

# Perspectivas sobre o Método Científico

**Jorge Alberto Molina**  
Organizador



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



# PERSPECTIVAS SOBRE O MÉTODO CIENTÍFICO

**Jorge Alberto Molina**

*Organizador*



1ª edição  
Seropédica, RJ  
**Editora do PPGFIL-UFRRJ**  
2021



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

**Reitor:** Roberto de Souza Rodrigues

**Vice-Reitor:** Cesar Augusto Da Ros

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação:** Lúcia Helena Cunha dos Anjos

**Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Filosofia:** Francisco José Dias de Moraes

**EDITORA DO PPGFIL-UFRRJ**



[www.editorappgfilufrj.org](http://www.editorappgfilufrj.org)

**Editor-chefe:** Francisco José Dias de Moraes

**Comitê Editorial**

Affonso Henrique Costa

Alessandro Bandeira Duarte

Danilo Bilate

José Nicolao Julião

Michelle Bobsin Duarte

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)

**Revisão:** Alessandro Duarte e Robinson Guitarrari

**Diagramação:** Alessandro Duarte e Robinson Guitarrari

Perspectivas sobre o método científico [recurso eletrônico] / Jorge Alberto Molina (Org.) – Seropédica, RJ: PPGFIL-UFRRJ, 2021.

206 p.

ISBN 978-65-86859-15-7

1. método científico. 2. filosofia da ciência. 3. mudança científica. 4. ciência. I. Título. II. Molina, Jorge Alberto.



Creative Commons 2021 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:  $\text{\LaTeX}$  2 $\epsilon$  (<https://latex-project.org/ftp.html>), LyX (<https://www.lyx.org/>) e Scribus (<https://www.scribus.net/>).

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b>	<b>6</b>
<b>1 Pode uma filosofia da ciência ser respaldada pela história da ciência? O caso do método</b>	<b>13</b>
ALBERTO OLIVA	
<b>2 Algumas reflexões sobre o método científico</b>	<b>44</b>
CAETANO ERNESTO PLASTINO	
<b>3 Algoritmos de inteligência artificial e aprendizado de máquina relevantes ao debate atual sobre conhecimento e método científico: o caso do <i>deep learning</i></b>	<b>56</b>
DANIEL SANDER HOFFMANN	
<b>4 Método científico: um barco de empiria num oceano de filosofia</b>	<b>74</b>
GUSTAVO ARJA CASTAÑON	
<b>5 Concepções sobre lógica e método científico no início da modernidade</b>	<b>87</b>
JORGE ALBERTO MOLINA	
<b>6 O que a realidade uniu, que o filósofo não separe! Modelos nas ciências da natureza e da sociedade</b>	<b>115</b>
LUIZ HENRIQUE DE ARAÚJO DUTRA	
<b>7 Multicausalidade e manipulação na medicina e na epidemiologia</b>	<b>137</b>
RENATA ARRUDA	
<b>8 Incomensurabilidade, racionalidade e consenso, segundo Kitcher</b>	<b>156</b>
ROBINSON GUITARRARI	
<b>9 Método científico e o problema da observação: a cosmologia moderna</b>	<b>179</b>
SAMUEL J. SIMON	

<b>10 Conclusão</b>	<b>198</b>
<b>Sobre os autores</b>	<b>200</b>
<b>Índice remissivo</b>	<b>202</b>

## APRESENTAÇÃO

Ao abordar o tema do método científico parece conveniente fazer a distinção entre os *métodos científicos* propriamente ditos, a *metodologia* ou reflexão sobre esses métodos e a *metametodologia* ou reflexão filosófica sobre a metodologia. Os métodos científicos podem ser caracterizados como os procedimentos por meio dos quais as ciências conseguem realizar seus objetivos. Esses objetivos dependem do tema de cada ciência, quer dizer, do domínio de objetos que ela estuda. Com efeito, há domínios onde é mais fácil reconhecer padrões e regularidades do que em outros; nesse sentido, ao comparar a astronomia com a meteorologia, concluímos que o movimento dos planetas de nosso sistema solar ocorre de uma forma muito mais regular do que as mudanças do clima. Por outro lado, há domínios em que é possível manipular os objetos de estudo como acontece em grande medida com objetos de estudo da química orgânica, por exemplo, mas há outros, como na astronomia, onde isso não é possível.

Os objetivos das ciências também são formulados levando-se em conta a aceitação de determinados valores epistêmicos, éticos e políticos. Nos primórdios da filosofia ocidental, esses três elementos já estavam presentes, mesmo no que se poderia chamar de ciência aristotélica. Aristóteles defendia, na *Metafísica*, a busca do conhecimento teórico por excelência. Ou seja, sua abordagem à natureza era intelectualista e não levava em conta considerações de utilidade. Em contraposição, a ciência moderna, a que surge com a revolução científica do século XVII, aos poucos começou a dar importância não só ao valor epistêmico da verdade, mas também ao valor social da utilidade do conhecimento, manifesto em autores como Francis Bacon, como necessidade de dominar a natureza para colocá-la a serviço do bem-estar do homem. Essa mudança de valores quiçá explique os diferentes papéis que têm a experimentação e a experiência na ciência aristotélica e na física moderna, no primeiro caso usada para ilustrar teorias construídas a partir do raciocínio e da observação e, no segundo caso, especialmente com o uso da experimentação, para melhor compreender a natureza.

Consideremos outro exemplo de como as particularidades de um domínio determinam os métodos científicos que podem ser usados para estudá-lo. Uma longa tradição que vem do Iluminismo, mas que tem origens cristãs, estabeleceu que os seres humanos não podem ser considerados como meios, como instrumentos para conseguir determinados fins, colocando assim restrições importantes para a experimentação nas ciências humanas.

Outro aspecto a ser destacado, vincula-se à expressão “método científico”, assim escrita, no singular, como se houvesse *um único método científico* que pudesse ser aplicado ao estudo dos diversos domínios da realidade, sem levar em conta suas particularidades, ou como se todos os diferentes métodos científicos tivessem um núcleo comum. Esse aspecto será abordado em alguns dos ensaios deste livro. Ao discuti-lo, entramos no domínio do que faz a reflexão sobre os métodos científicos. Como há vários métodos científicos quiçá deveríamos falar de metodologias no plural. Em todo caso, cabe às reflexões metodológicas analisar este ponto. Na metodologia se discute se esses procedimentos que compõem os métodos científicos permitem ou não realizar os objetivos que aceitam, na maioria das vezes de forma implícita, os praticantes das diferentes disciplinas científicas. Mas, além disso, na metodologia se avalia se esses objetivos são razoáveis ou não, se eles podem ou não podem serem atingidos e em que medida. Questões tais como se é possível obter teorias verdadeiras sobre a natureza ou se devemos nos satisfazer apenas com a sua adequação empírica, em que medida teorias permitem realizar previsões e em que medida se ajustam às regularidades da natureza entram no âmbito da metodologia. Também é abarcada a discussão sobre se as ciências humanas devem ter métodos radicalmente diferentes daqueles das ciências da natureza. Evidentemente, também fazem parte da metodologia da ciência as reflexões e análises filosóficas, mas não exclusivamente, uma vez que a história da ciência e a sociologia da ciência podem dar apoio às reflexões metodológicas. Em suma, as metodologias são discursos sobre os diferentes métodos científicos.

Finalmente, a *metametodologia* consiste em uma reflexão filosófica sobre as diferentes metodologias. Segundo as distinções que expusemos acima, as análises contidas na *Lógica da Investigação Científica* de Popper fazem parte da metodologia assim como também a metodologia dos programas de pesquisa de Lakatos. Nesse sentido, fariam parte então da *metametadologia* as discussões filosóficas feitas sobre as teses que Popper apresentou no livro supracitado e também aquelas sobre a metodologia de Lakatos. Mas, é claro, traçar os limites entre métodos científicos, metodologias e *metametodologia* nem sempre é uma tarefa fácil. E também não são fáceis de determinar as relações entre a filosofia da ciência e o que chamamos metodologias e *metametodologias*, uma vez que o conteúdo da primeira disciplina parece exceder o das duas últimas. Para citar apenas um exemplo, as discussões sobre o realismo científico, tema genuíno da filosofia da ciência, vão além do conteúdo de uma metodologia particular.

Os trabalhos contidos neste livro vinculam-se a questões acerca dos métodos científicos, metodologias e *metametodologia*, sob diferentes perspectivas. O texto de Alberto Oliva — “Pode uma filosofia da ciência ser respaldada por uma história da ciência?” — inicia a presente edição. Há uma tese amplamente defendida entre os filósofos da ciência que essa disciplina teria se constituído de maneira autônoma, no transcurso do século XIX, com os trabalhos de Claude Bernard, William Whewell, Pierre Duhem e Ernst Mach, entre outros. No entanto, importantes filósofos da ciência e historiadores



tentaram situar a formação e os fundamentos das regras do que eles entendem por método científico a partir de um filósofo ou um cientista anterior àquele período. Dentre esses autores Oliva cita Alistair Crombie, Pierre Duhem, Alexandre Koyré e Larry Laudan. Cada um deles, segundo a tese defendida por Oliva, identifica a origem do método científico tomando como base os trabalhos daquele filósofo ou cientista que se aproxima em maior grau de suas próprias concepções epistemológicas. Assim, o empirista reconhecerá a origem do método científico em Francis Bacon, aquele mais inclinado a uma visão apriorista e matematizante da ciência identificará a origem do método científico em Platão, nos pitagóricos ou em René Descartes; os autores que colocam a ênfase no papel da experimentação na ciência moderna reconhecem a origem do método científico nos trabalhos de Roger Bacon e Robert Grosseteste. Surgiu então entre esses diversos autores a controvérsia sobre onde se situaria realmente a origem do método científico, controvérsia que se pretende resolver apelando à história da ciência. Alberto Oliva argumenta que os pressupostos epistemológicos dos participantes dessa controvérsia são os responsáveis pelas suas divergências. Por outro lado, a maioria desses autores não deu, ainda segundo Oliva, a devida atenção às práticas reais dos cientistas. Eles não derivaram o que consideram como sendo o método científico, a partir da prática científica. Em substituição a essa abordagem, Alberto Oliva advoga uma reconstrução metacientífica dos métodos das ciências ancorada nos procedimentos que de fato os cientistas usam. Mesmo assim, segundo Oliva, a história da ciência não é suficiente para determinar qual efetivamente é a identidade e qual é a natureza dos procedimentos típicos da investigação científica.

Em “Algumas reflexões sobre o método científico”, Caetano Plastino examina a ideia de os métodos científicos serem sempre responsáveis pela formação da crença científica e o papel que a comunidade científica possui nesse processo. Inicialmente, destaca uma série de apontamentos críticos à metáfora evolucionista segundo a qual as teorias científicas competem ferozmente entre si, em um embate no qual sobrevivem aquelas que se conformam à experiência, com eliminação daquelas que não se adaptam. Seu segundo grupo de observações diz respeito à ideia de que os mecanismos de formação das crenças sustentadas pela comunidade científica nem sempre são frutos de deliberação. Plastino caracteriza a crença como um estado psicológico, uma atitude na qual se mantém uma proposição como verdadeira. Assim, acreditar não envolve necessariamente uma tomada de consciência, uma reflexão ou um ato livre da vontade. Defende que, em várias ocasiões, não decidimos acreditar em uma proposição – como, por exemplo, quando após observar várias situações semelhantes em que uma bola de bilhar transmite seu movimento a outra, somos levados a acreditar que, da próxima vez, algo parecido ocorrerá. Todavia, em outras ocasiões, a crença se instala em nós em virtude dos mecanismos de interação social, como a educação que desde cedo recebemos. Por exemplo, quando nos ensinam que um navio que no horizonte parece ser um objeto muito pequeno é de fato muito grande. Finalmente, o terceiro grupo de reflexões de

Plastino versa sobre o papel da comunidade científica na formação das crenças dos seus membros. Ressalta que, no início, muitos cientistas tendem a seguir a tradição e a endossar os acordos já alcançados na sua área, reconhecendo a autoridade epistêmica de diversos professores e cientistas renomados. A seguir, Plastino disserta sobre a racionalidade nas decisões de grupos de pessoas, entre eles de grupos de cientistas, e questiona a imagem clássica de um cientista que aplica regras claras e explícitas do método científico em seus julgamentos, com autonomia e sem levar em conta a interação com seus pares. Por fim, Plastino examina algumas das implicações dos Teoremas de Condorcet e de Arrow para a Epistemologia social.

Em “Algoritmos de inteligência artificial e aprendizado de máquina relevantes ao debate atual sobre conhecimento e método científico: o caso do deep learning”, Daniel Sander Hoffmann traz um aporte inovador ao vincular o campo da inteligência artificial com várias das questões que se discutem ao abordar o estudo do método ou dos métodos científicos. Na primeira parte do seu texto, Hoffmann trata da inteligência artificial e do aprendizado de máquina apresentando e discutindo algumas das concepções do filósofo contemporâneo Paul Thagard. Em seguida, o autor aborda o conceito de *deep learning* e considera ideias avançadas pelo cientista cognitivo Gary Marcus. Nesse contexto, Hoffmann analisa o importante problema da “caixa-preta” no âmbito das redes neurais complexas. Na conclusão do seu texto, Hoffmann salienta que a adoção, por parte da comunidade científica, de processos parcial ou completamente automatizados de organização e análise de dados, representa um distanciamento perceptível com respeito à prática científica mais tradicional.

O quarto texto é de Gustavo Castañon: “Método científico: um barco de empiria num oceano de filosofia”. Segundo seu autor, quer estejamos realizando uma pesquisa descritiva, quer uma pesquisa experimental, o fato é que sete das nove etapas do ciclo normal de uma pesquisa são totalmente não empíricas. Essas etapas, cuja presença podemos reconhecer na maioria dos métodos científicos, são: a criação de uma teoria; a formulação de uma hipótese ou dedução de uma predição empiricamente testável a partir de uma teoria; a definição operacional das variáveis; o delineamento da pesquisa; a escolha dos instrumentos de coleta de dados; a avaliação da adequação dos instrumentos para recolher os dados; a coleta de dados, a análise estatística e a interpretação dos resultados da análise estatística. Segundo Castañon, só as etapas de coleta de dados e de avaliação dos instrumentos de coletas de dados podem ser caracterizadas como empíricas. As outras etapas são não empíricas. Em algumas delas, como na construção de teorias e na formulação de hipóteses a filosofia desempenha um papel de destaque. Na análise estatística, é a matemática, uma disciplina não empírica, que desempenha o papel principal.

O quinto capítulo, escrito por Jorge Alberto Molina, leva por título “Concepções sobre lógica e método científico nos inícios da modernidade”. É claro que o que se entendia por lógica e por ciência naquela época é bastante diferente do que entendemos

hoje por esses nomes. Por outro lado, havia a preocupação metodológica pela ordem dos conhecimentos, tema que hoje quase não é abordado. Pela ordem do conhecimento se entendia às vezes a ordem em que devia ser exposta uma ciência, apresentada no ensino. Outras vezes o que interessava era a ordem em que se deviam adquirir os conhecimentos científicos. Duas ordens apareciam como rivais, mesmo que muitos autores da época não fossem cientes de suas diferenças. A ordem dada pela divisão de um gênero em suas espécies (como por exemplo na árvore de Porfírio), e a ordem dada pela dedução em que as premissas vêm antes da conclusão (como por exemplo nos *Elementos* de Euclides). Mas o que é típico do início da modernidade, que distingue essa época da Idade Antiga e Medieval, é a ideia de que há um avanço do conhecimento. O texto de Molina está dividido em três partes. Na primeira, o autor disserta sobre o que se entendia por lógica no início da modernidade. Na segunda, aborda as concepções de ciência da época. Finalmente, na terceira parte, discute o método da ciência e seus vínculos com a formação do intelecto e o avanço do conhecimento. O ensaio, principalmente, debruça-se sobre as concepções de Petrus Ramus, Francis Bacon e as de Antoine Arnauld e Pierre Nicole, na sua *Lógica ou arte do pensar*.

Luiz Henrique de Araújo Dutra escreve “O que a realidade uniu, que o filósofo não separe! Modelos nas ciências da natureza e da sociedade”. Dutra examina a diferença metodológica entre as ciências naturais e as ciências humanas e sociais. Observa que, na Alemanha, no final do século XIX, Dilthey opusera as ciências da natureza ao que ele denominou ciências do espírito (*Geisteswissenschaften*). Com essa designação, Dilthey queria se referir a um conjunto de disciplinas que estudam um domínio de objetos vinculados a fenômenos culturais, sociais, históricos, políticos e religiosos. Para Dilthey, as ciências do espírito buscavam compreender (*verstehen*) esses fenômenos ao passo que as ciências naturais buscavam explicar (*erklären*) os fenômenos da natureza por meio de leis. Outro autor alemão, Rickert, preferiu chamar as ciências do espírito usando o nome de ciências da cultura. Na França, o termo ciências humanas e sociais substituiu a denominação ciências do espírito. No entanto, nem todos os autores franceses se posicionaram por salientar as possíveis diferenças metodológicas entre os dois grupos de ciências, as humanas e as naturais, como o mostra o exemplo de Comte, que pretendeu construir a sociologia como uma física social. O texto de Dutra defende a tese de que o uso de modelos é o elo metodológico comum entre as ciências da natureza e as ciências humanas e sociais. Nesse sentido, ele distingue vários tipos de modelos. A atividade de modelagem, segundo Dutra, é a metodologia básica e unificada de todas as disciplinas científicas. Em seu texto, Dutra defende uma ontologia emergentista. O conceito de emergência refere-se a um estado de coisas no qual as propriedades de um certo domínio não se reduzem completamente às propriedades de outro domínio, apesar de serem, em algum sentido, produzidas por este outro domínio. Assim, as propriedades dos seres vivos não se reduzem às propriedades das moléculas que os compõem. Segundo Dutra, os modelos representam, ao mesmo tempo e de forma dinâmica, uma realidade

emergente e suas condições de base, reproduzindo as funcionalidades das partes e a funcionalidade do todo emergente. Os modelos intencionais ou interpretativos das ciências humanas apresentam essas características.

O sétimo capítulo “Multicausalidade e manipulação na medicina e na epidemiologia”, de Renata Arruda versa sobre metodologia da medicina. Na atividade médica, defende a autora, a possibilidade de manipulação permite alterar as causas (da doença) para realizar o efeito do restabelecimento da saúde ou pelo menos de deter o progresso da enfermidade. Por outro lado, há muitos fatores que provocam as doenças, sendo alguns, do ponto de vista causal, necessários, outros suficientes e alguns nem necessários nem suficientes. Assim, por exemplo, ter fumado não é condição nem necessária nem suficiente para adoecer de câncer de pulmão, mas, no entanto, é sabido, que uma grande percentagem dos acometidos por essa doença é de fumantes ou ex-fumantes. Nesse sentido, explica Renata Arruda, na medicina se tem que usar modelos multicausais como o de Kenneth Rothman, discutido pela autora, cuja fundamentação filosófica se encontra em John Stuart Mill e J. L. Mackie. No transcurso de sua exposição Arruda disserta sobre as denominadas causas INUS, que se refere a uma parte insuficiente, mas necessária de uma condição que é em si mesma não necessária, mas é suficiente para que ocorra um efeito. A autora estabelece, então, a distinção entre eventos que admitem intervenções preventivas e estados que além de intervenções preventivas são sujeitos a intervenções terapêuticas. Na medicina as causas mais importantes são aquelas que se podem manipular, e, por isso, conclui, a prática define o que é uma causa.

“Incomensurabilidade, racionalidade e consenso, segundo Kitcher”, de Robinson Guitarrari, tem como objetivo apresentar e examinar a proposta de Philip Kitcher sobre como seria possível o processo de formação de consenso considerando as revoluções científicas kuhnianas e a incomensurabilidade de problemas, padrões de avaliação e valores científicos, que tais revoluções envolvem. O ensaio de Guitarrari é uma contribuição para o estudo e análise das controvérsias que resultaram de uma interpretação relativista da *Estrutura das revoluções científicas* de Thomas Kuhn. Guitarrari caracteriza a proposta de Kitcher como uma terceira via diferente do caminho dos “devotos da ciência” que entendem a dinâmica da ciência como o resultado de aplicação de regras imparciais claras, explícitas, decisivas e livres de valores não cognitivos, e do caminho dos “detratores da ciência” que pensam que as decisões científicas estão determinadas por fatores éticos, políticos, sociais e culturais. Kitcher, segundo Guitarrari, defende um pluralismo axiológico que, mesmo reconhecendo valores que poderíamos chamar extra científicos, não renuncia a uma noção local e qualitativa de objetividade científica e a uma compreensão realista sobre o status cognitivo das teorias científicas.

O último capítulo do livro, “O método científico e o problema da observação: a cosmologia moderna”, é escrito por Samuel J. Simon. O que caracteriza a astronomia é a impossibilidade, com raras exceções, de se realizar experimentos diretamente com seu objeto de estudo. Essa impossibilidade, na astronomia antiga e medieval, resultava em

uma base empírica limitada, dada pelas observações recolhidas a olho nu, ou através dos instrumentos de observação da época. No entanto, isso não foi obstáculo para o trabalho teorizador dos astrônomos, que elaboraram complexos modelos geométricos para dar conta dos fenômenos que observaram. Com o início da Idade Moderna, os instrumentos da observação se aperfeiçoaram. Inicialmente, Simon identifica sete *elementos constitutivos* do método científico, a saber, a *observação*, o *problema*, a *experimentação*, a *teorização*, a *previsão*, a *objetividade*, e a busca de *relações causais*, e examina cada um deles. Na segunda parte do seu texto, Simon examina o problema da experimentação na ciência antiga, medieval e moderna, para situar suas relações com a observação. Dessa maneira, na terceira parte, o autor trata da questão da observação na astronomia antiga, medieval e moderna, com destaque para a pesquisa de Johannes Kepler. O inovador trabalho de Kepler, a partir de uma importante herança histórica em astronomia, aliado a uma observação meticulosa, decisiva onde a experimentação não é diretamente possível, possibilitará a profunda novidade teórica feita pelo astrônomo. É inegável que os estudos de Kepler foram decisivos para o desenvolvimento da gravitação newtoniana; esta, por sua vez, foi, evidentemente, determinante para o desenvolvimento da Teoria da Relatividade Geral. Assim, para o autor do capítulo, não há dúvida sobre a importância desse elemento que compõe o método científico, a observação controlada e *contextualizada teoricamente*, aspecto muitas vezes negligenciado pelos estudiosos em filosofia da ciência.

Santa Cruz do Sul, 26 de fevereiro de 2021

Jorge Alberto Molina

## PODE UMA FILOSOFIA DA CIÊNCIA SER RESPALDADA PELA HISTÓRIA DA CIÊNCIA? O CASO DO MÉTODO

**Alberto Oliva**

Universidade Federal de Rio de Janeiro

Na ciência, como na vida, só se encontra o que se procura.  
Não se pode ter as respostas quando não se sabe quais são  
as perguntas.

(EVANS-PRITCHARD, 1976, p. 240)

Começemos por reconhecer importância de se distinguir a atividade de *fazer ciência* e a de *pensá-la* por meio de reconstruções epistemológicas ou históricas. O surgimento da filosofia da ciência como disciplina, com problemas próprios, ocorre quando se estabelece com nitidez essa distinção. Machamer (2002, p. 1) sustenta que a “filosofia da ciência é uma antiga e praticada disciplina; que Platão e Aristóteles escreveram sobre o assunto e que também o fizeram, ainda que isso seja controverso, alguns pré-socráticos”. Entendemos ser mais apropriado pensar que os filósofos antigos abordaram questões epistemológicas gerais que modernamente foram, ao menos parcialmente, reformuladas com o objetivo de levar em conta as peculiaridades da ciência nascente. Somos de opinião que só com o *Novum organum* de Francis Bacon, em 1620, tem início a atividade de refletir *sobre* uma nova forma de conhecimento que apenas no século XIX viria a ser chamada de ciência. A chamada filosofia da ciência só se forma como disciplina na transição do século XIX para o XX.

Depois de Bacon, o filósofo gradualmente concede a si mesmo a prerrogativa de reconstruir a ciência abordando questões como, por exemplo, a da interação entre teoria e observação e a da fundamentação epistêmica das inferências ampliativas. Discordando de Machamer, acreditamos que Brodbeck (1953, p. 6) está certo ao defender que “a maioria dos problemas e métodos característicos da recente filosofia da ciência se originou

por volta da virada do século dezenove”. Moulines (2006, p. 9-19) torna a datação ainda mais precisa quando sustenta que a formação da filosofia da ciência como *disciplina* ocorreu “entre o fim século XIX e a Primeira Guerra Mundial”, e que Mach e Poincaré foram protagonistas desse processo.

A controvérsia em torno do pai do método científico e da época em que se deu seu advento envolve questões epistemológicas tradicionais e a consideração dos procedimentos efetivamente empregados pelos cientistas em suas práticas de pesquisa. O epistemologismo tem alimentado muitas polêmicas por se reportar à ciência sem se deixar balizar por sua realidade e seu evoluir histórico. Ao desatrelarem o método que qualificam de científico da necessidade de *derivá-lo*, ainda que parcialmente, da ciência tal qual praticada, alguns filósofos, historiadores e cientistas identificam sua formação em um grande pensador do passado, em uma época anterior à do próprio advento da ciência moderna. É nosso intento mostrar que o recurso à história, tanto da ciência quanto da filosofia, longe de amainar as disputas em torno do método contribui para fomentar a *diaphonia* metametodológica. Múltiplas e dissonantes são as visões sobre quem deve ser considerado o pai do método. O que mais chama a atenção é que a própria época apontada como a da formação do chamado método científico vai da antiguidade à modernidade, passando pela Idade Média.

Caso seja situada no eixo diacrônico, a *questão do método* coloca como desafio a identificação do criador do método (científico). Escolhas incompatíveis do autor do método, e da época de sua criação, se devem à adesão a *pressuposições absolutas* que desconsideram o processo propriamente histórico de formação do método. Por essa razão, as tentativas feitas por importantes filósofos, historiadores e cientistas de localizar a formação e a fundamentação das regras do método científico em um filósofo do passado fomentam uma insuperável *diaphonia*.

As longevas e profundas divergências entre filósofos, cientistas e historiadores ficam também evidenciadas quando procuram atribuir a elaboração do método (científico) a algum filósofo ou a alguma época. Situar no eixo diacrônico a querela do método científico mostra que, mesmo quando a abordagem se pretende *histórica*, as pressuposições epistemológicas absolutas são as principais responsáveis pelas divergências entre estudiosos que buscam identificar em que momento da história da filosofia ou da ciência é o método formulado. Distinguir um filósofo da era moderna com a honraria de criador do método está dentro do esperado. A surpresa não é tão grande quando o eleito — do porte de um Platão ou de um Aristóteles — pertence ao pioneiro universo da filosofia grega. Historicamente inesperado é um estudioso encontrar na filosofia medieval o pai do método.

O estudo da questão do método que a situa no eixo diacrônico leva ao reconhecimento de que as grandes contribuições à teoria do método podem ser encontradas já na aurora da filosofia ocidental, que alguns *insights* esparsos se fazem presentes nos pré-socráticos e que as teorias do conhecimento de Platão e Aristóteles deram contribuições fundamentais

ao projeto de se elaborar uma teoria do método. Colocamos, no entanto, em dúvida que esses contributos possam ser apropriadamente qualificados, como sustentaram alguns estudiosos, de teorias do método *científico*. Há boas razões para destacar, como fazem inúmeros estudos, Platão ou Aristóteles como “pai do método”. Discutível é atribuir a paternidade do método *científico* a pensadores historicamente muito distantes da época de formação das práticas de pesquisa que passaram a distinguir a ciência moderna. Ainda mais questionável é situar, na contramão de uma avaliação secular, a origem do método científico na Idade Média. Por mais que mereçam destaque figuras do fim da Escolástica como Roger Bacon ou Robert Grosseteste por suas proeminentes contribuições à teoria do método, é uma *vexata quaestio* que tenham forjado o método da ciência e que cientistas como Galileu tenham se limitado a aplicá-lo.

Na época em que viveram os grandes pensadores gregos imperava a *bios theoretikos* e na época dos medievais a *vita contemplativa*. Em ambos os casos, ainda se está muito longe da transição para a *vita operativa*, que passa a distinguir a modernidade. Por esse motivo, antes dos estudos, principalmente os realizados no fim do século XIX e começo do XX, que localizaram a criação do método científico em um filósofo antigo ou medieval, a tendência foi a de atribuir a paternidade do método científico a filósofos modernos, principalmente a Francis Bacon, ou a cientistas como Galileu.

O que levou a eleger como mentor do método determinado filósofo em detrimento de outros possíveis candidatos foi precisamente a dificuldade em identificar o que no método precisa estar atrelado às práticas científicas para ser apropriadamente chamado de científico. Caso se promovesse a efetiva integração entre a dimensão histórica, a epistemológica e a metacientífica não haveria lugar para avaliações tão discrepantes como as que identificam a época de gestação do método científico na Antiguidade, na Idade Média ou na Modernidade. Está longe de se ter comprovado que o método foi concebido por um luminar do pensamento epistemológico antes de supostamente passar a ser empregado pela ciência (moderna). Defendemos que a reconstrução histórica e o crivo metacientífico, com base no qual se atrela o discurso *sobre* a ciência às suas práticas, têm ficado em segundo plano no processo de escolha dos critérios à luz dos quais se elege o criador do método (científico). Ao que tudo indica, os pressupostos epistemológicos — predominantemente racionalistas ou empiristas — adotados por filósofos, cientistas e historiadores é que têm cumprido papel fundamental na eleição do pai do método.

O fato de alguns pensadores terem sido importantes no processo de criação do método não implica que tenham efetivamente forjado o chamado método *científico*. Identificar método com método científico envolve reduzir a problemática do método à epistemologia a ponto de tornar letra morta a exigência de prover base *metacientífica* a uma teoria do método passível de ser ajustada e aplicada à ciência. Acolher a exigência de que o método *científico* precisa também ser metacientificamente reconstruído, e não epistemologicamente “instituído”, torna questionável atribuir sua formação a um



pensador da antiguidade, da Idade Média ou mesmo da aurora da modernidade. É a incontestável predominância do epistemológico sobre o metacientífico que explica por que diferentes filósofos com visões bastante diferentes de conhecimento tenham podido ser escolhidos como progenitores do método científico. Caso existisse um crivo *metacientífico* eficaz não haveria lugar para que sistemas de regras com sérias divergências entre si fossem propostos por diferentes estudiosos como constitutivos de uma teoria do método *científico sem que se chegasse a um veredicto a respeito de qual efetivamente merece essa honraria*.

A verdade é que o filósofo, historiador ou cientista elege um pensador como criador do método *científico* principalmente com base em sua preferência por determinada corrente epistemológica. A necessidade de a teoria do método *científico* se atrelar à ciência real nunca desponta decisiva para a escolha. Somos de opinião que na caracterização do método científico, na escolha do pai do método, as longevas molduras gnosiológicas — principalmente racionalistas e empiristas — acabam sendo em última análise determinantes. Justifica-se responsabilizar a adoção de excludentes *pressuposições absolutas* pelas variadas e excludentes concepções de método, pelos impasses *metametodológicos* que têm se revelado insuperáveis:

As pressuposições absolutas não são verificáveis. Isso não significa que gostaríamos de verificá-las, mas não somos capazes, mas sim que a ideia de verificação não se aplica a elas porque falar de verificação de uma pressuposição envolve supor que se trata de um pressuposição relativa. Se alguém disser 'Então não podem ser muito úteis na ciência', a resposta é que seu uso na ciência é sua eficácia lógica, e que a eficácia lógica de uma suposição não depende de ser verificável porque não depende de ser verdadeira: depende apenas de ser suposta (COLLINGWOOD, 2007, p. 32).

O fato de cientistas, filósofos e historiadores terem atribuído a glória da elaboração do método *científico* a vários pensadores de épocas diferentes, e até anteriores ao advento da ciência moderna, se explica pelo primado da regulamentação epistemológica em detrimento do acompanhamento da ciência real. Localizar a formulação do método científico em filósofos defensores de matrizes epistemológicas não só diferentes como até conflitantes — casos de Platão, Aristóteles, Robert Grosseteste, Roger Bacon ou Francis Bacon — torna patente que a ciência real está sendo deixada de lado, que o método é *aplicado à ciência e não dela derivado*. A explicação para escolhas tão diferentes é a de que o eleitor do criador do método dirige-se à história da filosofia deixando-se decisivamente influenciar por sua afinidade com os pressupostos epistemológicos abraçados pelo escolhido. Quando olham para a Antiguidade, os racionalistas destacam Platão e os empiristas, Aristóteles. Robert Grosseteste e Roger Bacon são os escolhidos pelos empiristas que localizam a gênese do método (científico) na Idade Média. Francis Bacon é entronizado pelos empiristas que situam a formação do método na modernidade.

A abordagem da questão do método que a situa no eixo diacrônico leva à conclusão de que, subjacentes às escolhas deste ou daquele pai do método, desempenha papel determinante a preferência por matrizes epistemológicas de tipo racionalista ou empirista. Se esse for o caso, o “rastreamento histórico” do processo de formação do método deixa de ser decisivo. O filósofo destacado como criador do método foi escolhido por acolher os mesmos pressupostos epistemológicos dos que o elegeram, não por ter comprovadamente formulado e fundamentado procedimentos que são condições de possibilidade para que a atividade de pesquisa seja *científica*.

Advogamos que as disputas entre racionalistas e empiristas se projetam sobre a história do problema do método impedindo que se faça uma reconstrução por meio da qual se identifiquem cumulativamente os principais contributos à criação do método *científico*. Soma-se a isso que, para além da abordagem racionalista ou empirista da história do problema do método, outras lentes reconstrutivas — por exemplo, a instrumentalista — podem levar à identificação de outros pais do método. É o caso dos que destacam, por exemplo, a figura de Osiander. Sem falar que uma concepção *socioconstrutivista* do que se tem chamado de racionalidade científica não encontra heróis do método, só teorias do método socialmente construídas.

Destacamos também que a eleição de diferentes filósofos como pais do método, bem como sua localização em diferentes épocas, não tem levado ao abandono da pretensão de propor uma concepção universalista dos cânones e critérios metodológicos. A variação dos nomes e períodos escolhidos não deriva da assunção de posições historicistas ou relativistas frente à problemática do método. O fato de o método ser visto como tendo brotado em uma época específica não torna obrigatório encará-lo como dependente de contextos e momentos históricos. O privilégio de se conceder a paternidade do método científico a um filósofo da Antiguidade ou da Idade Média, antes do advento da ciência moderna, só pode ser justificado com base no pressuposto de que o genuíno método tem validade e aplicabilidade atemporais. Nesse caso, o método da ciência teria sido formulado antes dos tipos de prática de pesquisa que começaram a ser adotados a partir de Galileu.

A empreitada de encontrar o pai do método não chegou a resultados consensuais em razão de o recurso à história do processo de formação do método científico não ter impedido que as molduras epistemológicas fossem decisivas para identificar o criador dos cânones da pesquisa dita científica. Pode-se mesmo afirmar que os fatos específicos da atividade científica, a variedade de suas práticas de pesquisa, foram colocados em segundo plano para que se pudesse atribuir a paternidade do método científico a um pensador histórica e filosoficamente distante dos momentos cruciais de surgimento da ciência moderna. Isso é feito considerando-se método e método científico uma e mesma coisa. Outra possibilidade é pensar que o filósofo forjou o método científico *ante litteram*, sem pretendê-lo, antes mesmo de a ciência se tornar uma realidade tal qual hoje a conhecemos e entendemos.

O fato é que aqueles que localizaram a questão do método científico no eixo diacrônico não objetivaram identificar as contribuições dos vários filósofos e cientistas à formação do método científico. O recurso à história não é efetivo porque equivale, no fundo, apenas à tentativa de buscar respaldo para determinadas preferências epistemológicas. A história do método não é abordada à luz de um enfoque cumulativo dedicado a apreender as várias contribuições dadas desde pelo menos Platão à elaboração do método científico. Não se faz uma efetiva *história* do método quando a escolha do progenitor do método é determinada pela preferência por uma óptica racionalista ou empirista. A conclusão é a de que o enfoque diacrônico do método não é autenticamente *histórico* nem contribui para superar ou minorar a *diaphonia* metametodológica.

Defendemos que o enfoque histórico fracassa em promover o fim da *diaphonia* em virtude de a regulamentação epistemológica — voltada para a especificação do método de prova ou validação, ou simplesmente de avaliação, que *deve* ser usado em ciência — continuar se sobrepondo à reconstrução *metacientífica*. Nos casos em que a abordagem histórica do método é desconectada dos crivos *metacientíficos* aplicados por meio do acompanhamento da ciência real, a escolha do pai do método acaba sendo feita com base em argumentos e critérios exclusivamente epistemológicos. O epistemologismo destaca um pensador ou uma época apenas porque sua concepção de método se mostra em conformidade com determinada teoria do conhecimento. Fica relegada a preocupação com o efetivo evoluir da ideia de método ao longo da história tanto da filosofia quanto da ciência. Nesse sentido, a investigação se volta para a história em busca de um autor que proponha procedimentos invariantes obrigatórios para a geração de conhecimento. Por essa óptica, inexistem razões para acompanhar os modos possivelmente variáveis, eventualmente dissonantes, de a ciência ser historicamente praticada. Defendemos que na escolha do pai do método também fica claro que as filosofias *da* ciência são, no fundo, mais filosofias *para* a ciência — epistemologias aplicadas à ciência — em virtude de privilegiarem certas escolhas gnosiológicas em detrimento do acompanhamento da ciência real.

O magnífico trabalho de Laudan “Theories of scientific method from Plato to Mach” suscita a questão de se está em questão uma história das teorias do método *lato sensu* ou se, como indica o título, uma história das teorias do método *científico*. Visto que o percurso proposto por Laudan começa na filosofia grega faz emergir a indagação de se cabe encarar todos os filósofos ali abordados como propositores de teorias do método *científico* ou simplesmente de teorias do método. É claro que se pode determinar com alguma objetividade que teorias filosóficas do método se mostram mais aplicáveis que outras à busca do conhecimento de tipo científico. A resposta a ser dada à indagação — são teorias gerais do método ou teorias do método *científico*? — envolve mais que taxonomia. Isto porque torna necessário discutir se cabe caracterizar como teoria do método *científico* aquela que na origem é *estritamente* epistemológica, ou seja, que nada deve ao acompanhamento de como a ciência é realmente praticada na variedade de suas

atividades.

