado do processo de medidas, através da interação do observador com o objeto, que a realidade se concretiza. Podemos dizer então sobre esse novo real que, de fato, a linguagem o conforma. Vimos também que a estrutura matemática traz em si, como postulado fundamental, essa imbricação inalienável entre sujeito e objeto, expulsando a objetividade plena pretendida pelo materialismo mecanicista e introduzindo a subjetividade não mais ao nível de elementos descritivos extraídos projetivamente, de forma consciente ou inconsciente, de um eu que busca conhecer, mas ao nível ontológico da ação concretizante do sujeito-observador sobre um real meramente possível.

5 Conclusão

O nascimento da ciência moderna no século XVII constituiu a primeira grande ruptura do pensamento científico ocidental, com a substituição da síntese aristotélica por uma nova concepção científica, baseada na articulação entre matematização e experimentação. Fortemente marcada por um pensamento filosófico materialista-mecanicista, essa nova concepção promoveu uma tentativa de completa objetivação da representação

do real, eliminando dela as ideias de finalidade, ordem e significado, rejeitando-as como elementos subjetivos correspondentes a nossa interpretação da natureza, mas não de características próprias da realidade material.

A partir da matematização de sua linguagem, a ciência moderna adquiriu também como traço fundamental a determinação quantitativa das grandezas, obtida pelos processos de medida. Deste modo, talvez constitua um aspecto paradoxal que a busca pela completa objetivação da representação da natureza, livre dos elementos subjetivos de caráter antromórfico, tenha sido acompanhada por um novo experimentalismo, apoiado nos instrumentos de medida, eles próprios, uma aplicação material da teoria, e como tal uma extensão da linguagem científica. A representação da natureza não é, por conseguinte, o produto de nossa percepção sensorial direta, um mero reflexo do real material objetivo; é totalmente permeada pela construção teórica, tanto na formulação das leis matemáticas universais quanto na nova experimentação, ancorada nos aparelhos de medida.

A emergência do quantum constitui a segunda grande ruptura do pensamento científico ocidental, que radicaliza intensamente a primeira. A descontinuidade irreduzível dos processos microfísicos, primeiramente representada pelo salto quântico eletrônico, levou Bohr a formular a necessidade de abandonarmos nossa expectativa de representação dos fenômenos microscópicos em termos de processos contínuos a se desenvolverem no espaço e no tempo. A dualidade onda-partícula da matéria enunciada por De Broglie em 1924 [De Broglie, 1924], reforçou essa orientação, levando ao princípio da incerteza e à abolição ao nível ontológico da ideia de trajetória dos objetos materiais microscópicos.

Por fim, a formulação da Mecânica Quântica por Schrödinger e Heisenberg em 1925-6 eliminou os últimos traços de espacialidade existentes na representação física dos objetos materiais microscópicos: não há mais figura espacial ou volume definidos. Os objetos materiais assumem a forma de um objeto matemático, inserido em uma estrutura (linguagem) matemática fundamental que fornece um conhecimento apenas probabilístico a respeito do sistema físico analisado. Por sua vez, com o postulado do “colapso” da função de onda, essa estrutura incorpora as descontinuidades irreduzíveis dos processos quânticos em um nível ainda mais radical. O processo de medida, que se concretiza pela interação entre objeto e sujeito-observador, obriga o sistema a assumir uma entre as diversas possibilidades em que ele se combinava antes da medição. Por conseguinte, o processo de medida altera de forma radical o objeto medido. Não existe mais um real concreto e cognoscível, independente do sujeito que conhece, destruindo o sonho da objetivação completa da natureza; a própria concretização do real é o resultado do entrelaçamento inalienável entre sujeito e objeto.

Referências Bibliográficas

- BOHR, N. On the constitution of atoms and molecules. *Philosophical Magazine*, v. 26, n. 1, 1913, p. 1-25.
- BOHR, N. The Unity of Knowledge. IN: BOHR, N. *Atomic Physics and Human Knowledge*. New York: John Wiley & Sons Inc, p. 8-16, 1963.
- BRUNSCHVICG, L. *L'Expérience humaine et la causalité physique*. Paris: Alcan, 1922.
- CANGUILHEM, G. *Estudos de História da Ciência*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.
- DE BROGLIE, L. Rec herches sur la théorie des quanta Thesis. *Annalen der Physik*, v. 10, n. 3, 1925, p. 22-128.
- EINSTEIN, A. Zur Theorie der Lichterzeugung und Lichtabsorption. *Annalen der Physik*, v. 20, 1905, p. 132-148.
- HEISENBERG, W. *Physics and Philosophy*. New York: Prometheus Books, 1999.
- HEISENBERG, W. *Philosophical Problems of Quantum Physics*. Woodbrigde, Connecticut: Ox Bow Press, 1979.
- KLEIN, E.; D' ESPAGNAT, B. *Regards sur la Matière*. Paris: Fayard, 1993.
- KOYRÉ, A. *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1957.
- KOYRÉ, A. *Études Newtoniennes*. Paris: Gallimard, 1968.
- LENOBLE, R. *História da Ideia de Natureza*. Lisboa: Edições 70, 2002
- MERLEAU-PONTY, M. *A Natureza*. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2006
- MURDOCH, D. *Niels Bohr's Philosophy of Physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- PLANCK, M. Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspectrum. *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, v. 2, 1900, p. 237-245.

A TEORIA DOS QUATRO ELEMENTOS ATRAVÉS DA HISTÓRIA E SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DA QUÍMICA

Roberto Barbosa de Castilho

Professor Associado – Departamento de Química Fundamental – Instituto de Química – UFRRJ

A teoria dos quatro elementos (ou raízes) foi utilizada através dos séculos para explicar as transformações das substâncias bem como suas mudanças de estado físico. A história remonta aos filósofos pré-socráticos e suas cosmologias destinadas a explicar a origem do mundo material e dos seres vivos. Tais filósofos romperam com as explicações míticas vigentes à época e formularam conceitos a partir da racionalidade e da observação. Alguns deles, como por exemplo, Parmênides (530-460 a.C.) e Heráclito (535-475 a.C.), buscaram explicar a realidade com base em constructos que contrariavam o senso comum da época, baseado quase que exclusivamente nos sentidos. Estes filósofos procuravam descrever um princípio invisível aos olhos, apenas acessível ao pensamento, e que seria capaz de perceber a totalidade. A realidade era entendida como uma unidade que poderia ser abarcada por um princípio não sensível, mas inteligível (BOCAYUVA, 2010). Assim sendo, houve uma ruptura entre a razão e os sentidos; além disso, os pré-socráticos postularam que as respostas para as grandes questões da existência poderiam ser encontradas mediante a observação cuidadosa da natureza. Para os monistas, a realidade é una e tudo deriva de um princípio ou substância fundamental (matéria primitiva). Dentre eles, destaca-se o filósofo Tales de Mileto (624-546 a.C.) que propunha que a água seria o elemento primordial e fundamental do qual tudo o mais se origina. Já para os pluralistas, a realidade é plural e deriva da combinação de vários elementos fundamentais.

Um dos primeiros pluralistas de que se tem notícia é Empédocles de Agrigento

(490-430 a.C.) que formulou a teoria dos quatro elementos para explicar a geração e corrupção da matéria. São eles: fogo, terra, água e ar. Os quatro elementos são as raízes fundamentais de todas as coisas. Eles são naturais, porém ingênitos, imutáveis, irreduzíveis e imperecíveis; e não se transformam qualitativamente: a transmutação dos elementos é proibitiva na teoria de Empédocles. O mundo material resulta da mistura desses quatro elementos em diferentes proporções — como um pintor que pode gerar uma infinidade de cores a partir da combinação de quatro cores básicas. Os elementos se misturam não no sentido de se misturar completamente duas cores para se obter uma nova cor diferente das originais, mas se justapõem em camadas para produzir todos os matizes. Seria como colocar pedras e tijolos lado a lado para construir um muro, ou como misturar pós de diferentes metais.