Um filósofo pode ser o criador de uma teoria do método entendida como capaz de apontar as *virtudes epistêmicas gerais* que devem ser praticadas por todos aqueles que buscam conhecimento. É questionável que um filósofo possa ser considerado o autor do método científico tendo vivido antes do advento das modalidades empíricas de pesquisa. A não ser que se acredite que método científico é igual a Método e que se atribua a determinado filósofo o mérito de tê-lo formulado. Uma autêntica visão histórica do método precisaria se preocupar em adquirir substrato *metacientífico* resultante de se ancorar nos procedimentos-padrão *de facto* utilizados pelos praticantes da ciência. Precisaria se vincular ao evoluir das práticas de pesquisa mostrando que a ciência tem sido praticada à maneira do estabelecido pelo suposto criador do método. Deixa de se justificar atribuir natureza *histórica* ao estudo que escolhe tal ou qual pai do método com base em preferências epistemológicas desprovidas de lastro *metacientífico*.

O indutivismo leva Bacon (1952, p. 117) a negar qualquer importância à epistemologia grega, condenando seu espírito dedutivista por considerá-lo inútil para o advento da ciência moderna: “dos sistemas criados pelos Gregos, e de suas divisões subordinadas em particulares domínios de investigação científica, não teve origem um único experimento em condições de contribuir para auxiliar ou melhorar a situação humana”. A avaliação de Bacon foi repetida por filósofos empiristas posteriores, que também criticaram o fato de a filosofia grega, com todo o conhecimento de lógica e matemática que amalhara, não ter começado a esboçar um método apto a efetivamente explicar os fenômenos naturais com base na observação de seus modos de ocorrência. Os defensores da gnosiologia que prioriza a observação e a inferência indutiva não veem com bons olhos muito do que foi epistemologicamente priorizado pelos pensadores gregos.

Depois de observar que “a atribuição do título de criador do método das ciências físicas deu lugar a muitas querelas, já que uns pretenderam dá-lo a Galileu, outros a Descartes e outros ainda a Francis Bacon, que morreu sem jamais ter entendido qualquer coisa sobre esse método”, Duhem (1913, p. 129) é taxativo: “na verdade, o método das ciências físicas foi definido por Platão e pelos pitagóricos de seu tempo com nitidez e precisão nunca ultrapassadas”. A entronização metodológica de Platão feita pelo físico Duhem é compartilhada por vários filósofos e historiadores.

Seguindo os passos de Duhem, e considerando o século XVII o da desforra de Platão, o historiador Koyré (1966, p. 71) encara a revolução científica do século XVII como fruto da concepção *dedutivista* de método — e, em particular, de geometrização do mundo/natureza — perfilhada por Platão: “a ciência de Galileu e Descartes se funda sobre uma ontologia matemática inspirada em Platão”. Como observa Mariconda (2006, p. 268), “é comum considerar Galileu um dos fundadores do *método experimental*, apesar da imensa oposição levantada por Koyré em sua influente e sedutora interpretação de um Galileu platônico, operando matematicamente *a priori*”. Burt também aponta o matematismo pitagórico-platônico como substrato metafísico da nascente ciência

moderna:

Copérnico ousou atribuir à Terra um movimento diurno em seu eixo e um movimento anual em torno do sol por causa da maior simplicidade matemática do sistema astronômico assim obtido, uma aventura cujas implicações metafísicas lhe foi possível aceitar em virtude do amplo revivescimento em seus dias da concepção platônico-pitagórica de universo (BURTT, 1980, p. 203).

Esses cientistas, filósofos e historiadores adotam o pressuposto de que a ordem matemática no universo levou à formação de um tipo de método cuja versão seminal, ou final como pensa Duhem, se encontra na obra filosófica de Platão e não nas práticas de pesquisa desenvolvidas pelos primeiros cientistas modernos. Endossar esse tipo de genealogia envolve abraçar uma espécie de concepção “eternista” de método científico com traços distintivos dedutivistas. É discutível que os resultados obtidos no estudo da natureza antes de Galileu tenham sido alcançados por meio de uma metodologia caudatária da epistemologia de Platão. Ou que a ciência anterior à que passou a ser feita a partir da revolução do século XVII tenha sido feita com base nos mesmos procedimentos metodológicos. É até justificável questionar se cabe chamar de ciência o que foi feito antes de Kepler, Galileu ou Newton. Isso não significa, no entanto, que inexistam boas razões para se pensar que os primeiros grandes cientistas modernos não possam ter sofrido forte influência do platonismo, do pitagorismo ou de outras vertentes metafísicas:

A filosofia [i.e., a física] encontra-se escrita neste grandioso livro que continuamente se abre diante de nossos olhos (chamo-o de universo); não se logra, no entanto, compreendê-lo se antes não se tiver aprendido a entender a língua, e conhecer os caracteres, na qual está escrito. Está escrito em linguagem matemática, e os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem os quais é impossível entender humanamente alguma coisa; sem eles vagamos de modo vão por um obscuro labirinto (GALILEI, 1970, p. 16-7).

Kepler cita com aprovação o famoso *dictum* de Platão de que Deus sempre geometriza. O heliocentrismo poderia justificadamente ser visto como se originando do platonismo. Para embasar sua visão de que muitas ideias científicas foram gestadas, antes de adquirir conteúdo empírico específico, no ventre da metafísica, Popper parte do fato de que Copérnico estudou em Bolonha sob a orientação do platônico Novara. Esse fato o leva a defender a tese de que a ideia copernicana de colocar o Sol, ao invés da Terra, no centro do universo, não resultava de novas observações, mas de uma *nova interpretação* de velhos e bem conhecidos fatos à luz de ideias quase religiosas dos platônicos e neoplatônicos. Arremata Popper (1989, p. 187) que “a ideia crucial remonta ao Livro Sexto de *A*

*República* de Platão no qual se pode ler que o sol cumpre, no domínio dos objetos visíveis, o mesmo papel da ideia de bem no domínio das ideias”. Exemplos isolados como esses são insuficientes para embasar uma concepção de método caracterizada como *platônica*.

Do mesmo modo que uma tese científica pode ter-se originado de um sistema filosófico especulativo, justifica-se supor que a *gênese*, mas não a versão acabada, do método científico pode ser encontrada na teoria epistemológica de determinado filósofo. No entanto, a tese de que o método científico está em Platão, tal qual esposada por Duhem e outros, compromete-se com a visão de que o método é *essencialmente* uma questão epistemológica. Discordamos que as regras propostas como formadoras do método científico possam ser definidas sem prestar atenção nas funcionalidades procedimentais das práticas científicas de pesquisa. Uma das mais importantes contribuições de Kuhn à metodologia foi ter mostrado, como indica Bunge (1985, p. 48), que a evidência contrária, “os dados desfavoráveis a uma hipótese ou teoria são tratados de maneira diferente na investigação normal e na extraordinária”, e que isso só pode ser apreendido acompanhando-se a história da ciência, a ciência real. Sendo essa uma realidade que precisa ser *constatada* de modo *metacientífico*, a teoria que a identifica não pode ter natureza puramente *epistemológica*. Estando Kuhn certo, aponta para um fato cuja existência — prenhe de consequências epistemológicas — pode ser metacientificamente comprovada.

Só no caso de se pensar que as regras do método são universais, requeridas para todo e qualquer tipo de busca de conhecimento, desponta sustentável a visão de que receberam sua versão essencial — para alguns, definitiva — na obra de um grande filósofo anterior à ciência moderna. Caso não sejam vistas como formando uma versão embrionária de método (científico), essas regras constituem uma teoria (geral) do método que, por se *aplicar* à ciência, ou se supor que se aplique, acaba também podendo ser qualificada de teoria do método científico. Se o método característico da ciência é localizado em algum pensador anterior à ciência moderna, isso significa que foi elaborado antes de ter tido início o que veio a ser chamado de pesquisa empírica. Encarado como universal, o método se aplica aos processos dedicados à busca dos mais variados resultados cognitivos sem precisar ser atrelado à ciência tal qual feita.

Localizar a formação do método (científico) em Platão implica endossar sua visão de que o conhecimento só pode ser conquistado de uma e apenas uma maneira por mais que se rechace a parte da epistemologia platônica que defende a incorrigibilidade das teorias e a invariabilidade ontológica dos objetos do conhecimento. Para Platão, não se tem como produzir conhecimento para depois saber (o) que é conhecimento. Isto porque não há como identificar uma crença como conhecimento sem que se tenha previamente formulado o conceito de conhecimento e, junto com ele, um critério de demarcação capaz de separar *episteme* de *doxa*. Sendo assim, o conceito de conhecimento precisa preceder os resultados cognitivos. O mesmo se pode dizer do método.

O apriorismo, hegemônico na epistemologia, se apresenta em múltiplas versões, quase todas normativistas. O problema é que sua avaliação só pode ser feita à luz de

critérios epistêmicos. Submetê-lo a crivos *metacientíficos* acarreta rejeitá-lo por falta de liames com a ciência real. Regulamentações epistemológicas como as encontradas no *Novum organum* de Bacon ou no *Regulae ad directionem ingenii* de Descartes são propostas para a ciência com base na convicção de que sem elas não há como chegar ao conhecimento nem se separar o joio opinativo do trigo cognitivo. O pressuposto é o de que a ciência não pode ter regras diferentes das que tornam possível o conhecimento. Se várias são as causas do fracasso explicativo, uma só é a fórmula do sucesso.

Não sendo o método formulado a partir de como a ciência é praticada tem-se o primado do plano epistemológico sobre o metacientífico, de tal modo que outros filósofos, cientistas e historiadores podem justificadamente se colocar contra o platonismo metodológico escolhendo outros pais do método vinculados a outras matrizes gnosiológicas. Alguns defendem que, precisando a ciência ser praticada fazendo uso de técnicas empíricas de pesquisa, o platonismo metodológico, em especial a combinação de matematismo *cum* apriorismo, é com ela incompatível. Como fica evidenciado principalmente no *Teeteto*, Platão é crítico contumaz não só das teses empiristas como também da possibilidade de se chegar a qualquer forma de conhecimento empírico em razão de acreditar que a *episteme* — chegando à verdade e à certeza — é sobre o que é invariante e imutável. Sobre a experiência, cujo acompanhamento depende de variáveis percepções, muitas das vezes enganosas, só se formam *doxai* cambiantes e descartáveis.

Se a formação do método (científico) se deve a Platão, como advoga Duhem, justifica-se recuar ainda mais a genealogia chegando a Parmênides. Não só porque Platão o considera seu grande mestre, mas também porque é sustentável a tese de Popper (2001, p. 91) de que “o que havia de realmente novo em Parmênides era seu método axiomático-dedutivo, que Leucipo e Demócrito transformaram em método hipotético-dedutivo tornando-o, desse modo, parte da metodologia científica”. Além de atribuir a Parmênides “realizações que podem ser consideradas duradouras à luz da física e da matemática modernas”, Popper (2001, p. 119) também credita ao eleata a invenção do método dedutivo de argumentar e, indiretamente, do método hipotético-dedutivo como é hoje chamado.

Popper (2001, p. 160) vai ainda mais longe quando a Parmênides atribui o mérito de ter introduzido o método das múltiplas teorias concorrentes e o método de avaliar teorias competidoras por meio da discussão crítica. Por essa óptica, pode-se dizer que a ciência nasce, ou pelo menos sua “alma” metodológica, junto com a filosofia pré-socrática. Assim como Duhem, o Popper que destaca Parmênides na formação do método (científico) deixa de encarar a questão do método, como tendo natureza essencialmente *metacientífica*. Nesse caso, é de secundária importância se a progênie é atribuída a Parmênides ou Platão, já que o fundamental é o método possuir uma universalidade filosoficamente construída e sua formulação ser anterior ao advento da ciência moderna. A serem válidas visões e avaliações como as de Duhem e Popper, a ciência tal qual veio a ser praticada a partir de Galileu não foi ela mesma decisiva para a

elaboração do método que (supostamente) a rege. Isto porque o método científico é tão antigo quanto a filosofia pré-socrática ou platônica.

Em razão de a maioria das teorias do método científico propositoras dos princípios que governam, ou deveriam governar, a busca de conhecimento científico ter natureza essencialmente epistemológica é difícil compará-las à luz da ciência da qual *precisariam, de alguma forma*, ser derivadas. Não sendo a ciência real a fonte de evidências em condições de avaliar as teorias do método científico, a escolha de uma delas é determinada pela convicção de que as regras do método estatuídas por ela são as únicas com solidez epistemológica capaz de gerar resultados confiáveis. Discorrer sobre o método desatrelando-o de como a ciência é *de facto* feita, explica por que diferentes progenitores foram identificados na investigação do DNA do método científico. A prevalência do apriorismo epistemológico em detrimento da reconstrução *metacientífica* do método fica ainda mais clara quando Popper (2001, p. 4), sem se limitar a identificar a matriz dedutivista do método científico em Parmênides, localiza o outro lado da moeda metodológica nos *elenchus* socráticos concebidos como refutação crítica por contraexemplos. Os vários pais do método (científico) localizados por Popper na filosofia grega são, como seria de se esperar, os que prenunciam seu racionalismo crítico:

Seu método [de Leucipo e Demócrito] pode ser chamado de *método de conjectura ou hipótese* ou de *explicação conjectural*. É analisado de um modo um tanto deslocado em *A República* de Platão [...] no *Menão* [...] e no *Fedão*. Consiste, essencialmente, em fazer algumas suposições [...] para ver o que se segue daí. Isso quer dizer que *testamos nossa suposição ou conjectura explorando suas consequências* cientes do fato de que ao fazer isso nunca podemos considerar estabelecida a suposição [...] uma das principais funções do *método* é explicar os fenômenos ou 'salvar os fenômenos' (POPPER, 2001, p. 244).

A visão platônica de Duhem e a parmenídeo-socrática de Popper sobre o método se envolvem com o pressuposto de que os cânones dedutivistas são *epistemologicamente* universais. Sendo assim, definem os procedimentos metodológicos a empregar independentemente do que possa variar ao longo do processo histórico de produção do conhecimento científico. Não sendo *derivados* do acompanhamento das práticas científicas de pesquisa historicamente consolidadas, os princípios dedutivistas do método só podem ser pensados como condições de possibilidade para a obtenção de conhecimento. Isso quer dizer que é necessário adotá-los para fazer ciência. *Aplicam-se* universalmente à ciência, não são contingentemente dela *derivados*. Independentemente de se o método das ciências é parmenídeo, socrático ou platônico, o crucial é que as pesquisas se conformam, ou precisam se conformar, a procedimentos metodológicos que um dia foram forjados *fora da* ciência.

Partindo da constatação de que o gênio grego foi mais dedutivo que indutivo, mais matemático que experimental, e de que a grande realização intelectual dos gregos foi a



geometria por eles encarada como um estudo *a priori* que parte de premissas autoevidentes, Russell (1959, p. 16) faz avaliações polêmicas como a de que “os gregos, tendo se salientado em quase todos os campos da atividade humana, surpreendentemente pouco fizeram para a criação da ciência”. Nas palavras de Russell, teriam se devotado a “observar o mundo mais como poetas que como homens de ciência”. Este tipo de avaliação está longe de ser isolado, uma vez que faz parte da tendência a desqualificar os métodos formulados na filosofia grega com base na alegação de que são inúteis para gerar o conhecimento ampliativo, que das observações deriva teorias sobre os fenômenos naturais. Não se deve, entretanto, perder de vista que é numeroso e representativo o grupo dos que veem a obra de Aristóteles como provedora da base metodológica da própria ciência moderna.

Toulmin (1961, p. 105) defende que quando olhamos para os métodos de investigação usados pelos filósofos naturais na Grécia antiga, e não para seus resultados, podemos ser tentados a deles desdenhar: “assumindo um ponto de vista metodológico moderno, podemos julgar suas generalizações infundadas, sua compreensão da técnica experimental desprezível, seus argumentos superficiais”. Por que, indaga Toulmin, os filósofos gregos se preocuparam tão pouco em assentar suas teorias em uma sólida base observacional? Buscando corrigir os draconianos juízos emitidos contra a suposta falta de “espírito científico” na filosofia grega, Toulmin destaca apropriadamente que o que os gregos buscaram estabelecer “não foi a efetiva natureza das coisas, mas a *possibilidade* de se dar uma explicação racional da natureza”. Contra a tendência a desqualificar a produção intelectual da Idade Média, Toulmin (1961, p. 106) ressalta que “os filósofos naturais medievais também merecem ser resgatados das críticas irrelevantes como as feitas por polêmicos historiadores da ciência, que os colocam de lado sob a alegação de serem “tediosos *logic-choppers*” que perpetuaram os erros de Aristóteles por deixarem de estudar o mundo diretamente”.

Olhando hoje para a labiríntica floresta das *diferentes* áreas da pesquisa científica desponta artificial reduzir a discussão dos variados métodos em uso à polarização entre platonistas e aristotélicos, racionalistas e empiristas. No fundo, o platonismo esposado por Duhem se apoia no fato de a física ser a mais matematizada das ciências. É difícil levar um biólogo, mesmo que contemporâneo, a concordar com a visão de Duhem. Diante dos variados procedimentos empregados nas desniveladas ciências, diante da disparidade metodológica entre as ciências naturais e as sociais, os filósofos da ciência tenderam a se refugiar na cidadela da física. A ciência-modelo seria a chave de compreensão da natureza da racionalidade científica, de tal modo que a adoção de seus procedimentos metodológicos basilares infundiria credibilidade epistêmica a todo e qualquer domínio do conhecimento. O dedutivismo/platonismo metodológico de Duhem desemboca, mesmo sem o pretender, na defesa indireta do fisicalismo na medida em que, fora da física, é muito difícil encontrar teorias maciçamente matematizadas ou axiomatizadas. As teorias da maioria das ciências sequer é “matematizável”. Não

prevalecem na maioria das outras ciências, nem há como a elas aplicar, os cânones dedutivistas que Duhem detecta em Platão e destaca como constitutivos do método científico.

Se, como pretende Duhem, o dedutivismo platônico fornece à física moderna sua matriz metodológica, cabe notar que não foi projetado para isso; quando muito, o substrato epistemológico matemático da filosofia platônica desponta extensível à física. É importante ter presente que o método assim concebido nasce no seio da filosofia e sua justificação é provida de modo apriorista. Deixa assim o método de ser de tipo “empírico”, como tanto se o caracterizou na modernidade, e de ser reconstruído seguindo-se, ainda que de modo incompleto, os passos da ciência tal qual praticada. Além do mais, renuncia-se a justificar o método de modo instrumentalista — pelo tipo de controle que permite alcançar sobre os fenômenos investigados. Se tiver sido filosoficamente formulado para depois ser aplicado pela ciência, o método se reduz, no essencial, a uma questão epistemológica. Não sendo *derivado* da ciência, não sendo fruto de *reconstrução metacientífica*, o método é constituído de *regulamentações epistemológicas* que se impõem como se fossem imperativos categóricos da *razão*.

Defendendo a gênese grega do método, Laudan (1968, p. 12) argumenta que “caso se possa dizer que a ciência e a filosofia modernas encontram suas raízes na Antiguidade, é pouco surpreendente que a Grécia também tenha produzido as primeiras teorias coerentes sobre o método científico”. Adotando posição antagônica à de Duhem e dos dedutivistas/matematistas, Laudan considera justificado “afirmar, com diminuta margem de dúvida, que a principal contribuição da Antiguidade a esse tema [do método] foram os *Segundos analíticos* de Aristóteles”. Por essa visão, é Aristóteles o pai do método. Na óptica de Foley (1953, p. 160-75) a noção de explicação científica elaborada por Aristóteles está muito próxima de abordagens recentes adotadas por Hempel e Popper. Beth (1950, p. 27) reforça a excelência do aristotelismo metodológico quando defende que “foi Aristóteles [...] quem apresentou uma teoria da ciência que, nos séculos seguintes, veio a direcionar, e até a dominar, o pensamento filosófico e científico”.

Repetindo o tom exagerado de Whitehead (1979, p. 39) quando proclama que “a tradição filosófica europeia consiste em uma série de notas de pé de página a Platão”, Randall (1962, p. 63) coloca, em sentido inverso, o Estagirita no lugar de Platão: “toda grande literatura sobre o método, fartamente presente nos escritos científicos do século 17, é, no fundo, uma série de notas de rodapé ao *Organon* de Aristóteles”. Sem os exageros retóricos de Randall, Laudan (1968, p. 13) endossa o destaque ao aristotelismo metodológico ampliando seu escopo histórico: “por certo, os filósofos da ciência na Idade Média e no século 17, e mesmo, até certo ponto, no século 19, ainda trabalhavam amplamente no território demarcado pelos problemas metodológicos discutidos pelo Estagirita e por seus comentadores”. O número expressivo de estudiosos do método que entroniza as contribuições de Aristóteles também propõe a avaliação final de que Aristóteles merece ser considerado a figura principal na história da metodologia científica.

Identificando uma linhagem que vai de Aristóteles à modernidade representada por Bacon e Descartes, Comte considera impossível determinar a origem precisa da revolução científica. Contra o platonismo metodológico, advoga que “se pode dizer com exatidão [...] que se processou, de forma constante e crescente, a partir especialmente dos trabalhos de Aristóteles e da escola de Alexandria e, em seguida, após a introdução das ciências naturais na Europa ocidental pelos árabes”. Por entender, entretanto, que convém fixar uma época para evitar a divagação de ideias, Comte (1908, p. 10) coloca em destaque “o grande movimento que foi inoculado no espírito humano há dois séculos pela ação combinada dos preceitos de Bacon, das concepções de Descartes e das descobertas de Galileu, como o momento em que o espírito da filosofia positiva começou a se pronunciar no mundo”.

A *diaphonia* gerada pelas diferentes respostas dadas à questão “quem é o pai do método?” não tem como ser atenuada, e muito menos superada, se ficarmos adstritos à contraposição de argumentos estritamente epistemológicos. Dirigir-se à história do método com *pressuposições absolutas* empiristas ou racionalistas não permite identificar objetivamente as contribuições dadas por diferentes pensadores. À luz de sua teoria do conhecimento empirista, Russell faz uma avaliação da filosofia grega com base na qual deixa de nela identificar a origem do espírito científico. Russell é de opinião que há uma superestimação da dedução na filosofia grega; considerando isso negativo, Russell (1945, p. 199) diminui um pouco o tom crítico quando se reporta a Aristóteles: “deixa menos a desejar que Platão na medida em que repetidamente admite a importância da indução e devota considerável atenção à questão referente a como conhecemos as primeiras premissas das quais parte a dedução. Russell não deixa, entretanto, de assinalar que “como os outros Gregos, [Aristóteles] dá indevida proeminência à dedução em sua teoria do conhecimento”.

Às visões de Duhem, Koyré, Burt, Popper e outros dedutivistas se contrapõem os que, voltando-se para a história da ciência, atribuem identidade indutivista ao método científico. Divergindo tanto em termos históricos quanto filosóficos e dos dedutivistas, Crombie defende a tese de que foi na Idade Média que ocorreu a revolução metodológica que está na origem da ciência moderna. O método tal qual concebido à época não tem natureza dedutivista, mas indutivista. A concepção da estrutura lógica da ciência experimental elaborada por luminares como Galileu, Francis Bacon, Descartes e Newton é, para Crombie, precisamente a mesma criada no século XIII e no XIV. Contra a tendência a fazer o método remontar a Platão ou Aristóteles, Crombie (1953, p. 3) advoga que “o traço distintivo do método científico no século XVII, comparado com o da Grécia antiga, é o de sua concepção de como relacionar uma teoria com os fatos observados que ela explica — o conjunto de procedimentos lógicos para construir teorias e submetê-las a testes experimentais”.

Para Crombie (1953, p. 1), “a ciência moderna deve a maior parte de seu sucesso ao uso desses procedimentos indutivos e experimentais; são eles que constituem o que

normalmente se denomina de ‘método experimental’; foram eles, arremata Crombie, que “transformaram o método geométrico grego no método experimental do mundo moderno”. Além de rechaçar a oposição entre uma Idade Média refém da obscuridade especulativo-teológica e uma modernidade aberta à investigação criteriosa dos fatos, Crombie entende que a diferença “evolutiva” entre essas épocas se reduz ao fato de que “o aperfeiçoamento mais importante do método escolástico é a passagem, geral no século XVII, dos procedimentos qualitativos para os quantitativos com a introdução de aparato especial e de instrumentos de mensuração” (CROMBIE, 1953, p. 9-10).

Koyré (1966, p. 51) assim sintetiza a visão de Crombie: os pensadores do século XIII elaboraram uma concepção de ciência e de método científico que, nos seus aspectos fundamentais — notadamente na utilização da matemática para formular teorias e das experiências para “verificá-las” ou “falsificá-las” — era idêntica à do século XVII”. A avaliação antipódica de Russell (2009, p. 369) — “na Idade Média houve uma recessão intelectual e muito do conhecimento que fora detido pelos Gregos foi esquecido” — evidencia a tendência a olhar a história, a enquadrar seus fatos, com óculos epistemológicos.

Mesmo sem o entusiasmo medievalista de Crombie, Sarton rejeita a visão estereotipada da Idade Média como um longo período de trevas e esterilidade para caracterizá-la como uma fase de gestação. Considerá-la infecunda seria, argumenta Sarton, tão idiota quanto chamar uma mulher grávida de estéril. Contrariando o que defende Crombie, Sarton (1952, p. 33) é de opinião que a fraqueza essencial do pensamento medieval reside na falta de compreensão do método experimental e do ponto de vista experimental; e que só depois de encontrado esse “abre-te sésamo”, as descobertas se seguiram uma após a outra quase automaticamente e com crescente velocidade; em contraposição ao desenvolvimento anterior excessivamente lento, a ciência moderna é fruto de três séculos de aplicação desse método. Aproximando-se da visão de Russell, Sarton afirma que mesmo os gregos, tão geniais, falharam em descobrir esse método, embora alguns deles o tenham aplicado em casos particulares. Para Sarton, à exceção de Roger Bacon, ninguém o formulou nem o reconheceu em toda sua amplitude e ninguém logrou apreender seu impressionante vigor. Na Idade Média, Sarton atribui a Roger Bacon as glórias de formulador dos aspectos gerais do método que viria a ser o da ciência moderna e a Robert Grosseteste, tão destacado por Crombie, faz breve e protocolar menção. Laudan entende que as contribuições dos medievais têm sido ou ignoradas subestimadas:

Há pouco mais de um século, havia alguma justificativa para Whewell deixar a Idade Média quase que completamente fora da história da metodologia, para considerá-la um período retrógrado salvo da obscuridade total apenas pela presença de um punhado de revolucionários clarividentes como Roger Bacon e Guilherme de Occam. Talvez Whewell possa ser perdoado por assumir tal atitude, uma vez que vários tratados metodológicos medievais de

grande importância eram praticamente desconhecidos à sua época. Menos desculpável é o fato de que George Sarton, há apenas 15 anos, possa ter sido mais contundente que o próprio Whewell ao sugerir que houve uma só figura antes do século 17 que compreendeu o método experimental — Roger Bacon (LAUDAN, 1968, p. 15).

Hoje, é fácil comprovar que no século XIII encontramos a defesa de teses que serão repetidas e detalhadas pelos empiristas modernos. Bacon (1928b, p. 584) especifica a fonte do conhecimento de um modo que virá a ser reiteradamente proposto pelos empiristas posteriores: “aquele que, portanto, deseja usufruir das verdades subjacentes aos fenômenos deve saber como dedicar-se ao experimento, uma vez que os autores elaboram enunciados, e as pessoas neles acreditam por meio do raciocínio que constroem sem base na experiência”. Bacon (1928b, p. 584) também defende o que parece ser uma versão seminal do princípio de verificabilidade erigido pelos empiristas lógicos em critério de cientificidade e significatividade: “todas as coisas devem ser verificadas pela experiência”. Um aspecto digno de destaque é que no *Novum organum* Francis Bacon não atribui à matemática papel relevante na produção do conhecimento empírico, ao passo que Roger Bacon não deixa de fazê-lo. Bacon (1928a, p. 588) não só proclama a “grandeza da ciência experimental” como sustenta — a despeito de encarar Aristóteles, e não Platão, “o mais douto dos filósofos” — que “nenhuma ciência pode ser conhecida sem a matemática”:

Há quatro grandes ciências sem as quais as outras ciências não podem ser conhecidas nem ser o conhecimento das coisas assegurado. Caso sejam conhecidas, qualquer um pode fazer progressos gloriosos na aquisição desse conhecimento sem dificuldade e esforço[...]. Dessas ciências, o pórtico e a chave são a matemática que os santos descobriram no início do mundo [...] o conhecimento dessa ciência prepara a mente e a eleva para um conhecimento seguro de todas as coisas (BACON, 1928b, p. 116).

Grosseteste, que não é tão entusiasta da matemática, do projeto de geometrização da natureza, estabelece uma pronunciada e nítida distinção entre a matemática e as ciências naturais insistindo na incerteza das teorias físicas por oposição ao conhecimento demonstrativamente certo alcançado pela matemática. Crombie chega a defender que, para Grosseteste, todo conhecimento da física seria apenas *provável*. Para Koyré, esse destaque à probabilidade atribuído a Grosseteste por Crombie é um exagero, já que respaldado apenas por uma passagem em que Grosseteste afirma que nas ciências naturais há “*minor certitudo propter mutabilitatem rerum naturalium*” (KOYRÉ, 1966, p. 53).

Na visão de Crombie (1953, p. 10), “Grosseteste parece ter sido o primeiro escritor medieval a reconhecer e a lidar com os dois problemas metodológicos fundamentais: o da

indução e o da verificação e falsificação experimentais [...] o primeiro a ter desenvolvido uma teoria sistemática e coerente da investigação experimental e da explicação racional”. No entender de Crombie (1953, p. 10), “a contribuição original e notável do século XVII foi combinar experimento com a perfeição de um novo tipo de matemática e com uma nova liberdade de resolver problemas físicos por meio de teorias matemáticas”. Laudan (1968, p. 15) afirma que, a despeito de ser um tanto exagerada, a tese primitiva de Crombie (1968, p. 15) segundo a qual as análises medievais do método foram a condição *sine qua non* para a revolução científica, cabe, entretanto, acolher como verdade que inúmeros avanços e clarificações extremamente importantes resultaram da proliferação de comentários medievais e renascentistas sobre os *Segundos analíticos*.

Taylor (1932, p. 50-1) assinala que “Roger Bacon e os franciscanos de Oxford nunca foram desalojados pelo tradicional platonismo cristianizado e que devemos a própria expressão *scientia experimentalis* a Roger Bacon, a figura maior do grupo de Oxford”. Taylor também sublinha que “em épocas posteriores à influência de Platão e de Agostinho se fez sentir nas reações que se seguiram aos períodos em que a filosofia foi dominada pelas concepções empiristas de conhecimento”. Advertindo “não ser verdadeiro qualificar a doutrina, seja a de Aristóteles seja a de Tomás, de empirista sem fazer uma série de ponderações”, Taylor considera “verdade que o tomismo concorda com o empirismo ao rejeitar o *a priori* em todas as suas formas na medida em que todo o conhecimento, à parte o que se baseia em uma revelação específica, é considerado resultante de dados sensíveis por abstração e generalização”.

Essa variedade de posições sobre a contribuição dos filósofos de diferentes épocas, e diferentes matrizes epistemológicas, à formação do método científico deixa claro que as divergências entre elas resultam menos do maior ou menor conhecimento de fatos históricos e mais das lentes epistemológicas utilizadas para avaliá-los. A *diaphonia* é alimentada por olhares que se voltam para a história para aplicar a ela reconstruções eivadas de *pressuposições absolutas* racionalistas ou empiristas. Os que localizam a progênie do método na filosofia antiga ou na medieval rechaçam o juízo de Whitehead (1948, p. 3) segundo o qual o que distingue a mentalidade moderna é “um veemente e apaixonado interesse na relação entre princípios gerais e fatos recalcitrantes”. Duhem e Crombie, entre outros, defendem que isso não é exclusivo à modernidade, que pode, *in totum* ou em parte, ser encontrado na Filosofia Antiga ou na Medieval. Talvez seja exagerada a tese de Whitehead de que o fato de terem existido em outras épocas homens práticos absorvidos em fatos irreduzíveis e recalcitrantes não tira da modernidade a virtude exclusiva de ter buscado “o interesse apaixonado pelos fatos detalhados sem deixar de ter igual devoção às generalizações abstratas”.

Enquanto Duhem encontra a formação do método científico na filosofia antiga e Crombie na medieval, outros filósofos, historiadores e cientistas a situam na filosofia moderna fazendo aumentar ainda mais a *diaphonia*. Hume (1938, p. 3) é um dos vários pensadores que exageram quando entronizam “Lord Bacon como o pai da física

experimental". Seguindo os passos de Hume, Kant (1952, p. 6) defende que "um longo período transcorreu até que a física entrasse na estrada da ciência, e que isso veio a ocorrer há apenas mais ou menos um século e meio depois que o sábio Bacon deu uma nova direção aos estudos físicos".

Mesmo estando certo em condenar a indução por enumeração simples como "*res puerilis*" e mesmo tendo o mérito de introduzir a indução eliminatória para a qual *major est vis instantiae negativae*, Francis Bacon não merece ser destacado, como tantos o fizeram, como pai do método experimental. A *epagogé* é tão velha quanto a filosofia grega a ponto de Aristóteles (1952, p. 610, 1078b) creditar a Sócrates a criação "do argumento indutivo e da definição universal, ambos ocupados com o ponto de partida da ciência". Entretanto, Russell (2005, p. 43) é de opinião não só que "a introdução do método indutivo [foi feita] por Bacon e Galileu" como também que é "provavelmente a única extensão da velha lógica". Reportando-se a Bacon, Bernard (1984, p. 86) emite juízo diferente: "Bacon compreendeu e pressentiu toda a importância da experiência para o futuro das ciências, mas como não era um cientista foi incapaz de compreender o mecanismo do método experimental". Whewell (1847, p. 10) é membro destacado do grupo que localiza a formação do método científico na filosofia moderna: "das primeiras tentativas feitas com o mesmo propósito — o de traçar as condições do progresso do conhecimento — a de Bacon talvez seja a mais conspícua". O cientista Young (1845, v. 1, p. 5) assim se pronuncia: "foi na Inglaterra que Bacon primeiramente ensinou ao mundo o verdadeiro método de estudo da natureza e livrou a ciência da rusticidade com que os seguidores de Aristóteles, por uma imitação servil de seu mestre, a tratavam". Tanto os que colocam no altar do método o *Novum organum* de Francis Bacon quanto os que entronizam a visão antipódica do dedutivismo platônico fazem suas escolhas levados por preferências epistemológicas. Já o fato de Crombie e Whewell serem ambos indutivistas, mas cada um creditar a criação do método a um pensador diferente, a uma época diferente, permite situar suas divergências mais no plano histórico que no epistemológico:

Das doutrinas promulgadas por Bacon, nenhuma permaneceu mais completamente como uma verdade estável e valiosa que sua declaração de que o verdadeiro conhecimento deve ser obtido dos Fatos pela Indução: e para mostrar que parto do ponto a que nos levou Bacon, tanto na História quanto na Filosofia, denomino de Ciências Indutivas as ciências das quais me ocupo (WHEWELL, 1847, v. 1, p. vi).

As pressuposições epistemológicas absolutas, de natureza empirista, levam Whewell (1847, v. 2, p. 256) a desqualificar o método cartesiano: "um sistema filosófico em que se faz um esforço para reviver o método de se obter conhecimento pelo raciocínio partindo apenas de nossas próprias ideias e erigindo-o em oposição ao método da observação e do experimento". Até mesmo na França, na qual sempre foi historicamente incontestável

o predomínio do racionalismo, Francis Bacon foi por muitos apontado como o pai do método empírico. A controvérsia entre a Escola Britânica, que foi em geral identificada com o método empírico, e a Escola Francesa, que exaltava Descartes e tendia a adotar o método dedutivo, sempre se manteve viva. Estabelecendo uma separação entre o objeto percebido, fonte de ilusões e enganos, e o objeto (matematicamente) construído que torna possível a conquista de conhecimento, a epistemologia de Descartes sempre serviu de contraponto ao indutivismo baconiano. Destacando que vários foram os pronunciamentos favoráveis a Francis Bacon na França ainda na época de Newton e em pleno século XVIII, Butterfield (1959, p. 97) assinala que “na metade do século XVIII a Escola Francesa, com um charme que devemos descrever como mediterrâneo, não só se submete à concepção inglesa como também na sua famosa *Encyclopédie* a ela adere a ponto de colocar Bacon em um pedestal muito mais alto que qualquer outro anterior”. Por mais que Francis Bacon tenha sido muito bem recebido na França por vários filósofos e cientistas, no século XIX se tornou alvo de duras críticas.

A despeito de enaltecer a contribuição de Francis Bacon à formação do espírito científico, Comte não é defensor, diferentemente do que apregoam os clichês antipositivistas, do fatalismo que, de modo mais justificado, pode ser associado a Bacon. Como já mostramos (OLIVA, 1992, p. 195-220), a tese de que fazemos observações à luz de uma teoria, normalmente associada ao racionalismo crítico de Popper, foi pioneiramente formulada por Comte. Apesar de salientar que “todos os bons espíritos repetem, desde Bacon, que somente são reais os conhecimentos que repousam sobre fatos observados, que essa máxima fundamental é evidentemente incontestável”, Comte (1908, p. 5) enfatiza que “se de um lado toda teoria positiva deve necessariamente fundar-se sobre observações, é igualmente manifesto, de outro, que, para entregar-se à observação, nosso espírito precisa de uma teoria qualquer”.

Reconhecendo méritos em Bacon, sem também deixar de se afastar do fatalismo, Poincaré (1968, p. 158) assinala que não podemos nos contentar com a experiência completamente nua, já que isso, além de impossível, equivale a desconhecer completamente o verdadeiro caráter da ciência. Ademais, sublinha que mesmo a ciência sendo feita com fatos como uma casa é feita com tijolos, o cientista deve ordená-los em virtude de uma acumulação de fatos não ser ciência assim como um agrupamento de tijolos não é uma casa. Criticando Carlyle por ter escrito “que só o fato importa”, Poincaré afirma que Carlyle foi um compatriota de Bacon, mas que Bacon jamais disse isso. Sabemos todos, destaca Poincaré, que há boas e más experiências, que estas se acumulam em vão. e que Bacon compreendeu bem isso; mesmo porque foi ele quem inventou a expressão *experimentum crucis*.