Os elementos se juntam para formar a matéria (geração) e se separam na degradação da matéria (corrupção) pela ação de duas forças antagônicas: amor e ódio. A força de atração (amor) seria responsável pela agregação dos elementos em diferentes proporções e geração das substâncias, enquanto que a força de repulsão (ódio) levaria à separação dos elementos e degradação das substâncias. A continuidade da vida dependeria do equilíbrio entre essas duas forças. Não existe nascimento e morte, mas somente união e separação dos elementos primordiais. A força do amor é como uma espécie de cola que mantém os elementos harmonicamente unidos. No entanto, os elementos não se juntam aleatoriamente, mas de acordo com uma proporção matemática, de forma a dar estabilidade à coisa formada. Por exemplo, os ossos consistem de 4 partes de fogo, 2 de terra e 2 de água, enquanto que os tendões se originam de fogo e terra misturados com o dobro da quantidade de água. Empédocles considerava que o fogo era branco e quente, enquanto a água era escura e fria. Assim sendo, os ossos seriam brancos devido ao excesso do elemento fogo. As diferentes cores dos objetos são produto da combinação de partículas de fogo com partículas de água em diferentes proporções, como um espectro que vai do branco (somente elemento fogo) ao preto (somente elemento água). Por exemplo, ao meio dia, o sol parece branco, mas no nascer e no pôr do sol, parece amarelo, laranja, rosa e vermelho. Estas cores são produzidas pela combinação de partículas ígneas do fogo, em diferentes proporções, com partículas da água presentes na umidade da atmosfera. Com o aumento da quantidade do elemento água, obtemos todos os tipos de cor, até que pouco ou nenhum fogo reste, e assim teríamos o azul escuro e o preto. O amarelo é mais fogo que água, enquanto que o azul é mais água que fogo. O sangue e a carne são vermelhos e contém a mesma proporção de fogo e água; isto significa que o vermelho está situado no meio do espectro de cores. A cor dos olhos também é explicada pela proporção dos elementos: olhos pretos apresentam mais água que fogo, enquanto olhos com mais fogo que água são cinza-azulados. O mecanismo da visão se dá por semelhança: os objetos brancos emitem diminutas partículas de fogo as quais entram em poros comensuráveis com elas (regiões onde há abundância de fogo nos olhos), os objetos pretos emitem uma quantidade grande de partículas do

elemento água as quais entram em poros na membrana que envolve os olhos — poros aquosos. Nos locais do olho, onde há elevada proporção de partículas do elemento água, vemos a cor preta. Os poros dos olhos recebem partículas de fogo e água de certo tamanho o qual é diferente das partículas que outro órgão recebe em seus poros. Por exemplo, a língua recebe, em seus poros, partículas de água de diferentes tamanhos em relação às que os olhos recebem. A lente ocular seria constituída pelo elemento fogo, cercada pela parte aquosa e protegida por membranas e tecidos. Mais especificamente, o fogo constitui a íris, e a água seria o fluido lacrimal. O olho funciona como uma lanterna: há emissão de partículas ígneas para iluminar o objeto que queremos ver. Vemos pela semelhança do objeto que olhamos (constituído pelos quatro elementos) com as diferentes partes dos olhos, também constituídas pelos quatro elementos: “com terra vemos terra, com água vemos água, com ar vemos o céu, e com fogo vemos o fogo consumidor” (IERODIAKONOU, 2005).

Empédocles viu acertadamente que alguma coisa se conserva nas transformações da matéria, o que chamou de elementos primordiais, postulando que seriam quatro os indivisíveis de Empédocles. Por exemplo, a água passa do estado líquido para o estado vapor sem alterar sua natureza. Na queima de madeira úmida ou verde, há liberação de água de sua superfície e fumaça (ar), deposição de cinzas (terra) e liberação de calor (fogo) — o mais sutil dos elementos, o qual se dissipa nas regiões etéreas (RENOUARD, 2018). Curiosamente, o fogo fenomênico depende de ar e combustível, ou seja, não é apenas o elemento fogo fundamental. Deste modo, os elementos são as partículas fundamentais que entram na constituição dos seres e das coisas. Após quase dois mil anos, chegou-se à ideia do elemento químico (átomo) que se conserva nas reações químicas, sendo que o número de elementos fundamentais já descobertos supera em muito o número quatro — chegando a mais de uma centena.

Destarte, o princípio de todas as coisas não é único, mas múltiplo. Diferentemente de seus predecessores que postularam que a realidade dependia ou um princípio inteligível — acessível apenas ao pensamento — ou de um sensível — acessível pelos sentidos — Empédocles buscou integrar os sentidos no conhecimento da natureza, tornando compatíveis as operações do pensamento e as operações físicas, estas ligadas às noções de distância, grandeza e peso (SANTOS, 2001). Podemos considerar Empédocles como o primeiro “Químico” ou o pai de uma protoquímica, pois foi o primeiro filósofo a reduzir a complexidade dos processos da natureza e da vida a uma manifestação de princípios básicos. A alteração dos processos e a transformação das substâncias, isto é, as mudanças percebidas pelos sentidos, seriam explicadas por entidades básicas permanentes e imutáveis (WRIGHT, 1997). A origem da teoria dos quatro elementos é provavelmente anterior a Empédocles, sendo atribuída ao profeta e filósofo persa Zaratustra ou Zoroastro que viveu dois séculos antes de Aristóteles. Zoroastro considerava os quatro elementos como sagrados, isto é, essenciais à sobrevivência de todos os seres: humanos e animais precisam do ar para respirar, água para beber, fogo para cozinhar, e terra para

plantar (HABASHI, 2000). Podemos ver Empédocles como um precursor distante dos recentes progressos dos estudos com genoma, combinando Física, Química e Biologia para desvendar o segredo da vida, ou seja, o mapeamento das sequências de DNA e seus desdobramentos. O código genético se baseia em variações de um alfabeto básico de quatro letras correspondentes a quatro bases nitrogenadas da molécula de DNA: A (adenina), T (timina), C (citosina), G (guanina), as quais constituem a instrução básica (codificação) para a síntese de proteínas — em princípio, algo semelhante às quatro raízes de Empédocles (WRIGHT, 1997, p.163).

A teoria dos quatro elementos sofreu modificações ao longo do tempo, tendo influenciado as concepções científicas por cerca de dois mil anos. Aristóteles (384-322 a.C.) utilizou a teoria dos quatro elementos, mas introduziu duas modificações importantes: a transmutação dos elementos para explicar as mudanças de estado físico da matéria, e a presença de duas qualidades em cada elemento, estas sendo os agentes das transformações. Cada um dos elementos era formado a partir da união de um substrato material amorfo (a substância) com duas de quatro qualidades essenciais. Nos dias de hoje, sabe-se que a formação da água líquida (H_2O) ocorre a partir de uma reação química entre os gases hidrogênio (H_2) e oxigênio (O_2). Na época em que a teoria dos quatro elementos estava em voga, a formação da água era explicada pela transmutação de um elemento em outro: ar se transforma em água. A transmutação era mediada pelas qualidades do elemento, as quais se caracterizavam por diferentes graus de calor e umidade. O fogo é quente e seco, o ar é quente e úmido, a água é fria e úmida e a terra é fria e seca. Enquanto que água e ar são fluidos porque são úmidos, o frio faz com que a água seja líquida e o calor com que o ar seja gasoso (WEISBERG *et. al*, 2016). A *secura* junto com o frio faz a terra ser sólida, mas o seco com o calor faz com que se obtenha fogo. Cada elemento possui duas qualidades sendo que uma predomina sobre a outra: *secura* na terra, *frio* na água, *umidade* no ar e *calor* no fogo. A transmutação de um elemento em outro se dá pela alteração de uma qualidade pela qualidade oposta, mantendo-se a outra qualidade que eles têm em comum. Por exemplo, o ar pode tornar-se água por meio da umidade e mediante a alteração do grau de calor: quente → frio. O fogo pode tornar-se ar quando a umidade supera a *secura*, mantendo-se a qualidade de quente. Em princípio, qualquer elemento pode se transformar em outro, embora algumas transmutações sejam mais lentas do que outras. A transmutação da água em fogo, apesar de possível, é mais difícil, pois requer a mudança de duas qualidades: o frio e a umidade devem ser superados pelo calor e a *secura*. É mais lenta por requerer a alteração consecutiva (não simultânea) de duas qualidades contrárias: primeiro, a *secura* do fogo deve ser superada para formar um intermediário úmido, e então o calor é suplantado pelo frio para formar a água. Da mesma forma, o calor do fogo pode ser superado para formar um intermediário frio, e então a *secura* seria suplantada pela umidade para formar a água (NEDDHAM, 2006). Na figura 1, estão representados os quatro elementos e suas respectivas qualidades.

Figura 1 – Os quatro elementos de Aristóteles e suas qualidades.



A figura em verde lembra um losango (ou um quadrado após rotação de 45º) e contém nos vértices os elementos (fogo, terra, água e ar), e na metade do comprimento dos lados as qualidades (seco, frio, úmido e quente) — estas também estão nos vértices do quadrado interior (cor bege). Cada elemento que está no vértice do quadrado externo (em verde) apresenta duas qualidades dispostas nos lados que se prolongam através dos vértices — como o fogo possui as qualidades de quente e seco. Entre dois vértices adjacentes, os elementos compartilham uma qualidade em comum (no lado que liga dois vértices) o que torna uma transmutação viável — por exemplo, quente: fogo e ar. Para que a transmutação ocorra, a qualidade do elemento diametralmente oposta deve prevalecer sobre a outra — por exemplo, para o fogo virar ar, o úmido deve prevalecer sobre o seco e a mudança é possível porque tanto o fogo quanto o ar compartilham a mesma qualidade de quente.

As transmutações estavam macroscopicamente relacionadas às mudanças de estado físico. No entanto, ainda não se diferenciava uma transformação química (mudança na estrutura e composição) de uma transformação física (alteração de estado físico). Conforme já discutido, a combustão de água fornecia um exemplo incontestável de que a matéria é formada por quatro elementos: Água + Fogo → Ar (vapor) + Terra (resíduo). O fogo é o mais sutil dos elementos e tende a se difundir para o éter (movimento para cima), ao passo que a terra, sendo o mais pesado dos elementos, tende ao centro da Terra (movimento para baixo). A teoria dos quatro elementos não forneceu o arcabouço necessário para a compreensão de que a combustão é uma transformação química, isto é, uma reação química da matéria com o oxigênio do ar (O₂), produzindo gás carbônico (CO₂) e água líquida (H₂O). Como a combustão é uma reação exotérmica, há liberação de energia (fogo). A visualização das mudanças percebidas pelos sentidos não foi suficiente para o estabelecimento da Química como Ciência. Muito tempo se passou até que ocorresse a abstração das qualidades sensíveis para se chegar à noção moderna de

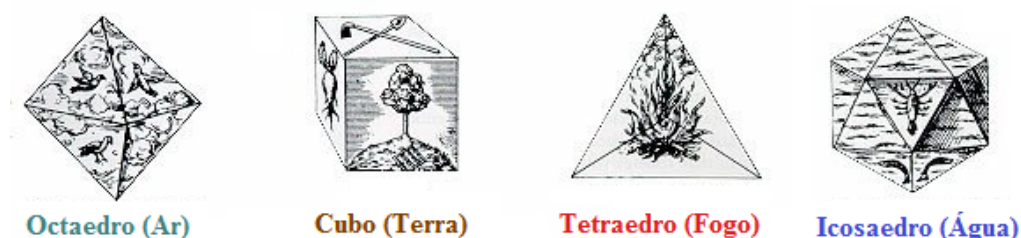
átomo e elemento químico. No entanto, ainda no século XVIII, vários químicos tentaram revisitar a teoria dos quatro elementos com uma roupagem mais mecanicista após os progressos da Física de Newton e das propostas de Boyle. Mesmo que a teoria dos quatro elementos tenha caído em desuso, os químicos ainda utilizam a analogia dos contrários para explicar a transformação das substâncias: ácidos reagem com bases, eletropositivo com eletronegativo, e assim por diante. Explicações qualitativas desempenharam um papel importante no desenvolvimento da Química. Além disso, se mostrou que a transmutação do elemento químico (átomo) é possível a partir do decaimento radioativo, mas tal fato ainda demandou uma expressiva evolução experimental (Espectroscopia) e teórica (modelos atômicos) da Física de Partículas.

Uma contribuição importante de Aristóteles para a Química é a diferença entre transmutação (mudança de estado físico) e mistura (combinação química). Outra contribuição importante é a diferenciação entre substância (caracterizada por propriedades) e elemento (componente das substâncias). Substâncias puras ou simples são compostas pelos quatro elementos, os quais estão potencialmente presentes. Isso quer dizer que quando preparamos uma mistura, os elementos deixam de existir no estado de elementos verdadeiros, mas continuam a existir (potencialmente) enquanto durar a mistura, embora indetectáveis. Por exemplo, ao dissolvermos um pouco de açúcar em água e mexermos com uma colher de forma que o açúcar se dissolva, obtemos uma solução homogênea que não é mais somente água ou açúcar, ou não tem as propriedades da água pura ou do açúcar puro, embora os dois elementos puros estejam potencialmente presentes e possam ser recuperados por uma análise ou transformação química - o que aparentemente se aproxima do conceito de elemento químico de Lavoisier: a última etapa possível de uma análise química (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008). Por outro lado, a existência potencial dos elementos pode ser entendida como uma construção metafísica, em que os elementos são os constituintes básicos da matéria, porém inacessíveis aos sentidos.

Platão (428-347 A.C.) considerou que os quatro elementos eram compostos por estruturas geométricas e fez uma correspondência entre cada elemento e um sólido platônico: Ar - Octaedro; Terra - Cubo; Fogo - Tetraedro; Água - Icosaedro. Assim sendo, os elementos seriam compostos por sólidos geométricos. Poliedros com diferentes tamanhos podiam gerar elementos com diferentes propriedades. Por exemplo, dependendo do tamanho do tetraedro, podemos ter o fogo convencional, a luz visível de várias cores ou um tipo de radiação emitida pelo olho como parte do processo de visão. Da mesma forma, água e ouro são considerados elemento água e associados com o icosaedro; várias formas de "ar" são associadas com diferentes tamanhos de octaedro. Estes três poliedros são formados por triângulos equiláteros — estes formados pelas verdadeiras unidades fundamentais: os triângulos escalenos com ângulos 30°, 60° e 90°. Por serem formados pelas mesmas unidades fundamentais, os elementos água, ar e fogo podem se transformar uns nos outros. O elemento terra foi associado

ao cubo, este formado pela junção de quadrados, os quais são formados por triângulos isósceles de ângulos retos. Assim sendo, o elemento terra não poderia se transformar em nenhum outro elemento (LLOYD, 2007). Ou seja, no cerne da matéria, encontramos uma construção intelectual, não passível de verificação empírica. Para Platão, a verdade só poderia ser alcançada pela matemática, pois as informações empíricas são transitórias. A metafísica de Platão se baseia no contraste das formas (ideias) as quais têm existência real, eterna, imaterial e não-perceptiva; e os objetos sensíveis os quais são materiais, perceptíveis, transientes e em constante fluxo. A associação dos quatro elementos aos sólidos platônicos é ilustrada na figura 2. Por exemplo, a associação do fogo ao tetraedro era explicada por ser o poliedro mais pontiagudo, com arestas mais cortantes, menor número de faces e maior mobilidade.