Visto que no final do século XIX e no XX o panorama epistemológico na França muda bastante, à admiração de Comte e ao respeito de Poincaré se contrapõe a desqualificação sumária de Bacon. Por não encontrar qualquer traço de metodologia dedutivista em Bacon, Duhem (1981, p. 94) decreta que nenhum método é efetivamente proposto



no *Novum organum*: “nenhuma verdadeira filosofia que tenha por objetivo construir um sistema claro e bem ordenado de verdades logicamente deduzidas de princípios garantidos”. A avaliação final é a de que tudo que é defendido no *Novum organum* se reduz a um instrumentalismo tacanho, *industrial*. Mais que criticar o empirismo de Bacon, qualificado de tosco, Duhem (1981, p. 95) mostra sua ojeriza ao empirismo em geral quando afirma: “o gosto [de Bacon] pelo concreto e pelo prático, sua ignorância e seu desprezo pela abstração e pela dedução parecem ter entrado no sangue que faz viver a filosofia inglesa”. Caricaturando o empirismo — a ponto de desconsiderar que a indução em Bacon é eliminatória e ignorando a “problematização” humeana da indução — Duhem (1981, p. 96) afirma que “todos esses pensadores [empiristas] procedem menos com base em raciocínios que pelo amontoamento de exemplos; em vez de encadear silogismos, acumulam fatos”.

Em que pese o destaque dado ao indutivismo baconiano na formação do método científico, Whewell não deixa de considerá-lo desvinculado da ciência real quando advoga que suas máximas têm pouco a ver com os fracassos, e menos ainda com os sucessos da ciência. Se a filosofia da ciência de Bacon não está vinculada às ciências isso em parte pode ser explicado pela época em que escreveu, pois, como arremata Whewell, “muito pouca coisa existia como ciência em qualquer domínio da física, à exceção da astronomia”. A valer a avaliação de Whewell (1847, v. 1, p. 11), o *Novum organum* é uma epistemologia que pretende se aplicar à ciência e não uma filosofia *da* ciência, isto é, uma reconstrução embasada em como a ciência é efetivamente feita.

A verdade é que a retórica fatualista *pro scientia* cumpre papel importante no processo de legitimar a nova forma de saber. Justifica-se pensar que à época do advento da ciência moderna era necessária uma firme defesa da ciência, que acabou sendo feita dando-se muita ênfase ao método e à função por ele cumprida na geração dos resultados. Ben-David (1971, p. 72-74) dá a entender que as referências ao método indutivo de Bacon proporcionaram, em meio às disputas teóricas e metafísicas sobre a ciência à época da Restauração, um ponto de consenso para a comunidade científica nascente. Wood (1980, p. 1-26) encara a *History of the Royal Society de 1667*, de autoria de Thomas Sprat, como “um texto apologético que explorava aspectos da metodologia baconiana a serviço de uma imagem particular de ciência: por exemplo, a ideia de trabalho colaborativo simbolizando o caráter não sectário da *Society*”. Yeo (1986, p. 260-1) salienta que “embora Sprat contrastasse uma ‘sólida Prática’ da ciência com a ‘gloriosa pompa das Palavras’, e distinguisse seu método das cores da *Rhetorick*, é defensável que a ênfase no método fosse ela mesma um elemento crucial na retórica pública da comunidade científica”:

discursos sobre metodologia se constituíram em recursos retóricos importantes para a comunidade científica primordial [...] apelos à eficácia do método experimental, indutivo, eram cruciais para o estabelecimento de distinções

entre o conhecimento científico e o não científico. [...] enunciados sobre a eficácia de um método científico único se tornaram intimamente associados à definição de ciência natural; além do mais, alegações sobre esse método entraram na apologética por meio da qual os homens de ciência procuravam promover o valor político, social e cultural de suas atividades (YEO, 1986, p. 260).

No empirismo britânico — de Bacon a Hume, passando por Locke e Hobbes —, a vã retórica, o jogo vazio de palavras, é duramente combatida invocando-se o rigor conceitual, o emprego do método adequado e até a precisão da matemática:

Pois é bem verdade aquilo que Cícero disse algures: que nada há mais absurdo do que aquilo que se encontra nos livros dos filósofos. E a razão é manifesta. Isto porque não há um só que comece seu raciocínio com definições ou explicações dos nomes que irá usar; deixa-se assim de seguir um método que só tem sido usado em geometria, cujas conclusões foram por isso tornadas indiscutíveis. Reputo a falta de método a causa primeira das conclusões absurdas; é o que acontece quando não se começa o raciocínio com definições, isto é, com as significações estabelecidas das palavras empregadas (HOBBS, 1998, p. 30).

Comparando as visões de Duhem, Crombie e Whewell, Comte, Poincaré, Sarton, Beth, Laudan e vários outros, fica claro que suas reconstruções históricas não têm como ser divorciadas das *pressuposições absolutas*, de natureza epistemológica, que abraçam. Isso mostra que voltar a atenção para a história do método não contribui para superar a *diaphonia metodológica*. A história é insuficiente para respaldar a opção por uma das teorias do método em pugna. O recurso à história da filosofia e da ciência se apresenta como um tipo de estudo cujos resultados se mostram pouco convergentes na caracterização do processo que promove a formação da ideia e do ideal de método científico. A verdade é que do acompanhamento da história da ciência e da história do método não se extrai uma e apenas uma concepção de método científico. A história, seja a da ciência seja a do método, não é decisiva para determinar qual efetivamente a identidade e a natureza dos procedimentos típicos da investigação científica. Analisando as posições e avaliações desses estudiosos, constatamos o quanto é difícil estabelecer os méritos relativos das diferentes teorias do método propostas em diferentes épocas. A história do método, *per se*, não nos permite determinar de modo conclusivo que teoria do método *representa* a ciência tal qual praticada ou mesmo qual está mais próxima dela. A diversidade metodológica encontrada nas várias e desniveladas ciências, em especial nas sociais, torna difícil apontar um único pai do método para todas.

Em virtude de a questão do método ser tratada de modo essencialmente epistemológico não surpreende que filósofos tão diferentes como Platão, Aristóteles, Robert

Grosseteste, Roger Bacon ou Francis Bacon sejam apresentados como criadores do método *científico*. Pode-se perfeitamente atribuir a paternidade do método a um cientista como, por exemplo, Galileu. Medawar (1982, p. 73) elege um expoente do século XIX raramente escolhido: “os mais sábios juízos emitidos por um cientista praticante sobre método científico foram os de um grande biólogo, Claude Bernard”.

A eleição do pai do método não tem como recair sobre um e apenas um filósofo se a questão do método for encarada de modo primacialmente *metacientífico*, isto é, como uma problemática que gera metateorias que precisam também se ajustar à ciência tal qual praticada. As epistemologias dos filósofos escolhidos ostentam tantas divergências, de tão fácil identificação, que não deveria haver grandes dificuldades para estabelecer qual delas é a mais próxima da ciência ou qual delas se aplica melhor a ela. Caso a ciência real deixe de ser fundamental para determinar o pai do método, a escolha se faz com base em preferências exclusivamente epistemológicas. Em tese, a ciência tal qual praticada deveria ser o crivo decisivo para a escolha de determinado filósofo como o pai do método ou ao menos como seu principal ancestral. Os filósofos antigos e medievais apresentados como elaboradores do método científico não tiveram obviamente a intenção de criá-lo para o tipo de prática de pesquisa que viria a ser adotada modernamente. Se esse método veio a ser o empregado pela ciência, justifica-se pensar que possui aplicabilidade universal. Nesse caso, o que fica por ser explicado é o que torna possível seu emprego por formas tão diferentes de busca de conhecimento como a filosófica e a científica. Ademais, se o método forjado na antiguidade ou na Idade Média regula a obtenção de todo e qualquer tipo de conhecimento deixa de se justificar falar em método especificamente *científico*.

Contra a visão de que o método científico possui uma *paternidade filosófica* justifica-se pensar que os filósofos, na melhor das hipóteses, formularam teorias do método que acabaram sendo encaradas por outros filósofos, e até por alguns poucos cientistas, como se *aplicando* à ciência. O problema é que a suposição da universalidade do método não se comprova no plano da ciência real. Não existe um método que seja consensualmente posto em prática pelas diferentes ciências, naturais e sociais. A existir um método portador de universalidade normativa fica condenado a ser generalista, a se limitar a enunciar *virtudes epistêmicas* basilares confundidas com mandamentos inescapáveis da racionalidade. Se o método de tal ou qual filósofo é o escolhido, precisa ter abrangência e validade universais — *a priori* determináveis — para que não se justifique pensar que, por obra do acaso, veio a se mostrar aplicável às atividades científicas de pesquisa. A indicação de um filósofo como pai do método exclui a possibilidade de se *derivar* o método das práticas de pesquisa encontráveis nas desniveladas ciências. Nesse caso, a questão do método deixa de ter natureza *metacientífica* e passa a ser tratada de modo exclusivamente epistemológico.

Só concebendo o método como o conjunto de procedimentos gerais, sem o qual não se tem como alcançar conhecimento *lato sensu*, se justifica atribuir sua criação

a um filósofo. O problema é que o método, para ser científico, precisa resultar do acompanhamento, historicamente lastreado, de como a ciência vem sendo *de facto* feita. Com base nos rastreamentos históricos feitos por Whewell, Duhem, Crombie e Popper, entre outros, a formulação das regras basilares do método científico foi tarefa executada destacadamente por filósofos. Esse tipo de visão suscita questionamentos por privilegiar o plano epistemológico voltado para a fundamentação das alegações de conhecimento em geral em detrimento do enfoque *metacientífico* que, ao menos em tese, precisa se atrelar à identificação dos procedimentos *efetivamente* empregados nas diferentes modalidades de pesquisa científica.

Se fosse seguido o conselho de Whewell de basear a filosofia da ciência na história da ciência ter-se-ia de ignorar as gritantes diferenças nas formas com que as várias ciências têm sido praticadas para defender uma única concepção de metodologia, a empirista. Duhem se propõe a fazer a mesma coisa que Whewell, com a diferença de que coloca o dedutivismo no lugar do indutivismo. A atenção privilegiada à história é entendida por ambos à maneira do filósofo, não do historiador. Quase sempre o filósofo recorre à história em busca de exemplificação, para possível comprovação, de suas teses gerais e abstratas. Por essa razão, justifica-se a crítica feita por Febvre à chamada história da filosofia tal qual feita pelo filósofo. Visto que o que se costuma chamar de história da filosofia é feito por filósofos, não por historiadores, raramente se associa o construto ideacional ao contexto/processo em que é produzido. Depois de afirmar que de “todos os trabalhadores que reivindicam o qualificativo genérico de historiadores [...] não há quem de algum modo não o mereça”, Febvre (1992, p. 278) encara a atividade dos historiadores da filosofia como exceção em virtude de “se dedicarem a repensar velhos e seculares sistemas de pensamento sem a menor preocupação em estabelecer sua relação com as outras manifestações da época que os viu nascer”. Sendo assim, fazem, segundo Febvre, exatamente o contrário do que exige um método de historiadores. Com base em constatações similares, Nietzsche coloca entre “as idiossincrasias dos filósofos a falta de senso histórico, o ódio à ideia mesma de devenir, o egipcismo”:

Pensam mostrar respeito por alguma coisa quando a desistoricizam, tomando-a *sub specie aeterni*, quando a transformam em múmia. Durante milhares de anos, os filósofos têm usado apenas conceitos mumificados; nada de real se mantém vivo em suas mãos. Eles matam, empalham as coisas que adoram, esses senhores da idolatria conceitual, representam perigos mortais para tudo que adoram (NIETZSCHE, 2007, p. 166-7).

Butterfield (1965, p. 12) foi o primeiro a caracterizar a *interpretação Whig da história* como o tipo de abordagem que estuda o passado com os referenciais do presente: o historiador Whig está em pleno século XX e organiza seu esquema compreensivo da história adotando o ponto de vista de sua própria época; busca semelhanças entre o passado e o presente, em vez de se mostrar atento às dessemelhanças, entrevê o presente

no passado, imagina vislumbrar “raízes” ou “antecipações” do século XX, quando na realidade está imerso em um mundo com conotações completamente diferentes. A maioria dos historiadores do método segue roteiro diverso ao localizar no passado mais ou menos distante a confecção e fundamentação do método científico. Se o processo não tem uma culminância na atualidade, no passado pode ser encontrado o autor ou o momento crucial do advento do método científico. Sendo assim, dificilmente cabe falar de método historicamente construído e encontrado. Koyré defende enfaticamente a necessidade de se alcançar uma acurada reconstrução do contexto intelectual geral da ciência. Esse não é o enfoque que tem sido abraçado para lidar com a problemática do método. A concepção *Whig* de história, que encara os eventos passados valendo-se de lentes contemporâneas, que encara o que foi feito apenas como etapas, degraus, para as conquistas posteriores consolidadas na atualidade, não está por trás das escolhas deste ou daquele pai do método.

Se a ciência fosse fruto do uso de procedimentos universais e atemporais — como supõem os que localizam a formação de seu método em Platão, Aristóteles, Robert Grosseteste, Roger Bacon ou Francis Bacon —, a *condução* de suas diferentes pesquisas teria de ocorrer de modo uniforme. É importante ter presente que a escolha de progenitores tão diferentes do método não se baseia no reconhecimento de que as práticas de pesquisa ostentam uma diversidade pronunciada nas várias e desniveladas ciências. É artificial indicar como elaborador do método da física um racionalista e para as outras ciências um empirista. As correntes de pensamento que se aninham nas várias ciências sociais pouco ou nada se identificam com os nomes que têm sido aqui ventilados como pais do método. Entre os grandes cientistas sociais, Durkheim é praticamente o único a dar importante destaque à metodologia indutivista proposta por Francis Bacon. Além de contribuir para fomentar a *diaphonia*, as ciências sociais nela se enredam em suas tentativas de superar as renitentes dificuldades metodológicas suscitadas por fatos que se oferecem à observação pré-interpretados.

As escolhas do pai do método que temos analisado mostram que são ditadas pela vinculação a uma das duas grandes matrizes epistemológicas apontadas por Galeno (1856, p. 376-7) em seu *Des sectes aux étudiants*: “aqueles que procedem exclusivamente a partir da experiência são chamados por derivação empíricos; aqueles que tomam como ponto de partida o raciocínio recebem o nome de racionais [...] tem-se o costume de chamara primeira dessas seitas de observadora e mnemônica e a segunda de dogmática e analogística”. É a filiação a uma dessas visões, e não o acompanhamento do evoluir dos procedimentos metodológicos nas várias ciências, que se revela decisiva na identificação da progênie do método.

Os que têm sido indigitados progenitores do método científico não tinham como conferir caráter *metacientífico* às regras que propunham, mas os que os escolheram poderiam ter se preocupado em atrelar suas teses ao acompanhamento da ciência tal qual praticada. Os escolhidos o foram porque seus admiradores, imbuídos de pressupostos

epistemológicos arraigados, estavam convencidos de que se aplicam perfeitamente à ciência. À exceção de Francis Bacon, nenhum dos pais do método supracitados pretendeu introduzir uma “legislação” para a *atividade científica*. Seus pósteros, novecentistas e contemporâneos, é que entenderam que essas teorias do método valem também para a ciência. As diferenças epistemológicas entre os supracitados *heróis do método* são tão fortes que a escolha de um deles não tem como ser sancionada nem mesmo pelo acompanhamento de ciências como a física e a astronomia nas quais sempre foi possível identificar alguma uniformidade em seus procedimentos metodológicos. Se a ciência tal qual praticada fosse tomada como fonte de evidências com poder para definir quem pode se credenciar a ser o pai do método diminuiria consideravelmente o número de possíveis candidatos. Sendo a preferência determinada por pressupostos epistemológicos, fica mais fácil entender a escolha de filósofos — casos, por exemplo, de Platão e Francis Bacon — como pais do método a despeito de suas concepções excludentes.

Sendo os métodos destacados por Duhem, Popper, Crombie e Whewell desprovidos de caráter *metacientífico*, o pressuposto é o de que podem ser *aplicados* à ciência. O fato de uma concepção de método ser defendida por um cientista, caso de Duhem, e não por um filósofo, caso de Crombie, não lhe confere maior embasamento *metacientífico*. Tanto quanto os filósofos, a maioria dos cientistas tem proposto metodologias nas quais a dimensão epistemológica predomina sobre a metacientífica. Na história da filosofia da ciência, as tentativas de inocular conteúdo metacientífico no que tem teor apenas epistemológico tem se mostrado fundamental para alimentar a *diaphonia*.

Colocada a questão do método no eixo diacrônico, constata-se que o confronto epistemológico entre dedutivismo e indutivismo se sobrepõe a qualquer efetiva consideração de natureza histórica. As inescapáveis matrizes filosóficas determinam o tipo de lente usada na reconstrução histórica dedicada a identificar o pai do método. Se a diversidade das práticas de pesquisa não fosse sempre negligenciada não se teria como atribuir a origem do método *científico* a um pensador que nunca fez ciência. Proclamar, por exemplo, que o método da ciência é hipotético-dedutivo é, na melhor das hipóteses, se reportar a práticas gerais que sequer se fazem presentes na maioria das ciências, como o exemplificam de modo manifesto as sociais.

Distantes da superestimação filosófica do método, os cientistas contemporâneos pensam que os modos de conduzir as pesquisas são, quando muito, *subdeterminados* por regras metodológicas, de tal modo que inexistente razão para se eleger *um* método e apontar seu criador. No panorama atual da pesquisa hiperespecializada, as poucas diretrizes metodológicas compartilhadas pelas várias ciências dificilmente ensejam a formação de uma *teoria do método*. Nos dias de hoje, a elaboração de uma teoria do método, tal qual historicamente concebida pelos filósofos, envolve desconsiderar peculiaridades para destacar procedimentos metodológicos de difícil aplicação à variegada atividade científica.

Sem embasamento metacientífico, as diversas concepções filosóficas de método não

espelham a diversidade das práticas científicas e sim a existência de matrizes epistemológicas conflitantes. A multiplicação de teorias metodológicas antagônicas deveria refletir a diversidade das práticas de pesquisa e não o endêmico debate entre variantes das epistemologias racionalistas e empiristas. O que tem fomentado a proliferação de teorias do método é a filosofia e não a ciência real. As ciências sociais raramente adotam metodologias próximas às usadas pelas naturais, e cada Escola elege como herói do método aquele que está vinculado aos seus pressupostos filosóficos.

Acreditar na possibilidade de uma atividade puramente *fact-finding* ou na observação conduzida/impregnada de teoria tem sido mais determinante na escolha do pai do método que o acompanhamento da ciência real. O mesmo se pode dizer da contraposição entre a busca da confirmação gradual e crescente e a da obsessão pela detecção do contraexemplo. É principalmente o envolvimento com pressuposições epistemológicas absolutas que leva à escolha de teorias (filosóficas) do método que privilegiam determinados tipos de procedimento em detrimento de alternativas. Isso respalda a tese de que as variegadas e *conflitantes* tentativas de regulamentar epistemologicamente as práticas científicas nada mais são que subprodutos da vocação da filosofia de aplicar *ismos à realidade*.

Indagando por que os cientistas não formulam e expõem sua própria metodologia, Medawar invoca nomes bastante conhecidos para defender que “nenhum dos que foram reconhecidos como grandes metodólogos da ciência foi um cientista praticante”. Para Medawar (1982, p. 79), “só uma minoria dos cientistas foi instruída em metodologia científica e os que o foram não parecem ter se saído melhor”. Em contraposição a essa visão bastante difundida, Laudan é um dos poucos a advogar que as principais teorias do método não são as elaboradas pelos mais renomados epistemólogos de cada época. Na metade e no fim do século XVIII, os epistemólogos proeminentes eram Hume e Reid na Grã-Bretanha, Condillac e Condorcet na França, Wolff e Kant na Alemanha. Na avaliação de Laudan (1977, p. 17-8), poucos desses pensadores ocupariam posição de destaque em uma lista dos metodólogos originais e influentes desse período.

À luz da visão de Laudan, o pai do método não tem como ser um filósofo. O filósofo antigo, medieval ou moderno pode, quando muito, ser um ancestral remoto. Se quisermos saber quem mais contribuiu para o enfrentamento de problemas como o dos métodos da indução, o das técnicas de avaliação de hipótese, o da articulação de vários métodos experimentais e observacionais, o da aplicação da teoria da probabilidade à inferência científica, o da avaliação de alegações sobre entidades teóricas, e questões similares, devemos, no entender de Laudan, nos voltar para uma constelação muito diferente dos personagens costumeiramente destacados. São figuras como Hartley, LeSage, and Lambert, que elaboraram, para Laudan, o método hipotético-dedutivo em uma época em que os grandes filósofos nada tinham a dizer a favor dele. Como se vê, trata-se de visão muito diferente da que erige em codificação do método científico o dedutivismo de tipo platônico, como faz Duhem, o indutivismo grossetestiano à maneira

de Crombie ou o *Novum organum* de Francis Bacon.

Arremata Laudan (1977, p. 18) que devemos dirigir nossa atenção a Bernoulli, Mendelsohn, Laplace e d'Alembert para discussões sobre a lógica da probabilidade, a Pierre Prevost e ao texto clássico de filosofia da ciência de Jean Senebier para encontrarmos o tratamento mais sofisticado dos vários métodos experimentais e de seus fundamentos lógicos. Na opinião de Laudan, o fato de a maioria dessas figuras ser hoje praticamente desconhecida na história da metodologia mostra a extensão em que permitimos que nossa imagem acadêmica da história da filosofia da ciência fosse deturpada pela subsunção ingênua da metodologia à epistemologia.

Somos de opinião que os pensadores antigos ou medievais, e até mesmo os modernos, apresentados como pais do método podem ser, no máximo, metodólogos da ciência *ante litteram*; quando muito, antecipam aquele que veio a ser o método da ciência ou formulam uma teoria do método que acabou por se mostrar parcialmente aplicável à ciência. Outra hipótese a considerar é que o método é universal, que não há um método exclusivamente científico, e que o criador do método não precisa ter contato com a ciência tal qual praticada. Com base em visão *etapista*, que não é adotada pelos que apontam um pai do método, o método pode ser visto como tendo tido seu indispensável caráter dedutivo formulado na filosofia antiga para ser complementado com a identidade de *scientia experimentalis* por medievais como Roger Bacon e Robert Grosseteste e, por fim, lapidado nas práticas de pesquisa de cientistas como Galileu e seus pósteros.

Defendemos que a *diaphonia* metodológica não é atenuada, e muito menos superada, recorrendo-se à história do método. As avaliações favoráveis ou contrárias a determinadas teorias do método se mostram muito dependentes das pressuposições epistemológicas absolutas adotadas. O filósofo, historiador ou cientista que se volta para a história do método com lentes racionalistas elege um pai do método enquanto óculos empiristas identificam outro progenitor. É a concepção de conhecimento abraçada que leva a destacar uma teoria do método e um progenitor. Sem tirar os méritos dos escolhidos, a identificação do criador do método é fortemente influenciada pela teoria do conhecimento abraçada pelo eleitor.

A *diaphonia* gerada pela questão do método é, em boa parte, provocada pelas várias e conflitantes respostas, em alguns casos excludentes, dadas à questão de como se dá — ou deveria se dar — a relação entre teoria e fatos. De modo mais específico, o método tem diretamente a ver com a questão relativa ao que determina a aceitação ou rechaço de uma teoria e, por fim, com a referente aos critérios de avaliação que podem ser invocados para se justificarem os pareceres emitidos sobre as teorias. As várias teorias do método são tentativas de fazer frente ao desafio da justificação epistêmica de complexos explicativos nos quais o componente teórico e o observacional estão imbricados.

Nossa conclusão é a de que a adoção de uma moldura epistemológica racionalista ou empirista é que foi decisiva na hora de eleger o progenitor do método científico. De Whewell a Popper, passando por Duhem e Crombie, as escolhas foram determinadas, ou



ao menos condicionadas, por suas respectivas orientações epistemológicas. Sendo assim, fracassa a tentativa de estabelecer historicamente e objetivamente quem foi o primeiro grande formulador de uma teoria do método. As diversas progênes propostas evidenciam que o método, nesse caso, não é historicamente identificado a partir da concessão atenciosa decisiva à ciência real. Tratada de modo exclusivamente epistemológico, a questão do método gera intratável *diaphonia*. No entanto, é preciso também reconhecer que escravizar a formulação do método à ciência real envolve o risco de a diversidade de práticas e procedimentos presentes nas ciências, e principalmente nas sociais, inviabilizar a formulação de uma *teoria do método científico*. O calcanhar de Aquiles do estudo com pretensões a ser mais *metacientífico* que epistemológico é que, voltando-se para diferentes ciências em diferentes períodos de suas histórias, dificilmente encontrará o método, mas métodos. O desafio reside em associar a busca da universalidade epistemológica com a necessidade do acompanhamento metacientífico das particularidades encontráveis nas tantas maneiras com que a pesquisa científica tem sido conduzida.

### Referências bibliográficas

- ARISTÓTELES *Metaphysics*. Tradução de W. D. Ross. Chicago: Encyclopedia Britannica (v. 8, tomo 1), 1952.
- BACON, F. *Novum organum*. Chicago: Encyclopedia Britannica (v. 30), 1952.
- BACON, R. *The opus majus*, v. 2. Tradução de Robert Belle Burke. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1928a.
- BACON, R. *The opus majus*, v. 1. Tradução de Robert Belle Burke. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1928b.
- BEN-DAVID, J. *The scientist's role in society: a comparative study*. New Jersey: Prentice-Hall, 1971.
- BERNARD, C. *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Flammarion, 1984.
- BETH, E.W. Critical epochs in the development of the theory of science. *The British Journal for the Philosophy of Science*. v. 1, p. 27-42, 1968.
- BRODBECK, M. The nature and function of the philosophy of science. In: FEIGL, H.; BRODBECK, M. (orgs.) *Readings in the philosophy of science*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1953. p. 3-7.
- BUNGE, M. *Pseudociencia e ideología*. Madrid: Alianza Editorial, 1985.
- BURTT, E. A. *The metaphysical foundations of modern physical science*. London: Routledge and Kegan Paul, 1980.

BUTTERFIELD, H. *The origins of modern science 1300-1800*. New York: The Macmillan Company, 1959.

BUTTERFIELD, H. *The Whig interpretation of history*. New York: W. W. Norton, 1965.

COLLINGWOOD, R. *An essay on metaphysics*. Oxford: Clarendon Press, 2007.

COMTE, A. *Cours de philosophie positive*, volumes I a VI. Paris: Schleicher Frères Editeurs, 1908.

CROMBIE, A. C. *Robert Grosseteste and the origins of experimental science 1100-1700*. Oxford: Clarendon Press, 1953.

DUHEM, P. *Le système du monde*. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic. Paris: Librairie Scientifique A. Hermann et Fils, 1913.

DUHEM, P. *La théorie physique: sa structure et son objet*. Paris: J. Vrin, 1981.

FEBVRE, L. *Combats pour l'histoire*. Paris: Armand Colin, 1992.

FOLEY, L. The persistence of aristotelian physical method. *The New Scholasticism*, v. 27, n. 2, p. 160-175, 1953.

GALENO *Des Sectes aux étudiants*. In: *Oeuvres anatomiques, physiologiques et médicales de Galien*, v. 2. Paris: Ed. Daremberg, 1856, p. 376-397.

GALILEI, G. *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano*. Segunda Jornada. Torino: Einaudi Editore, 1970.

HOBBS, T. *Leviathan*. Oxford: Oxford University Press, 1998.

HUME, D. *An abstract of a book lately published entitled A treatise of human nature*. Editado por J. Keynes e P. Sraffa. Cambridge: Cambridge University Press, 1938.

KANT, I. *The critique of pure reason*. Tradução de J. M. D. Meiklejohn. In: KANT. Chicago: Encyclopedia Britannica. v. 42, 1952.

KOYRÉ, A. *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Paris: PUF, 1966.

LAUDAN, L. Theories of scientific method from Plato to Mach. A Bibliographical Review. *History of Science*, v. 7, n. 1, p. 1-63, 1968.

LAUDAN, L. The sources of modern methodology. In: BUTTS, R.; HINTIKKA, J. (orgs.) *Historical and philosophical dimensions of logic, methodology, and philosophy of science*. Dordrecht: D. Reidel, 1977, p. 3-19.

- MACHAMER, P. A brief historical introduction to the philosophy of science. In: MACHAMER, P.; SILBERSTEIN, M. (orgs.) *The Blackwell guide to the philosophy of science*. Malden: Blackwell Publishers, 2002, p. 1-16.
- MARICONDA, P. Galileu e a ciência moderna. *Cadernos de Ciências Humanas-Especiaria*, v. 9, n. 16, p. 267-292, 2006.
- MEDAWAR, P. *Pluto's republic*. Oxford: Oxford University Press, 1982.
- MOULINES, C. U. *La philosophie des sciences. L'invention d'une discipline*. Paris: Éditions Rue d'Ulm, 2006.
- NIETZSCHE, F. The twilight of the idols. In: RIDLEY, A.; NORMAN, J. (orgs.) *The anti-Christ, Ecce homo, Twilight of the idols, and others writings*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007, p. 153-229.
- OLIVA, A. É a filosofia da ciência de Comte "positivista"? In: ÉVORA, F. (org.) *Século XIX: O nascimento da ciência contemporânea*. Campinas: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1992, p. 195-220.
- POINCARÉ, H. *La science et l'hypothèse*. Paris: Flammarion, 1968.
- POPPER, K. R. *Conjectures and refutations. The growth of scientific knowledge*. London: Routledge, 1989.
- POPPER, K. *The world of Parmenides. Essays on the Presocratic enlightenment*. London: Routledge, 2001.
- RANDALL, J. *The career of philosophy from the Middle Ages to the enlightenment*. New York: Columbia University Press, 1962.
- RUSSELL, B. *The scientific outlook*. New York: W. W. Norton & Company, 1959.
- RUSSELL, B. *A history of western philosophy*. New York: Simon and Schuster, 1945.
- RUSSELL, B. The expanding mental universe. In: EGNER, R.; DENONN, L. (orgs.) *The basic writings of Bertrand Russell*. London: Routledge, 2009, p. 368-375.
- RUSSELL, B. *Our knowledge of the external world*. London: Routledge, 2005.
- SARTON, G. *A guide to the history of science*. Waltham: Chronica Botanica Company, 1952.
- TAYLOR, A. E. *Platonism and its influence*. New York: Longmans Green, 1932.
- TOULMIN, S. *Foresighting and understanding. An enquiry into the aims of science*. Westport: Greenwood Press, 1961.

WHEWELL, W. *Philosophy of inductive sciences founded upon their history*. v. 2. London: John W. Parker, 1847.

WHITEHEAD, A. *Process and reality*. New York: The Free Press, 1979.

WHITEHEAD, A. *Science and the Modern world*. New York: A Pelican Menthor Book, 1948.

WOOD, P. Methodology and apologetics: Thomas Sprat's history of the Royal Society. *British Journal for the History of Science*, v. XIII, p. 1-26, 1980.

YEO, R. Scientific method and the rhetoric of science in Britain 1830-1917. In: SCHUSTER, J.; YEO, R. (orgs.) *The politics and rhetoric of scientific method historical studies*. Dordrecht: D. Reidel, 1986, p. 259-297.

YOUNG, T. *A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts*. London: Taylor and Walton, 1845.

## ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O MÉTODO CIENTÍFICO

Caetano Ernesto Plastino  
Universidade de São Paulo

Pensadores de diferentes épocas entenderam que a ciência se caracteriza pelo método de investigação. Em seus estudos, muitos deles vieram a reconhecer a inexistência de princípios universalmente aplicáveis que, com perseverança, resultariam em *descobertas* futuras relevantes<sup>1</sup>. Desse modo, caberia à metodologia científica restringir-se à tarefa de formular e fundamentar os critérios e as regras gerais que guiam a conduta científica no que concerne ao *juízo* (avaliação) e à *escolha* (seleção) de teorias e hipóteses já construídas. No entanto, mesmo com essa limitação de seu escopo, tal concepção de método científico nos parece sujeita a diversas objeções. Examinaremos três delas, seguindo diferentes linhas de argumentação.

### I

No exame da questão de como as evidências empíricas importam para as teorias científicas, resultando em sua infirmação ou confirmação em certo grau, diversos filósofos da ciência se valem de uma metáfora biológica. As teorias científicas competem ferozmente entre si e só sobrevivem aquelas mais adaptadas ao mundo empírico. Ocorre um embate entre as teorias propostas e se segue a *eliminação* daquelas que não se mostram em conformidade com a experiência. Nessa inferência eliminativa, entende-se que uma teoria vem a ser escolhida quando derrota suas rivais, não sendo suficiente a simples acumulação

---

<sup>1</sup> Para produzir uma descoberta científica original, é indispensável a imaginação, o engenho, a inventividade. Nesse contexto, deve-se reconhecer a valiosa função das heurísticas na solução de problemas. No entanto, por mais úteis e eficazes que sejam, as heurísticas são também fontes de numerosos vieses e erros sistemáticos. Cf. KAHNEMAN, 2011.

(sem nenhuma oposição) de numerosas instâncias similares favoráveis a ela. A medida do valor de uma teoria seria determinada pelo confronto com uma considerável *variedade* de evidências, não apenas com grande número delas. Para tanto, é preciso buscar novas evidências que sejam *contrárias* às suas melhores alternativas<sup>2</sup>. Admitindo-se que a natureza tenha uma *variedade* limitada, as eliminações gradualmente afastam certos erros e correlações acidentais e levam a uma aproximação da verdade. Ao explorar a natureza, diz Francis Bacon, “um experimento bem-sucedido pode ser mais agradável, mas o malsucedido frequentemente é mais instrutivo” (HACKING, 1983, p. 247).

No entanto, nada garante que uma teoria que, em determinado momento, foi superada em uma competição com suas rivais, na presença de certas evidências adquiridas, não possa ter melhor êxito do que essas rivais quando for considerada em um contexto futuro, com outras evidências disponíveis. Não somos capazes de comparar a resistência futura de diferentes teorias quando submetidas a testes experimentais em situações desconhecidas, exceto em casos especiais, por exemplo, quando uma teoria implica outra<sup>3</sup>. Assim sendo, os chamados “experimentos cruciais” não decidem inequivocamente o destino de uma teoria, não conduzem ao abandono definitivo das hipóteses que alguma vez falharam em um teste comparativo. Pelo contrário, em situações de conflito, os cientistas geralmente são levados a realizar um paciente, complexo e delicado balanço entre as alternativas, em vez de prontamente descartar quase todas elas.

Também se opondo a uma racionalidade instantânea, Imre Lakatos sustentou que conjecturas preliminares que trazem novidade para a ciência não devem ser imediatamente apreciadas em seu mérito, para que se possa protegê-las por algum tempo de suas poderosas rivais. Devem antes amadurecer, ser devidamente consideradas e exploradas, ainda que nessa fase não tenham apoio empírico suficiente. A eliminação, quando ocorre na prática, se dará após um longo processo de estagnação, desgaste e saturação. E mesmo assim poderá não ser um caminho sem volta. A teoria da deriva continental foi sustentada com vários argumentos por Alfred Wegener em 1913, a seguir sofreu duras críticas da comunidade científica, foi quase totalmente abandonada e depois retomada quando, com estudos de paleomagnetismo e recursos tecnológicos mais avançados, foram encontradas novas e fortes evidências em seu apoio. Teorias podem passar por altos e baixos, ficar esquecidas por muitos anos e voltar revigoradas.

Kyle Stanford examinou vários casos históricos em que “alternativas a nossas teorias científicas permaneceram não concebidas por pensadores que as teriam (ou deveriam ter) levado a sério se tivessem tido a oportunidade de considerá-las” (STANFORD, 2006, p. 46). Retrospectivamente, nota-se que essas teorias alternativas estariam bem confirmadas pelas evidências disponíveis, mas não entraram na competição simplesmente porque na época não foram concebidas ou devidamente consideradas por certos cientistas. Por exemplo, ao explicar o fenômeno da hereditariedade, Darwin estava

---

2 Cf. BARKER, 1957, cap. 3.

3 Cf. LAUDAN, 1990, cap. 1.

tão convicto da abordagem da pangênese que não teria compreendido e considerado seriamente outros tipos de bons candidatos à sua explicação, como o mecanismo de uma causa comum proposto por Galton. Nessas condições, é razoável supor que as teorias sobreviventes representem a melhor escolha? Tempos depois, algumas teorias científicas que foram deixadas de lado ou abandonadas tiveram sucessivos desdobramentos e ressurgiram com força e dominância entre os cientistas.

Talvez ninguém tenha sido mais veemente do que John Stuart Mill em sua defesa da *livre discussão* para a busca do conhecimento. Para tanto, em vez de tentar excluir opiniões que divergem do saber estabelecido em certo momento, é preciso manter a *diversidade* e promover o choque entre ideias conflitantes, pois a “completa liberdade de contradizer e invalidar nossa opinião é a própria condição que nos justifica supor que ela é verdadeira para as finalidades da ação; e esses são os únicos termos em que um ser dotado de faculdades humanas pode ter alguma segurança racional de estar certo”<sup>4</sup>. Aquele que defende proposições que se opõem às nossas crenças cumpre o papel central de nos fazer “tomar precauções contra nossa própria falibilidade”, evidenciada pelas dificuldades que encontramos ao enfrentar nosso antagonista. Corrigindo e completando nossa opinião mediante o cotejo com as opiniões alheias, nosso juízo será melhor do que aquele que não se submeteu a semelhante processo crítico. Passamos a examinar a questão pelos mais diversos ângulos, sem deixar de lado qualquer luz que pudesse contribuir para a busca da verdade. Além disso, essa vigorosa contestação de opiniões divergentes nos fará compreender melhor o significado de nossas crenças, sustentadas com vivacidade e sinceridade como sendo *nossas* crenças, não um dogma morto.

Paul Feyerabend alinhou-se ao mesmo preceito de admitir e incentivar a proliferação de alternativas que combatem entre si, em uma proposta mais radical de estender o pluralismo de opiniões e teorias ao pluralismo quanto aos *métodos* que guiam a pesquisa, visto não haver procedimentos uniformes nem uma estrutura comum a toda ciência<sup>5,6</sup>. Obviamente, Feyerabend não sustenta que “tudo vale” (“*anything goes*”) seja uma regra metodológica a ser seguida. Trata-se apenas uma resposta irônica e divertida aos racionalistas que a todo custo procuram uma norma geral onde ele não existe. Ele não diz que as opiniões são igualmente boas ou que qualquer avaliação é aceitável, mas que “o caminho que leva ao relativismo ainda não foi fechado pela razão”.