Figura 2 – Os quatro elementos e seus respectivos sólidos platônicos.



No século XVIII, em particular na França, alguns químicos revisitaram a teoria dos quatro elementos com uma visão mais operacional que metafísica, no sentido da análise química. O químico alemão Herman Boerhaave (1668-1738) tinha uma visão física com ênfase mais nos agentes das mudanças do que na natureza da transformação, e adicionou mais dois elementos instrumentais aos quatro elementos aristotélicos: *Menstrua* e *Vessels*, isto é, os solventes e as vidrarias e cadinhos que são os agentes experimentais das transformações químicas. Na metade do século XVIII, outro químico francês, Guillaume-François Rouelle (1703-1770), a partir das ideias de Boerhaave, propôs a existência dos quatro elementos naturais (fogo, terra, água e ar) e mais dois elementos artificiais (solventes e vidraria de laboratório ou recipientes onde as reações químicas acontecem). Rouelle atribuía uma função dual aos elementos: eram as unidades constituintes de uma mistura responsáveis pela conservação e transmissão das propriedades individuais através das mudanças químicas, e eram os instrumentos das reações químicas. Os elementos de Rouelle eram individuais, indestrutíveis, e radicalmente invisíveis — nunca isolados. Somente ficam acessíveis a partir das operações laboratoriais — circulam de uma mistura para outra a partir de reações de deslocamento. São definidos por operações (reações e manipulações) da natureza e na natureza (BENSAUDE-VINCET; LEHMAN, 2007).

A teoria de Rouelle, que ficou conhecida como Elemento/Instrumento, propõe que existe uma função de elemento (os quatro elementos ocorrem em combinações químicas fixadas ou estão livres em um estado não ligado, em um agregado de partes), e uma

função de instrumento (operações físicas). Esta distinção foi fundamental para que a Química começasse a apresentar uma coerência interna (fundamentos da composição química) e se diferenciasse das filosofias mecânicas da época. Rouelle diferenciava comportamento químico de comportamento físico da matéria, ou seja, achava que as propriedades dos corpos em um estado agregado eram diferentes das propriedades das partículas individuais que formam o agregado. A distinção entre os estados singular e agregado era baseada na concepção de que cada elemento poderia estar presente em duas formas: livre de combinação, ou seja, num estado agregado onde somente partículas similares estão reunidas, ou num estado fixado em que partículas de diferentes tipos estão combinadas. A definição de elemento segue a tradição aristotélica em que não é possível isolá-lo em realidade material. A única forma de decompor uma mistura contendo somente dois princípios é oferecer outra mistura que possa trocar padrões com os da primeira mistura. Apesar de seguir a tradição metafísica dos elementos, a teoria de Rouelle incorpora materialidades na composição, e assim materializa o elemento químico. Inclusive, ele cunhou o termo “água de cristalização” para diferenciar o papel químico do papel físico da água. Na figura 3, mostramos como Rouelle diferenciou o elemento químico (aquele que está combinado) do instrumento físico (elementos no estado livre) para os quatro elementos. Nota-se que ele diferenciou o fogo “químico” (flogisto), aquele que promovia aumento de peso nos metais calcinados, do fogo “físico” — sensação de calor (SIEGFRIED, 2002).

Figura 3 – Quadro resumo mostrando a classificação de Rouelle para os quatro elementos: elemento químico e instrumento físico.

	Fixado (elemento químico)	Livre (instrumento físico)
Fogo	flogisto	calor sensível; promove mudança química
Ar	ar fixo	auxilia em destilações, evaporações
Àgua	água de cristalização	solvente, <i>menstruum</i> , divide os corpos
Terra	base de sais neutros	cadinhos onde as reações acontecem

A teoria dos quatro elementos também influenciou a medicina antiga desde a época do famoso médico grego Hipócrates (460-370 a.C.). No corpo humano, existem quatro humores básicos: sangue, bile amarela, bile negra e fleuma. A doença resulta do desequilíbrio dos humores, enquanto que a saúde depende do equilíbrio entre eles. No século II, o médico Galeno (130-201 d.C.) acreditava que os alimentos consistiam de elementos básicos, os quais, após o processo de digestão, se transformam nos quatro humores. Cada humor corresponde a um elemento e também a duas qualidades. O sangue é quente e úmido e corresponde ao ar; a bile amarela é quente e seca e corresponde ao fogo; a bile negra é fria e seca, tendo relação com a terra; e a fleuma, sendo fria e úmida, se relaciona com a água. Quando um humor está em excesso ou em falta,

em comparação com os outros três, surgem as doenças. O tratamento era feito com determinados alimentos e bebidas, ou com sangrias e eméticos, e visava corrigir o desbalanceamento dos humores de forma a restaurar o equilíbrio entre eles.

Assim sendo, a teoria dos quatro humores desempenhou um papel importante no diagnóstico e tratamento das doenças na antiguidade (APPLEBAUM, 2000; RENOUEAU, 2018). Portanto, a saúde depende do equilíbrio entre os humores e é mantida por um fogo que queima no ventrículo esquerdo do coração. O calor gerado por esse fogo é dissipado pela respiração. A teoria dos quatro humores perdurou até o século XVI, não resistindo à descoberta do microscópio e outros avanços na Fisiologia. Marcelo Malpighi (1628-1694) descobriu que o sangue não é uma mistura de quatro humores, mas consiste de um número infinito de partículas, plasma e células vermelhas (LING, 1984, p.3-4).

A teoria dos quatro elementos influenciou o desenvolvimento da Química e da Medicina durante séculos ou até milênios. Gaston Bachelard (1884-1962) não considera a teoria dos quatro elementos cientificamente viável, pois ela não leva ao refinamento, questionamento e elaboração da experiência primeira: “a primeira impressão é a que fica”. Para se empreender uma investigação científica, precisa-se reformular continuamente a primeira experiência, e cada dado novo deve ser resultado de uma experiência (BACHELARD, 1990). Para Bachelard, não há continuidade entre a teoria dos quatro elementos e a Química moderna e contemporânea, mas sim uma ruptura epistemológica. Com relação ao conceito atual de elemento químico, há uma dualidade de significados até mesmo reconhecida por renomados especialistas e a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada): empírico e abstrato (metafísico). O elemento químico pode ser entendido como uma substância simples, caracterizado por uma propriedade macroscópica (peso atômico) empiricamente verificável, ou como bloco fundamental, caracterizado pelo número atômico — uma abstração. O elemento químico moderno foi definido, após os trabalhos de Boyle, Lavoisier e Proust, como o limite da análise química — onde já não é possível, por métodos químicos, verificar blocos mais fundamentais. Por outro lado, na tabela periódica de Mendeleev, temos elementos químicos abstratos, os quais podem ser caracterizados quando se combinam com outros elementos, mas não como blocos fundamentais — seriam então elementos metafísicos no sentido de não serem prontamente verificáveis pela experiência.

Referências Bibliográficas

APPLEBAUM, W. H. *Encyclopedia of the Scientific Revolution: From Copernicus to Newton*. Editado por Wilbur Applebaum, Garland Publishing Inc., 2000.

BENSAUDE-VINCENT, B; SIMON, J. *A duel between two conceptions of matter*. Chemistry The Impure Science. Imperial College Press, 2008, p. 115-130.

Bensaude-Vincent, B; Lehman, C. New narratives in eighteenth-century chemistry: contributions from the first Francis Bacon workshop, 21-23 April 2005. Principe, L.M, (editor). Springer, 2007, p.92.

BOCAYUVA, I. Parmênides e Heráclito: diferença e sintonia. *KRITERION*, n. 122, 2010. p. 399-412. <http://www.scielo.br/pdf/kr/v51n122/04.pdf>. Acesso: 04/05/2018.

BACHELARD, G. *O materialismo racional*. Tradução João Gama. Rio de Janeiro: Edições 70, 1990.

HABASHI, F. Zoroaster and the theory of four elements. *Bull. Hist. Chem.*, v. 2, 2000, p. 109-115.

IERODIAKONOU, K. Empedocles on colour and colour vision. *Oxford Studies in Ancient Philosophy*, v. 29, 2005, p. 1-37.

LING, G. *In Search of the Physical Basis of Life*. New York e London: Plenum Press, 1984.

LLOYD, D.R. The chemistry of platonic triangles: problems in the interpretation of the *Timaeus*. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, v. 13, n. 2, 2007, p. 99-118.

NEEDHAM, P. Aristotle's theory of chemical reaction and chemical substances. IN: BAIRD, D.; SCERRI, E.; MCINTYE, L. (eds.) *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*, Boston Studies in the Philosophy of Science. Springer, 2006, p. 43-67.

RENOUARD, P.V. Theory of the four elements and four humors. <http://imedecin.com/en/Schools-of-the-asclepiadae/theory-of-the-four-elements-and-the-four-humors.html> . Acesso em 31/05/2018.

SANTOS, Maria José dos. *Empédocles de Agrigento. Os pré-socráticos*. Juiz de Fora: UFJF, 2001. p. 95-104.

SIEGFRIED, R. The return of the four elements. From elements to atoms: a history of chemical composition. *Trans. Am. Philos. Soc. New Series*, v. 92, n. 4, Philadelphia, 2002, p. 127-138.

Weisberg, Michael, Needham, Paul and Hendry, Robin. Philosophy of Chemistry. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.) <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/chemistry>>.

WRIGHT, M.R. Empedocles. IN: TAYLOR, C. C. W. (ed.) *From the beginning to Plato – Routledge History of Philosophy Volume I*. New York e London: Routledge, 1997, p. 161-191.

A QUÍMICA, A FÍSICA, E O REDUACIONISMO

Marcelo H. Herbst*

Departamento de Química Fundamental – Instituto de Química – UFRRJ

1 Química *entre* a Física e a Biologia

Ao contrário da Física e da Biologia, que possuem suas filosofias bem estabelecidas, a Química passou a contar com uma Filosofia da Química há apenas poucas décadas. Essa constatação, por si só, seria motivo para investigações, uma vez que a Química, assim como a Física e a Biologia, é um campo científico consideravelmente antigo e tem suas bases já consolidadas.

Situada entre a Física e a Biologia, do ponto de vista filosófico restou à Química se resignar ao papel de “ponte” entre os vastos campos científicos que compõem essas duas ciências, suas disciplinas e subdisciplinas. Por operar nas transformações de baixa energia da matéria, a Química lida com transferências de elétrons, átomos e seus agregados, conservando, no entanto, a massa total do sistema. Investigações de partículas atômicas e subatômicas — tradicionalmente assuntos da Física, por outro lado, são geralmente conduzidas com sistemas isolados, envolvem altas energias, e situam-se no limiar da equivalência entre massa e energia. Ao passar para a escala das biomacromoléculas — proteínas, enzimas, ácidos nucleicos e afins, a Química se mescla com a Biologia. No primeiro caso, a questão das energias das interações e transformações deu origem à Físico-química (ROOT-BERNSTEIN, 1980; CRAWFORD, 1996), já no segundo, por se tratarem originalmente de compostos de origem biológica, à Bioquímica (STRAND, 1999; JACOB, 2002).

* herbst@ufrj.br

Construções iniciadas no final do século XIX, tanto a Físico-química como a Bioquímica necessitaram das noções de átomo, molécula, ligação química, estrutura molecular e interações intermoleculares, para se desenvolverem. Como é de amplo conhecimento, até o final do século XIX a maior parte da comunidade da Química — com exceção dos chamados *ionistas*, fundadores da Físico-química — era contrário ao que se convencionou chamar de *hipótese atômica* (ROOT-BERNSTEIN, 1980). Mesmo o mais conhecido dos desenvolvedores da tabela periódica, Dmitri Mendeleev, tinha uma atitude ambígua, na maior parte das vezes apoiando a corrente de pensamento dos *equivalentistas* — em sua maioria químicos, que negavam a existência de átomos (isto é, negavam a descontinuidade da matéria), exceto enquanto abordagem útil para descrever as leis ponderais da Química, através da noção de equivalente em peso (RUTHERFORD, 1915).¹

Esse posicionamento contrário à constituição atômica da matéria, aliado aos métodos experimentais e aos problemas de pesquisa tipicamente químicos relacionados, como dissemos, às transformações da matéria em baixas energias, fez com que as investigações relacionadas à natureza atômica da matéria fossem realizadas predominantemente pela Física. Por exemplo, mesmo antes do surgimento da mecânica quântica e do modelo atômico de Rutherford-Bohr, as tentativas de explicar a estrutura atômica — e consequentemente a natureza dos elementos que figuram na tabela periódica — foram capitaneadas pelo físico J. J. Thomson, cujo nome está fortemente ligado à descoberta do elétron, em 1897 (HEILBRON, 1977; KHOLER, 1971; SINCLAIR, 1987).

2 A questão do reducionismo

O tema do reducionismo da química à física tem sido abordado há algumas décadas (SCERRI, 1994; 1995; 2007a; 2007b; 2012; 2016a; MANAFU, 2014), inclusive no Brasil (LEMES; PORTO, 2013; LABARCA *et al.*, 2013; KAVALEK *et al.*, 2015).

Nagel (1961, *apud* SCERRI, 1994), ao discorrer sobre o reducionismo epistemológico, estabelece que duas condições formais, a saber, conectividade e derivabilidade, devem ser satisfeitas para dizer que ocorreu a redução da teoria T2 à teoria T1. Nagel também estipula uma condição não formal, que a ciência redutora ou primária deve ser amparada em evidências experimentais, e considera que as reduções ocorrem em duas variedades principais: homogênea e heterogênea. Numa redução homogênea os termos usados pela teoria redutora são comuns à teoria a ser reduzida (e.g. física newtoniana e física galilaica), ao passo que numa redução heterogênea os traços distintivos de um determinado assunto são assimilados a um conjunto de diferentes traços.

¹ Siegfried (2002) nota que “Dalton’s theory completely transformed chemical composition, from a chaos of unorganized empirical knowledge into a highly rational science centered on the concept of atomic weight. (...) The idea of a *quantum of weight*, a concept of *discontinuity*, was entirely new in chemistry when Dalton wrote his first small table of atomic weights in 1803 along with crude symbols to represent each atomic weight unit.” (ênfase adicionada)

A partir das condições elaboradas por Nagel, Scerri (1994) questiona se a Química teria sido ao menos aproximadamente reduzida à mecânica quântica, uma vez que, a rigor, não existem soluções exatas da equação de Schroedinger sequer para átomos com mais de um elétron, que dirá para moléculas. Em outras palavras, como seria possível reduzir a Química à mecânica quântica, se os fundamentos teóricos desta não permitem explicar aquela?