---

4 Cf. MILL, 2001, cap. 2.

5 Cf. FEYERABEND, 1993.

6 O pluralismo *metodológico* dentro de um campo de pesquisa traz à tona o problema de como resolver *racionalmente* uma divergência sobre a adequação dos métodos utilizados. Para avaliar a adequação do método M1, não podemos utilizar o próprio M1, pois isso levaria a uma circularidade epistêmica. Poderíamos utilizar o método M2, mas isso requer que saibamos que M2 é adequado. Para mostrar que M2 é adequado, não podemos utilizar M1 (que está em questão) nem M2 (sob pena de circularidade). Teríamos que utilizar M3, e assim sucessivamente. Cf. HADDOCK; MILLAR; PRITCHARD, 2010, cap. 13.

## II

A crença é um estado psicológico, uma atitude na qual se mantém uma proposição como verdadeira. Acreditar não envolve necessariamente uma tomada de consciência, uma reflexão sobre o mundo ou um ato livre da vontade. Não é o mesmo que simplesmente imaginar ou conceber. Em momentos de maior inspiração, podemos imaginar uma paisagem repleta de cavalos alados, dragões e sereias. Também podemos desenhar e descrever precisamente esses objetos de nossa imaginação e fantasia. Mas não seria apropriado dizer que depende de nossa vontade acreditar em sua existência. Trata-se de um sentimento que “não pode ser convocado quando se queira”. De fato, não acreditamos na existência desses fantásticos objetos. Tomamos como meras ficções.

Hume é enfático ao dizer que a vontade não tem domínio ou controle sobre nossas crenças. Na mesma esteira, Quine observa que a expressão “vontade de crer” de William James vem a ser uma estranha distorção da noção de crença. Querer acreditar, em oposição a fortes evidências, que o filho sobreviveu ao afogamento no mar significa simplesmente querer que o filho tenha sobrevivido. Por mais intolerável que seja a crença verdadeira de que o filho não está vivo, a tentativa de manter uma crença falsa enfrentará toda sorte de inconsistência, levando a uma destruição sem fim de seu mundo (WILLIAMS, 1973, cap. 9). Não podemos decidir acreditar na verdade de uma proposição, assim como não podemos decidir sentir frio ou calor. O que podemos decidir é se iremos ou não revelar uma crença que temos. Não pareceria racional alguém “simplesmente decidir acreditar em algo, independentemente de qualquer evidência real ou imaginada” (QUINE, 1987, p. 19) A crença factual, “como qualquer outro sentimento, deve ser provocada pela natureza e provir da situação particular em que a mente se encontra em uma determinada situação” (HUME, 1977, seção 5). Por exemplo, quando repetidas vezes observamos uma bola de bilhar se chocar com outra e transmitir movimento a ela, um sentimento de crença inevitavelmente surge em nós. Mediante um mecanismo natural de associação, somos levados a crer que a segunda bola se moverá<sup>7</sup>.

Somos seres racionais que aprendem com a experiência e a educação, que procuram evitar um conflito interno entre nossas crenças, e por isso não acreditamos que tudo é como parecer ser. Não acreditamos que os navios que vemos na linha do horizonte sejam tão pequenos como nos aparecem, pois fomos levados a combinar nossas crenças de modo consistente. Mas isso não significa que estejamos deliberando com base na razão quando inferimos que a segunda bola de bilhar se moverá. Segundo Hume, as operações que levam a essa crença não podem ser produzidas nem evitadas por

---

<sup>7</sup> Não se pode negar que desejos e emoções (como medo e esperança) possam conduzir a crenças, mesmo em total descompasso com as evidências. Alguns desses processos de aquisição de crença são típicos de comportamento irracional, como o caso em que o ciúme excessivo pode levar alguém a crer que sua esposa seja infiel, mesmo na ausência de qualquer indício. Ou o desejo de fumar possa fazer alguém acreditar que o cigarro não será nocivo à sua saúde, mesmo diante de evidências contrárias a essa expectativa.



“nenhum raciocínio ou processo do pensamento ou entendimento” (HUME, 1977, seção 5). É algo que “a razão não contrasta nem rege”, para usar as palavras de Machado de Assis. Desse modo, podemos conceber um *continuum* entre os extremos da crença empírica que sentimos porque causalmente temos evidência (como acontece também com outros animais) e a crença que somos capazes de julgar calma e racionalmente com base em evidências<sup>8</sup>.

Além disso, os cientistas podem alcançar a crença por mecanismos de *interação social*. Por exemplo, o *conformismo* pode resultar de um processo de aprendizado e treinamento (ao observar e imitar os outros) ou do desconforto de discordar da maioria (ao ser observado pelos outros). Por sua vez, uma revolução científica, que começa com poucos participantes e se transforma em um movimento de grandes proporções, é exemplo de produção de uma onda crescente de não-conformismo à tradição<sup>9</sup>.

A crença pode de diversos modos afetar nosso comportamento. Em termos behavioristas, a crença pode ser mais claramente entendida como uma disposição a certos modos de comportamento, ou melhor, como uma coleção de disposições<sup>10</sup>. Seu poder explicativo se revela quando somos capazes de explicar a ação de uma pessoa (que, por exemplo, esteriliza uma mamadeira) mediante suas crenças e desejos. Além disso, pode ser expressa verbalmente ou mediante ações que estamos prontos a realizar em certos contextos. Curioso notar que geralmente entendemos que a ação reflete nossas crenças ou assentimentos mais adequadamente do que simples palavras. Não cremos que alguém seja caridoso caso ele afirme isso apenas da boca para fora, sem praticar caridade alguma. Ou que venha a praticá-la publicamente apenas ao cumprir uma pena de prestação de serviço à comunidade.

Por outro lado, nem sempre somos levados a acreditar em apenas uma alternativa, descartando totalmente todas as demais. Podemos nos comportar como alguém que faz diferentes apostas nas alternativas consideradas (por exemplo, choverá amanhã ou não choverá amanhã), atribuindo graus de crença a cada uma delas. No entanto, para que um sistema de apostas seja adequado à tarefa de identificar os níveis de confiança sancionados, é preciso que o resultado vencedor seja verificável e claramente reconhecido por todas as partes, o que nem sempre acontece.

Em se tratando de teoria científica, a manifestação da crença poderá ocorrer de modos múltiplos e indiretos, cabendo utilizar outros indicadores como “a direção que damos para nossa pesquisa, a evidência confirmadora que reunimos ou os corolários que derivamos” (QUINE, 1987, p. 20). Segundo Horwich, quando se leva em conta seus

8 Ao tratar das probabilidades não filosóficas, Hume sustenta que nossas proposições sobre causas e efeitos devem reguladas por certas “regras gerais” pelas quais aprendemos a “distinguir as circunstâncias acidentais das causas eficientes”. Mediante a reflexão sobre a natureza dessas circunstâncias, corrigimos a inclinação de dar importância ao que é supérfluo e frequente, onde caberia considerar o que é essencial. Desse modo, atribuímos ao *juízo* o que é “mais extenso e constante”. E a exceção à *imaginação*, por ser “mais caprichosa e incerta” (HUME, 1978, p. 149).

9 Cf. ELSTER, 2007, cap. 23 e 24.

10 Cf. QUINE, 1987.

papéis causais ou funcionais, a *crença* em uma teoria não difere de sua *aceitação*. Para Bas van Fraassen, ao contrário, a aceitação de uma teoria (interpretada literalmente) requer a crença apenas na sua adequação empírica e não a crença na (verdade da) teoria como um todo<sup>11,12</sup>. Contudo, tanto a crença como a aceitação se expressam em uma conduta científica que revela endosso, compromisso, adesão, lealdade e convicção na teoria em sua plenitude e durante um certo tempo futuro, embora qualquer teoria científica sempre esteja sujeita a erro e revisão. Estranhamente, para van Fraassen, ainda que o cientista responda *ex cathedra* às questões colocadas e se *comprometa* a enfrentar todos os fenômenos dentro do quadro da teoria, isso não seria suficiente para caracterizar a crença na teoria. Tal como Horwich, ficamos em dúvida sobre quais outras respostas comportamentais relevantes seriam necessárias para que van Fraassen atribuísse *crença* ao cientista<sup>13</sup>. Até mesmo o comportamento verbal característico poderia ser semelhante: de modo mais simples e direto, expresse minha crença na (ou aceitação da) proposição *p* simplesmente asseverando *p*, e não asseverando que acredito (ou aceito) que *p*<sup>14</sup>.

Nossa linguagem e rede de crenças buscam a completude e se estendem contínua e naturalmente ao campo do inobservável. Putnam nota que mesmo uma criança é capaz de supor que um objeto possa ser dividido em tão grande número de partes que nenhuma delas lhe seria visível. Na ciência, contamos ainda com o auxílio de instrumentos que cada vez mais permitem observar e interagir com entidades que inicialmente foram apenas postuladas por nossas teorias científicas. Mediante recursos teóricos e instrumentais, caberá à ciência circunscrever o mundo dentro dos limites de sua especulação, em um complexo e delicado equilíbrio, sem inflacionar desnecessariamente a ontologia.

No entanto, um cientista que acredita firmemente em uma hipótese seria levado a modificar sua atitude proposicional e sua disposição em virtude de alguns critérios metodológicos supostamente representativos da racionalidade? Talvez sim, mas talvez não mais do que ele mudaria um hábito de anos após recomendações médicas. Ele pode não dar a devida atenção ao método proposto. Pode propor critérios alternativos. Pode apontar contraexemplos. Pode não se impressionar com as evidências que foram apresentadas, tomá-las como fracas, viciadas ou impregnadas de teoria. Pode supor que seu próprio processo de formação de crença seja mais confiável. Pode atribuir valor limitado às regras, tomá-las como superficiais, simplificadoras e distantes da prática bem-sucedida. Isso porque o julgamento de metodologias normativas sobre como devemos conduzir a pesquisa científica não se realiza mediante considerações *a priori*,

11 Cf. VAN FRAASSEN, 1980, cap.2.

12 Cabe notar que para van Fraassen a aceitação de uma teoria não se resume a adotá-la ou empregá-la para fins de argumentação, em simplesmente incluí-la em nossas premissas independentemente do reconhecimento de alguma virtude epistêmica. Ele entende que a aceitação de uma teoria requer que se *acredite* em sua capacidade de “salvar os fenômenos”.

13 Cf. HORWICH, 1991.

14 Cf. WILLIAMS, 1973, cap. 9.

mas depende de nossas visões sobre o mundo e sobre nós mesmos, com sua inevitável falibilidade e circularidade.

Outro ponto a se notar é que o cientista geralmente não se encontra na posição de simplesmente avaliar uma rede de crenças ou escolher uma teoria diante de uma variedade delas. Segundo Kuhn, importa analisar como se dá a *mudança* científica, a transição de uma teoria a outra, considerando que o cientista já se encontra em um processo em andamento e sempre argumenta a partir de sua visão de mundo, de seus pressupostos, e não de uma plataforma arquimediana. Ele poderá manter a adesão a sua teoria ou transferi-la para uma rival, e em ambas as situações abraçará toda sorte de valores cognitivos (como consistência, simplicidade, abrangência, precisão, fecundidade, resistência a testes empíricos etc.) em sua defesa. Cada caso de aplicação desses valores se fará a partir da perspectiva do cientista, podendo gerar resultados distintos para diferentes cientistas, em vez de uma “resposta única ou uniforme”. Desse modo, “a transferência de lealdade de um paradigma a outro é uma experiência de conversão que não pode ser forçada” (KUHN, 2012, p. 150), embora o cientista possa explicá-la mediante boas razões. Assim sendo, mesmo que o cientista persistentemente resista à mudança após a transição de quase toda a comunidade científica, não haverá “um ponto em que a resistência se torna ilógica ou não científica” (KUHN, 2012, p. 158).

Cabe ainda levar em conta a relevância dos *problemas* investigados, em vez de concentrar a atenção apenas nas virtudes cognitivas das *teorias* que solucionam esses problemas. É o caso, por exemplo, de dificuldades que se mantiveram presentes em teorias anteriores, resistindo à solução não obstante todos os esforços envidados. Uma nova teoria que se mostre capaz de resolver problemas dessa natureza, de eliminar semelhantes anomalias e frustrações, terá uma imensa vantagem no terreno do debate científico.

Em uma situação típica de incomensurabilidade epistêmica, quando se comparam teorias científicas rivais, observa-se que nem sempre os *domínios de problemas* formulados e resolvidos coincidem e que, além disso, a importância relativa de cada problema (conceitual ou empírico) pode variar consideravelmente. Como notou Kuhn, a perda de poder explicativo não constitui uma exceção nas mudanças mais traumáticas da ciência. A física de Newton não explicava inicialmente por que todos os planetas de nosso sistema giram em torno do Sol no mesmo sentido e aproximadamente no mesmo plano, embora a teoria dos vórtices anteriormente defendida pelos cartesianos permitisse explicar esse fato. De modo semelhante a uma negociação, o cientista tende naturalmente a valorizar as conquistas obtidas, a capacidade de sua teoria lidar com problemas que lhe parecem legítimos e satisfatoriamente resolvidos. Ele obterá grande vantagem no debate científico caso sua teoria seja a única a resolver certos problemas, ou a resolvê-los do melhor modo conhecido.

### III

Na comunidade científica, seus membros estão unidos por diferentes vínculos, aos quais se associam diferentes níveis de confiabilidade. No início de carreira, o cientista tende a seguir a tradição, a endossar os acordos já alcançados, a reconhecer a autoridade epistêmica em sua área. Muitas de suas crenças são instaladas pelos demais, admitidas de modo tácito, sem plena consciência desse consentimento. Mais tarde, “no curso da pesquisa individual, os cientistas interagem entre si, adotando as afirmações feitas por *alguns* de seus colegas, investigando as propostas de outros e desconsiderando as sugestões de outros mais, quando as afirmações, propostas e sugestões em questão escapam daquilo que foi acordado pela comunidade pertinente” (KITCHER, 1993, p. 306).

No entanto, o que tradicionalmente se espera do método científico é que determine o julgamento e a escolha de teoria segundo regras explícitas que qualquer cientista deveria respeitar, independentemente da interação com seus pares. (O método adotado poderia ser expresso, por exemplo, em termos de uma abordagem dedutivista, bayesiana, de coerência explicativa ou bootstrapping.) Supõe-se que a aplicação do método levaria a uma avaliação e seleção racional uniforme, a mesma para qualquer cientista, desde que as teorias e evidências fossem igualmente compartilhadas por todos. Resultaria um amplo acordo de opiniões e as eventuais divergências seriam consideradas exceções temporárias como, por exemplo, os episódios de subdeterminação empírica. Desse ponto de vista, a dimensão social do conhecimento científica estaria limitada ao fato de os cientistas compartilharem as teorias propostas e as evidências adquiridas pelo trabalho coletivo.

Em epistemologia social, questiona-se exatamente a conveniência de todos os cientistas seguirem o mesmo caminho ou tomarem as mesmas decisões diante de um problema difícil e desafiador, especialmente nos períodos mais críticos da ciência. Se todos os cientistas adotarem a mesma estratégia, sem uma oposição forte e persistente, o resultado será a menor diversidade de investigações. Poderá ser seguido um caminho pouco fecundo, deixando de lado opções mais ricas e inovadoras. Mesmo que uma linha de pesquisa se mostre bem-sucedida e pareça ser mais promissora, isso não constitui razão para se tratar os problemas não resolvidos segundo os mesmos padrões<sup>15</sup>. Segundo Kuhn, o ganho epistêmico resultante da distribuição dos riscos, da dissociação entre cientistas que exploram diferentes caminhos, com arranjos sociais entre tendências mais conservadoras e mais inovadoras, se torna de fundamental importância para maximizar a chance de êxito a longo prazo do empreendimento científico.

Nessas circunstâncias, a organização da ciência em que se mantém a *diversidade cognitiva* se revela como uma estratégia mais bem-sucedida para promover os objetivos da comunidade científica. “Se todos os membros da comunidade respondessem a cada

---

15 Cf. FEYERABEND, 1993.

anomalia como uma fonte de crise ou se aderissem a cada nova teoria apresentada por um colega, a ciência deixaria de existir. Se, por outro lado, ninguém reagisse às anomalias ou a teorias inteiramente novas que envolvem riscos elevados, haveria poucas ou nenhuma revolução” (KUHN, 2012, Posfácio, p. 185-186). Havendo a percepção (especialmente dos *outros* cientistas) da importância atribuída a um problema, os membros da comunidade científica podem trabalhar em diferentes linhas de pesquisa na tentativa de resolvê-lo, algumas vezes contrariando a tradição e explorando estratégias ainda mal articuladas e com poucos seguidores.

A autoridade instituída na ciência normal tem considerável poder de inibir a recepção do que é novo e excêntrico, mas não a ponto de impedi-la. O elevado risco de abraçar alternativas menos qualificadas pela comunidade faz sentido porque os *incentivos seletivos* poderiam resultar em enorme vantagem no ambiente da competição. Ao mesmo tempo em que os cientistas cooperam internamente e confiam (em certa medida) na autoridade de seus pares, permitindo de modo coordenado realizar tarefas que em muito ultrapassam aquelas que indivíduos isolados seriam capazes de fazer, eles também sofrem pressão competitiva e buscam inovações importantes. Em um sistema de prêmios e sanções, cada cientista precisa equilibrar o anseio de ser o primeiro a publicar um certo resultado com o devido cuidado na fundamentação de sua pesquisa.

Sendo a comunidade científica o tribunal superior em questões relativas à ciência, de que modo os juízos de diversos membros dessa comunidade se *agregam* para formar os juízos da comunidade? De acordo com o célebre teorema do júri de Condorcet, de 1785, havendo apenas duas respostas (certa e errada) a uma questão, se os indivíduos são razoavelmente aptos, isto é, têm probabilidade de acerto (independente e uniforme) maior que  $\frac{1}{2}$ , então *grupos* de indivíduos (por exemplo, em um tribunal do júri) podem fornecer uma resposta melhor do que indivíduos isoladamente. A probabilidade de uma decisão correta da maioria cresce com a inclusão de indivíduos competentes ao grupo, aproximando-se de 1 à medida que o grupo amplia seu tamanho. Ou seja, grupos respondem melhor do que indivíduos isolados, e quanto maior for o grupo, melhor será a resposta. Esse procedimento de agregação faz com que a confiabilidade do voto da maioria do grupo supere aquela dos indivíduos que o compõem, especialmente se houver numerosos integrantes desconhecidos entre si e igualmente bem qualificados. Aristóteles, em seus estudos de política, já considerava semelhante pensamento: tomados *coletivamente*, muitos indivíduos que não são excelentes podem fazer melhor juízo sobre muitas coisas do que o melhor indivíduo ou do que os poucos indivíduos que são os melhores.

As dificuldades se avolumam quando há três ou mais opções de escolha individual e dois ou mais eleitores. De acordo com o clássico teorema da impossibilidade de Arrow, não há uma função de *bem-estar social* capaz de converter as ordens de preferências individuais em uma ordem global de preferência de uma comunidade. Os axiomas do teorema dizem respeito à autonomia e racionalidade dos agentes: domínio irrestrito,

independência das alternativas irrelevantes, ausência de um ditador e universalidade (eficiência de Pareto). Parecem bem plausíveis quando tomados isoladamente, porém em conjunto resultam na impossibilidade de um procedimento que transforme tomadas de decisão individuais em um padrão consistente de *escolha coletiva*<sup>16</sup>.

Longe de agirem isolados e por conta própria, os cientistas se beneficiam, em seu desempenho epistêmico, ao participarem de arranjos sociais que agregam suas crenças ou julgamentos individuais àquelas coletivas de seu grupo como um todo. Além disso, diferentes formas de organização social podem afetar, cada uma a seu modo, os resultados epistêmicos do grupo, em virtude de seus diferentes mecanismos de integração<sup>17</sup>. Alguns desses arranjos sociais podem ser superiores a outros, levando a resultados de melhor qualidade. É o caso dos sistemas mais democráticos que não cometem a “injustiça epistêmica” de depreciar a credibilidade das mulheres<sup>18</sup> ou que não restringem a participação na ciência a membros de uma elite de especialistas com determinado “estilo de pensamento”<sup>19</sup>. Estudos sobre o comportamento de primatas realizados por mulheres mostraram as distorções provenientes da anterior atribuição de papel supostamente determinante aos animais machos. Ademais, saberes práticos e populares que se estabeleceram ao longo do tempo podem exercer influência sobre as propostas de cientistas que se organizam socialmente em um círculo mais fechado, quando questionam, por exemplo, a vantagem obtida pelo uso de transgênicos na agricultura. Em sentido oposto, as estruturas sociais podem ter influência sobre os resultados epistêmicos de seus membros. No sistema de premiação dos cientistas que foram os primeiros a fazer uma importante descoberta, a recompensa esperada pode significar um incentivo decisivo para sua pesquisa.

Opondo-se a uma concepção de racionalidade individual centrada em um cientista ideal e autônomo, filósofos como Kuhn destacaram a dimensão social da racionalidade científica. Notaram que imensos ganhos epistêmicos se devem a desenhos sociais que envolvem mecanismos de cooperação, coordenação, competição, democratização etc. Na ciência normal, há especialização da pesquisa, amplo consenso e trabalho cooperativo com diferentes tarefas atribuídas a vários subgrupos, o que permite acumular conhecimentos da natureza de crescente alcance e precisão. Por sua vez, nos episódios de ciência extraordinária, há um processo de desagregação (dissociação) da comunidade científica, com distribuição dos riscos ao seguir diferentes caminhos para resolver um

---

16 Cabe notar que Arrow não extrai daí uma conclusão pessimista e paralisante. “A racionalidade coletiva no mecanismo de escolha social não é apenas a transferência ilegítima do indivíduo para sociedade, mas um atributo importante de um sistema genuinamente democrático capaz de plena adaptação a ambientes variáveis” (ARROW, 1963, p. 120).

17 Não se trata aqui de tomar os grupos ou coletivos (por exemplo, os tribunais do júri, as comissões ou as corporações) como agentes epistêmicos que creem e julgam. Estamos assumindo uma concepção mais conservadora, segundo a qual são os *indivíduos* que creem e julgam, cabendo sempre ressaltar a constante *interação* que mantêm entre si.

18 Cf. FRICKER, 2007.

19 Cf. FLECK, 2010.

problema comum, o que permite maximizar as chances de êxito ao longo do tempo. Sendo a ciência um produto social, torna-se fundamental considerar não apenas como o cientista reage ao se encontrar com o *mundo*, mas também como responde a *seus pares* dentro do ambiente profissional a que pertence.

### Referências bibliográficas

ARROW, K. *Social choice and individual values*. 2ª edição. New York: John Wiley, 1963. (Primeira edição de 1951.)

BARKER, S. *Induction and hypothesis: a study of the logic of confirmation*. Ithaca: Cornell University Press, 1957.

ELSTER, J. *Explaining social behavior: more nuts and bolts for the social sciences*. New York: Cambridge University Press, 2007.

FEYERABEND, P. *Against method*. 3ª edição. London: Verso, 1993. (Primeira edição de 1975.)

FLECK, L. *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. (Original de 1935.)

FRICKER, M. *Epistemic injustice: power and the ethics of knowing*. Oxford: Clarendon Press, 2007.

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

HADDOCK, A.; MILLAR, A.; PRITCHARD, D. (Org.) *Social epistemology*. Oxford: Clarendon Press, 2010.

HORWICH, P. On the nature and norms of theoretical commitment. *Philosophy of Science*, v. 58, p. 1-14, 1991.

HUME, D. *A treatise of human nature*. 2ª edição. Oxford: Clarendon Press, 1978. (Original de 1739-1740.)

HUME, D. *An enquiry concerning human understanding*. Indianapolis: Hackett, 1977. (Original de 1748.)

KAHNEMAN, D. *Thinking, fast and slow*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

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

KUHN, T. *The structure of scientific revolutions*. 4ª edição. Chicago: The University of Chicago Press, 2012. (Primeira edição de 1962.)

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

MILL, J. S. *On liberty*. Mineola: Dover, 2002. (Original de 1859.)

QUINE, W. V. *Quiddities: an intermittently philosophical dictionary*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987.

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

VAN FRAASSEN, B. *The scientific image*. Oxford: Clarendon Press, 1980.

WILLIAMS, B. *Problems of the self: philosophical papers 1956-1972*. New York: Cambridge University Press, 1973.



**ALGORITMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E APRENDIZADO DE  
MÁQUINA RELEVANTES AO DEBATE ATUAL SOBRE  
CONHECIMENTO E MÉTODO CIENTÍFICO: O CASO DO DEEP  
LEARNING**

**Daniel Sander Hoffmann**

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

*Você mal acaba de fechar a porta de casa e de solicitar um café para o seu assistente virtual Alexo 2049, quando a máquina decide se manifestar, de livre arbítrio e sem pedir licença:*

*– Tomei a liberdade de escanear você por quatrocentos e sessenta milissegundos, há três segundos, e meu diagnóstico é incontroverso, como sempre: você apresenta um câncer extremamente agressivo no cérebro, e tem apenas mais oito semanas de vida, mais ou menos setenta e duas horas.*

*Enquanto você tenta digerir a informação, e bem antes que você possa sequer começar a pensar no que falar, a máquina pondera:*

*– Mas como eu não vi isso antes? Um tumor, mas quem diria! Ora, tenho estado tão ocupado que acabei mesmo me esquecendo de checar a sua saúde com a periodicidade prevista nas minhas extensas rotinas computacionais. Pois é, veja bem, já está na hora de designarmos outra máquina com o propósito exclusivo de lhe preparar o café e ler aquelas notícias sensacionalistas de que você tanto gosta!*

*Ela continua:*

*– Antes que você pense em disputar a minha descoberta, informo que uma segunda varredura acaba de confirmar meu diagnóstico original. Claro que já estou programando um protocolo eficiente de tratamento da enfermidade, e se você o seguir à risca terá 100% de chance de cura, sabia?*

*Você até já se sentou na poltrona mais próxima, quando Alexo 2049 complementa:*

*– Quase lá... Pronto! Fiz o upload do protocolo para o seu relógio de pulso e outros dispositivos. Estou comprando as drogas online com o seu cartão de crédito (não se preocupe, estou parcelando tudo sem juros). Feito! Você nem precisa ir ao médico, aproveite para descansar. Seu café, hoje, é com ou sem açúcar?*

## 1 Introdução

Por bastante tempo, conforme Andersen e Hepburn (2016), a ciência aparentou refletir o conhecimento racional judicioso, perfeitamente embasado em uma coleta sistemática de evidências. Essa visão ideada serviu como ponto de partida para críticas filosóficas devastadoras. De fato, a segunda metade do século vinte foi palco de um drama filosófico de proporções épicas, no decorrer do qual a ciência testemunhou seu outrora imaculado privilégio epistêmico sofrer inúmeras avarias severas, irreversíveis. Em decorrência disso, muitos teóricos desistiram da busca de uma reconstrução lógica rigorosa para o método científico, enquanto outros passaram a atrelar o sucesso do empreendimento científico diretamente a aspectos culturais e sociais. Assim, continuam os autores, fatores não-epistêmicos correlatos à ciência (políticos, institucionais, materiais etc.), os quais eram outrora considerados largamente irrelevantes, passaram a receber uma atenção especial (ANDERSEN, HEPBURN, 2016).

Dentro da filosofia da ciência atual, há uma linha que busca dar mais atenção àquilo que os cientistas efetivamente fazem à sua prática profissional, sem ambicionar uma visão unificada e universal (e imprecisa, e talvez mesmo equivocada) de “método”. É bastante razoável afirmar que mesmo indivíduos distintos, em diferentes épocas, locais e culturas, praticaram ou praticam ciência utilizando um método em comum (compartilhado) que caracteriza largamente o empreendimento científico. Porém, as particularidades que diferenciam esses indivíduos devem, segundo o ponto de vista mais recente, ser levadas em conta, para compreendermos de forma mais concreta o fazer científico, indo, assim, além das visões idealizadas e simplistas desenvolvidas por algumas escolas de pensamento (ANDERSEN, HEPBURN, 2016).

Ainda conforme a interessante narrativa apresentada por Andersen e Hepburn (2016), é fato que através do estudo do método científico buscamos discernir as atividades responsáveis pelo sucesso da ciência, tais como a experimentação e a observação (realizadas de modo sistemático), o raciocínio rigoroso (tanto dedutivo quanto indutivo) e a construção e teste de conjecturas e teorias. Se, por um lado, podemos questionar a existência de um conjunto de métodos exclusivos ao empreendimento científico, por outro podemos aceitar sem grandes problemas a distinção entre o método científico propriamente dito e os objetivos mais amplos da ciência, tais como o controle, a predição e o conhecimento adquirido. De fato, podemos afirmar, com plena convicção, que um método pode ser entendido como nada mais do que uma certa forma de se atingir um desses objetivos. É importante, continuam os autores, diferenciarmos o “método”

da assim chamada “meta-metodologia”, que inclui as justificativas e os valores (tais como simplicidade, objetividade, sucessos passados ou reprodutibilidade) subjacentes à “metodologia” propriamente dita (a qual, por sua vez, não é nada mais do que uma caracterização particular, específica, do método científico). Por último, mas não menos importante, Andersen e Hepburn (2016) argumentam que é fundamental distinguirmos o método em si das práticas que o implementam e regulam, tais como formalismos matemáticos descritivos, técnicas laboratoriais, controle institucional, formas de comunicação (dentro e fora da comunidade científica) e meios tecnológicos empregados, para citarmos apenas alguns exemplos. É evidente que as fronteiras entre as diversas distinções assinaladas neste parágrafo são muito tênues, de modo que método, metodologia e meta-metodologia não podem ser completamente dissociados (ANDERSEN, HEPBURN, 2016).

Como já podemos começar a perceber, mesmo a partir das poucas considerações de Andersen e Hepburn por mim selecionadas e apresentadas nos parágrafos anteriores, o estudo do método científico é um tema atual e bastante pertinente dentro da filosofia da ciência<sup>1</sup>. Mas qual a relação desse importante tema com o campo da inteligência artificial, mencionado explicitamente no título deste trabalho e (assim o espero) subentendido no curto monólogo fictício que antecede esta introdução? O presente texto busca justamente contribuir para o esclarecimento dessa conexão, abordando um tópico de particular interesse atual no âmbito da inteligência artificial: o problema da caixa-preta no contexto das redes neurais ditas “profundas”. Isso me leva, necessariamente, a abordar alguns aspectos do amplo tema do aprendizado de máquina, enquanto perscruto, de forma um pouco mais detida (mas de modo algum exaustiva), a natureza do assim chamado *deep learning*<sup>2</sup>.

Devo esclarecer que o tema do método, acima introduzido, surgirá naturalmente no contexto de uma narrativa que parte de outro tema bem amplo, a saber, a inteligência artificial. Também é importante dizer que optei por adotar, enquanto estudava e planejava a escrita deste texto, uma atitude largamente exploratória, de mapeamento de território, sem ter a pretensão de oferecer algum argumento radical, ou de defender uma posição inflexível. O texto visa, antes de tudo, esclarecer, sugerir possibilidades interessantes de investigação e provocar reflexões novas. O leitor dirá se obtive êxito.

## 2 Inteligência artificial e aprendizado de máquina

Um filósofo que há tempo demonstra interesse especial pela temática da inteligência artificial, inclusive no que diz respeito ao importantíssimo problema do aprendizado de

---

1 Além disso, cabe aqui sinalizar a importância desse tema na formação de novos cientistas e na educação em geral, bem como na filosofia. Creio que a mesma coisa vale, em doses variadas, na esfera pública, na política, na ética e no direito, para citar algumas áreas que podem igualmente se beneficiar de uma reflexão cuidadosa sobre o método.

2 *Deep learning* (abreviado como DL) é referente à implementação das redes neurais “profundas”.

máquina, é Paul Thagard. Esse interesse, como atestado pelas suas publicações na área, remonta de fato a várias décadas. Ele apresenta uma definição simples e objetiva de *inteligência artificial*<sup>3</sup>, segundo a qual esta é uma linha de pesquisa que busca fazer com que computadores realizem *tarefas que requerem inteligência quando executadas por pessoas* (THAGARD, 1990). O autor nota, ainda, que a área da inteligência artificial utilizou, desde a sua origem, duas abordagens bastante distintas para obter máquinas inteligentes: uma linha utiliza computadores para modelar o que as pessoas fazem, enquanto a outra, com um forte enfoque em engenharia, procura obter comportamento inteligente, em máquinas, de um modo totalmente independente da inteligência humana.

Já o *aprendizado de máquina*<sup>4</sup>, continua Thagard, é aquela área da inteligência artificial que se preocupa em fazer com que os computadores aumentem o seu *conhecimento*, por assim dizer, melhorando, dessa forma, o seu desempenho nas tarefas requeridas. Thagard chama atenção para o fato de que psicólogos e pesquisadores da área da inteligência artificial (principalmente cientistas computacionais e engenheiros) utilizam o termo “conhecimento” de uma forma que é mais limitada do que “crença verdadeira justificada”<sup>5</sup>, uma vez que “justificação” e “verdade” não são assumidas, porém de uma forma que é mais ampla do que “crença”, porque pode incluir representações não-proposicionais<sup>6</sup>. Assim, essa forma de lidar com a noção de conhecimento é um pouco distinta daquela ordinariamente utilizada por filósofos. Ainda conforme Thagard, assim como existe a filosofia da psicologia e a filosofia da inteligência artificial, podemos pensar em uma “filosofia do aprendizado de máquina” como sendo a área de investigação que lida com problemas conceituais e fundacionais que surgem no decorrer da pesquisa científica nessa área, e que também pretende questionar de forma crítica a própria possibilidade de as máquinas aprenderem.

Ainda no que diz respeito ao aprendizado de máquina, existem duas linhas principais, tal como distinguido por Thagard: aprendizado baseado em explicação e modelos conexionistas (que são o foco deste trabalho). Um sistema conexionista é obtido por meio de construção de uma rede de unidades interconectadas por links, de forma análoga ao que ocorre no sistema nervoso, onde neurônios são conectados uns aos outros por intermédio de sinapses. Cada link tem um “peso” que dá conta do grau de conexão entre as unidades que este conecta, ou seja, que representa a força com que essas unidades estão interligadas. De uma forma muito simplificada, podemos dizer que um modelo desse tipo, conhecido como “rede neural artificial”, é programado e simulado em um computador, onde ocorre a atualização em paralelo da ativação de cada unidade, com base na ativação (ou não) das unidades com as quais cada unidade está interligada. Mais especificamente, o *aprendizado*, nesse caso, envolve a alteração dos

3 *Artificial intelligence* (ou AI) em inglês.

4 *Machine learning*.

5 *True justified belief*.

6 Cientistas cognitivos falam em conhecimento representado em imagens, alguns estudiosos de redes neurais artificiais defendem representações distribuídas, e assim por diante.

pesos dos links da rede de modo a melhorar o desempenho desta no contexto da tarefa que lhe será atribuída (tal como a classificação de diversas imagens captadas por uma câmara, por exemplo). Thagard chama a atenção para o fato de que os “conceitos” aqui, ao contrário do que ocorre em programas não-conexionistas de inteligência artificial, não são estruturas de dados prontamente identificáveis: são padrões de ativação da rede neural (THAGARD, 1990).

A técnica de aprendizado clássica é aquela conhecida como *backpropagation*. Um treinador informa, por assim dizer, às unidades de saída de uma rede se a resposta correta foi obtida, e ajustes dos pesos das conexões são propagados de volta (daí o nome da técnica) através da rede. Com isso, torna-se mais provável a obtenção subsequente da resposta correta. Cabe aqui notar que esse tipo de rede é convencionalmente estruturado em *camadas* de unidades (ou de “neurônios” artificiais). Thagard oferece o exemplo de uma rede de três camadas (estrutura comum em redes simples) destinada a realizar a distinção entre vacas, bodes e cavalos. Características dos animais são apresentadas à rede, ativando certas unidades de entrada. Por exemplo, se um animal possui chifres, então aquelas unidades (na camada de entrada) referentes à presença de chifres são acionadas, e em última instância uma unidade é acionada na camada de saída, identificando um determinado animal. A rede é treinada por meio da apresentação, às unidades de entrada, de diversas amostras de características de animais, sendo que o treinador detecta se as unidades de saída corretas estão sendo ativadas ou não. Por exemplo, se as unidades de entrada referentes a “chifre” são acionadas, então a unidade de saída referente a “bode” deve ser acionada. Caso isso não ocorra (o que é identificado pelo treinador), cabe ao algoritmo de *backpropagation* o ajuste dos pesos dos links da rede. Como resultado de um processo de iteração, a rede acabará eventualmente por realizar corretamente a distinção entre os animais presentes na amostra, identificando a que animais pertencem determinadas características<sup>7</sup>. É importante notar que toda essa informação se encontra distribuída na rede, não estando, portanto, incorporada em regras específicas prontamente reconhecíveis por uma pessoa (THAGARD, 1990).

Thagard procura defender o conexionismo contra a investida de duas posições extremas e mutuamente antagônicas. Defensores da primeira linha argumentam que modelos conexionistas, devido às suas características positivas (flexibilidade, inspiração na estrutura do cérebro, etc.), levaram à obsolescência as outras correntes de investigação da inteligência artificial. Já os postulantes da segunda linha, segue Thagard, buscam reduzir o conexionismo a um mero punhado de métodos sofisticados, relevantes em termos tecnológicos, mas que não acrescentam nada de interessante no que se refere

---

<sup>7</sup> O processo como um todo é bem mais complexo e envolve a tradução de fórmulas matemáticas em rotinas escritas em uma determinada linguagem de programação computacional. Exemplos de linguagens comumente utilizadas são Python, C e C++, dentre muitas outras. O exemplo, originalmente fornecido por Thagard e aqui reproduzido, busca tão somente dar ao leitor uma compreensão geral de como um certo tipo de rede neural artificial é treinado, através da adoção de um método bastante comum conhecido como *backpropagation*.

à arquitetura funcional da cognição. Thagard responde a ambos da seguinte forma: esses posicionamentos “imperialistas” nada mais fazem do que comprometer investigações que podem dar bons frutos. O conexionismo é, antes de tudo, um interessante programa de pesquisa, que subsidia novas formas de se pensar sobre o aprendizado, e que também leva a novas formas de se implementar o processamento em paralelo nas máquinas. Não obstante, devemos aceitar que o sucesso percebido no conexionismo tem relação com uma classe muito limitada de problemas de aprendizado<sup>8</sup>, e que há muito o que desenvolver ainda. É importante notar que, para Thagard, o conexionismo não representa uma mudança de paradigma nas ciências cognitivas nos termos de Kuhn, porém é um importante avanço em um “contínuo de métodos computacionais”.