Schwarz (2006), ao defender a redução de *determinados aspectos* da Química à Física, afirma que a imprecisão dos conceitos das propriedades químicas e das semelhanças químicas entre os elementos químicos e seus compostos garante a autonomia da Química. Ele identifica pelo menos três diferentes definições para ‘elemento químico’: i) elemento básico, significado original de princípio em química, aquilo que se mantém nas reações químicas através da lei da conservação da massa; ii) material simples, substância química que contém apenas um elemento químico, definida através de propriedades físicas de suas diferentes fases; iii) átomo elementar, átomos isolados no vácuo e bem especificados pela carga nuclear.

Como a tabela periódica é formada por elementos químicos, cabe discorrer sobre sua organização e sua história, bem como sobre as tentativas de reduzi-la à física.

3 A tabela periódica dos elementos e o argumento do reducionismo da Química à Física

Historicamente a tabela periódica evoluiu de uma combinação do conceito de semelhança entre os elementos químicos, os pesos atômicos e as valências (CAHN, 2002, *apud* SCHWARZ, 2006).

A tabela periódica dos elementos é, de longe, “a maior ideia da Química moderna”, nas palavras de Eric Scerri (2016a), pioneiro da Filosofia da Química e entusiasta da tabela periódica. No Brasil e no mundo, aprendemos e ensinamos que a tabela periódica foi uma descoberta múltipla e gradual, baseada em propriedades puramente químicas dos elementos. Há, portanto, uma qualidade descritiva na tabela periódica, qual seja, agrupar os elementos quimicamente semelhantes em função de um parâmetro. Originalmente, esse parâmetro era o peso atômico dos elementos. Quando listados em ordem crescente de peso atômico, a chamada linha de elementos é obtida, como ilustrado abaixo, onde o número corresponde apenas à posição na linha.

H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Uma vez montada a linha, buscam-se os elementos quimicamente semelhantes, isto é, que possuem reatividades similares. A seguir, a linha é quebrada para ressaltar as similaridades, resultando em linhas empilhadas, ou períodos, como mostrado a seguir.

1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	
	1	2	3	4	5	6	7	0

Na tabela acima, a última linha representa as valências máximas, ou capacidades de combinação máximas dos elementos 1 a 25 (H a Mn), e a primeira coluna o número correspondente de cada período. Como os elementos com pesos atômicos maiores do que o do Mn, por exemplo, Fe, apresentam capacidades de combinação máximas menores do que 7, eles foram originalmente listados como uma coluna à parte, como mostra a Figura 1, que é uma reprodução de uma das primeiras tabelas periódicas de Mendeleev, de 1870.

T a b e l e t e II.

Reihen	Gruppe I. — R ¹ O	Gruppe II. — R ² O	Gruppe III. — R ³ O ³	Gruppe IV. — R ⁴ O ⁴ R ⁵ O ⁵	Gruppe V. — R ⁶ O ⁶ R ⁷ O ⁷	Gruppe VI. — R ⁸ O ⁸ R ⁹ O ⁹	Gruppe VII. — R ¹⁰ O ¹⁰ R ¹¹ O ¹¹	Gruppe VIII. — R ¹² O ¹²
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Co=140	—	—	—	—
9	(—)	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	—
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	—

Desta forma, embora descritiva, a organização dos elementos químicos então conhecidos em função do aumento do peso atômico resultou num padrão de repetição, o que ficou conhecido com lei periódica. Esse padrão foi prontamente utilizado para prever a existência de novos elementos então desconhecidos.

Na tabela da Figura 1, notam-se vários espaços em branco, alguns dos quais apresentam pesos atômicos teóricos, calculados por interpolação (por exemplo, no grupo III, pesos atômicos 44 e 68, e grupo IV, peso atômico 72), que no curto intervalo de pouco mais de uma década viriam a ser preenchidos com os elementos escândio (Sc, 1879), gálio (Ga, 1875), e germânio (Ge, 1886), cujos pesos atômicos determinados experimentalmente eram 45, 70, e 73 g/mol, respectivamente, em excelente acordo com as previsões de Mendeleev (EDITORIAL, 2009).

Cabe destacar que, apesar do sucesso da lei periódica na organização dos elementos já conhecidos, e da possibilidade de antever a descoberta de novos elementos, a tabela

periódica sofreu duas grandes crises que a colocaram em xeque. A primeira crise se deu sobre a posição das chamadas terras raras na tabela periódica (THYSSEN; BINNEMANS, 2015). Como mostrado na Figura 2, os símbolos dos elementos Yt, Di, Ce e La trazem todos um ponto de interrogação ao lado. Entre 1869 e 1871, erros nos pesos atômicos e na determinação das valências dos elementos das terras raras geraram intensos debates, que questionaram a validade da lei periódica. Mendeleev trabalhou intensamente nesse período, corrigindo os pesos atômicos desses elementos e determinando corretamente suas valências, o que possibilitou agrupá-los por homologia, embora como um conjunto separado dos demais elementos químicos. A segunda crise ocorreu no final do século XIX, com a descoberta dos chamados gases nobres ou inertes, os quais, por serem pouco reativos, não podiam ser agrupados com os demais elementos químicos então conhecidos. Novamente, Mendeleev contornou o problema ao propor a criação de um novo grupo, baseado nos pesos atômicos dos novos elementos (SCERRI, 1998).

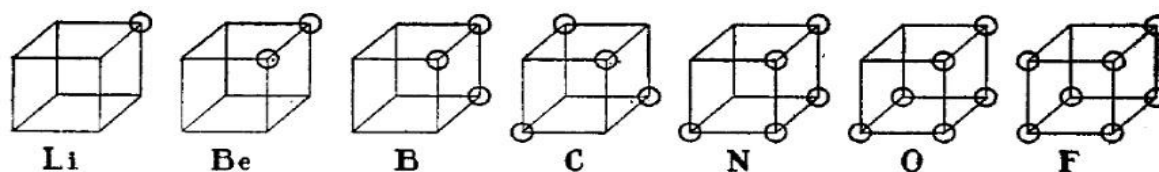
De fato, quando Mendeleev faleceu, em 1907, a comunidade dos químicos estava convencida de que o peso atômico era a chave para a organização periódica dos elementos. Havia, porém vários casos nos quais o critério do peso atômico crescente estava em desacordo com as propriedades químicas de elementos vizinhos. Por exemplo, os elementos Ar e K possuem respectivamente pesos atômicos 39,95 g/mol e 39,10 g/mol, o que colocaria o potássio antes do argônio, claramente em desacordo com suas propriedades químicas. Outros casos semelhantes eram conhecidos, porém acreditava-se que os desacordos eram devidos a problemas de medida nos pesos atômicos.

4 O elétron, os químicos, e os físicos

A negação da natureza descontínua da matéria — a existência de átomos — sofreu seu maior golpe com a descoberta da primeira partícula subatômica — o elétron, ainda em 1897 (MAYBANK, 1997), que ajudou a fundamentar o ponto de vista dos ionistas — se há átomos divisíveis, a explicação para a existência de íons é imediata.

As tentativas de Thomson em estabelecer as bases para a estrutura atômica — um átomo divisível — impactaram a comunidade dos químicos no sentido da aceitação da natureza atômica da matéria. Caso bem documentado é o de Gilbert Newton Lewis, que ainda em 1902, para fins didáticos, elaborou um curioso modelo de átomo cúbico, numa tentativa de explicar como o recém-descoberto elétron poderia ser usado para descrever a tabela periódica. Sua ideia era relativamente simples, porém bastante engenhosa: o número oito estava ligado à periodicidade química dos elementos que formavam a tabela periódica de então, o que significa que as propriedades dos elementos eram aproximadamente repetidas a cada oito elementos. Como um cubo possui oito vértices, Lewis sugeriu que ao passar de um elemento para o próximo, num mesmo período da tabela periódica, um elétron é adicionado ao vértice de um cubo, até que o octeto seja

atingido, e a partir daí um novo cubo começa a ser preenchido com mais elétrons, como mostra a Figura 2 (LEWIS, 1916).