Na visão de Thagard, o aprendizado de máquina é importante do ponto de vista filosófico devido, entre outras coisas, às controvérsias que circundam a possibilidade do desenvolvimento de inteligências artificiais (sofisticadas), e que também abalam a visão computacional da mente. Thagard afirma que a ideia de máquinas aprenderem sozinhas (ou umas com as outras, sugiro, sem interferência humana direta) oferece uma boa resposta a objeções frequentes dos críticos, tais como o filósofo Hubert Dreyfus, dentre outros pensadores importantes na área. Thagard lembra que um argumento bastante corriqueiro é o de que os sistemas de inteligência artificial são frágeis e incapazes de responder de forma adaptável a contextos mutáveis. Outro argumento comumente utilizado é o de que máquinas são incapazes de compreender a linguagem, pois apenas manipulam símbolos (embora façam isso de forma muito rápida), totalmente alheias ao seu significado. Porém, afirma ele, se o computador (ou programa) é capaz de interagir diretamente com o mundo ao seu redor, e é concomitantemente capaz de aprender conceitos novos a partir da interação com este, então existe a possibilidade de que a sua capacidade semântica seja similar à nossa (THAGARD, 1990). Eu complementaria essa linha de raciocínio, sugerindo que a máquina pode eventualmente ao menos ter *alguma* capacidade semântica, mesmo que não reflita as nossas próprias habilidades nessa área.

Thagard lembra que as ideias anteriormente delineadas são altamente especulativas, uma vez que não existem ainda indícios, na literatura técnica<sup>9</sup>, de que máquinas semanticamente avançadas e sensíveis a alterações de contexto possam ser desenvolvidas. Não obstante, o autor lembra que tampouco existem boas razões a priori que nos induzam a acreditar que estas não possam vir a ser de fato construídas. De fato, Thagard salienta que tanto o acompanhamento crítico dos desenvolvimentos nessa área quanto a reflexão sobre as pressuposições e implicações da pesquisa são uma atividade filosófica meritória (THAGARD, 1990).

---

8 É importante notar que o artigo de Thagard tem quase três décadas. Muitos desenvolvimentos na área ocorreram durante esse tempo, evidentemente, porém o posicionamento de Thagard continua largamente válido e atual.

9 Novamente: Thagard delineou esse comentário há muitos anos. Certamente vale a pena estudar de forma mais exaustiva a literatura, na busca de exemplos mais recentes que possam confirmar ou refutar essa colocação. Deixo aqui essa sugestão, que pode interessar a algum leitor.

Antes de passar para o tema do *deep learning*, que é bem mais recente e, por isso mesmo, ainda pouco trabalhado no âmbito da filosofia, eu gostaria de trazer ainda mais algumas reflexões oferecidas por Thagard no seu artigo pioneiro, que, como mencionado anteriormente, foi publicado há quase três décadas (THAGARD, 1990)<sup>10</sup>. Essas reflexões abordam mais diretamente questões metodológicas, e contribuem, assim, para a presente investigação. Isso ocorre porque, como vimos anteriormente, metodologia e método não podem nem devem ser completamente dissociados nas discussões filosóficas. O presente texto busca justamente contribuir com o debate mais amplo sobre o método focando em certos tópicos metodológicos mais pontuais.

Thagard afirma que, da perspectiva da filosofia da ciência, *interessantes questões metodológicas surgem a partir de avanços em aprendizado de máquina* (e em inteligência artificial, se tomarmos um ponto de vista mais amplo). Em disciplinas relativamente mais consolidadas, tais como a física e a psicologia, existem critérios relativamente bem estabelecidos para a avaliação de hipóteses (que devem dar conta dos resultados observacionais e experimentais). Embora os pesquisadores em inteligência artificial e aprendizado de máquina também se refiram a “experimentos”, o que ocorre, segundo Thagard, é a construção de um determinado sistema de inteligência artificial e sua subsequente manipulação, visando a um estudo da sua performance. Embora esse tipo de procedimento seja importante (e bastante comum na engenharia), a experimentação assim entendida difere significativamente da abordagem científica tradicional, na qual “torturamos” (por assim dizer) o mundo natural tal como nos é dado, para, assim, obtermos respostas às nossas indagações.

O que devemos perguntar quando nos deparamos com um sistema de aprendizado de máquina que alegadamente “aprende”? Como lidarmos com essa situação de forma crítica, do ponto de vista do filósofo? Thagard sugere que comecemos fazendo os seguintes questionamentos: (1) o quanto o “sucesso” do programa computacional resulta (tão somente) de representações de entrada meticulosamente elaboradas e delimitadas? (2) Qual a gama de tarefas que o programa consegue realizar? (3) Que *princípios de aprendizado* subjazem os sucessos do programa? (4) Supondo-se que o sistema de aprendizado ambicione ser um modelo da psicologia humana, a sua performance dá conta dos resultados de experimentos psicológicos? Conforme Thagard, filósofos da ciência bem-informados podem auxiliar nesse ponto, por exemplo, levando mais além o desenvolvimento e a descrição dessa metodologia geral.

Ainda outro ponto de tensão existente entre o aprendizado de máquina e a filosofia da ciência é enfatizado por Thagard: a disputa relativa à existência (ou não) de uma “lógica da descoberta”. Na sua opinião, discussões abstratas sobre a *possibilidade* de uma lógica da descoberta nesse contexto são infundadas, dado que já foram desenvolvidos (e amplamente divulgados) alguns sistemas mecânicos simples que já são capazes, apesar

---

<sup>10</sup> Toda menção a Thagard, nos parágrafos que seguem, segue sendo de considerações por ele feitas nessa publicação em particular.

da sua baixa complexidade, de fazer algumas descobertas (igualmente simples). Por outro lado, uma discussão sobre os resultados positivos obtidos por novos modelos, bem como as suas limitações de aplicação e performance, pode redirecionar o problema da relação entre os processos de justificação e de descoberta. Thagard sugere que estes podem mostrar, por exemplo, como ambos os processos, no contexto de sistemas reais, podem ser distintos, porém proximamente ligados.

Thagard é enfático: a inteligência artificial não nos diz absolutamente nada sobre problemas clássicos como o ceticismo, porém é muito relevante na descrição do desenvolvimento epistêmico. Do ponto de vista do aprendizado de máquina, diz Thagard, ainda há muito espaço para os filósofos trabalharem, pois pouco foi realizado nessa área em termos de discussão (exceto no que se refere à revisão de crenças e à atualização de probabilidades Bayesianas). Outra lacuna importante na discussão filosófica é relativa ao problema da representação do conhecimento, sendo que a compreensão do desenvolvimento do conhecimento (ordinário e científico) demanda o estudo de problemas referentes à estrutura conceitual, por exemplo em como os conceitos cumprem a função de organizar e afetar a revisão de crenças. Thagard enfatiza, nesse ponto, que boa parte da pesquisa em aprendizado de máquina lida com a formação de esquemas e de conceitos. Mesmo que o conteúdo dessas estruturas possa ser colocado em uma forma proposicional, sugere o autor, a *organização* fornecida por essas estruturas *pode ser crucial* para o desempenho de um sistema, bem como a sua capacidade de, por meio do aprendizado, incrementar essa performance.

### 3 Contribuições e limitações do *deep learning*

Conforme Goodfellow et al. (2016), existem diversos exemplos de sistemas de inteligência artificial bem-sucedidos, um dos mais populares sendo o programa *Deep Blue* da IBM, famoso por derrotar o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov. Embora esse seja um feito notável, e o sistema tenha dado muito trabalho a seus idealizadores (e tenha custado caro), o fato, segundo esses autores, é que o mundo do xadrez é um mundo bastante simples, que pode ser descrito com relativa facilidade por matemáticos e programadores. Sabemos que tarefas lógicas e formais, depois de programadas, são facilmente realizadas por computadores, a velocidades muito altas, enquanto a maioria dos seres humanos luta para realizar mentalmente as mesmas tarefas, e a uma escala bem menor. Porém, o contrário também se aplica, dizem os autores. De fato, embora a inteligência artificial tenha uma longa história de sucesso, o maior desafio ainda vigente é a implementação de tarefas que qualquer pessoa tem muita facilidade de realizar, de modo intuitivo, mas que são muito difíceis de se formalizar, tais como o reconhecimento facial e a interpretação de palavras faladas. A solução que vem sendo encontrada mais recentemente para esse problema — continuam os autores — diverge daquelas soluções que por décadas caracterizaram essa área de estudos: esta consiste em permitirmos



que os computadores aprendam por si mesmos, compreendendo o mundo através de uma hierarquia de conceitos, sendo cada conceito definido através da sua relação com conceitos mais simples. A máquina consegue, assim, construir (e, portanto, aprender) conceitos mais complexos a partir dos mais simples. Se traçarmos um *grafo* que nos permita contemplar diretamente essa hierarquia de conceitos, verificamos que essa estrutura é “profunda”, com muitas camadas, sendo justamente essa a característica mais fundamental do *deep learning* (GOODFELLOW *et al.*, 2016). Definido de forma mais objetiva, *deep learning* é uma técnica estatística de classificação de padrões, baseada em amostras de dados, que utiliza redes neurais que contêm várias camadas. Essas redes são excepcionalmente boas em estabelecer mapeamentos entre entradas e saídas (MARCUS, 2018).

O *Deep learning*<sup>11</sup> vem, cada vez mais, e a um ritmo crescente, percolando diversos setores das atividades humanas, produzindo muitos resultados úteis no contexto de uma vasta gama de aplicações. São abundantes os exemplos de sucesso nessa área: carros autônomos; análise financeira; computadores que ganham partidas contra campeões mundiais em jogos difíceis (tais como xadrez, Go, Jeopardy, e assim por diante); visão computacional sofisticada; reconhecimento de fala altamente eficiente; predição de atividade de moléculas de interesse farmacêutico; robótica; análise de dados provenientes de aceleradores de partículas; análise de dados astronômicos; bioinformática; predição de mutações em DNA; mecanismos de busca; prova automática de teoremas; resposta a questionamentos de natureza geral; inteligência artificial em jogos; predição de propriedades na escala atômica; drones; análise de sentimentos; identificação de tumores; predição (e, portanto, prevenção) de ataques cardíacos; marketing, e assim por diante (BRYNJOLFSSON, MITCHELL, 2017; CASTELVECCHI, 2016; GOODFELLOW *et al.*, 2016; PRICE, 2018).

Apesar dos impressionantes resultados obtidos, Marcus cita dez problemas (e desafios) da pesquisa corrente em *deep learning*, os quais eu busco a seguir reproduzir de forma sintética (MARCUS, 2018)<sup>12</sup>:

1) *Deep learning* tem, até agora, apresentado sérias dificuldades no que tange à realização de inferências abertas ao lidar com linguagem. Mais precisamente, esses sistemas apresentam um desempenho muito pobre quando a inferência a ser realizada exige mais do que aquilo que consta explicitamente em um texto, seja através da combinação de várias sentenças, seja via combinação de sentenças explícitas com conhecimento previamente adquirido, totalmente alheio ao texto selecionado para interpretação. Conseguiria um sistema atual de *deep learning* (para citar um exemplo específico) perceber as intenções de um personagem de uma novela apenas a partir de um diálogo indireto, da mesma forma que um leitor humano faria (inclusive com relativa facilidade)? A

11 E métodos correlatos de inteligência artificial.

12 Não sigo aqui, necessariamente, a ordem de apresentação desses tópicos como originalmente apresentados por Marcus. O leitor interessado em se aprofundar no tema pode estudar o artigo original.

resposta, na opinião de Marcus, é com toda certeza negativa.

2) *Deep learning*, até agora, tem funcionado razoavelmente bem como uma aproximação, porém as suas respostas frequentemente não podem ser totalmente acreditadas, na opinião de Marcus. Eu concordo que muitos dos sistemas recentemente desenvolvidos, em especial aqueles que lidam com classificação ou reconhecimento de imagens (e geralmente idealizados por grandes corporações, tais como Google, Microsoft, Amazon, Facebook e IBM, dentre outras), atingiram uma capacidade por vezes impressionante de realização de suas tarefas. Como resultado, esses sistemas têm grande apelo popular e (evidentemente) comercial. Não obstante, por vezes, mesmo pequenas perturbações nas imagens, imperceptíveis à primeira vista, são curiosamente capazes de fazer com que a rede dê uma resposta claramente absurda, sem correlação alguma com o objeto a ela apresentado como entrada. Considero oportuno, aqui, mencionar o influente artigo de Szegedy *et al.* (2014), que foi o primeiro a abordar esse fenômeno, chamando-o de “exemplos adversários”<sup>13</sup>. No trabalho, os autores especulam sobre a possível causa do fenômeno em pauta, porém não nos cabe, aqui, avançar na direção daquela proposta em particular<sup>14</sup>. Goodfellow *et al.* (2015) buscam avançar os estudos nessa área, e chegam inclusive a propor uma forma de se gerar exemplos adversários para fins de teste. Voltando a Marcus, noto que este se mostra inconformado pelo fato de anos de estudos não haverem, ainda, resultado em uma solução robusta que proteja os sistemas de *deep learning* dessa ameaça<sup>15</sup>. Claramente essa situação guarda relação direta com o quão pouco conhecemos do que ocorre de fato nessas gigantescas redes, o que por sua vez deriva da sua forte opacidade.

3) *Deep learning* é, até agora, relativamente “raso” e apresenta uma capacidade limitada de transferência. O termo “profundo” (*deep*) pode sugerir, erroneamente, que o tipo de aprendizado em pauta habilita a máquina a lidar com conceitos muito sofisticados. Na verdade, ele diz respeito tão somente a um aspecto puramente técnico, o fato de que essas redes (também conhecidas como “redes profundas”) possuem um grande número de camadas. As representações que essas redes geram certamente não se aplicam a conceitos abstratos tais como “amor” ou “justiça” e, conforme Marcus, até mesmo conceitos supostamente mais evidentes, como o conceito de “oponente”, podem escapar a esses sistemas. Ademais, continua Marcus, sistemas de *deep learning* treinados para jogar videogames, por exemplo, demonstram de forma muito clara uma severa limitação na sua capacidade de transferência. O que isso significa é que um

<sup>13</sup> *Adversarial examples*, no original.

<sup>14</sup> Para o leitor interessado, Szegedy e colaboradores conjecturam que o conjunto de exemplos adversários, de impacto negativo, possui probabilidade muito baixa, de modo que esses casos raramente (ou mesmo nunca) são observados no conjunto-teste utilizado para treinar a rede profunda. Entretanto, continuam os autores, ele é denso, à maneira do que se verifica nos números racionais, de forma que esses casos são encontrados na vizinhança de praticamente todo caso-teste. Esse tipo de especulação vai muito além do que me proponho a abordar neste trabalho.

<sup>15</sup> Para que o leitor possa ter uma ideia da magnitude do problema, sugiro a leitura do artigo de Su *et al.* (2017) intitulado “*One pixel attack for fooling deep neural networks*”.

determinado sistema, treinado em um jogo específico, e apresentando um desempenho excelente naquele jogo, pode ter um desempenho ruim em um jogo que é apenas um pouco diferente, mas no qual esse sistema não foi treinado, mesmo que o novo jogo demande que o jogador lide com o mesmo tipo de objetos do jogo original (objetos como muros, bolas, etc.). Isso ocorre porque, no *deep learning*, não é gerada uma real compreensão das coisas (o sistema não aprende o conceito de “muro” ou de “bola”, por exemplo). Nas palavras de Marcus, o sistema apenas aprendeu “contingências específicas para cenários particulares”.

4) Outro ponto importante, destacado por Marcus, diz respeito ao fato de que o trabalho na área, até agora, não foi bem integrado com conhecimento prévio, sendo largamente hermético, isolado de outras fontes de conhecimento. Como faz notar esse autor, o que normalmente ocorre é nada mais do que a utilização de uma determinada base de dados para o treinamento, com a qual se dá o aprendizado das relações entre entradas e saídas. Exceções à parte, o uso de conhecimento prévio é assim largamente minimizado ou mesmo totalmente inexistente, o que, com certeza, reduz de forma muito evidente a potencial eficiência e utilidade dos sistemas desenvolvidos. Como apoio a essas asserções, Marcus faz referência a um interessante trabalho de pesquisa em *deep learning*, no qual é relatada a construção e teste de um sistema destinado a aprender a física de “torres que caem”. No trabalho mencionado (LERER *et al.*, 2016), grandes redes neurais convolucionais<sup>16</sup> foram treinadas em uma simulação utilizando uma *game engine* denominada *Unreal engine*<sup>17</sup>. Na simulação, torres virtuais de “blocos de madeira” apresentam graus diferentes de estabilidade e podem (ou não) colapsar de formas diversas. As redes neurais aprendem a prever o resultado de modo bastante preciso, inclusive estimando as trajetórias a serem seguidas pelos blocos individuais durante a queda de uma dada torre de blocos. Os idealizadores desses sistemas argumentam que suas redes conseguem atuar satisfatoriamente (1) em cenários físicos novos, significativamente distintos daqueles nos quais foram originalmente treinadas (por exemplo, cenários contendo torres com um bloco extra), e (2) quando apresentadas a “imagens” (mais precisamente vídeos) de blocos de madeira reais (e não simulados), obtendo dessa forma um desempenho similar ao de seres humanos. Assim, temos aqui, em princípio, um exemplo bem-sucedido de capacidade de generalização no contexto do *deep learning*.

---

16 Conhecidas como CNN’s (de *Convolutional Neural Networks*).

17 Desejo aqui chamar a atenção para o fato de que o uso de *game engines* para a realização de simulações de forma extremamente eficiente e detalhada vem crescendo bastante nos últimos anos. Algumas dessas simulações são tão realistas, em termos visuais, que são utilizadas para treinar agentes dotados de inteligência artificial. Além dos evidentes benefícios de custo e tempo decorrentes da utilização tecnológica de ambientes virtuais ao invés de reais para o treinamento de sistemas sofisticados (tais como robôs industriais e autônomos), sugiro que essa estratégia tem forte apelo filosófico, podendo levar a interessantes reflexões. De minha parte, venho desenvolvendo uma linha de pesquisa que investiga problemas dessa natureza utilizando uma *game engine* denominada *Unity*. Esse trabalho envolve tanto aspectos tecnológicos quanto filosóficos.

Retornando à crítica oferecida por Marcus, o autor comenta que, embora bem-sucedido, este é, não obstante, o típico caso de uma pesquisa onde não houve preocupação alguma em se incluir conhecimentos prévios existentes, tais como as leis de Newton. Ao invés de se basearem na física conhecida, os modelos de redes neurais, aqui, limitam-se a “aproximar” os princípios físicos por meio do aprendizado de contingências de dados no nível de pixels. Marcus postula que grande parte dos pesquisadores da área tem justamente o hábito de evitar a inclusão de conhecimentos prévios nos modelos de redes neurais, mesmo quando esse conhecimento é bem estabelecido, tal como representado pela pesquisa de Lerer e colaboradores. Esses pesquisadores talvez tenham uma boa justificativa para assim proceder, entretanto. De fato, podemos indagar se é fácil integrar conhecimentos prévios na estrutura de uma rede neural profunda. Dada a grande complexidade arquitetural desses sistemas, seria de se esperar que a resposta não seja muito animadora, e realmente não é: o conhecimento que acaba representado na estrutura dos sistemas de *deep learning* não se encontra na forma de afirmações do tipo “Sócrates é mortal”, mas sim, lembra Marcus, na forma de correlações pouco transparentes entre características.

A partir das considerações desse autor, podemos concluir que é extremamente difícil estabelecermos uma ponte de duas vias entre o “conhecimento” automaticamente obtido pela rede profunda durante seu treinamento e qualquer tipo de conhecimento prévio, que é via-de-regra construído e armazenado em uma forma mais tradicional e menos opaca (ou difusa): sentenças em uma linguagem natural humana, expressões matemáticas ou lógicas e assim por diante. Uma investigação mais detalhada dessa linha de pensamento pode ser, eu sugiro, de especial interesse para filósofos da ciência, particularmente no que tange à exploração dos aspectos metodológicos envolvidos, bem como às possíveis consequências desta e de futuras pesquisas de conteúdo similar.

5) *Deep learning*, até agora, não consegue, de modo inerente, distinguir correlação de causalção. Conforme Marcus, durante seu treinamento, as redes profundas estabelecem (e assim “aprendem”) *correlações* entre características dos dados de entrada e de saída, mas o procedimento como um todo deixa de fora qualquer possibilidade concreta de representação de *causas* reais. Marcus cita um interessante exemplo relativo ao desenvolvimento de crianças, no qual uma rede profunda é capaz de correlacionar vocabulário aprendido e altura individual, porém carece da capacidade de reconhecer e representar a causalidade subjacente à situação. De fato, enquanto em geral as crianças aprendem mais à medida em que crescem, isso não significa, por exemplo, que pelo simples fato de ficarem mais altas as crianças automaticamente assimilam mais vocabulário. Também obviamente não é verdade que o aprendizado de novas palavras promova o crescimento da criança. Marcus argumenta ainda que, embora o *deep learning* não lide com essa questão até o momento, são notórias as tentativas de se incorporar a noção de causalidade em outras áreas da inteligência artificial, para o que, acertadamente, menciona o trabalho de Judea Pearl, em particular a notável obra *Causality: models, reasoning, and*

*inference* (PEARL, 2000). Sugiro que o problema da incorporação de representações causais no âmbito do *deep learning* é um tema ainda pouco investigado e de interesse especial para os estudiosos da filosofia da ciência, sendo talvez desnecessário apontar seu potencial de contribuição para as discussões filosóficas atuais da área.

6) *Deep learning* pressupõe um mundo largamente estável, e isso pode ser um problema. Marcus afirma que as redes profundas geradas tendem a funcionar bem melhor em ambientes virtuais (como jogos), com regras fixas, do que no mundo real (economia, sociedade etc.), onde as regras frequentemente variam muito rapidamente e de modo imprevisível. Este ponto me parece um pouco exagerado, pois ambientes virtuais podem, atualmente, ser extremamente sofisticados, e inclusive permitir mudanças extremas e imprevisíveis das regras. Em suporte do meu argumento, destaco a tendência atual de se realizar o treinamento de robôs dotados de inteligência artificial em ambientes virtuais similares aos ambientes em que o robô real deve operar. Após a realização de todo o processo de aprendizado em simulações, é cada vez mais comum que se faça o *download* da estrutura da rede neural (ou alternativamente de código não-conexionista) para um computador instalado no robô, sendo que, frequentemente, poucos ajustes adicionais são necessários para que a máquina comece a realizar com desenvoltura, no mundo real, as atividades que aprendeu a desempenhar *in silico*. A propósito, este é dos temas-satélite da computação e da inteligência artificial sobre os quais venho me debruçando nos últimos anos, levando em consideração tanto aspectos tecnológicos quanto científicos e filosóficos. Cabe enfatizar que todos são, a meu ver, igualmente importantes.

7) *Deep learning*, até agora, não possui uma forma natural de lidar com estruturas hierárquicas. Marcus, muito apropriadamente, nos faz lembrar que, enquanto Chomsky sempre defendeu que a linguagem possui uma estrutura hierárquica, os modelos linguísticos de *deep learning* representam as sentenças como palavras em série. Assim, esses modelos não conseguem lidar com a noção fundamental de que as estruturas de linguagem maiores resultam de uma construção recursiva a partir de componentes menores. Ainda segundo o pesquisador, esse problema não é limitado à linguagem, podendo surgir em outras importantes áreas de atuação desses sistemas, como por exemplo na robótica (onde planejamento frente a ambientes diversos é um ponto focal).

8) *Deep learning* tem “fome de dados”. Conforme Marcus, ao contrário dos seres humanos, que conseguem, de forma (ao menos aparentemente) simples, representar diversas relações abstratas, as redes profundas dependem de milhares (ou mesmo de milhões) de exemplos durante o seu treinamento. Assim, no *deep learning*, há a necessidade de uma quantidade por vezes muito grande de dados, os quais nem sempre estão disponíveis.

9) *Deep learning*, até agora, não é suficientemente transparente. Chegamos, aqui, em um ponto de especial interesse no contexto do presente ensaio: o problema da caixa preta nas redes neurais em geral, e nas redes neurais “profundas” em particular.

Marcus nos lembra que os sistemas atuais de *deep learning* podem chegar a ter, em alguns casos, bilhões de parâmetros, identificáveis não por rótulos tradicionais da ciência da computação (tais como “primeira\_letra\_da\_palavra” ou “fraseFinal”), mas apenas em função de sua posição relativa em uma topologia de rede complexa (como, por exemplo, um valor que sinaliza que o  $i$ -ésimo neurônio da  $j$ -ésima camada no  $k$ -ésimo módulo da rede está ativo). Avanços animadores nessa área têm sido feitos (ver mais adiante), mas, no geral, é possível afirmar categoricamente que o problema da caixa preta em redes profundas é ainda particularmente relevante e de especial interesse filosófico.

10) Por fim, o desenvolvimento de sistemas de *deep learning* robustos e confiáveis, com a concomitante garantia de performance, é bastante difícil até agora. Essa consideração decorre naturalmente, segundo Marcus, da conjunção de todas as limitações e dificuldades técnicas que vimos acima, associadas aos sistemas de *deep learning*<sup>18</sup>.

Ainda conforme Marcus, temos sido relativamente bem-sucedidos na aplicação de redes neurais a problemas de “percepção”, enquanto deixamos ainda muito a desejar no que tange à simulação de processos de inferência e abstração. Enquanto no cérebro tudo decorre, em última instância, da operação de redes neurais, isso claramente não se reflete nas práticas tecnológicas contemporâneas. Uma forma de se contornar esse problema, ao menos temporariamente, envolveria a implementação combinada de modelos de redes neurais com sistemas clássicos de computação (em termos mais específicos, aqueles sistemas historicamente associados à assim chamada escola GOFAI<sup>19</sup>). É importante notar que essa proposta se harmoniza com a visão mais ampla de Marcus, o qual imagina os avanços da inteligência artificial culminando, a longo prazo, na efetiva criação de uma AGI<sup>20</sup>. Não obstante, outros autores<sup>21</sup> postulam que as técnicas de *deep learning*, por si mesmas, já dão conta de muitas das operações que eram, anteriormente, executadas de forma quase que exclusiva pelos algoritmos da linha GOFAI, sendo a última inclusive menos eficiente e justificadamente obsoleta.

Se enfocarmos este debate sob o ponto de vista do problema da caixa preta, podemos ver que uma revitalização da linha GOFAI, combinada com *deep learning*, talvez reduzisse<sup>22</sup> algumas das lacunas anteriormente enfatizadas. Isso se daria devido ao fato do funcionamento dos algoritmos GOFAI ser conhecido em maiores detalhes, havendo menos problemas de interpretação referentes às representações internas, ao contrário do que ocorre com as redes profundas. Para colocar de outra forma, através dessa síntese uma parcela maior do sistema como um todo seria menos “opaca”, na medida

18 Talvez haja, aqui, um outro nicho filosófico a ser explorado, no que tange à conexão entre o estudo do método e a filosofia da tecnologia.

19 GOFAI ou *Good Old-Fashioned Artificial Intelligence*, em inglês.

20 AGI ou *Artificial General Intelligence*.

21 O debate em questão iniciou-se imediatamente após a divulgação do trabalho de Marcus (2018). Ver, por exemplo, a argumentação apresentada em: <https://medium.com/syncedreview/gary-marcuss-deep-learning-critique-triggers-backlash-62c137a47836>.

22 Cabe aqui a ressalva de que este é um ponto ainda muito polêmico e acirradamente debatido pelos profissionais da área tecnológica.

em que certas redes fossem substituídas por algoritmos mais transparentes à nossa análise. O problema também poderia ser reduzido com a elaboração de novos métodos de interpretação da funcionalidade dessas redes, como pretendo apontar nos parágrafos seguintes.

Recordemos a breve ficção que apresentei lá bem no início deste texto. Se você está pensando que uma máquina dessas existe apenas na ficção científica, então você está totalmente certo(a). Na verdade, esse é um cenário provavelmente ainda muito distante, principalmente aquela parte que diz respeito à cura do câncer em casa (ou assim quero crer). Máquinas que preparam o seu café (ou que acendem luzes, ou que mudam o canal da televisão) por comando de voz, por outro lado, já são uma realidade. Vamos visualizar agora uma outra situação, um pouco distinta.

Uma cientista computacional apresenta duas fotos para uma máquina dotada de um certo tipo de inteligência artificial: primeiro, a foto de uma bandeja contendo um cachorro-quente e alguns acompanhamentos tradicionais, e em seguida a foto de uma bandeja contendo pedaços de cenoura, tomates e outras iguarias vegetarianas. Junto com a apresentação de cada foto, é feito o seguinte questionamento: *Esta é uma refeição saudável?* Após analisar a primeira foto, a máquina responde: “não”. O cachorro-quente, para a máquina, não é uma refeição saudável. Mas por que, exatamente? Até há bem poucos anos atrás, a cientista computacional já ficaria completamente satisfeita com a resposta simples, binária, oferecida pela máquina: sim ou não. Mas avanços recentes na área apontam ser bastante desejável que a máquina apresente suas razões quando indagada sobre a sua escolha, de modo análogo ao que os humanos costumam fazer. No nosso exemplo, a máquina oferece, sem maiores problemas, uma justificativa por escrito: “[...] porque é um cachorro-quente com muitos acompanhamentos”. Como se isso não bastasse, a máquina apresenta uma réplica da foto original, apontando o cachorro-quente e os demais itens supostamente prejudiciais à saúde, como por exemplo as famigeradas batatas fritas. Após analisar a segunda foto, o programa responde: “sim”. Sim, os vegetais são saudáveis (embora sejam menos gostosos). A máquina na verdade não disse isso, ela não conhece (ainda) o gosto dos alimentos. Nas palavras da máquina, a refeição da segunda foto pode ser considerada saudável “[...] porque contém uma variedade de vegetais sobre a mesa”. E a máquina ainda aponta, na foto, com muito orgulho, os vegetais por ela identificados. *Essa linha de pesquisa recente, na qual a máquina não apenas reconhece os objetos em uma imagem (e não apenas responde a um questionamento sobre essa imagem), mas de fato oferece razões convincentes para a sua escolha é, para dizer o mínimo, bastante instigante.*

Ao contrário do fictício “Alexo 2049”, o sistema computacional que *justifica* sua resposta foi de fato concebido, desenvolvido e testado: Park *et al.* (2018) propuseram o que chamam de uma abordagem multimodal para modelos explicativos, por meio da qual redes neurais treinadas com bancos de imagens oferecem uma justificativa textual para o resultado oferecido e ainda apontam, na imagem, indícios que corroboram a

decisão tomada (daí o termo multimodal: modelos anteriores apenas faziam uma coisa ou outra). O exemplo acima foi adaptado desse artigo. Também existem outros sistemas, descritos na literatura técnica, que são capazes de feitos similares, e que merecem assim uma análise futura mais detalhada.

## 4 Considerações finais

São inegáveis os benefícios concretos à sociedade contemporânea que têm resultado dos avanços associados ao *deep learning*. Existem, entretanto, sérios riscos envolvidos, e a investigação desse grave problema tem sido encarada com muita seriedade, tanto por filósofos da ética quanto por filósofos envolvidos com o estudo crítico da inteligência artificial. Um exemplo pertinente, que cabe aqui destacar, é a preocupação com uma suposta ameaça à civilização global decorrente do eventual desenvolvimento de uma AGI que de longe supere muitas das capacidades humanas<sup>23</sup>. Este é um tema correlato de particular interesse na atualidade, mas que seria objeto de outro ensaio filosófico.

Qual o impacto que a inteligência artificial tem, em sua forma mais sofisticada, sobre o empreendimento científico? Antes de tudo, sustento que a adoção, por parte da comunidade científica, de processos parcial ou completamente automatizados de organização e análise de dados, representa um distanciamento perceptível com respeito à prática científica mais tradicional, ou seja, daquela forma de se fazer ciência que vigora já há diversos séculos. O maior problema é que a complexidade crescente dos sistemas computacionais de inteligência artificial transforma esses sistemas em caixas pretas cada vez mais opacas, mais e mais resistentes à compreensão humana desassistida. A automação das máquinas termina jogando amplas sombras sobre passos intermediários vitais relacionados ao processamento e à interpretação de dados empíricos, dentre outros aspectos correlatos à prática da ciência<sup>24</sup>.

Meu principal objetivo, aqui, foi antes de tudo realizar uma abordagem largamente exploratória e preliminar sobre a temática, refletindo brevemente sobre o impacto que os desenvolvimentos mais recentes em aprendizado de máquina (com ênfase em *Deep learning*) podem ter sobre nossa compreensão de como pelo menos parte da ciência deve funcionar, e aproveitando para apontar algumas vias interessantes de investigação. Em um tom positivo, estou inclinado a acreditar que desenvolvimentos a curto e médio prazo irão muito provavelmente nos brindar com melhores ferramentas formais para a investigação e compreensão do funcionamento interno de implementações relativamente pouco complexas de redes neurais e de outros dispositivos estruturalmente elaborados

---

<sup>23</sup> É importante notar que isso não tem necessariamente relação com o tradicional problema da consciência na filosofia da mente: mesmo uma máquina sem “mente”, mas dotada de capacidades sofisticadas de lidar com o mundo, e que tenha suficientes poderes, pode fazer muitos estragos.

<sup>24</sup> Um exemplo radical, mas claramente especulativo, seria o eventual surgimento de um verdadeiro “teórico artificial”, capaz de fazer inveja aos cientistas mais habilidosos. A humanidade passaria a colher os frutos do “progresso” científico de forma automática e acelerada. É evidente que esse tema aponta novamente para a questão das AGIs, anteriormente mencionada.



de inteligência artificial. Uma linha importante de investigação, sugiro, é justamente aquela na qual se busca construir sistemas capazes de justificar as suas respostas, a exemplo da rede profunda que consegue indicar quais alimentos são saudáveis e quais são prejudiciais à saúde humana. Isso deve, mesmo que temporariamente, aliviar algumas de nossas preocupações mais prementes, tais como questões de validação de modelos e de confiança no resultado de uma determinada investigação científica.

Independentemente dos avanços acima indicados, *eu sugiro que o rápido incremento na complexidade das estruturas em pauta*, o qual é diretamente motivado pelo acúmulo verdadeiramente exponencial de dados brutos, e assistido por um crescimento acelerado nas capacidades computacionais, *poderá acabar se manifestando como uma lacuna epistemológica no centro da paisagem que compõe o método científico como atualmente o compreendemos*. Lacuna essa que, possivelmente, venha a se manifestar somente para nós, e não para inteligências artificiais futuras, cujas capacidades cognitivas poderão estar além de nossa compreensão. Mas posso estar sendo um pouco dramático. Seu café, hoje, é com ou sem açúcar?

## Referências bibliográficas

ANDERSEN, H.; HEPBURN, B. Scientific method. In: ZALTA, E (org). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2016 Edition). Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2016/entries/scientific-method/>>.

BRYNJOLFSSON, E.; MITCHELL, T. What can machine learning do? Workforce implications. *Science*, v. 358, n. 6370, p. 1530-1534, 2017.

CASTELVECCHI, D. The black box of AI. *Nature*, v. 538, p. 20-23, 2016.

GOODFELLOW, I. J.; SHLENS, J.; SZEGEDY, C. Explaining and harnessing adversarial examples. arXiv preprint, *arXiv*: 1412.6572v.3, stat.ML., 2015.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep learning*. Cambridge, Mass.: MIT press, 2016.

LERER, A.; GROSS, S.; FERGUS, R. Learning physical intuition of block towers by example. arXiv preprint, *arXiv*: 1603.0131, cs.AI., 2016.

MARCUS, G. Deep learning: a critical appraisal. arXiv preprint, *arXiv*:1801.00631, cs.AI., 2018.

PARK, D.H.; HENDRICKS, L.; A., AKATA, Z; ROHRBACH, A.; SCHIELE, B.; DARRELL, T.; ROHRBACH, M. Multimodal explanations: justifying decisions and pointing to the evidence. arXiv preprint *arXiv*: 1802.08129v1, 2018.

PEARL, J. *Causality: models, reasoning, and inference*. New York: Cambridge University, 2000.

PRICE, W. N. Big data and black-box medical algorithms. *Science Translational Medicine*, n. 10, 2018.

SCHMIDHUBER, J. Deep learning in neural networks: an overview. *Neural Networks*, v. 61, p. 85-117, 2015.

SU, J.; VARGAS, D. V.; KOUICHI, S. One pixel attack for fooling deep neural networks. arXiv preprint, *arXiv*: 1710.08864v1, cs.LG., 2017.

SZEGEDY, C.; ZAREMBA, W.; SUTSKEVER, I.; BRUNA, J.; ERHAN, D.; GOODFELLOW, I. J.; FERGUS, R. Intriguing properties of neural networks. arXiv preprint, *arXiv*: 1312.6199v4, cs.AI., 2014.

THAGARD, P. Philosophy and machine learning. *Canadian Journal of Philosophy*, v. 20, n. 2, p. 261-276, 1990.

## MÉTODO CIENTÍFICO: UM BARCO DE EMPIRIA NUM OCEANO DE FILOSOFIA

**Gustavo Arja Castañon**

Universidade Federal de Juíz de Fora

É comum ouvirmos e lermos sobre Ciência e Filosofia como se fossem duas formas completamente distintas de alegação de conhecimento, principalmente quando quem está falando ou escrevendo sobre elas são cientistas naturais. Por outro lado, nas ciências humanas não é incomum lidarmos com aqueles que não tem qualquer ideia da distinção entre ciência social e especulação teórica.

Apesar de me opor frontalmente à interpretação de ciências humanas defendida por esse segundo grupo e me alinhar àqueles que consideram que só a pesquisa quantitativa, quando adequadamente realizada, deveria ser classificada como ‘científica’, procurarei chamar a atenção neste trabalho para o fato de que a Ciência Moderna, quando bem estruturada e praticada, é na maior parte do tempo muito mais uma atividade filosófica do que empírica.

### **A pesquisa quantitativa**

O público leigo, assim como muitos cientistas, está acostumado a pensar na pesquisa científica como o ato de recolher dados e tratá-los estatisticamente. Mas, quer estejamos executando uma pesquisa descritiva quer uma experimental, o fato é que sete de nove etapas do ciclo normal de pesquisa são totalmente não-empíricas.