Assim, elementos de um mesmo grupo (coluna) da tabela periódica deveriam possuir o mesmo número de elétrons no cubo mais externo – por exemplo, lítio e sódio, cada um com um elétron no cubo mais externo, ou oxigênio e enxofre, cada um com seis elétrons no cubo mais externo. É importante notar que com esse modelo estático, que se tornou público somente em 1916, Lewis “salvava as aparências” de noções caras aos químicos, como valência, e da própria tabela periódica.

Porém, com o advento da mecânica quântica, a partir de estudos e descobertas sobre fenômenos correlatos, como radioatividade (que levou um físico, Ernst Rutherford, a receber o Prêmio Nobel em Química de 1908), e estrutura atômica (novamente, o nome de Rutherford e seu modelo atômico planetário, de 1911), restou aos químicos assistir, mais ou menos passivamente, à revolução quântica da tabela periódica.

O laboratório chefiado por Rutherford forneceu um novo e importante aporte para o entendimento da tabela periódica ainda em 1914, quando Henry Moseley, a partir de uma hipótese avançada pelo físico amador Anton van den Broek (SCERRI, 2016b), realizou experimentos a partir dos quais ficou evidente que a ordem dos elementos na tabela periódica não se dava em função do peso atômico, mas de uma quantidade relacionada à carga positiva do átomo, o que ficou conhecido como número atômico e foi posteriormente equiparado ao número de prótons no núcleo dos átomos de cada elemento químico.

O modelo atômico de Rutherford-Bohr para o átomo de hidrogênio, publicado em 1913, postulava um núcleo pesado de carga elétrica positiva, ao redor do qual orbitava um elétron, muito mais leve, de carga elétrica negativa. Naturalmente, a partir dos resultados obtidos por Moseley, o que tornava cada elemento químico único era a carga elétrica positiva do núcleo, a qual deveria ser contrabalanceada por igual número de elétrons (BOHR, 1913).

Surge, assim, uma explicação para a tabela periódica, baseada nas premissas da mecânica quântica. Bohr usou como base para a construção de seu modelo as características químicas e espectroscópicas dos elementos, mimetizando a periodicidade química, agora em função do número atômico e das chamadas configurações eletrônicas, como mostra a Figura 3.

1	H	1				
2	He	2				
3	Li	2	1			
4	Be	2	2			
5	B	2	3			
6	C	2	4			
7	N	4	3			
8	O	4	2	2		
9	F	4	4	1		
10	Ne	8	2			
11	Na	8	2	1		
12	Mg	8	2	2		
13	Al	8	2	3		
14	Si	8	2	4		
15	P	8	4	3		
16	S	8	4	2	2	
17	Cl	8	4	4	1	
18	Ar	8	8	2		
19	K	8	8	2	1	
20	Ca	8	8	2	2	
21	Sc	8	8	2	3	
22	Ti	8	8	2	4	
23	V	8	8	4	3	
24	Cr	8	8	2	2	2

N. Bohr, On the Constitution of Atoms and Molecules *Philosophical Magazine*, 26, 476-502, 1913, 497

E então, *voilà!* a tabela periódica, pedra angular da Química, reduzida à mecânica quântica. Mas, será? Bohr utiliza em seu modelo atômico para o átomo de hidrogênio apenas um número quântico, com o qual calcula as energias dos diferentes níveis eletrônicos de vários átomos. Porém, suas previsões não encontram reflexo nos resultados experimentais para átomos com mais de um elétron, e tampouco seu modelo atômico abraça a “estranheza da mecânica quântica”, isto é, a dualidade onda-partícula. Para os químicos, um átomo estático seria suficiente para explicar o fenômeno da reatividade, bem como a posição dos elementos na tabela periódica (ARABATZIS; GAVROGLU, 1997). Será necessária uma nova geração de físicos para estabelecer a mecânica quântica como a conhecemos. Para a interpretação das propriedades de átomos e moléculas, a principal contribuição virá com Erwin Schrödinger e sua equação de onda.

5 O surgimento da Química Quântica: nem tudo é derivado da mecânica quântica

Dada a novidade da Filosofia da Química, a afirmação da autonomia epistemológica da Química em relação às demais ciências, em particular a Física, foi o tema de escolha da primeira geração de filósofos da química.

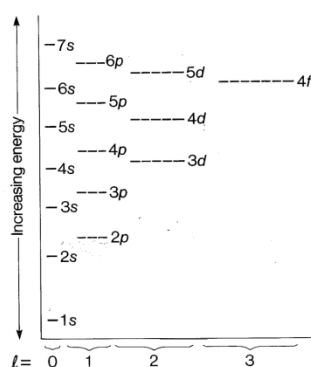
É possível que o surgimento da Filosofia da Química e o interesse no tema do reducionismo da Química à Física (na realidade, à Mecânica Quântica) tenham se dado

simultaneamente ao advento dos computadores eletrônicos, há cerca de 40 anos, que expandiu e trouxe novas possibilidades para os cálculos dos sistemas atômicos e moleculares. Em outras palavras, é possível que a defesa da autonomia da Química tenha sido uma resposta à antiga provocação de um dos fundadores da mecânica quântica, Paul Dirac (1929, p. 714), em seu famoso *dictum*:

The underlying laws necessary for the mathematical theory of a larger part of physics and the *whole of chemistry* are thus completely known, and the difficulty is only that exact applications of these laws lead to equations, which are too complicated to be soluble. (ênfase adicionada)

Os argumentos levantados por esses filósofos eram que conceitos tipicamente químicos como ligação química e estrutura molecular não poderiam ser derivados *ab initio* da mecânica quântica, e que mesmo as configurações eletrônicas dos elementos, como previstas pela mecânica quântica, não correspondiam à realidade experimental, nem refletiam a diversidade da tabela periódica.

Por exemplo, as propriedades de um átomo de qualquer elemento com mais de um elétron não podem ser corretamente compreendidas a partir da mecânica quântica desenvolvida para o átomo de H. Ainda nos anos 1930 foram desenvolvidos esquemas de generalização para as configurações eletrônicas dos elementos polieletrônicos. O mais conhecido deles é o diagrama de *Aufbau*, ou de construção, que no Brasil ficou conhecido como diagrama de Pauling.



A ordem de preenchimento do diagrama é baseada na combinação linear $(n + l)$ dos números quânticos principal ($n = 1, 2, 3, \dots$) e angular ($l = 0, \dots, n-1$), chamada de regra de Madelung.² Porém, ao contrário da expectativa, a regra não condiz com os resultados experimentais para as configurações eletrônicas dos elementos de número atômico maior do que 20. Limitações como a discutida acima foram usadas como argumento contra a redução da Química à mecânica quântica. Porém, nos últimos anos, o aprimoramento de métodos computacionais mudou esse panorama, mostrando que, a rigor, não é possível

² Regra de Madelung, ou regra de Janet, ou ainda, regra de Klechkowsky. (https://en.wikipedia.org/wiki/Aufbau_principle), acesso em 04/out/2018.

estabelecer uma regra geral para a vasta complexidade de elementos da tabela periódica, mas sim, é possível calcular as configurações eletrônicas de cada elemento individual, obtendo resultados em excelente acordo com os dados experimentais (WANG, *et al.*, 2006; SCERRI, 2016a). Em outras palavras, a “regra de Madelung” não é um bom critério para se discutir a redução ou não da Química à mecânica quântica, como reconhecido por seu principal advogado (SCERRI, 2016a).