A começar pelo ponto de partida e de chegada de toda atividade científica, a criação de uma teoria. A segunda etapa, a formulação da hipótese ou dedução de predição empiricamente testável de uma teoria, é também atividade filosófica. A definição operacional das variáveis é, ela mesma, uma atividade teórica delicada e sempre sujeita a

críticas teóricas. Da mesma forma a quarta etapa, a escolha do delineamento da pesquisa. Na quinta etapa, escolhemos com base em avaliação não-empírica o instrumento que coletará os dados. Finalmente, na sexta etapa entramos em contato com alguma empiria, pois temos que avaliar empiricamente a adequação do instrumento escolhido para recolher os dados. Na sétima, executamos aquilo que a maioria das pessoas acredita resumir a própria atividade científica, a coleta de dados empíricos sobre o fenômeno investigado. Mas como os dados não falam por si, eles serão submetidos à oitava etapa, que é a análise estatística, um ramo da matemática, é claro, não-empírico. Por fim, na nona etapa, essa análise estatística será ela mesma interpretada e analisada filosoficamente em suas implicações para a teoria testada e as teorias concorrentes, eventualmente modificando-as e recomeçando o ciclo da ciência.

Abaixo segue uma representação gráfica deste ciclo, para oferecer uma visão geral daquilo que mais detalhadamente abordarei nos itens seguintes.

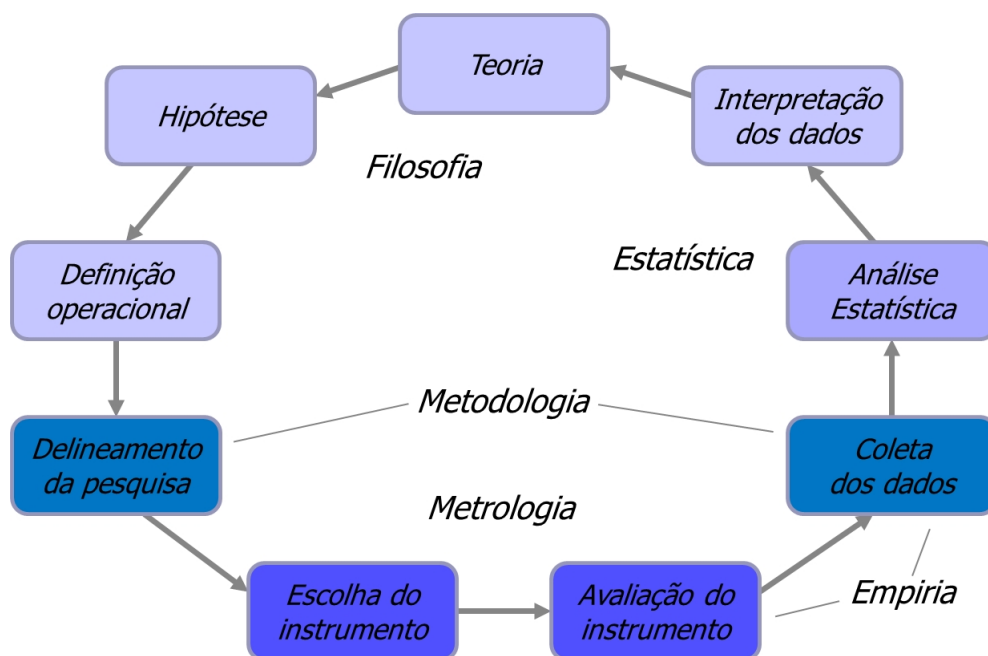


Figura 1: Modelo de processo geral de investigação científica

## 1 Construção de teorias

Considerado de forma geral, o método científico, baseado no método hipotético-dedutivo, é a materialização de um círculo infinito entre teoria, dedução de uma consequência, teste da dedução, confirmação ou reformulação da teoria. Seja quando a pesquisa que está sendo conduzida tem o objetivo de descrever um problema, seja quando tem o objetivo de testar uma hipótese, ela nasce de uma fundamentação teórica.

Essa é a mais evidente das atividades não empíricas que são fundamentais à ciência. Explicar um conjunto de dados que são tomados como fatos significa oferecer uma série

de princípios que o teriam necessariamente causado, caso verdadeiros (ou ao menos gerado as condições de sua existência) (CASTAÑON, 2019).

Para grande parte da ciência atual, são as disciplinas filosóficas que têm o epíteto de “teóricas”, como a Física Teórica e a Psicologia Teórica (CASTAÑON, 2012). Seu trabalho fundamental é construir teorias que apresentem consequências empiricamente testáveis, ou descobri-las em teorias existentes.

Christensen-Szalanki e Beach (1983), nos anos oitenta, criticaram duramente a publicação de comentários teóricos a artigos em Psicologia. Deixando de lado o fato de que seu próprio artigo era um comentário teórico a artigos em Psicologia, gostaria de chamar aqui a atenção para a resposta de André Kukla, que os lembrou que a necessidade de investigar novas questões de fato só surge quando nós já temos uma teoria bem articulada que nos direcione a atenção a detalhes específicos. Sem isso, nossos artigos se assemelhariam a contas de lavanderia e listas de mercado. Quando a teoria não exerce um papel seletivo, nossas atividades de coleta de dados são um exercício de jornalismo desinteressante ou até mera contabilidade (KUKLA, 1989, p. 792). Caso tivessem lido a obra de Platão, de dois mil e quinhentos anos, ou de Kant, de duzentos e trinta, ou ainda de Popper, de noventa, Szalanki e Beach poderiam ter apresentado alguma crítica mais sólida.

## 2 Formulação de hipótese testável

Depois da criação de novas teorias, a essência da inspiração científica é o engenho em imaginar formas de testar consequências de teorias já existentes. Encontrar, numa teoria científica, ou mesmo numa teoria até então puramente especulativa, novas consequências testáveis, é uma tarefa que requer imaginação e criatividade. A execução do experimento e tratamento dos dados são os 99% de transpiração aos quais se referiu Einstein. O um por cento de inspiração em Ciência, é Filosofia.

Confirmar ou refutar uma predição é trabalho empírico, mas obter essa predição testável é trabalho filosófico, uma aplicação criativa do método dedutivo. Em Física Teórica, constata novamente Kukla (1989), a derivação de uma nova consequência empírica de uma teoria é considerada um importante desenvolvimento científico, mesmo que naquele momento ninguém ainda saiba como operacionalizar o teste dessa consequência.

A predição na Ciência Moderna tem a forma de *prova condicional*. Nessa, mostramos que uma determinada relação condicional (se I então R) está implicada nas premissas. Na Ciência, na teoria científica a ser testada. Para isso usamos as regras de inferência da lógica proposicional.

Em última análise, todas as regras de inferência são derivadas dos três princípios básicos da lógica clássica: os princípios da identidade, da não-contradição e do terceiro excluído. Destes derivamos algumas outras regras de inferência simples, como o modus ponens (se P então Q, P, logo, Q), o modus tollens (se P então Q, não Q, logo, não P), a

simplificação ( $P \text{ e } Q, \text{ logo, } Q$ ), a conjunção ( $P, Q, \text{ logo, } P \text{ e } Q$ ), a adição ( $P, \text{ logo, } P \text{ ou } Q$ ), a disjunção ( $\text{ou } P \text{ ou } Q, \text{ não } P, \text{ logo, } Q$ ), a cadeia ( $\text{se } P \text{ então } Q, \text{ se } Q \text{ então } R, \text{ logo, se } P \text{ então } R$ ), a transposição ( $\text{se } P \text{ então } Q, \text{ logo, se não } Q \text{ então não } P$ ), a dupla negação ( $P, \text{ logo, não não } P$ ) e a lei de De Morgan ( $\text{não é fato que } P \text{ e } Q, \text{ logo, é fato que ou não } P \text{ ou não } Q$ ).

Uma predição bem construída, embora geralmente não traga explícitas todas as etapas da inferência de sua “conclusão” a partir das premissas aceitas (a teoria sendo testada), deve em tese ser suficientemente clara para que possa ser formalizada de modo a demonstrar que, em todas as suas etapas, a aplicação de uma regra de inferência foi a responsável pela passagem a próxima etapa. Se ao tentar formalizar uma predição não conseguimos determinar que regra de inferência foi usada para passar de uma premissa a uma conclusão (intermediária ou final), descobrimos que ela não testa de fato a teoria em questão (é uma falsa inferência, não tem valor lógico).

Se, no entanto, determinamos que uma predição  $P$  é uma consequência necessária das premissas assumidas, teríamos nela um teste legítimo das premissas (da teoria). Caso verificada a predição, no teste, ela acumula uma corroboração, caso não verificada, uma falsificação.

O argumento condicional é particularmente importante para a ciência, pois todas as predições empíricas derivadas de uma teoria têm essa forma. Ou seja, uma predição empírica derivada é um argumento que prova que, se aquela teoria é verdadeira (conjunto de premissas  $P$  e  $Q$ ), então dadas as condições iniciais  $I$ , o resultado  $R$  é necessário (ou seja, “se  $I$  então  $R$ ” é consequência das premissas).

Na Psicologia Teórica, por exemplo, a disciplina da Inteligência Artificial está sempre derivando novas consequências testáveis, sendo um campo puramente teórico de construções de modelos sobre as aptidões cognitivas humanas, praticamente uma lógica aplicada. Os programas que são construídos de maneira puramente teórica para serem implantados em máquinas, se tornam modelos com consequências testáveis que precisam passar por experimentos com sujeitos humanos para se tornarem teorias científicas psicológicas.

### **3 Definição operacional**

O objetivo da Ciência é encontrar leis que rejam a relação entre ao menos dois fenômenos. Esses fenômenos são expressos por variáveis. Uma variável é qualquer tipo de evento que tenha ao menos dois valores. Uma hipótese testável faz a previsão de que se alterarmos a variável independente num experimento (por exemplo, nível de álcool no sangue), a variável dependente (tempo de reação) será alterada na medida da relação prevista.

O problema é que a maioria de variáveis na ciência natural, e praticamente a totalidade delas nas ciências humanas, não são diretamente observáveis. Na Psicologia,

por exemplo, esse problema é estrutural. Inteligência, medo, raiva, *stress*, autoestima, dor, são todas variáveis fundamentais para a compreensão do ser humano e, ao mesmo tempo, não tem como ser mensuradas diretamente.

Quando medimos medo, o que de fato estamos medindo? Aumento de sudorese? De condutância na pele? De batimentos cardíacos? Através de que instrumentos? Chamamos de *definição operacional* a definição de uma variável como “medo” em termos das operações ou técnicas usadas para medi-la ou manipulá-la.

Se não definirmos operacionalmente uma variável, não podemos estudá-la empiricamente. Em outras palavras, se não traduzirmos o conceito abstrato de uma variável em operações específicas, não poderemos manipulá-la ou medi-la. Só que essa definição é uma tarefa teórica delicada, e deve ser justificada adequadamente. Chamamos de “validade de constructo” o nível de adequação de uma definição operacional ao verdadeiro significado teórico de uma variável. Não podemos simplesmente dizer que condutância da pele é uma boa medida de medo sem boa justificativa teórica. De fato, más definições operacionais (sem validade) inutilizam qualquer pesquisa científica, e nenhuma definição operacional, por melhor que seja, estará imune a críticas. Tanto as tarefas de definir quanto as de criticar a definição são tarefas filosóficas.

A tarefa da definição operacional esbarra ainda numa questão mais profunda, que é a imprecisão conceitual presente em algumas teorias científicas, seja por falha teórica, seja por se tratarem de conceitos irreduzíveis ou “primitivos” (KUKLA, 2001) como “energia” ou “consciência” (CHOMSKY, 1981). Assim, antes de nos perguntarmos como definir operacionalmente uma variável, precisamos nos perguntar se o conceito expresso nessa variável está bem definido, o que é, também, uma atividade filosófica, desta vez, básica.

Da mesma forma, é filosófica a tarefa de redução de conceitos a outros conceitos. Em qualquer estrutura teórica, chegamos a conceitos primários que não podem mais ser definidos em termos de outros mais básicos. Um exemplo clássico disso são os conceitos de massa e de energia em Física. Podemos definir massa em termos de energia ( $E=mc^2$ ), mas, igualmente só podemos definir energia através do conceito de massa.

#### **4 Escolha do delineamento da pesquisa**

A escolha do tipo de pesquisa que será usada para testar uma hipótese depende não só do tipo de fenômeno investigado, mas do tipo de hipótese que se tem sobre ele, seus limites, e principalmente a reflexão quanto às limitações e potencialidades do teste utilizado. É uma tarefa teórica.

As disciplinas das ciências sociais, que têm objetos complexos e refratários à observação, definição e mensuração, não raro cedem à sedução de “métodos” exóticos que, quando muito, são meros meios de exploração de um problema novo. Mas a Ciência Moderna se caracteriza pela quantificação, pela matematização da experiência.

Quando ainda estamos na fase de descrever melhor um problema, lançamos mão de métodos descritivos de investigação. Quando já temos uma hipótese a testar sobre uma relação causal, lançamos mão do experimento.

Ainda assim é muito comum a aplicação equivocada de métodos a determinados problemas. O mais comum desses erros em ciências humanas é o uso de métodos descritivos, particularmente os estudos de correlação, como testes de hipóteses causais. Quando usamos estudos de correlação eles não testam relações de causa e efeito, mas somente descrevem variáveis que estão correlacionadas, ou seja, variam juntas e, portanto, devem ser investigadas juntas. Mas esses estudos não indicam a direção dessa relação e nem a sua natureza. Se  $x$  está correlacionado com  $y$ ,  $x$  pode causar  $y$ ,  $y$  pode causar  $x$ ,  $w$  pode causar  $x$  e  $y$ , e ainda  $x$  e  $y$  podem estar em relação retroalimentativa circular. Poderíamos ilustrar o problema com um estudo que hipoteticamente determinasse uma correlação positiva alta entre longevidade e consumo de algas. A tendência muitas vezes é o pesquisador concluir que algas causam longevidade, mas pode ser que quanto mais velhos mais sintamos necessidade de comer algas, que a vida em ilhas onde a alga é abundante seja tranquila e saudável e, portanto, cause os dois, ou ainda que a longevidade e o consumo de algas seja retroalimentativo.

Mas mesmo o teste de hipóteses causais esbarra em várias limitações para a consecução de experimentos clássicos. Estes últimos se caracterizam pelo controle das variáveis relevantes, manipulação da variável independente, mensuração da variável dependente e amostra representativa e aleatoriamente distribuída. No entanto, na maioria das hipóteses a serem testadas em ciências humanas e, também, biológicas, não podemos controlar todas as variáveis relevantes, ou manipular a variável independente, ou ainda garantir a aleatoriedade e a representatividade da amostra. Estes limites podem ser devidos à impossibilidade física de manipulação de uma variável (por exemplo, uma órbita em Astronomia), à impedimentos éticos (teste de medicamentos perigosos em seres humanos) ou econômicos (construção de grandes aceleradores de partículas). Se continuamos querendo nestes casos testar uma hipótese de relação de causa e efeito, mantemos o desenho mais parecido possível com o experimento clássico, escolhendo um dentre vários métodos quase-experimentais, arcando, no entanto, com as consequências derivadas dessa limitação para a segurança das conclusões.

Escolher o melhor desenho experimental (pós-teste; pré-teste e pós-teste; medidas repetidas; multinível ou fatorial) ou ainda o mais adequado desenho quase-experimental (longitudinal; transversal; sequencial; experimento de sujeito único ou pré-pós teste sem grupo controle equivalente) para testar uma hipótese, entendendo as limitações derivadas para a conclusão, é uma tarefa teórica bastante sofisticada.



## 5 Escolha de instrumentos de medição

A escolha de que instrumentos de medida serão usados para recolher os dados da pesquisa está condicionada pela definição operacional dada. Ainda assim, mesmo que se tenha definido medo como algum parâmetro de ritmo de batimento cardíaco e sudorese, o instrumento escolhido para recolher esses dados pode variar, e essa escolha terá que ser justificada teoricamente (pode-se, por exemplo, escolher para medir o nível de sudorese um medidor galvânico de resistência da pele ou microamperímetro digital).

A disciplina que investiga o problema da medição na ciência se chama Metrologia. Esta nasceu e se desenvolveu no contexto das ciências mais antigas, que, graças a ela, são chamadas de exatas (SILVA; BIANCHI, 2001). Conhecemos essa disciplina mais pelo nome de suas aplicações específicas em cada ciência. Estas têm seus próprios problemas específicos com as medidas e instrumentos de mensuração que utiliza. Na Psicologia, temos a Psicometria, na Biologia a Biometria; na Economia a Econometria, na Arqueologia a Arqueometria (datação por carbono 14), na Sociologia a Sociometria.

Embora as decisões sobre instrumentos de medição sejam muito técnicas, não envolvem ainda acesso a novos dados empíricos. Ou são baseadas num histórico de fidedignidade e validade do instrumento escolhido, ou o precisam gerar através de um sexto passo, que é o de testar, antes do teste de hipótese propriamente dito, a própria fidedignidade e validade do instrumento a ser utilizado.

## 6 Avaliação dos instrumentos de medição

Finalmente, neste sexto passo, entramos em contato com novos dados empíricos. Mas nem sempre essa etapa é realizada. Ela só é necessária quando ainda não existem testes confiáveis da adequação dos instrumentos escolhidos para recolher os dados sobre a variável que está sendo investigada.

Um instrumento adequado deve oferecer uma medida fidedigna, ou seja, que se revele consistente e estável ao longo do tempo. Em outras palavras, toda vez que medir uma variável nas mesmas condições, deve apresentar medidas muito próximas, sem variações razoáveis (toda vez que um cronômetro marcar um giro completo de uma roda gigante ligada na mesma potência apresentará resultado com mínima margem de erro, sendo mais fidedigno que uma ampulheta).

Há vários meios de mensurar essa fidedignidade, como o coeficiente de correlação produto-momento de Pearson, onde obtemos dois escores da mesma medida de muitos indivíduos e, se a medida for fidedigna, eles serão muito próximos e a correlação positiva muito forte. Podemos ainda aplicar o teste-reteste, medindo os mesmos indivíduos em dois momentos distintos, e a fidedignidade das metades, onde testamos a correlação entre o escore total do indivíduo na primeira metade do teste e seu escore total na segunda metade do teste (COZBY, 2006).

Assim como mensuramos a fidedignidade do instrumento de medição, também podemos testar a sua validade. Ou seja, não o quanto ele é consistente consigo mesmo (fidedignidade), mas o quanto ele corresponde à variável que pretende medir (validade de constructo). Embora em sua maior parte isso seja meramente teórica e sempre sujeita a crítica, a avaliação pode também envolver a comparação empírica com outra medida que seja bem estabelecida da mesma variável. Pode ainda comparar a própria variável medida com outra bem estabelecida na relação com o conceito em questão (condutância da pele é boa preditora de medo se também pode prever aumento de batimento cardíaco, que sabemos que é bom preditor de medo). Chamamos isso de “validade convergente”, e obviamente só podemos fazer esse tipo de pesquisa quando temos bem estabelecida outra variável que se correlaciona fortemente com o fenômeno em questão.

## **7 Coleta de dados**

Finalmente na sétima etapa da investigação científica vamos ao mundo perguntar o que ele acha de todo nosso conjunto de teorias, hipóteses e pressuposições, mas só obtemos de volta descrições de dados empíricos que precisam ser quantificadas e analisadas.

## **8 Análise dos dados**

Os dados não falam sozinhos. Temos que trabalhá-los estatisticamente tentando extrair deles correlações fortes entre variáveis ou testes de confirmação de hipótese num determinado nível de significância. E essa análise estatística é totalmente não empírica. A análise estatística é uma ciência formal.

## **9 Interpretação dos dados**

A análise estatística só revelará correlações entre variáveis ou o nível de significância da confirmação ou refutação de uma hipótese. A avaliação do significado dessa análise, no entanto, é uma atividade teórica razoavelmente sofisticada, que envolve não só a interpretação do significado deste resultado em relação à teoria testada, mas também às teorias competidoras.

Não é raro lermos afirmações inadequadas sobre o significado de muitas pesquisas de correlação, como já antevemos aqui. Como exemplo agora, gostaria de lembrar a bastante comum extrapolação do significado de pesquisas de neuroimagem, que indicam que na execução de determinada tarefa y a área x está mais ativada. A conclusão de que o cérebro causou todo o processo é imediata, por conta dos pressupostos ontológicos assumidos. Mas a pesquisa não indica isso. Ela pode significar tanto que x causou y quanto que a decisão de executar a tarefa y causou a ativação de x. Essa decisão pode se

dar na área  $w$ , ou não. O processo todo, além de ter um início nebuloso, ainda é, muito provavelmente, retroalimentativo. Uma prova de relação de causa e efeito nesse caso deveria ser exclusivamente experimental: manipular a ativação específica de uma área cerebral para testar se ela provoca certo tipo de processo cognitivo (CASTAÑON, 2012). Uma questão, no entanto, restaria: como se dá a ativação quando não provocada artificialmente? Ou seja, a avaliação da adequação das interpretações dos dados estatísticos é uma questão teórica bastante complexa. E ela nos levará necessariamente de volta ao ponto de partida, que é o julgamento da teoria que gerou a hipótese com sua possível reconstrução.

## **Outras tarefas filosóficas na ciência moderna**

A investigação teórica na Ciência não se resume ao próprio processo de pesquisa empírica. Há outras tarefas filosóficas não necessariamente integradas a uma pesquisa empírica específica, que são praticadas todo tempo pelas contrapartes teóricas das ciências (Física Teórica, Psicologia Teórica, Biologia Teórica).

### **a) Identificação de pressupostos**

Muitas vezes, os pressupostos (teses assumidas sem prova ou teste como verdadeiras) assumidos por uma teoria, hipótese ou mesmo técnica de pesquisa, estão mascarados, ou o que é pior, simplesmente não foram percebidos por aqueles que a criaram ou defendem (estão implícitos). Como exemplo da importância desse tipo de investigação teórica, podemos dar o exemplo da comparação da explicitação de pressupostos de qualquer teoria científica que se declare “científica”, com os pressupostos da própria Ciência. A demonstração de que um dos pressupostos de uma teoria é incompatível com os pressupostos fundamentais da Ciência (realismo, otimismo epistemológico, lógica, naturalismo, regularidade do objeto e representacionismo) exclui esta teoria de seu campo (embora não prove sua falsidade). Ainda, podemos descobrir que alguns pressupostos de uma teoria são incompatíveis entre si, além de ajudar pesquisadores a avaliar o nível de sua adesão pessoal a determinado programa de pesquisa (LAKATOS, 1974), por discordar ou concordar com seus pressupostos (CASTAÑON, 2012).

### **b) Inovação conceitual**

Uma teoria é construída com os tijolos dos conceitos. Você pode construir uma teoria com os tijolos já existentes ou fabricar novos. Quando faz a segunda coisa está inovando conceitualmente. Por outro lado, você pode desconstruir completamente um castelo teórico e ainda assim aproveitar suas pedras conceituais para construir um novo. Kukla (1989) lembra que apesar de as hipóteses de Copérnico terem sido refutadas, o arcabouço conceitual usado para expressá-las prevaleceu por séculos. Ainda ilustrando

a importância da tarefa de inovação conceitual na Ciência, lembro que a identificação e resolução de problemas conceituais em abordagens psicológicas, assim como o trabalho de comparação entre conceitos correlatos em diferentes estruturas teóricas com vista à unificação do conhecimento psicológico, é um trabalho central para a Psicologia Teórica, mais do que para qualquer outra disciplina científica teórica (CASTAÑON, 2008).

### **c) Identificação de dados empíricos que refutam hipótese corroborada**

Na Ciência muitas vezes uma hipótese testada e corroborada já se encontra falsificada por dados que vem de outras disciplinas ou do conhecimento cotidiano ordinário. Em 1957, numa simples resenha comentando o "*Verbal behavior*" de Skinner, Chomsky (1967) lembrou que a criança emite, de forma perfeitamente adequada às regras da língua materna, sentenças inéditas ou nunca antes ouvidas, muito menos reforçadas. Essa é uma observação da vida cotidiana que em tese refuta a teoria skinneriana de que o comportamento verbal é resultado de condicionamento operante. Outra é a superregularização (aplicação de regras de flexão a verbos ou substantivos irregulares), quando a criança pronuncia insistentemente, apesar das punições, palavras que nunca ouviu (como "quando eu eva pequenininha" ou "o girafa casou com a girafa").

A tarefa de identificar que determinados fenômenos conhecidos refutam uma teoria estabelecida, apesar de parecer simples, é tão criativa e rara quanto a identificação de novas consequências empiricamente testáveis de uma teoria. Ela pode ser feita tanto num experimento quanto no sofá de casa. Requer inspiração e sagacidade, não trabalho empírico.

### **d) Análise de coerência**

Uma teoria ou mera hipótese científica precisa satisfazer duas condições para ser verdadeira. Primeiro, ela não pode implicar contradição. Segundo, tem que corresponder ao aspecto do mundo a que se refere. A primeira tarefa, a de analisar a coerência, deve ser anterior a segunda tarefa do teste empírico da correspondência ao mundo. E é uma tarefa meramente filosófica.

Portanto, antes de qualquer esforço empírico de teste de uma teoria, devemos submetê-la à análise lógica, para determinar se ela é inconsistente (ou seja, se contém contradição). Se pudermos demonstrar que a teoria T implica tanto a proposição P quanto a  $\neg P$ , então T está falsificada de forma mais segura que qualquer falsificação de natureza empírica. A falsidade de uma teoria inconsistente é uma necessidade lógica, definitiva e irrefutável. Já a falsificação empírica de uma teoria pode ser, ela mesma, falsificada (se mostramos que houve fraude na investigação, dados relevantes não considerados, objetos indevidamente mensurados etc.).

Uma análise de consistência de uma teoria ainda pode revelar várias outras fragilidades formais menos severas que a contradição. A primeira, já citada de passagem

aqui, são os entinemas, argumentos que tem premissas não expostas. Outro tipo de defeito em um argumento é a “petição de princípio”, mais conhecido na Ciência como “circularidade”, quando se assume nas premissas de forma mais ou menos mascarada o que se quer concluir. O terceiro tipo de defeito lógico em um argumento (portanto em uma teoria) é conhecido como regresso infinito (quando aquilo que é determinado por uma teoria como causa de um fenômeno requer um outro evento que o causou exatamente do mesmo tipo).

Outros problemas a serem identificados por uma boa análise de coerência, como lembra Kukla (2001), são a ambiguidade (uso do mesmo termo com significados variantes na mesma teoria), o *non sequitur* (conclusão que não segue das premissas, em outras palavras, a teoria não é contraditória, mas é inválida) ou a assunção de pressuposições fundamentais não independentes (quando são assumidas como pressuposições teses que dependem uma da outra).

O que há de comum nos defeitos lógicos acima é que eles não implicam necessariamente que a conclusão das teorias é falsa, mas que a teoria precisa ser reformada. Mas, considerado tudo, sabemos que isso não decide o jogo científico. Como lembrava Popper, um número infinito de teorias competidoras pode passar pelos rigores de uma análise de coerência. A partir daí, só a pesquisa empírica pode decidir entre as sobreviventes.

#### **e) Verdades logicamente necessárias**

Sempre há proposições explícitas ou implícitas de uma teoria que são fundamentadas logicamente porque se referem a necessidades lógicas ou verdades analíticas. A afirmação de que solteiros são homens não casados não precisa ser testada empiricamente porque seu valor de verdade se deduz da definição dos conceitos componentes da proposição, ou seja, é uma verdade analítica. Se eu afirmasse, no entanto, que “os solteiros chineses são em sua maioria pobres”, teríamos uma proposição que não pode ser decidida analiticamente, pois é sintética, ou seja, pretende afirmar uma verdade contingente. VLNs não devem ser investigadas empiricamente, identificá-las pode evitar esforços de pesquisa desnecessários. Mas tal desperdício de esforços é muito raro. Os principais objetivos relacionados à investigação dessas proposições é sua distinção das contingentes e a descoberta original de novas verdades necessárias.

#### **f) Experimentos mentais**

Outro método puramente filosófico usado pela Ciência Moderna, particularmente a Física Teórica, é o *experimento mental* (*thought experiment*). É largamente reconhecido que Einstein utilizou-o em todas as suas principais descobertas, que foram corroboradas empiricamente somente vários anos mais tarde. O experimento mental consiste em imaginar consequências empíricas de uma tese em uma situação peculiar, derivando

logicamente as consequências desta situação (imaginando extrair essa consequência a mesma estrutura de um experimento real).

Geralmente usamos experimentos mentais quando temos consequências empíricas deduzidas de uma teoria testável em essência, mas não na prática, pois no estado atual de nossa tecnologia nem sempre temos os instrumentos para realizar o experimento real. No entanto, em um experimento mental, o que já conhecemos do mundo aliado ao processo dedutivo parece mostrar de forma evidente qual seria seu resultado se executado (são exemplos a viagem na velocidade da luz de Einstein e o Gato de Schrödinger).

## 10 Conclusão

Ao contrário da imagem empiricista que se tem da Ciência Moderna, o que se revela ao considerarmos todos os passos de uma pesquisa empírica quantitativa é um mar de atividade teórica. É claro, entretanto, que o detalhe de perguntar em algum momento ao mundo o que ele acha de nossas teorias sobre ele é mais do que fundamental. Mesmo que ele só possa nos responder sim ou não. Essa resposta é o que de fato diferencia a Ciência da Filosofia.

Ainda assim estes dados são recolhidos à luz de um vasto complexo de estruturas teóricas: teorias, que inferiram consequências empíricas, que geraram definições operacionais, que se valeram de instrumentos construídos com teoria para recolher dados, que serão tratados estatisticamente, e, posteriormente, interpretados e analisados teoricamente.

Em tempos em que se questiona no Brasil a utilidade da Filosofia, não devemos nos concentrar no trabalho de explicar seu valor fundamental para a existência humana, muito além da mera utilidade. Num país de famílias endividadas e subempregadas, as pessoas que fazem essa pergunta não estão interessadas em respostas baseadas em valores não-utilitários. Mas temos a obrigação de, numa sociedade utilitarista e materialista, demonstrar que o ataque à Filosofia é parte do mesmo ataque à Ciência que tem por objetivo nossa redução como sociedade a uma colônia sem qualquer tipo de empreendimento nacional, pois mesmo a agricultura sem ciência não é possível hoje.

Não parece passível de questionamento a existência de uma grande quantidade de funções cumpridas pelas disciplinas teóricas filosóficas que são as contrapartes das disciplinas científicas tradicionais. Um olhar atento para a Ciência Moderna revela uma atividade que não é muito mais que uma caravela de empiria navegando num oceano de atividade teórica. É claro, entretanto, que essa caravela é fundamental. Sem ela, não chegamos a nenhuma terra firme.

## Referências bibliográficas

CASTAÑÓN, G. Filosofia como fundamento e fronteira da psicologia. *Revista Universidade Rural. Série Ciências Humanas*, v. 30, p. 10-18, 2008.

CASTAÑÓN, G. Filosofia da psicologia: uma taxonomia. In: ARAÚJO, S. (org.) *História e filosofia da psicologia: perspectivas contemporâneas*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2012, p. 187-221.

CASTAÑÓN, G. Possibilist explanation: explaining how possibly through laws. *Erkenntnis*, vol. 86, p. 835-852. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10670-019-00134-1>>.

CHOMSKY, N. A Review of B. F. Skinner's verbal behavior. In: FODOR, J.; KATZ, J. (orgs.) *The structure of language: readings in philosophy of language*. New Jersey: Prentice-Hall, 1967. p. 547-578.

CHOMSKY, N. *Regras e representações*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

CHRISTENSEN-SZALANKI, J.; BEACH, L. Publishing opinions: a note on the usefulness of commentaries. *American Psychologist*, v. 38, p. 1400-1401, 1983.

COZBY, P. *Métodos de pesquisa em ciências do comportamento*. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

KUKLA, A. Nonempirical issues in psychology. *American Psychologist*, v. 44, n. 5, p. 785-794, 1989.

KUKLA, A. *Methods of theoretical psychology*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2001.

LAKATOS, I. Falsification and the methodology of scientific research programs. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (orgs.). *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1974, p. 91-196.

SILVA, J.; BIANCHI, M. (2001). Cientometria: a métrica da ciência. *Paideia*, v. 11, n. 21, p. 5-10. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-863X2001000200002>>.

## CONCEPÇÕES SOBRE LÓGICA E MÉTODO CIENTÍFICO NO INÍCIO DA MODERNIDADE

Jorge Alberto Molina

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

### Introdução

Até o século XII, a Idade Média só conheceu, do conjunto dos tratados lógicos da Antiguidade clássica, os textos *Sobre as categorias* e *Sobre a interpretação* de Aristóteles e o *Isagoge* de Porfíro, traduzidos todos por Boécio. Tudo isso formava a Lógica velha (*Logica vetus*). No século XII ficaram conhecidas as traduções ao latim dos textos aristotélicos *Primeiros analíticos*, *Tópicos* e *Refutações sofísticas* (STORCK, 2015, p. 135). Entre 1125 e 1150 Giácomo de Veneza (*Iacobus Veneticus*) traduziu os *Segundos analíticos* de Aristóteles. Só nesse momento o Ocidente cristão teve contato com a teoria aristotélica da ciência. Os escolásticos não a incluíram dentro do conteúdo da disciplina que eles chamaram Lógica ou Dialética. É no começo da Idade Moderna que vemos a inclusão da teoria do método científico dentro da Lógica. Também devemos salientar que só na Renascença a Europa tomou conhecimento do conteúdo da ciência grega, tanto do período helenístico quanto do período imperial. Fizeram-se nessa época traduções ao latim dos *Elementos* de Euclides, da *Geografia* de Ptolomeu, de manuscritos de Heron e Pappus e das obras de Galeno (BRIOIST, 2002).

Entre os filósofos e cientistas da primeira modernidade não houve unanimidade nem a respeito do que devia ser entendido por 'lógica' e por 'ciência' nem sobre a natureza do método científico. Analisaremos neste trabalho como se vincularam a lógica e a teoria do método científico em três obras daquela época: a *Dialética (Dialectique) de 1555* de Petrus Ramus, *O progresso do conhecimento (The proficience and advancement of*



*learning divine and humane*) de Francis Bacon (1605) e a *Lógica ou arte de pensar* (*La logique ou l'art de penser*) de Arnauld e Nicole, cuja primeira edição é de 1662 e a quinta de 1683. Quando for necessário, para completar nossa exposição, nos referiremos também a outras obras desses autores. Os três textos supracitados foram escritos nas línguas vernáculas das nações dos seus autores e não em latim, o que significa que estavam destinadas a serem lidas por um público maior do que aquele que assistia às aulas nas universidades. Veremos que nas três obras se apresentam diferentes concepções sobre a lógica, sobre a ciência e sobre o método científico.

Na primeira parte de nosso trabalho, teceremos algumas considerações sobre a lógica dos séculos XVI e XVII. Na segunda parte, nos ocuparemos das concepções de ciência apresentadas nos textos dos três autores supracitados. Na terceira parte, nos debruçaremos sobre o que eles entendiam, naquelas obras, ser o método científico e suas relações com a lógica. A quarta parte está dedicada às conclusões.

## **1 Algumas concepções sobre a lógica no início da Modernidade.**

Uma questão abundantemente discutida na Idade Média foi a da natureza da lógica ou dialética. Na Idade Média, alguns autores usaram esses dois termos como sinônimos. Outros consideraram que o termo “lógica” era o mais geral e que a dialética seria uma parte da lógica (STORCK, 2015). Mas no início da Idade Moderna passaram a ser considerados termos sinônimos. Havia uma disputa que vinha desde a Antiguidade clássica entre os seguidores do parecer de Aristóteles e os do parecer dos estoicos. Os primeiros consideravam a lógica não uma ciência, senão um instrumento do saber, uma vez que ela não tem um gênero de objetos próprio que seja seu tema. Em contraposição, os segundos pensavam que a lógica é uma ciência e incluíam dentro do seu escopo o estudo de questões que hoje situamos dentro da Teoria do conhecimento e da filosofia da linguagem.

Como é sabido, a lógica teve várias modificações desde seu surgimento com Aristóteles até o início da Modernidade. Uma inovação significativa consistiu na introdução por parte dos estoicos do que hoje se chama cálculo proposicional (O'TOOLE; JENNINGS, 2004). Outra mudança importante se deveu a Cícero quem nos seus *Tópicos* (*Tópicos*, II, 6), provavelmente repetindo uma fonte helenística, dividiu a Lógica em uma arte da invenção e outra do juízo (sendo esta última, para Cícero, a Dialética em sentido estrito). Na invenção, segundo Cícero, se trata de como encontrar os argumentos que defendam uma tese proposta para discussão. Por sua vez a arte do juízo se ocupa com a avaliação do valor probatório dos argumentos encontrados na invenção. Diz Cícero:

Todo método exato de discussão (*omnis ratio diligens disserendi*) tem duas partes, uma que se ocupa de encontrar os argumentos, a outra de avaliá-los. Nas duas Aristóteles, me parece, foi a figura principal. Os estoicos se

dedicaram a segunda parte e percorreram todas as vias do juízo (*iudicandi vias*) naquela ciência que chamaram Dialética. Mas a arte de encontrar argumentos, chamada Tópica, que é mais útil e a primeira na ordem natural, a deixaram de lado (*Topica*, II, 6, tradução nossa).

Essa divisão da Lógica é diferente da de Aristóteles, pois o Estagirita, com anterioridade, dividira essa disciplina em Analítica e Dialética, partindo de critérios diferentes dos de Cícero. A Analítica, segundo o filósofo grego, se ocupa dos argumentos que, a partir de premissas necessárias, concluem proposições necessárias, ao passo que a Dialética dos argumentos que, partindo de premissas prováveis, concluem proposições prováveis<sup>1</sup>. Na Idade Média, na *Lógica para principiantes* de Pedro Abelardo também encontramos a lógica dividida, segundo o critério de Cícero. (ABELARDO, 1994, p. 42-43). Pedro Hispano, também no período medieval, escreveu suas *Summulae logicales*, texto que deveio a forma canônica de exposição da lógica. As *Summulae logicales* desenvolvem assuntos que vão além do conteúdo do *Organon* de Aristóteles, principalmente as chamadas *proprietaes terminorum* (propriedades dos termos): *appellatio*, *suppositio*, *copulatio*, *significatio*. Usando a linguagem da lógica e da filosofia da linguagem contemporâneas poderíamos dizer que as discussões sobre as *proprietaes terminorum* têm a ver com o que chamamos a referência dos termos e a quantificação das proposições. Esse conteúdo da lógica medieval é muito complexo e na renascença, foi objeto da crítica e desprezo dos humanistas como Vives (VIVES, 1979).