Ainda assim, os filósofos contrários ao reducionismo argumentavam que esses cálculos, ainda que bastante sofisticados, não são expressão direta dos princípios da mecânica quântica.

De fato, a limitação dos cálculos estritamente *ab initio* foi contornada pelo desenvolvimento de diversos métodos, com diferentes abordagens e níveis de profundidade, que deram origem à química quântica, subdisciplina que, como diz o título do instigante livro de Gavroglu e Simões (2012), não é nem Física, nem Química.

6 Conclusões

A noção de elemento químico e a organização da tabela periódica, desenvolvidas pela comunidade dos químicos ao longo do século XIX, a partir das noções de semelhança de reatividade, valência ou capacidade de combinação e peso atômico, eram fundadas numa concepção não atomista (contínua) da matéria, a despeito do aporte de Dalton e seu ‘quantum de peso’. Tanto a noção de elemento químico como a organização dos chamados elementos químicos na tabela periódica foram profundamente impactadas pela descoberta do elétron, que trouxe à tona a realidade atômica da matéria, e pelo surgimento da mecânica quântica, que possibilitou uma explicação física da natureza da tabela periódica. Ambos, a descoberta do elétron e o desenvolvimento da mecânica quântica, foram conquistas da comunidade dos físicos, o que explicaria a ‘ameaça reducionista’. Em contrapartida, foram as questões relacionadas aos elementos químicos e à organização deles na tabela periódica que garantiram à mecânica quântica sua primeira aplicação bem sucedida. Desta forma, ao invés de buscar elementos que apoiem ou neguem a tese reducionista, procurou-se mostrar que as tensões da relação entre a Química e a Física deram origem à subdisciplina da química quântica, a qual não significa reducionismo da Química à Física, mas sim um contínuo cruzamento de fronteiras cada vez menos definidas entre essas duas ciências.

Agradecimentos

O autor agradece a oportunidade de expor seus pontos de vista no 1º Encontro do NulFiC, e aos colegas do Grupo Interdisciplinar e Interinstitucional de Estudos em Epistemologia – GI2E2 (www.epistemologia.ufrj.br).

Referências Bibliográficas

- ARABATZIS, T.; GAVROGLU, K. The chemist's electron. *European Journal of Physics*, v. 18, 1997, p.150-163.
- BOHR, N. On the constitution of atoms and molecules. *Philosophical Magazine*, v. 26, 1913, p.476-502.
- CAHN, R.M. *Philosophische und historische Aspekte des Periodensystems der chemischen Elemente*. Karlsruhe: HYLE Publications, 2002.
- CRAWFORD, E. T. *Arrhenius: From ionic theory to the greenhouse effect*. Canton: Science History Publications/Watson Publishing International, 1996.
- DIRAC, P. A. M. Quantum mechanics of many-electron systems. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A*, v. 123, 1929, p.714-733.
- EDITORIAL. Dmitrii I. Mendeleev. *Mendeleev Communications*, v. 19, 2009, p.1-3.
- GAVROGLU, K.; SIMÕES, A. *Neither Physics nor Chemistry – a history of quantum chemistry*. Cambridge: MIT Press, 2012.
- HEILBRON, J. L. J. Thomson and the Bohr atom. *Physics Today*, April,1977, p. 23-30.
- JACOB, C. Philosophy and Biochemistry: Research at the Interface between Chemistry and Biology. *Foundations of Chemistry*, v. 4, 2002, p. 97-125.
- KAVALEK, D. S.; SOUZA, D. O.; DEL PINO, J. C.; RIBEIRO, M. A. P. Filosofia e História da Química para educadores em Química. *História da Ciência e Ensino*, v. 12, 2015, p. 1-13.
- KOHLER, Jr. R. E. The Origin of G. N. Lewis's Theory of the Shared Pair Bond. *Historical Studies in the Physical Sciences*, v. 3, 1971, p. 343-376.
- LABARCA, M.; BEJARANO, N.; EICHLER, M. L. Química e filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. *Química Nova*, v. 36, 2013, p. 1256-1266.
- LEMES, A. F. G.; PORTO, P. A. Introdução à filosofia da química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, 2013, p. 121-147.
- LEWIS, G. N. The atom and the molecule. *Journal of the American Chemical Society*, v. 38, 1916, p. 762-785.
- MANAFU, A. How Much Philosophy in the Philosophy of Chemistry? *Journal of General Philosophy of Science*, v. 45, 2014, p. 33-44.

MAYBANK, M. Interview with J. J. Thomson. *Physics Education*, v. 32, 1997, p. 286-288.

NAGEL, E. *The Structure of Science*. New York: Harcourt, 1961.

ROOT-BERNSTEIN, R. S. *The Ionists: founding physical chemistry, 1872-1890*, 1980. 668 f. Thesis (Doctor in Philosophy) – Program of History and Philosophy of Science, Princeton University, Princeton, 1980.

RUTHERFORD, E. The constitution of matter and the evolution of the elements. IN: *Address to the Annual Meeting of the National Academy of Sciences*. Washington, DC: Smithsonian Institution, p. 167-202, 1915.

SCERRI, E. R. Has Chemistry been at least approximately reduced to quantum mechanics? *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, v. 1, 1994, p. 160-170.

SCERRI, E. R. The exclusion principle, Chemistry and hidden variables. *Synthese*, v. 102, 1995, p. 165-169.

SCERRI, E. R. The evolution of the periodic system. *Scientific American*, September, 1998, p. 78-83.

SCERRI, E. R. The Ambiguity of Reduction. *Hyle*, v. 13, 2007a, p. 67-81.

SCERRI, E. R. Reduction and Emergence in Chemistry – two recent approaches. *Philosophy of Science*, v. 74, December 2007b, p. 920-931.

SCERRI, E. R. Top-down causation regarding the chemistry–physics interface: a sceptical view. *Interface Focus*, v. 2, 2012, p. 20–25.

SCERRI, E. R. The Changing Views of a Philosopher of Chemistry on the Question of Reduction. IN: FISHER, G.; SCERRI, E.R. (eds.) *Essays in the Philosophy of Chemistry*. Sheidan: Oxford University Press, 2016a, p. 125-143.

SCERRI, E. R. *A tale of seven scientists and a new philosophy of science*. Oxford: OUP, 2016b.

SCHWARZ, W. H. E. Recommended questions on the road towards a scientific explanation of the periodic system of chemical elements with the help of the concepts of quantum physics. *Foundations of Chemistry*, v. 9, 2006, p. 139-188.

SIEGFRIED, R. From elements to atoms, a history of chemical composition. *Transactions of the American Philosophical Society, New Series*, v. 92, 2002, p. i-iii+v-x+1-263+265-278.

SINCLAIR, S. B. J. J. Thomson and the chemical atom: from ether vortex to atomic decay. *Ambix*, v. 34, parte 2, July, 1987, p. 89-116.

STRAND, R. Towards a Useful Philosophy of Biochemistry: Sketches and Examples. *Foundations of Chemistry*, v. 1, 1999, p. 269–292.

THYSSEN, P.; BINNEMANS, K. Mendeleev and the rare-earth crisis. IN: SCERRI, E. R.; McINTYRE, L. (eds.) *Philosophy of Chemistry*, Boston Studies in the Philosophy and History of Science 306, 2015, p. 155-182.

WANG, S. G.; QIU, Y. X.; FANG, H.; SCHWARZ, W. H. E. The challenge of the so-called electron configurations of the transition metals. *Chemistry A European Journal*, v. 12, 2006, p. 4101-4114.