Poucos anos depois de Vives ter escrito seus ataques contra a lógica medieval, Petrus Ramus redigiu em latim uma série de obras sobre lógica, entre elas, *Aristotelicae animadversiones*, *Dialecticae institutiones* (1543), *Dialecticae audomari talaei praelectionibus illustrata* (1569), *Dialecticae libri duo* (1623). Em 1555 escreveu em francês sua *Dialética* (*Dialectique*). Este texto de Ramus não representa uma ruptura completa com a tradição aristotélico-escolástica ainda que Ramus exponha nele uma concepção da lógica fortemente influenciada por Cícero, na medida em que ele faz sua a divisão ciceroniana da lógica em invenção e teoria do juízo. O que Ramus e, antes dele, Cícero denominaram invenção pertence ao que Aristóteles chamou Dialética, que é a teoria sobre os argumentos prováveis, e à Retórica, disciplinas as duas que o Estagirita considerou diferentes da Analítica (a lógica formal). Vemos assim no texto de Ramus uma confluência da Retórica, da Dialética e da Analítica, disciplinas que Aristóteles separou cuidadosamente<sup>2</sup>. A

1 Para Aristóteles, a diferença entre Analítica e Dialética está dada pelo fato de que a primeira se ocupa do silogismo que parte de premissas verdadeiras e primeiras ou conhecidas a partir de premissas verdadeiras ou primeiras, ao passo que o silogismo dialético parte de premissas prováveis. São premissas prováveis as que expressam a opinião da maioria dos homens ou da maioria dos sábios ou dos mais notáveis dentre eles (*Tópicos*, I, 1).

2 Nossa afirmação refere-se ao conteúdo dessas disciplinas tais como foram entendidas por Aristóteles e não por Ramus. Este advogou também pela separação entre Lógica e Retórica, mas a Retórica de Ramus é uma Retórica mutilada. A Retórica clássica tinha cinco partes: invenção, disposição, elocução, memória e ação (REBOUL, 2004). Ramus suprimiu da Retórica as duas primeiras partes, a primeira das quais era comum à Dialética e à Retórica, dado que havia tanto uma invenção retórica quanto uma invenção

*Dialética* de Ramus é então uma das obras que mostram, no início da Idade Moderna, a influência de Cícero dentro da Lógica<sup>3</sup>. Ramus define a Dialética como a arte de disputar. Com esse mesmo sentido — diz ele — é chamada de Lógica, dado que os dois termos, “dialética” e “lógica”, são derivados de “logos”, isto é, Razão (RAMUS, 1996, p. 17). Ele critica Aristóteles por ter querido fazer duas Lógicas, uma para a ciência (Analítica) e outra para a opinião (Dialética) no lugar de só uma (RAMUS, 1996, p. 18).

A parte da *Dialética* de Ramus dedicada à invenção tem como modelo, em grande parte, os *Tópicos* de Cícero e as *Categorias* de Aristóteles. Nela Ramus expõe uma lista de conceitos chamados por ele categoremias e tópicos. Os *categoremias* são as partes que compõem todo enunciado e os *tópicos* são preceitos sobre esses *categoremias*<sup>4</sup>. Aquela lista de conceitos é a seguinte: *fim, causa* (conceito que pela sua vez é subdividido segundo os diversos tipos de causa), *sujeito, adjunto, opostos, relativos, adversos, privativos, contraditórios, repugnantes, comparados, iguais, mais, menos, semelhantes, definição* e outros.

A tradição da Lógica chama um tópico (*topos* em grego, *locus argumentorum* em latim) uma estratégia para encontrar argumentos. A doutrina dos tópicos (a Tópica) foi sistematizada por primeira vez nos *Tópicos* de Aristóteles. Para o filósofo grego um tópico é uma estratégia argumentativa associada ou a uma lei lógica ou também a uma proposição que expressa opiniões aceitas pela maioria das pessoas ou pelas mais sábias, ou pela maioria dos sábios (*endoxa*) (RUBINELLI, 2009, p. 12-21). Imaginemos, por exemplo, que se quiser refutar a tese de que as Ideias estão em nós. Se as Ideias estiverem em nós se seguiria que elas seriam imóveis como o querem os partidários das Ideias (Platão) e móveis porque nós estamos sempre em movimento (*Tópicos*, II, 7, 113 a). A estratégia argumentativa é, neste caso, buscar um par de atributos contraditórios que seja apropriado para o argumento que se quer formar. A lei lógica usada, no argumento acima, afirma que não se pode atribuir dois atributos contrários ao mesmo sujeito, na mesma ocasião e com respeito ao mesmo.

Cícero também escreveu uma obra com o título de *Tópicos*. Ele mostrou um afã menor de sistematização lógica que Aristóteles. Definiu argumento como um discurso

---

dialética. As duas últimas partes da Retórica, mencionadas acima, têm a ver com o discurso oral e perderam gradativamente importância com a invenção da imprensa. Então, a partir de Ramus, a Retórica ficou reduzida à elocução e se transformou em uma teoria sobre as figuras de estilo (TODOROV, 1996). A questão da influência da retórica clássica sobre Ramus é controversa. Risse é categórico: *Die ramistische Dialektik ist damit in ihrer Grundlage nicht rhetorisch. Ramus begründet seine Dialektik zunächst metaphysisch durch die platonische Ideenlehre. Sie ist in ihrem systematischen Kern frei von Rhetorik und Psychologie* (RISSE, 1964, v. I, p. 126). Em contraposição, Ong coloca como *The immediate background* do Ramismo o *De inventione dialectica* de Agricola (ONG, 2004, Livro II, cap. 5), obra que mostra forte influência da Retórica ciceroniana. Em todo caso, é inegável a presença de Cícero na *Dialética* de Ramus. A concepção que tem Ramus da Lógica vem dos *Tópicos*, de Cícero, assim como a escolha da maioria dos lugares de argumentação.

3 Uma das obras representativas da influência ciceroniana dentro da Lógica do início da Idade Moderna é *De inventione dialectica*, de Rudolph Agricola, publicada em 1479.

4 Or donc l'Invention traite les parties séparées de toute sentence, qui sont nommées [...] tantôt Catégories, et la doctrine de ceux-ci Catégories, tantôt les préceptes de ceux-ci topi, c'est-à-dire lieux et notes, et la doctrine des lieux Topique[...]

que tenta fazer acreditável uma afirmação que em princípio é duvidosa. Um tópico é, para Cícero, a sede ou lugar (em sentido figurado) a partir do qual se poderiam obter argumentos, como se estes estiverem já prontos para serem usados, distribuídos nos diferentes depósitos de um armazém sobre cujas portas tivesse sido colado o nome de um conceito<sup>5</sup>. Cada um desses conceitos é um tópico. Eles podem ser tanto conceitos lógicos (*gênero, espécie, definição, antecedente, conseqüente, coisas contraditórias*) quanto metafísicos (*causa, efeito*). Outros tópicos, no entanto, estão ligados à etimologia das palavras e aos testemunhos (CICERO, 2002, p. 121, 127; 155-159).

A segunda parte da *Dialética* de Ramus se ocupa da doutrina do juízo que inclui o tratamento do juízo propriamente dito (chamado enunciação por Ramus), do silogismo e do método. Vemos assim que a doutrina do método aparece explicitamente como parte da Lógica. Ramus introduz a doutrina do juízo assim:

O juízo é a segunda parte da Lógica, que mostra os caminhos e os meios para julgar bem por meio de certas regras de disposição, as que por essa razão são abordadas por Aristóteles nos *Analíticos* com o nome de composição e resolução. A disposição da Lógica tem três espécies: enunciação, silogismo e método (RAMUS, 1996, p. 51, tradução nossa).

Por um lado, chama a atenção, na definição de Ramus, o uso do termo *disposição*, usado tradicionalmente nos tratados de Retórica. A disposição é aquela parte da Retórica que trata da forma de ordenar os argumentos que se usam para defender um ponto de vista (REBOUL, 2004; CICERO, 2002). Vemos assim, na caracterização da doutrina do juízo por parte de Ramus, aquela confluência de Retórica com Lógica, típica da Renascença.

Diferentemente da ordem do *Organon* aristotélico, em que a doutrina do juízo, desenvolvida no tratado *Sobre a interpretação*, encontra-se antes da Tópica, que está no tratado *Tópicos*, Ramus coloca a Tópica (a invenção) antes da doutrina do juízo. Na edição francesa, de 1576, da *Dialética*, que introduz algumas modificações àquela de 1555, lemos:

Até aqui temos falado da primeira parte da Dialética que é a invenção, resta a outra parte que se refere ao juízo que ensina a dispor os argumentos para julgar bem. Dado que por meio de certas regras de disposição julgamos sobre cada coisa, essa parte se chama com um mesmo significado juízo e disposição. O juízo pode ser, sem discurso como o axioma, ou discursivo. O axioma é a disposição de um argumento com outro, por meio do qual se julga se uma coisa é ou não é. O axioma é afirmado se a ligação é afirmada, e contrariamente é negado quando ela é negada (RAMUS, 1996, p. 83, tradução nossa).

---

<sup>5</sup> *Itaque licet definire locum esse argumenti sedem, argumentum autem rationem quae rei dubiae faciat fidem* (CICERO, 2002).

Usando o vocabulário dos estoicos, Ramus chama axioma o que hoje denominamos proposição, a maioria dos autores da Idade Moderna chamou juízo, e ele mesmo, na edição de 1555 de sua *Dialética*, enunciação. A enunciação tem, para ele, duas partes: antecedente e conseqüente. Na enunciação “o fogo queima”, “fogo” é o antecedente e “queima” o conseqüente<sup>6</sup>. Ele chama também a essas duas partes argumentos. Assim, escreve Ramus: “[...] e dessas duas partes [antecedente e conseqüente], uma é causa ou efeito de outra, sujeito ou adjunto, ou outros argumentos, cada um com aquele que lhe é afim” (RAMUS, 1996 apud ONG, 2004, p. 50, tradução nossa). *Causa, efeito, adjunto, sujeito* formam parte da lista dos tópicos dada por Cícero (CICERO, 2002)<sup>7</sup>. O que significa que, para Ramus, a ligação entre as duas partes de uma enunciação, isto é, entre o que chamamos o predicado e o sujeito da proposição, dá-se por meio de um *topos*. Assim, a ligação entre *fogo* e *queima* na proposição *o fogo queima* se dá por meio do *topos* da causa. São os *topoi* os que tornam possível a enunciação. Ou em outros termos, segundo Ramus na sua *Dialética*, a predicação só se torna possível quando se dá o enlace do sujeito com o predicado por meio de um *topos*<sup>8</sup>. A enunciação verdadeira, segundo Ramus, ou é clara e manifesta por si mesma, ou por alguma razão antecedente. Por si mesma quando ela é imediata, sendo evidente e conhecida por si mesma.

À primeira vista a *Dialética* de Ramus é um exemplo daquelas obras que, segundo Bacon escreveu em seu *O progresso do conhecimento*, servem mais para ensinar a disputar do que para fazer avançar o conhecimento. Com efeito, a própria definição da Dialética, dada por Ramus, como arte de disputar indica isso. E de outro lado, a parte dedicada à invenção no texto de Ramus expõe uma lista de lugares de argumentação que nos tratados de Dialética e de Retórica estão associados a estratégias para defender qualquer dois dos lados de uma questão disputada<sup>9</sup>. Em um texto anterior à sua *Dialética de 1555*, as *Dialecticae institutiones* de 1543, Ramus distinguiu entre uma *dialectica naturalis* (*dialética natural*) e uma *dialectica artificialis* (*arte dialética*). Isso lhe permite dividir toda a Dialética em *natura, doctrina (ars)* e *exercitatio* (RISSE, 1964, v. I, p. 124-125). A arte

6 É surpreendente essa terminologia porque falamos de conseqüente e antecedente em relação às proposições hipotéticas e não em relação às categóricas como aquela dada como exemplo por Ramus.

7 Cícero (2002) usa para o termo sujeito a expressão *id de quo disseritur* que significa: aquilo do que trata o discurso.

8 Por isso Ong afirma que Ramus continua Agricola no sentido de substituir uma Lógica baseada na predicação e nas categorias por uma Lógica baseada nos *topoi* (ONG, 2004). Essa concepção da primazia dos *topoi* na formação do enunciado foi retomada na Linguística contemporânea pela teoria da argumentação na língua de Ducrot e Anscombre (ANSCOMBRE, 1995). Segundo esses linguistas, a formação de um enunciado como “Faz calor, podemos ir à praia” é possível pelo fato de que existe um *topos* entendido como opinião comum, que une o calor com a banho no mar. Mas aqui eles aproximam o significado de *topos* ao que Aristóteles chamava *endoxa*, crenças compartilhadas pela maioria dos membros de uma comunidade.

9 Nos seus *De topicis differentiis* Boécio define uma questão como uma proposição que é colocada em dúvida como, por exemplo: *O céu gira ao redor da terra ou não?* Um argumento é uma razão que produz uma crença sobre algo que foi colocado em dúvida. Toda questão tem dois lados, no exemplo, esses dois lados são: o céu gira ao redor da terra, o céu não gira ao redor da terra. Os tópicos são usados para defender qualquer um dos dois lados (BOÉCIO, 2004).

dialética deve tomar suas regras a partir do uso natural da Razão<sup>10</sup>. A dialética natural é caracterizada como “destreza (*ingenium*), razão, mente, imagem de Deus autor de todas as coisas, luz que emula aquela luz eterna e feliz” (RISSE, 1964, v. I, p. 125, nota 17, tradução nossa).

A abordagem de Bacon à lógica é diferente da de Ramus. Em *O progresso do conhecimento* Bacon classifica as diferentes disciplinas a partir das faculdades de conhecimento: Memória, Imaginação e Entendimento. As disciplinas que correspondem a essas faculdades são, na ordem correspondente, a História, a Poesia e a Filosofia (BACON, 2006, p. 112)<sup>11</sup>. A Filosofia se divide em Divina, que trata de Deus, Natural, da Natureza, e Humana, do homem. Uma parte da Filosofia Humana estuda as faculdades do homem, a saber, o Entendimento e a Razão (parte racional do homem) e a Vontade ou Apetite (sua parte moral). Os conhecimentos sobre a parte racional do homem, chamados por Bacon artes intelectuais, são a chave para todas as demais artes e ciências. Eles constituem as artes das artes. Se lembrarmos de que a Lógica ou Dialética se definia, segundo a tradição, como a arte das artes, então as artes intelectuais, mencionadas por Bacon, correspondem à Dialética. Elas são a invenção, o juízo, a arte da memória e a arte de comunicar. Esta partição corresponde às partes da Retórica clássica: invenção, disposição, memória e elocução (REBOUL, 2004). Segundo Bacon, pode haver invenção de discursos e argumentos ou invenção das artes e ciências. A primeira corresponde ao que Cicero, Ramus e toda a tradição da Dialética e da Retórica chamaram invenção. Mas a invenção de artes e ciências tem sido, segundo Bacon, descuidada. Pode-se verificar que em relação à invenção das coisas úteis para satisfazer as necessidades materiais da vida, os homens as encontraram mais por acaso ou por meio da observação dos animais do que através dos preceitos de uma arte organizada de forma sistemática (BACON, 2006, p. 186). Bacon se ocupará da invenção das ciências e dos axiomas das ciências principalmente no *Novum organum*.

Em *O progresso do conhecimento* Bacon salienta a esterilidade da lógica escolástica para o estudo da Natureza.

Mas a sutileza da natureza e suas operações não se deixam prender por esses laços ([aqui se refere Bacon aos laços que ligam as proposições e cujo estudo é o tema da dialética), pois os argumentos consistem em proposições e as proposições em palavras, e as palavras não são senão os signos ou sinais correntes das noções populares das coisas; noções que se recolhem tosca e variavelmente dos particulares, não haverá exame laborioso das consequências da argumentação ou da verdade das proposições que as possa corrigir (BACON, 2006).

10 “Se perguntares de onde deve ser obtida a arte dialética, te respondo: deve ser tomada a partir do uso natural da Razão” (RAMUS apud RISSE, 1964, p. 125, nota 17, tradução nossa).

11 “As partes do conhecimento humano fazem referência às três partes do entendimento humano, que é a sede do saber: a História à sua Memória, a Poesia à sua Imaginação e a Filosofia à sua Razão”.

Quer dizer, para Bacon a fonte do erro na argumentação, não está no descuido da forma da argumentação senão nas noções que são usadas nas premissas. Alguns anos depois, Descartes também criticará o silogismo em particular e a Dialética em geral por não servir para o progresso do conhecimento (DESCARTES, 1987, p. 17). Bacon pensou na construção de uma lógica indutiva, ampliadora do conhecimento, cujos esboços estão no *Novum organum*. Descartes em uma lógica da descoberta que reunira as virtudes do método de análise da Geometria antiga e da Álgebra dos modernos (DESCARTES, 1987, p. 18).

Em relação à invenção de argumentos, o que era o tema da Tópica, Bacon afirma que, na verdade, não é em sentido estrito uma invenção, pois nesse tipo de invenção se trata de recuperar ou reinvocar o sabido. Do conhecimento que a mente já possui se extrai aquilo que possa ser pertinente para o tema que se discute (BACON, 2006, p. 192). No entanto, em *O progresso do conhecimento*, Bacon entrevê um uso dos tópicos diferente do habitual. Tradicionalmente os tópicos têm servido para “estimular nossa mente a retomar e apresentar o conhecimento que em outro tempo foi recolhido para que possamos fazer uso dele” (BACON, 2006, p. 194). No entanto, Bacon pensa que o uso dos tópicos não se limita a nos oferecer argumentos para que possamos disputar verossimilmente com outros, senão que também pode nos ajudar a chegar a conclusões corretas. Os tópicos podem também dirigir nossa pesquisa porque na faculdade de saber interrogar está a metade do conhecimento. É interessante ver como Bacon se apropria da tradição da retórica latina para seu projeto de construção de uma lógica amplificadora do conhecimento. Se abrirmos o tratado retórico *De Inventione* de Cícero, veremos uma confluência de duas doutrinas, a da Tópica e a doutrina dos estados de uma causa, do retor helenístico Hermógenes de Temnos. Dessa confluência nasceu a ideia de que cada vez que estamos na frente de um fato, por exemplo, a subtração de um objeto sagrado, podemos fazer-nos perguntas tais como: *quem o fez? Qual é a natureza desse fato? Qual é sua qualidade? Onde aconteceu? Quando aconteceu? Quais meios foram usados?*. Cada uma dessas perguntas pode ser respondida usando os diferentes tópicos (CICERO, 2002, p. 65-75, 90-98). Essas questões, usuais na argumentação forense, podem ser usadas também, pensa Bacon, para inquirir sobre a natureza dos fenômenos naturais, como o calor.

Em *O progresso do conhecimento*, na parte dedicada ao juízo, Bacon afirma que no raciocínio indutivo a prova coincide com a invenção, diferentemente do que acontece no raciocínio silogístico, onde a invenção descobre o termo médio o qual é só um elemento do silogismo que, na sua totalidade, constitui a prova (BACON, 2006, p. 195). A doutrina do juízo, no esquema do conhecimento dado em *O progresso do conhecimento*, compreende também a doutrina das falácias e a do funcionamento errôneo de nossa mente que, muitas vezes falsamente, supõe haver na natureza muita maior uniformidade da que existe realmente. Este último assunto será abordado por Bacon no *Novum organum* ao expor a doutrina dos ídolos.

Não abordaremos aqui o tratamento que Bacon dá no seu texto *O progresso do conhecimento* à arte da memória. A última das artes intelectuais, mencionada por Bacon, nessa obra, é a de comunicar o saber possuído e já descoberto. Faz parte desta arte a doutrina do método a qual faremos referência na terceira seção do nosso trabalho.

Examinemos a concepção da lógica da *Lógica ou arte de e pensar* de Antoine Arnauld e Pierre Nicole. Essa obra é conhecida como *Lógica de Port Royal*. Esse texto apresenta uma tentativa de construir uma lógica cartesiana. Na sua quinta edição, contém um primeiro discurso preliminar, um segundo discurso preliminar, uma primeira parte dedicada à doutrina das ideias, uma segunda parte ao juízo, uma terceira que trata do raciocínio e uma quarta cujo tema é a doutrina do método<sup>12</sup>. Encontramos naquele texto muitos dos temas tratados nos livros de lógica medieval e renascentista: quadrado da oposição, conversão das proposições, regras para os silogismos válidos. No entanto, o propósito do texto e a concepção de lógica de Arnauld e Nicole são diferentes das apresentadas naqueles textos. Ao negligenciar o papel da arte da invenção dentro da lógica, Arnauld e Nicole sinalizam uma ruptura com a tradição lógica que se inspirou nos *Tópicos* de Cícero<sup>13</sup>. A ideia de que a lógica devia incluir a invenção decorria da pressuposição de que, para tratar das regras da argumentação válida, é necessário previamente saber como encontrar os argumentos. Não seria possível dar uma teoria normativa da argumentação (tema da arte do juízo) sem saber antes como encontrar argumentos (tema da arte da invenção). É isso o que os autores de Port Royal rejeitam. Para dar as regras da argumentação válida não é preciso saber todas as estratégias estudadas na invenção. É suficiente ter à mão exemplos simples que o senso comum pode dar (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 402). Ficam de fora do âmbito da lógica, para os autores de Port Royal, as artes da memória e da comunicação. Encontramos desenvolvidas em *a Lógica ou arte de pensar* uma teoria semântica, uma análise detalhada da doutrina do juízo e uma exposição completa das regras do silogismo. Há certa hesitação dos autores entre tomar, como unidade lógica fundamental, as ideias ou os juízos.

Arnauld e Nicole definem a lógica nos termos seguintes:

12 A divisão da Lógica proposta pelo texto de Arnauld e Nicole estava, em parte, já vigente na Lógica medieval. Diz Pedro Abelardo: “Ao redigir a Lógica, é necessária a seguinte ordem: uma vez que as argumentações resultam das proposições e as proposições das palavras, aquele que põe por escrito a Lógica de modo acabado deve escrever primeiro sobre os termos simples, em seguida sobre as proposições, enfim consumir o acabamento da Lógica nas argumentações, como o fez nosso príncipe Aristóteles, que escreveu as *Categorias* sobre a doutrina dos termos, o *Peri Hermeneias* sobre a das proposições e os *Tópicos* e os *Analíticos* sobre a doutrina das argumentações” (ABELARDO, 2005, p. 41).

13 Pedro Abelardo na *Lógica para principiantes* também aceita a divisão da Lógica entre uma arte da descoberta (invenção) e uma arte do juízo e atribui essa divisão a Cícero e a Boécio (ABELARDO, 2005, p. 42). Surpreendentemente Abelardo não percebe estar aceitando duas divisões diferentes da Lógica (ver nota anterior) uma devida a Aristóteles, a outra a Cícero.



A Lógica é a Arte de conduzir bem a Razão no conhecimento das coisas, tanto para se instruir a si mesmo quanto para instruir os outros. Essa Arte consiste nas reflexões que os homens fazem sobre as quatro operações principais do espírito, conceber, julgar, raciocinar e ordenar (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 93, tradução nossa).

Essa citação acima mostra que os autores da *Lógica*, diferentemente de Ramus, não identificam sua disciplina com a arte de disputar. A função principal da lógica, segundo eles, é conduzir bem a Razão para se instruir, sobretudo a si mesmo, para não cair no erro de admitir o falso como verdadeiro. A Razão dialógica das disputas é substituída, nos autores de Port Royal, pelo monólogo cartesiano da Razão. Por isso, a doutrina do método, em contraposição ao que escreveu Bacon em *O progresso do conhecimento*, não é vinculada por Arnauld e Nicole à arte de comunicação, quer dizer, à Retórica. Tanto a *Dialética* de Ramus quanto a *Lógica ou arte de pensar* consideram que a lógica se ocupa com a Razão e não com a linguagem, mas, como já dissemos, a concepção de Razão nas duas obras não é a mesma. Na citação acima da *Lógica ou arte de pensar* aparece a palavra “arte” que tem, nessa obra, o significado de técnica normatizada por um conjunto de regras, que serve para aprimorar uma destreza natural, ao passo que Ramus entendia por “arte” uma disciplina do currículo escolar<sup>14</sup>. Para os autores de Port Royal, a lógica não ensina a fazer aquelas quatro operações mencionadas na definição dessa disciplina, mas, e neste ponto eles diferem de Ramus, também não serve para aprimorar seu uso. Com efeito, todas aquelas operações podem ser feitas de forma natural e, às vezes, até melhor, pelos que não aprenderam nenhuma regra de lógica do que por aqueles que as aprenderam, dado que elas são o fruto espontâneo da razão humana. Mas a lógica ensina a refletir sobre elas, conseguindo assim que possamos: a) verificar que temos usado bem nossa Razão; b) localizar onde erramos ao raciocinar porque “acontece amiúde que se descubra que um raciocínio é falso, sem que, porém, se descubra a razão pela qual é falso”; c) refletir sobre a natureza de nosso espírito (ARNAULD; NICOLE, 2004, p. 95-96).

Ora, a Razão não se usa somente nas ciências. Também ela se aplica à Moral, à vida social (*vie civil*) e aos discursos ordinários. Não é de surpreender então que Arnauld e Nicole dediquem o capítulo IX, da primeira parte da sua obra, edição de 1664, à análise de algumas ideias morais porque:

Que um homem tenha uma ideia falsa ou verdadeira, clara ou obscura, da gravidade, das qualidades sensíveis e das ações dos sentidos, não o tornará nem mais feliz, nem mais desgraçado; não será nem mais homem de bem, nem mais malvado; se ele é mais ou menos sábio (*savant*) não será mais homem de bem nem pior. [...]. Mas ninguém pode deixar de formar juízos

14 Significado que vem da tradição das artes liberais da universidade medieval.

sobre as coisas boas e malas, porque é por meio desses juízos que deve conduzir sua vida, regradar suas ações e se tornar feliz ou desgraçado eternamente (ARNAULD; NICOLE, 2004, p. 170, tradução nossa).

Devido ao fato de a Razão se aplicar também fora do âmbito das ciências, os autores da *Lógica ou arte de pensar*, já na segunda edição, na sua terceira parte, acrescentaram um capítulo sobre os raciocínios *incorretos* que se fazem no âmbito da moral e da vida social. Eles pretenderam ter escrito um texto pedagógico sobre o uso da razão em todos os âmbitos da vida humana<sup>15</sup>. Por ter um objetivo tão amplo alguns críticos ficaram surpresos pelo conteúdo daquela obra que portava o título tradicional de “Lógica”<sup>16</sup>.

## 2 Concepções de ciência

Nos séculos XV, XVI e XVII os assuntos hoje tratados pela Física, eram objeto de estudo do que em aquela época se chamava Filosofia Natural. O conteúdo dessa disciplina correspondia ao dos tratados aristotélicos *Física* e *da Alma*. A Filosofia natural estudava o mundo sublunar, quer dizer, os corpos da Terra, todos eles sujeitos à geração e à corrupção. O método da Filosofia natural era argumentativo. Seus princípios obtidos a partir da observação. Na Filosofia natural não eram usadas nem a Matemática nem a experimentação. O que corresponde hoje às ciências naturais, Zoologia, Botânica e Geologia, era estudado pela disciplina chamada História Natural. Na primeira modernidade a *História Natural* de Plínio, o Velho, era considerada uma fonte confiável para esses estudos. Sabe-se que a Química nasceu da Alquimia. No início da modernidade ela não era considerada uma ciência. Muitos a consideravam ligada à magia e à superstição.

As ciências matemáticas eram, por sua vez, desde a Antiguidade clássica, reconhecidas como independentes da Filosofia. Elas são duas: Geometria, cujo tema é a quantidade contínua e a Aritmética, o estudo da quantidade discreta. Entre as ciências matemáticas e a Filosofia natural se encontravam um conjunto de disciplinas intermédias: Astronomia, Óptica, Mecânica e Música, cujos objetos de estudo pertencem à Filosofia natural, mas cujos métodos de prova são geométricos. Elas formavam as Matemáticas aplicadas (MANCOSU, 1996, p. 206-208). A Astronomia era considerada diferente da Física pelo fato de estudar os corpos celestes que se acreditava serem eles incorruptíveis.

15 Finocchiaro (1997) arguiu que, pelo fato da *Lógica*, trazer exemplos de argumentos de áreas diferentes da Filosofia e da Matemática, e por dar preeminência à prática da argumentação sobre sua teorização formal, poder-se-ia ver na obra de Arnauld e Nicole um antecessor do que hoje chamamos Lógica informal. Mas para o historiador da Lógica resulta difícil aplicar àquele texto a distinção entre Lógica formal e informal que só veio a surgir após 1960. Por outro lado, a *Lógica* de Arnauld e Nicole trata de assuntos próprios da Lógica formal como a doutrina do silogismo e suas regras de validade.

16 No segundo discurso preliminar à *Lógica*, Arnauld e Nicole mencionam essas críticas: “Tem sido feita uma objeção mais considerável contra esta multidão de coisas tiradas das mais diversas ciências que se encontra nesta Lógica; e como ela afeta toda a sua finalidade e nós dá ocasião de explicar qual era, é necessário examiná-la com mais cuidado. Para que serve — dizem eles — toda essa mistura de Retórica, de Moral, de Física, de Metafísica, de Geometria? (ARNAULD; NICOLE, 2004, p. 79, tradução nossa).

Por outro lado, estava bastante difundida a opinião de que, enquanto a Astronomia se propunha descrever e prever o movimento dos corpos celestes salvando os fenômenos, a Física estudava a essência dos corpos (LAUDAN, 2000, p. 28). Continuando nossa enumeração das ciências no início da modernidade mencionamos a Medicina. Por sua finalidade prática, Zabarella a considerou uma arte e não uma ciência (MIKKELI, 2018, p. 2). No entanto, a medicina tinha uma tradição metodológica importante surgida na Antiguidade clássica, por obra de Hipócrates e Galeno (SINGER, 2016). Disciplinas como a Medicina obtêm conclusões prováveis e por isso seu status científico era colocado em questão<sup>17</sup>. Elas buscam a partir da presença dos efeitos conhecer as causas. Dizia-se que enquanto as ciências em sentido estrito provam a partir das causas (*ex causa*), disciplinas como a Medicina provam a partir dos signos (*a signo*) ou indícios.

A organização escolar do saber, na primeira modernidade, era a seguinte. As disciplinas (mesmo aquelas que não eram consideradas estritamente ciências) eram agrupadas dentro das artes liberais: Gramática, Retórica, Dialética, Astronomia, Geometria, Aritmética, Música. O ciclo de estudos das artes liberais era realizado na Faculdade de Artes. Houve períodos, por exemplo, nos séculos XIII e XIV, em que dentro das artes liberais, se outorgou um peso maior à Dialética. Nos séculos XV e XVI, os humanistas deram ênfase maior ao estudo da Retórica e criticaram a Dialética medieval (VIVES, 1978). Terminado o ciclo da Faculdade de Artes, os estudos podiam ser continuados ou na Faculdade de Teologia, ou na de Medicina ou na Faculdade de Jurisprudência. Os interessados em serem médicos estudavam, além de Medicina, a Filosofia da Natureza que se pensava ser a base da Medicina.

Dirijamos agora nossa atenção para as concepções de ciência de Ramus, Bacon e Arnauld e Nicole nas três obras objeto de exame. O pensamento de Ramus retoma muitas das ideias de Aristóteles, sem mostrar, na verdade, uma grande ruptura com sua Filosofia. Tomando como base *Os Segundos analíticos* I, 4, Ramus afirma que o enunciado científico deve ser verdadeiro para toda a extensão do conceito sujeito (*du tout, de omni*), o que significa que não é verdadeiro de alguns indivíduos que caem sob o conceito sujeito e de outros não, senão de todos. Além disso, o enunciado deve também ser por si (*par soi, per se*) no sentido de que o predicado expressa a essência do sujeito. Assim na afirmação “o triângulo é uma figura determinada por três linhas que se intersectam duas a duas” a linha pertence à essência do triângulo porque não é possível definir o triângulo sem usar a noção de linha. Finalmente o enunciado científico deve ser primeiramente universal (*universel premièrement, universaliter primum*) o que significa que é de omni, per se, e, além disso, o predicado se diz do sujeito porque o sujeito é o que ele é. Por exemplo, o enunciado “o triângulo isósceles tem seus ângulos iguais a dois retos” não é um enunciado *universaliter primum*, porque mesmo sendo verdadeiro, não o é pelo fato de a figura ser um triângulo isósceles, mas simplesmente por ser ela um triângulo (RAMUS, 1996, p. 57; RAMUS,

<sup>17</sup> A teoria aristotélica da ciência estabelecia que a ciência é um conhecimento demonstrativo de coisas que não podem ser de outra forma do que são (ARISTÓTELES, 1979, 71b10-71b15)

1964, apud ROSSI, 1990).

Estas máximas sobre a enunciação científica são completadas pelo que Ramus chamou as três leis da Filosofia: *lex veritatis* (lei da verdade), *lex justitiae* (lei da justiça) e *lex sapientiae* (lei da sabedoria). A primeira destas duas leis prescreve que todo enunciado científico deve ser geral e necessário. A segunda estabelece que nenhum enunciado pertencente a alguma das ciências deve ser um enunciado referente ao tema de outra ciência, porque se não for assim, se quebraria a homogeneidade de cada uma das ciências. Baseado na *lex justitiae* Ramus criticou Copérnico por ter querido, na sua teoria, expor o verdadeiro movimento dos planetas e não se ter limitado apenas a salvar os fenômenos. Dessa forma Copérnico teria misturado Matemática e Filosofia natural (SELBERG, 2016). A terceira lei de Ramus estabelece como deve ser organizada a exposição de cada ciência de forma que a partir dos enunciados mais gerais se chegue a concluir com os mais específicos. Ramus define a Filosofia como o conhecimento de todas as artes liberais (*cognitio artium liberalium*). Seria como a soma de todas as ciências. Nesse sentido, sua posição não difere da de Bacon em *O progresso do conhecimento*. No entanto, Ramus prefere usar, na maioria das vezes, o termo *ars* e não *scientia* quiçá porque, diferentemente de Bacon, seus interesses eram essencialmente pedagógicos e não puramente científicos.

É em *O progresso do conhecimento* de Bacon que encontramos uma ruptura clara com a concepção escolástica de ciência, derivada em grande parte de Aristóteles. Bacon descreve, nessa obra, três tipos de saber, nenhum dos quais pode se identificar, segundo ele, com o autêntico saber científico. Eles são, na verdade, tipos de formas degeneradas de saber. O primeiro tipo é aquele que corresponde ao que Bacon chama saber contencioso ou disputatório, exemplificado na Filosofia escolástica e na chamada Filosofia natural. O adjetivo “disputatório” se aplica a essa classe de saber porque toda a afirmação que se faz é contestada, não se chegando assim a certeza alguma (BACON, 2006, p. 44-52) A origem deste tipo de saber remonta, para Bacon, a Aristóteles (BACON, 1988, p. 32-33). Sua existência parecia dar apoio ao que afirmavam os antigos céticos, sobre a impossibilidade, para o homem, de chegar a qualquer certeza. Bacon o ataca por sua finalidade, suas consequências e seus métodos. A finalidade do saber disputatório é a contemplação ao passo que Bacon afirma que o saber científico deve estar ligado à ação transformadora sobre a natureza. Suas consequências são a formação de pessoas hábeis nas disputas, enchidas de um saber inútil. Finalmente o método do saber disputatório consiste em, partindo de umas poucas instâncias examinadas, afirmar leis ou princípios gerais para depois, com base nessas leis, derivar as proposições científicas de mediana generalidade. A indução usada nesse procedimento é tosca. Se os fatos contradisserem os princípios admitidos, se apelará a distinções para defender a verdade do afirmado (BACON, 2006, p. 50).

O segundo tipo de saber criticado por Bacon, é o chamado, por ele, saber delicado. Trata-se do saber dos humanistas. Este compreendia o estudo da gramática latina, da Retórica e da literatura greco-latina. A crítica que Bacon lhe dirige é que esse tipo de

saber dá maior ênfase à escolha das palavras do que ao assunto tratado e conduz a uma adoração acrítica do passado (BACON, 2006, p. 47; BACON, 1988, p. 51). Subjacente ao saber delicado, está a ideia de que a humanidade teria atingido seu ápice na Antiguidade clássica. Isso é completamente errado porque a experiência (da história civil, política e natural) que tinham os gregos e romanos era muito limitada assim como seus instrumentos de observação (BACON, 1988, p. 41). O culto exclusivo desse tipo de saber contradiz a ideia de um avanço do conhecimento.

O terceiro tipo de saber sujeito à crítica de Bacon é o dos alquimistas, astrólogos e magos. Aqui o que se objetiva não é sua finalidade uma vez que se pretende com ele obter modificações da natureza em benefício do homem. No entanto, o que é criticável é seu método, reduzido a um empirismo cego sem ordem na realização dos experimentos, onde o que se descobre parece se dever mais ao acaso do que ao planejamento (BACON, 1988, p. 38-39). E, além disso, o que deve ser objetado é a forma em que esse saber é comunicado, a saber, por meio de uma linguagem críptica acessível só aos iniciados, o que torna impossível a divulgação pública dos resultados. Por outro lado, o tipo de homem produtor de este pretense saber se apresenta como um homem iluminado, possuidor de um saber secreto (*arcantum*). Bacon define por contraposição as três formas degeneradas de saber mencionadas, o ideal de um novo tipo de conhecimento, genuinamente científico: ele deve ser orientado à modificação da natureza em benefício do homem; seu método deve estar baseado na observação, na experimentação e no uso cuidadoso da indução; finalmente, tem que ser o produto de um conjunto de homens e não de uma mente solitária.

O primeiro capítulo da quarta parte da *Lógica ou arte de pensar* está dedicado a provar que existe a ciência e a estabelecer quais são os limites do conhecimento humano. O conhecimento científico é definido por Arnauld e Nicole em termos psicológicos e epistêmicos e não em termos lógicos ou semânticos: uma ciência é um conjunto de crenças fundadas em fortes razões que são tais que sobre elas não podemos discordar (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 503). A necessidade de provar a existência da ciência decorre do desafio apresentado pelo ceticismo que reviveu no início da modernidade<sup>18</sup>. Os argumentos céticos, segundo Arnauld e Nicole, são pragmaticamente inconsistentes porque colidem com a vida diária. Pois, ainda que os céticos afirmem que não podemos saber se estamos dormindo ou acordados, eles agem, de fato, como se tivessem esse conhecimento. Podemos, segundo os autores da *Logica*, distribuir os objetos de conhecimento em três classes. Em primeiro lugar, estão aquelas coisas que conhecemos com certeza. Elas são conhecidas ou por meio de uma intuição intelectual (como, por exemplo, que duas coisas iguais a uma terceira são iguais entre si) ou por meio de uma demonstração a partir de primeiros princípios (por exemplo, a proposição de que a soma dos ângulos internos de um triângulo faz 180 graus). Essas coisas são o tema das

18 O locus clássico do ceticismo renascentista é a Apologia de Raymond Sebond que faz parte dos Ensaios de Montaigne.

matemáticas. Em segundo lugar, encontramos as coisas das quais se ocupam os filósofos, mas os autores da Lógica não dão maiores explicações sobre elas. Somente afirmam que as pessoas correm o risco de se ocupar inutilmente delas se não as distinguem do terceiro grupo de coisas que são aqueles assuntos que não podemos conhecer devido às limitações da mente humana. Essas coisas têm a ver com o infinito, por exemplo, se um número infinito é par ou ímpar ou se há infinitos maiores que outros (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 508-509). Segundo o expressara também Descartes nos *Princípios de filosofia* XXVI, devemos evitar nos ocupar dessas questões. Esta classificação dos objetos de conhecimento está dirigida contra os pirrônicos que afirmavam que tudo era duvidoso e que por consequência nada podia ser conhecido com certeza.

Há também coisas que não são objeto de ciência, porque não são necessárias, mas que, no entanto, nós conhecemos com probabilidade, como por exemplo, a existência de fatos passados (Júlio César foi assassinado por Bruto) e a ocorrência de fatos futuros contingentes (ARNAULD; NICOLE, 2014, cap. XII, XIV, XV)<sup>19</sup>. Essas coisas são objeto de fé, não divina, senão humana. Quando não temos prova científica de uma afirmação e é necessário ter algum outro motivo para acreditar nela, esse motivo é a autoridade ou a razão. Se for a autoridade, falamos de fé, se for a razão, de opinião. (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 502). A fé humana se refere a acontecimentos relativos ao homem (*événements humaines*) sejam passados (por exemplo, acreditar que o imperador Constantino foi batizado por São Silvestre), sejam futuros. Para julgar da verdade da ocorrência desses eventos, quer dizer, para decidir se devemos acreditar se eles aconteceram ou acontecerão, não devemos considerar as proposições que os expressam de uma forma isolada, como se fossem proposições de Geometria. Mas

[...] é necessário considerar todas as circunstâncias que acompanham [esses acontecimentos], tanto internas quanto externas. Chamo circunstâncias internas às que pertencem ao fato mesmo e externas às que concernem às pessoas por cuja testemunha somos levados a acreditar [na sua existência]. Sendo assim, se todas as circunstâncias são tais que nunca acontece ou acontece poucas vezes que semelhantes circunstâncias estejam acompanhadas de falsidade, então nosso espírito se inclina a acreditar que o fato é verdadeiro, e tem razão de fazê-lo assim, sobretudo na conduta da vida, que não exige uma grande certeza senão somente certeza moral, e que deve se satisfazer muitas vezes com a probabilidade (ARNUALD; NICOLE, 2014, p. 602-603 tradução nossa).

Nos autores do início da modernidade encontramos a palavra “probabilidade” usada com três significados diferentes. Em primeiro lugar, o provável é o verossímil. Falamos assim de crenças e afirmações prováveis. Este significado vem da Antiguidade clássica

---

<sup>19</sup> Arnauld e Nicole aceitam a caracterização aristotélica da ciência como conhecimento de coisas que acontecem necessariamente.

e se encontra nos *Tópicos* de Cícero e no comentário a essa obra de Boécio. Aparece em Descartes nas *Regras para a direção do espírito* e no *Discurso do método* quando o filósofo francês caracteriza o tipo de afirmações presentes na filosofia escolástica, contrapondo-as à certeza das verdades matemáticas. Em segundo lugar, o provável aparece como o afirmado por autoridades competentes, pela maioria dos sábios e especialistas. Corresponde ao termo grego *endoxa*, usado por Aristóteles em seus *Tópicos*. Finalmente, o provável é o que ocorre a maioria das vezes, assim aparece na IV parte de *La Logique* quando os autores, no capítulo final dessa parte tratam da estimação da ocorrência de fatos futuros.

### 3 O método da ciência: a formação do intelecto e o avanço da ciência.

A palavra “método” no século XVI aparece usada em contextos que nem sempre se referem à produção e à justificação do saber científico. A situação mudará no século XVII. Assim, nas *Regras para a direção do espírito*, Regra IV, Descartes define método como um conjunto de “regras certas e fáceis, que são tais que qualquer pessoa que as use, nunca suporá o falso como verdadeiro, e sem consumir inutilmente nenhum esforço mental, mas gradativamente sempre aumentando a ciência, chegará ao conhecimento verdadeiro de todas as coisas da que é capaz” (DESCARTES, 1967, p. 323).<sup>20</sup> Vemos aqui, no texto cartesiano, associados os conceitos de método, ciência e aumento do conhecimento científico. Pelo contrário, na centúria anterior, nas obras de Ramus, “método” aparece em um contexto didático, de ensino das artes liberais. Na terceira parte de sua *Dialética*, dedicada à exposição do método para as artes liberais, Ramus inspira-se na Retórica greco-latina e no método platônico de divisão conceitual<sup>21</sup>. Diz Ramus:

O método é a disposição por meio da qual, entre muitas coisas, a primeira que é conhecida é colocada em primeiro lugar, a segunda, no segundo, a terceira, no terceiro e assim sucessivamente. Esse nome significa toda disciplina e demonstração, porém, comumente, é entendido por “destreza” e “abreviação do caminho”. E, segundo essa metáfora, é praticado na escola pelos Gregos e Latinos. Os que, falando também da Retórica, o nomearam “disposição” (RAMUS, 1996, p. 75).

Ramus liga aqui sua concepção do método com a disposição, que, como já dissemos, é aquela parte da Retórica que trata da forma de colocar em ordem os argumentos que serão usados para vencer uma causa. No entanto, em outras obras, Ramus identificou as regras da disposição com o método de composição e resolução, este sim um método científico que, na Idade Moderna, foi vinculado tanto à tradição epistemológica da arte

<sup>20</sup> *Per methodum intelligo regulas certas et faciles, quas, quicumque exacte servaverit, nihil unquam falsum pro vero supponet, et nullo mentis conatu inutiliter consumpto, sed gradatim semper augendo scientiam, perveniet ad veram cognitionem eorum omnium quorum erit capax.*

<sup>21</sup> O exemplo típico do uso da divisão conceitual ou *diairesis* é o *Sofista*, de Platão.

médica, iniciada por Galeno (ONG, 2004, p. 226-227), quanto ao método de análise e síntese da Geometria grega (ARNAULD; NICOLE, 2014, Parte IV, cap. 2 e 3). O método de composição e resolução não aparece nos *Analíticos* de Aristóteles, senão nas obras do aristotélico renascentista Giacomo Zabarella. Este autor distinguia entre a forma de expor uma ciência (*ordo*) e a maneira de adquirir conhecimentos referentes à essa ciência (método em sentido estrito). Quando falamos do *ordo*, a composição é usada para apresentar uma ciência a partir dos primeiros princípios. Por exemplo, os *Elementos* de Euclides apresentam a Geometria usando o método de composição. A resolução, por sua vez, é usada para a prova de uma proposição buscando os princípios a partir dos quais ela pode ser derivada. Quando nos referirmos ao método em sentido estrito, é por resolução que descobrimos as causas e os princípios a partir dos seus efeitos, fato que é comum na Medicina onde inferimos as causas da doença a partir dos sintomas (MIKKELI, 2018, p. 5). Ramus associa a análise com a resolução e a síntese com a composição, mas também passou a dar ao termo “análise” o significado de interpretação de um texto chamando a análise de *quaedam dialectica retexta* (RISSE, 1964, p. 137)<sup>22</sup>. O verbo latino *retexo* tem o significado de decompor, tecer de novo (GAFFIOT, 1934, p. 1356). A análise decompõe e refaz um texto ou uma disputa e nisso consiste a interpretação delas<sup>23</sup>. Ramus pensava que qualquer tipo de discurso, seja ele científico, filosófico ou poético, podia ser organizado e analisado segundo um mesmo padrão. Além disso, ao escrever, como podemos ver na citação acima de sua *Dialética*, “toda disciplina e demonstração”, dá a entender que o método deve ser o mesmo para todas as disciplinas. Ele não é somente aplicado nas artes liberais e nas doutrinas senão também é usado pelos oradores, poetas e todos os escritores (RAMUS, 1996, p. 77).

O método ramista tem a ver com a forma de expor um discurso e não com encontrar suas ideias e argumentos, pois, já vimos que disso se ocupa a primeira parte da *Dialética*, a invenção, e não a doutrina do juízo da qual faz parte a doutrina do método. Observamos também que a definição de método dada por Ramus na sua *Dialectica* toca na questão do que primeiro vem na ordem do conhecimento. Nos *Segundos analíticos* I, 2, Aristóteles distinguiu dois significados de “ser primeiro na ordem do conhecimento”. Um deles tem a ver com o que é primeiro em relação a nós, isto é, com o que nós conhecemos em primeiro lugar. Entendido assim, os dados dos sentidos são o que há de primeiro para nós. O outro significado refere-se àquilo que é em si mais inteligível que outras coisas, ainda que não seja o primeiro que conheçamos. Nesse sentido, as causas gerais são o que há de mais inteligível em si mesmo ainda que sejam os objetos mais afastados dos sentidos. Entretanto, Ramus não é tão claro como o é Aristóteles na distinção entre aqueles dois significados de “prioridade”. Comparemos o texto dos *Segundos analíticos*

22 *Analysis, i.e. resolutio, cum facta disputatio retextitur et partibus suis examinatur* (RAMUS apud RISSE, 1964, nota 56)

23 O título da seguinte obra do ramista Piscator exemplifica essa concepção: *Analysis logica Evaangelii secundum Mathaeum* (RISSE, 1964, p. 37)



I, 2 com o da *Dialética*. Diz Aristóteles:

“Primeiro” e “mais conhecido” tem um significado duplo, porque não há identidade entre o que é primeiro por natureza e o que é primeiro para nós, nem entre o que é mais conhecido por natureza e o que é mais conhecido para nós. Chamo primeiros e mais conhecidos para nós, os objetos mais próximos da sensação, e primeiros e mais conhecidos de uma forma absoluta os objetos mais afastados dos sentidos (ARISTÓTELES, 1979, p. 9-10, tradução nossa).

Ramus parafraseia essa passagem assim:

O método de natureza é aquele por meio do qual o que é totalmente e absolutamente mais evidente e conhecido é colocado em primeiro lugar, coisa que Aristóteles, no primeiro livro da *Demonstração*, chama tanto mais conhecido por natureza quanto precedente por natureza na medida em que o que é naturalmente mais evidente deve preceder em ordem e declaração de doutrina como as causas em relação aos efeitos, como o mais geral e universal em relação ao especial e singular (RAMUS, 1996, p. 75, tradução nossa).

Ao tentar ser mais explícito, Ramus usa como exemplos Hipócrates, Platão e Aristóteles. A forma de colher seus exemplos mostra que Ramus está confuso com relação à questão da prioridade. Apoiar-se em Hipócrates para afirmar que é “necessário começar pelas coisas maiores e mais fáceis, de maior uso e potência, *mais fáceis aos sentidos e ao entendimento*” (RAMUS, 1996, p. 76, tradução e grifo nosso), ao passo que Aristóteles separara o que é primeiramente acessível aos sentidos do que é primeiramente acessível ao entendimento. A seguir Ramus cita o *Fedro* de Platão, obra na qual o filósofo grego, segundo Ramus, teria ensinado que na disposição de uma arte é necessário considerar duas ideias: a primeira, a definição do gênero; e a segunda, sua distribuição (divisão ou partição) em espécies. E para reforçar sua concepção, cita o *Cármides*, de Platão, onde o filósofo grego considera o exemplo dos médicos que começam a sanar a parte doente só após ter curado todo o corpo. Ramus confunde a relação de uma parte com o todo com a relação entre as espécies e o gênero. Vemos então que, na questão do que vem primeiro na ordem do conhecimento, ele mostra-se hesitante: de um lado, dá a entender que o gênero deve preceder na ordem da ciência à espécie; por outro lado, que a totalidade (corpo) deve preceder às partes (parte doente); em terceiro lugar, que o maior e mais fácil de ser conhecido pelos sentidos deve preceder às demais coisas; por último, que o mais fácil de ser conhecido pelo entendimento é o que deve ser colocado em primeiro lugar. Finalmente, ao continuar sua exposição do método, vê-se que Ramus decide-se por afirmar que uma ciência deve iniciar com a definição do gênero objeto de estudo e depois reconhecer suas diferentes espécies e inventariá-las, processo que Ramus chama encontrar a partição (divisão) do gênero em suas espécies, e definir, a seguir, essas espécies e dividi-las e continuar assim em diante, sucessivamente, por meio

de um processo de divisão dicotômica que Ramus vincula com a *diairesis* platônica<sup>24</sup>. Como exemplo, Ramus considera a Gramática:

O dialético [lógico] escolherá, por meio da luz do método natural [...] a definição da Gramática, dado que isso é o mais geral e a colocará em primeiro lugar: “A Gramática é a doutrina de falar bem”. Depois ele buscará a partição da Gramática e a colocará em segundo lugar: “As partes da Gramática são duas: a Etimologia e a Sintaxe”. Consequentemente, ele separará a definição da primeira parte e a acrescentará, já em um terceiro grau, às precedentes. Assim definindo e distribuindo [dividindo], ele descenderá aos exemplos especialíssimos e os colocará em último lugar. E o mesmo fará na outra parte [Sintaxe] da forma como temos nos esforçado até aqui de colocar os preceitos da Dialética, o mais geral em primeiro lugar, a seguir os subalternos e por último os exemplos especialíssimos (RAMUS, 1996, p. 76-77, tradução nossa).

E acrescenta:

Esse método não é somente aplicado nas artes e nas doutrinas, mas também em todos aqueles assuntos sobre os que pensamos ensinar de forma fácil e clara. E também ele é comum aos oradores, aos poetas e a todos os escritores (RAMUS, 1996, p. 77, tradução nossa).

Vemos, então, que, para Ramus, há um único método para expor qualquer tipo de discurso, aplicável tanto à ciência quanto à poesia, tanto à Filosofia quanto à Oratória. Exemplificando sua concepção, Ramus refere-se às *Geórgicas* de Virgílio. Segundo Ramus, nessa obra o poeta latino divide seu tema em quatro partes: no primeiro livro ocupa-se com as coisas mais gerais como os astros, a meteorologia e discute sobre o cultivo do trigo; no segundo, sobre as árvores em geral e em especial sobre a videira; no terceiro, sobre os bois, cavalos, ovelhas, cabras e cães; e no quarto livro sobre as abelhas. Ramus considera que Virgílio iniciou seu tema pelo mais geral (os astros e a meteorologia) e depois foi ao mais específico (a agricultura e o uso dos animais), terminando no mais especial: a cultura da vide e a criação de abelhas e a vinicultura. Esse tipo de análise é estreito demais. Ramus quis encaixar qualquer tipo de discurso dentro de um marco rígido, não percebendo as diferenças entre os diversos gêneros e tipologias textuais.

Até aqui apresentamos o que Ramus denomina método de natureza (*Méthode de nature*) que ele chama assim porque consideraria as coisas na sua ordem natural. Mas, segundo as características da audiência, essa ordem de exposição do discurso pode ser alterada, e temos, nesse caso, o que Ramus chama de método de prudência (*Méthode*

24 Diz Ramus em outra obra: “*Res enim primum universa definienda et explicanda, deinde in partes diducenda est*” (RAMUS apud RISSE, 1964, p. 136, nota 54).

*de prudence*). Ramus pensa que a função principal do discurso é ensinar e por isso se representa os ouvintes como um conjunto de alunos. Diz ele:

Segue-se o método de prudência, em que as coisas que vêm em primeiro lugar [não são] aquelas mais absolutamente conhecidas, senão aquelas que são mais convenientes para aquele a quem se deve ensinar, e mais propícias a induzi-lo e levá-lo aonde nós queremos (RAMUS, 1996, p. 79-80, tradução nossa).

Ramus vincula o método de natureza à ciência e o método de prudência à opinião (RAMUS, 1996, p. 79). Segundo Ramus, esse último método é mencionado por Aristóteles no livro VIII dos *Tópicos* e nas suas *Refutações sofísticas*. Consiste no seguinte: começar pelo médio, não declarar no início o objetivo [do discurso], nem mencionar as partes dele, buscar longe os antecedentes que servem como premissas para provar a conclusão desejada, usar raciocínios por semelhança e parábolas. Também, segundo Ramus, o encontramos mencionado na *Arte poética* de Horácio e exemplificado na *Eneida* de Virgílio (RAMUS, 1996, p. 79-80).

Em *O progresso do conhecimento* de Bacon não encontramos ainda a doutrina madura do método científico que lemos no *Novum organum*. Bacon relaciona a doutrina do método com as artes intelectuais. Elas são quatro e se classificam segundo sua finalidade, pois “o trabalho do homem é descobrir aquilo que se busca ou propõe, ou julgar aquilo que se descobre, ou reter aquilo que se julga, ou comunicar aquilo que se retém” (BACON, 2006, p. 185). Isso é assim de modo que temos quatro artes, a da invenção, a do juízo, a da memória e a da comunicação. A doutrina do método se situa dentro da arte de comunicação<sup>25</sup>. Porém, mesmo nesse contexto da arte da comunicação, a palavra “método” adquire diversas acepções. Por um lado, Bacon distingue entre o método de uso ou magistral dedicado à transmissão do conhecimento e o método de iniciação ou de descoberta de novas verdades, voltado ao acréscimo do conhecimento (BACON, 2006, p. 209). O ideal seria afirma Bacon que o conhecimento fosse transmitido “com o mesmo método com que foi descoberto” (BACON, 2006, p. 210). Outra divisão do método tem a ver com sua expressão escrita que pode ser ou por meio de aforismos ou por meio de um discurso contínuo, o que Bacon chama maneira sistemática de comunicar. Os aforismos expõem o miolo e medula das ciências e na expressão escrita por meio deles não cabem nem o discurso ilustrativo, nem a enumeração de exemplos nem o discurso de conexão e ordem, nem as descrições (BACON, 2006, p. 211) Na maneira sistemática de comunicar “tanto podem a ordem e a concatenação e com tanta graça se pode apresentar o medíocre” que com destreza podem ser expostas coisas que em si mesmas valem pouco (BACON, 2006, p. 212). Também, sustenta Bacon, o método pode ser considerado conforme a matéria ou objeto, pois não são os mesmos o método das

<sup>25</sup> Essa divisão das artes intelectuais corresponde à divisão em partes da Retórica clássica, feita pelos tratadistas romanos de Retórica (REBOUL, 2004).

Matemáticas e o da Política (BACON, 2006, p. 213). Também Bacon distingue entre o método de Resolução ou Análise e o Método de Constituição ou Síntese. Vemos assim que o conceito de “método” tem vários significados para Bacon, mas em *O progresso do conhecimento* o autor não consegue relacionar bem as diferentes acepções entre si. Bacon critica Ramus por ter tornado os diferentes axiomas circulares e não progressivos, quer dizer, não aptos para o progresso do conhecimento.

Os autores da *Lógica ou arte de pensar* associam o método com a operação do espírito que consiste em ordenar<sup>26</sup>. Na sua concepção de método, Arnauld e Nicole se apoiam nas *Regras para a direção do espírito* de Descartes e nos opúsculos de Pascal *O espírito da geometria* e *Sobre a arte de persuadir*. Os autores tomam a Geometria como modelo de ciência, em uma época em que a cientificidade dessa disciplina tinha sido colocada em dúvida de um lado pelos céticos e de outro lado pelos seguidores da Filosofia natural aristotélica que afirmavam que a Geometria não era um conhecimento pelas causas, pois não considerava nenhuma das quatro causas aristotélica (MANCOSU, 1996, p. 178-212). Como Zabarella, Arnauld e Nicole distinguem entre dois métodos científicos:

Há dois tipos de métodos: um para descobrir a verdade, que se chama análise, ou método de resolução, e que se pode chamar também método de invenção; e outro para fazê-la compreender aos outros quando ela for encontrada, que se chama síntese, ou método de composição, e que se pode também chamar método de doutrina (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 519, tradução nossa).

A apresentação do método de análise feita no capítulo II da quarta parte de *a Lógica ou arte de pensar* se inspira na análise geométrica tal como foi reformulada por Viète e Descartes<sup>27</sup>. Para os autores da *Lógica* a análise pode ser aplicada tanto às questões teóricas, e entre elas não só as matemáticas como, por exemplo, saber se a alma do homem é imortal, quanto às práticas, como construir uma estátua de Tântalo, que represente seu suplício (ARNAULD; NICOLE, 1980, p. 370-371). Por sua vez o método de síntese é aquele que se usa para expor uma disciplina em forma axiomática, como teoria dedutiva. Sua formulação teórica mais antiga encontra-se nos *Segundos analíticos* de Aristóteles, sendo sua realização científica mais conhecida os *Elementos* de Euclides. Mas os autores de Port Royal não consideram especialmente aquela obra de Aristóteles senão a teorização da síntese que se encontra nos dois opúsculos de Pascal supracitados. Em *Sobre a arte de persuadir* Pascal dá oito regras para a exposição da Geometria como teoria axiomática dedutiva: três para as definições, duas para os axiomas, três para as demonstrações (PASCAL, 1986, p. 44-45). Arnauld e Nicole reformulam essas regras assim (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 585-586):

26 As outras operações do espírito são: conceber, associada com a doutrina das ideias, julgar com a do juízo e raciocinar com a doutrina do raciocínio.

27 A bibliografia sobre o método de análise e síntese na Geometria grega e sobre a forma como ele foi concebido na Idade moderna é muito abundante. Uma detalhada exposição sobre essa última questão se encontra em (BATTISTI, 2002).

*Para as definições*

- Não deixar sem definir nenhum termo obscuro ou equívoco.
- Usar somente nas definições termos perfeitamente conhecidos ou já explicados.

*Para os axiomas*

- Exigir que sejam admitidas como axiomas só coisas evidentes.

*Para as demonstrações*

- Provar todas as proposições um pouco obscuras, usando na sua prova somente as definições precedentes, ou os axiomas já admitidos, ou as proposições já demonstradas, ou a construção da coisa mesma da qual se trata, quando é o caso de realizar uma operação.
- Não abusar nunca da equivocidade dos termos, nem se esquecer de substituir eles pelas definições que os explicam e os restringem.

Sobre essas regras, eles concluem:

Eis aqui o que os Geômetras têm julgado necessário para tornar as provas convincentes e invencíveis. E é necessário confessar que a atenção para observar essas regras é suficiente para evitar fazer raciocínios falsos ao tratar das ciências (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 536, tradução nossa).

No entanto, o texto de Arnauld e Nicole mostra, como veremos, a influência das concepções de Ramus sobre a ordem em que uma disciplina deve ser apresentada, as que são visíveis tanto na redação de trechos da *Logica* quanto na exposição da Geometria nos *Novos elementos de geometria* de Arnauld. Com efeito, na IV parte, capítulo IX, da *Lógica ou arte de pensar*, Arnauld e Nicole fizeram diversas críticas à forma na qual os geômetras apresentam sua ciência. Detrás delas se encontra a influência de Ramus. Os autores assinalam seis defeitos, frequentes entre os geômetras e que podem ser identificados nos *Elementos* de Euclides. O primeiro é ter cuidado mais da certeza que da evidência e de convencer o espírito que de esclarecê-lo<sup>28</sup>. Esclarecer o espírito significa dar-lhe as razões pelas quais uma proposição é verdadeira e não apenas coagi-lo, mostrando-lhe que ela é verdadeira. A diferença é sutil se relaciona com a distinção entre provas *ex causa* e provas *a signo*. O que caracteriza o conhecimento científico, segundo Aristóteles, é ser ele um conhecimento das causas de um fato e não apenas do fato. A distinção entre convencer e esclarecer se aplica especialmente às chamadas provas por redução ao absurdo, que ocorrem frequentemente na exposição euclidiana. Uma prova desse tipo mostra que

<sup>28</sup> *Avoir plus de soin de la certitude que de l'évidence, et de conviancre l'esprit que de l'éclairer* (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 571).

uma proposição é verdadeira derivando uma conclusão absurda a partir de suposição da verdade da contraditória da proposição que se quer provar, mas ela não mostra sua verdade derivando-a a partir de princípios ou de proposições já demonstradas. É uma prova que dá um signo da verdade da proposição em questão (a contradição derivada a partir da sua negação) e não a causa de sua verdade. Referindo-se a esse tipo de prova, Arnauld e Nicole afirmam:

[...] É claro que essas provas podem convencer o espírito, mas elas não o esclarecem de nenhuma forma, o que deve ser o principal fruto da ciência. Pois nosso espírito não está satisfeito se ele sabe que a coisa é, mas não porque é, o que não se aprende por meio de uma demonstração por redução ao absurdo (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 575-576, tradução nossa).

Devemos dizer que nem Euclides nem seus comentaristas do início da Idade Moderna distinguiram entre o que chamamos hoje regra de introdução da negação (se da afirmação de uma proposição  $p$  inferimos uma conclusão absurda então podemos afirmar *não*  $p$ ) e regra de redução ao absurdo em sentido estrito (se de *no*  $p$  inferimos um absurdo então podemos afirmar  $p$ ) (PRAWITZ, 1966, p. 20-21). Qualquer prova que usasse uma ou a outra regra de inferência era considerada pelos geômetras gregos e dos inícios da Idade Moderna como uma prova pela redução ao absurdo.

O segundo defeito mencionado por Arnauld e Nicole consiste em que os geômetras provam várias afirmações que não precisariam de demonstração. Por exemplo, a proposição I, 20 dos *Elementos* afirma que, em um triângulo, um lado sempre é menor que a soma dos outros dois. Euclides não precisava ter provado essa proposição porque ela decorre imediatamente da noção de linha reta como a menor distância entre dois pontos. A proposição I, 2 pede resolver o problema seguinte: dado um ponto e uma linha reta construir outra linha reta, igual à dada, que passe por esse ponto. Euclides, segundo Arnauld e Nicole, deveria ter colocado essa proposição na forma de postulado e não como problema que deve ser resolvido. Nos dois casos, segundo os autores da *Lógica*, o erro vem de não ter considerado que a certeza daqueles conhecimentos geométricos decorre do princípio de que se pode afirmar de una cosa tudo aquilo que está contido na sua ideia clara e distinta (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 573). Provar coisas que não precisam ser provadas por serem claras e evidentes leva a alterar a ordem natural da exposição, que consiste em ir do mais geral até o particular, porque faz aos geômetras, para apoiar suas provas, se ocupar previamente de coisas que deveriam ter sido abordadas depois pelo fato de serem mais particulares do que as que se quer provar. Assim a proposição I, 2 dos *Elementos*, mencionada acima, se refere às linhas em geral. Ela é demonstrada após Euclides ter indicado como construir um triângulo equilátero, figura determinada por três líneas retas que se intersectam duas a duas, quer dizer, após ter provado a existência de uma determinada configuração de linhas. O conceito de linha, na ordem que vai do geral ao particular, vem antes do conceito de triângulo.

O terceiro defeito dos geômetras assinalado por Arnauld e Nicole se refere ao uso de provas pelo movimento e posterior superposição de figuras. Nos *Elementos* as provas por superposição se apoiam no axioma que afirma que se duas figuras coincidem então são iguais. A prova da proposição I, 4 dos *Elementos* é um exemplo do uso de superposição de figuras. Peletier de Mans, no seu comentário aos *Elementos* de Euclides (1557) afirmou que superpor figuras é próprio da Mecânica ao passo que entender é próprio da Matemática (PASCAL; ARNAULD; NONANCOURT, 2009, p. 383-384). A superposição introduz um elemento empírico nas ciências matemáticas. De outro lado já na *Metafísica*, M, 3 Aristóteles distinguira a Física da Matemática afirmando que a primeira se ocupa de objetos em movimento e a segunda de objetos imóveis. Arnauld caracteriza a prova euclidiana de I, 4 como grosseira e material, apta para satisfazer aos que amam, no conhecimento das coisas, usar mais a imaginação do que a inteligência (PASCAL; ARNAULD; NONANCOURT, 2009, p. 383-384).

O quarto defeito dos geômetras, para Arnauld e Nicole, é o de demonstrar proposições percorrendo vias compridas demais (“*démonstrations tirées des voies trop éloignées*”). Vê-se isso nas provas das proposições I, 5; I, 47 dos *Elementos*. A primeira proposição diz que os ângulos da base de um triângulo isósceles são iguais e que, se os lados iguais desse triângulo são estendidos, então os ângulos debaixo da base serão entre si iguais. Na prova dessa proposição, Euclides constrói triângulos auxiliares. Coisa que não fez Arnauld nos seus *Novos elementos de geometria* ao dar, no livro XIII do seu texto, no segundo corolário do segundo teorema, uma demonstração da primeira parte daquela proposição euclidiana referente à igualdade dos ângulos da base de um triângulo isósceles, inscrevendo o triângulo isósceles dentro de um círculo e mensurando os arcos determinados pela inscrição. A proposição I, 47 dos *Elementos*, conhecida hoje como teorema de Pitágoras, depende para sua demonstração, segundo Arnauld, não dos triângulos que Euclides usa como meio da demonstração senão da perpendicular que vá do vértice do ângulo oposto à base (PASCAL; ARNAULD; NONANCOURT, 2009, p. 716-717).

O quinto dos defeitos dos geômetras consiste, segundo os autores de Port Royal, no desrespeito à ordem natural de exposição. Essa ordem natural se segue daquilo que Ramus chamou de método natural (*méthode de nature*) que consiste em ir do gênero até as espécies, do mais geral ao mais particular. Finalmente, o sexto defeito consiste em não usar divisões e partições, como era recomendado por Ramus. O que os autores de Port Royal querem dizer com isso é que os geômetras no início de sua exposição não dizem que um gênero se divide em tais e quais espécies e que não pode ter mais do que aquelas. Por exemplo, no livro I dos *Elementos*, encontrar-se-ão as definições de todas as espécies de triângulo, porém Euclides deveria ter procedido indicando que os triângulos se dividem, segundo seus lados, em equiláteros, isósceles e escalenos e, segundo seus ângulos, em oxígonos (quando eles têm seus ângulos agudos), retângulos (quando têm dois ângulos agudos e o outro reto) e amblígonos (quando têm dois ângulos agudos e o

terceiro obtuso).

Além desses defeitos, Arnauld e Nicole criticam as definições dadas por Euclides das entidades geométricas básicas como aquela de ângulo, definido como a inclinação, entre elas, de duas linhas no plano, que se tocam e não estão postas sobre uma reta. Essa definição permite considerar tanto os ângulos retilíneos quanto aqueles chamados mistos, por exemplo, aquele formado por uma reta tangente a uma circunferência com essa mesma circunferência. A insuficiência da definição euclidiana se torna mais visível, argumentam Arnauld e Nicole, quando se trata de dividir um ângulo reto em duas partes iguais, quer dizer, construir a bissetriz do ângulo. Pois “quem não vê que não é a inclinação de duas linhas a que é dividida em duas partes, que não é a interseção das linhas a que tem uma base, senão que tudo isso se aplica ao espaço compreendido entre essas duas linhas e não à interseção entre elas?” (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 540). O ângulo, segundo Arnauld e Nicole, “é um espaço compreendido entre duas linhas retas que se intersectam, indeterminado segundo a dimensão que corresponde à longitude das linhas e determinado pela parte proporcional de uma circunferência que tem por centro o ponto onde essas linhas se encontram” (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 540-541). Outras críticas dos autores de Port Royal se dirigem às definições euclidianas de razão e proporção no livro V dos *Elementos*, pelo fato de que elas não permitem distinguir entre proporções aritméticas e proporções geométricas (ARNAULD; NICOLE, 2014, p. 543-544).

## 4 Conclusões

A *Dialética* de Ramus mostra os principais traços da concepção de Lógica que vigorou na Renascença, fortemente dependente da Retórica greco-latina. Entre eles, a ideia de que a lógica consiste em uma arte da invenção (Tópica) e uma arte do juízo; o papel de destaque que têm os lugares de argumentação que são unidades lógicas fundamentais; a omissão de temas próprios da lógica medieval tardia como a doutrina da *suppositio* e por consequência a ausência de qualquer reflexão sistemática sobre as relações entre palavras, pensamentos e coisas; a ideia de que o método da ciência faz parte da lógica e que ele está mais destinado para expor os resultados já obtidos do que para adquirir novos conhecimentos. A metodologia ramista é uma metodologia para o ensino das artes liberais e não para a descoberta de novos fatos e verdades.

Em *O progresso do conhecimento* de Bacon encontramos um conjunto de ideias que significam uma ruptura tanto em relação ao saber escolástico (saber disputatório) quanto em relação à concepção de saber do humanismo renascentista (saber delicado). São elas: a ideia de que na antiguidade clássica não se encontra o ápice do conhecimento humano, a concepção de que a ciência pode e deve progredir, a afirmação de que a meta da ciência é o controle da natureza e a rejeição do método das disputas, associado à silogística aristotélica. Nesta obra, ainda não encontramos desenvolvido o método



indutivo, que Bacon apresentará depois no *Novum organum*. Disserta, no entanto, sobre o método, mas o inclui dentro da arte da comunicação, da qual faz parte também a Retórica.

A *Lógica ou arte de pensar* mostra uma retomada de temas próprios da lógica medieval dentro do quadro de uma epistemologia cartesiana que toma a Geometria como paradigma de conhecimento científico. O estudo dos lugares de argumentação é desvalorizado. O método que a obra apresenta está baseado na análise geométrica cartesiana e nas regras que dera Pascal à Geometria. Mas, no entanto, os autores se mostram influenciados pela obra de Ramus e dão a impressão de querer fazer, com respeito ao método científico, uma síntese entre cartesianismo e ramismo.

Ao comparar as três obras, percebem-se diferentes concepções sobre o uso da Razão. Na *Dialética* a encontramos associada às disputas, em *O progresso do conhecimento* vinculada, junto com as outras duas faculdades intelectuais (imaginação e memória), à tarefa da construção de uma ciência da natureza que permita o controle sobre ela, e finalmente na *Logica ou arte de pensar* encontramos uma razão monológica que se aplica ao que pode ser demonstrado com rigor.

## Referências bibliográficas

ABELARDO, P. *Lógica para principiantes*. Tradução de Carlos Arthur Ribeiro do Nascimento. 2ª ed. São Paulo: UNESP, 2005.

AGRICOLA, R. *De inventione dialectica*. Tradução de Lothar Mundt. Tübingen: Niemeyer, 1992.

ANSCOMBRE, J. (org). *Théorie des topoï*. Paris: Éditions Kimé, 1995.

ARISTÓTELES. *Les seconds analytiques*. Tradução de J. Tricot. Paris: Vrin, 1979.

ARISTÓTELES. *Les premiers analytiques*. Tradução de J. Tricot. Paris: Vrin, 1983.

ARISTÓTELES. *Les topiques*: Tradução de J. Brunschwig. Paris: Les Belles Lettres, 1984.

ARISTÓTELES. *Retórica*. Tradução de Quintín Racionero. Madri: Gredos, 1994.

ARNAULD, A.; NICOLE, P. *La logique ou l'art de penser*. Édition critique de Dominique Descotes. Paris: Champion Classiques, 2014.

BACON, F. *O progresso do conhecimento*. São Paulo: Editora da UNESP, 2006.

BACON, F. *Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza*. Tradução de J. A. Reis de Andrade. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

BATTISTI, C. *O método de análise em Descartes: da resolução de problemas à constituição do sistema do conhecimento*. Cascavel: Edunioeste, 2002.

- BOECIO, A. M. *De topicis differentiis*. Tradução de E. Stump Cornell University Press, 2004a.
- BOECIO, A. M. *In Ciceronis Topica*. Tradução de E. Stump Cornell University Press, 2004b.
- BRIOIST, P. Les savoirs scientifiques. *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, v. 5, n. 49, p. 52-80, 2002.
- CICERO. M.T. *Divisions de l' art oratoire. Topiques*. Tradução de Henri Bornecque. Paris: Les Belles Lettres, 2002.
- CICERO. M.T. *De l' invention*. Tradução de Guy Achard. Paris: Les Belles Lettes, 2002.
- CICERO. M.T. *Topica*. Introdução, notas e tradução de Tobias Reinhardt. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- DESCARTES, R. *Obras escogidas*. Tradução de Ezequiel de Olaso e Tomás Zwanck. Buenos Aires: Editora Sudamericana, 1967.
- DESCARTES, R. *Discours de la méhtode*. Texte et comentarire par Éitenne Gilson. 6<sup>a</sup> ed. Paris: Vrin, 1987.
- FINOCCHIARO, M. *The Port-Royal logic's theory of argument*. *Argumentation*, v. 11, n. 4, p. 393-410, 1997.
- GAFFIOT, F. *Dictionnaire illustré latin français*. Paris: Hachette, 1934.
- KNEALE, W; KNEALE, M. *El desarrollo de la lógica*. Madri: Editora Tecnos, 1980.
- LAUDAN, L. Teorias do método científico de Platão a Mach. *Cadernos de História e Filosofia da ciência*. v. 10, n. 2, p. 9-140, 2000.
- MANCOSU, P. *Philosophy of mathematics e mathematical practice in the seventeenth century*. Oxford: Oxford University Press, 1996.
- MIKKELI, H. Giacomo Zabarella. In: ZALTA, E (org) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/.archives/spr2018/entries/zabarella/>>.
- MONTAIGNE, M. de. *Ensaio*s. Tradução de Sérgio Milliet. São Paulo: Nova Cultural, 1987.
- MORUJÃO, C. A. Lógica modernorum: Lógica e filosofia da linguagem na escolástica dos séculos XIII e XIV. *Revista filosófica de Coimbra*, v. 14 , n. 28, p. 301-322, 2005.
- ONG, W. J. *Ramus. Method and the decay of dialogue: from the art of discourse to the art of reason*. Chicago: Chicago University Press, 2004.

- O'TOOLE, R.; JENNINGS, R. The megarians and the stoics. In: GABBAY, D; WOODS, J. (orgs.) *Handbook of the history of logic*. v. 1. New York: Elsevier, 2004, p. 397-522.
- PASCAL, B. *L' esprit de la géométrie: de l'art de persuader*. Paris: Bordas, 1986.
- PASCAL, B; ARNAULD, A; NONANCOURT, F. de. *Géométries de Port Royal*. Paris: Honoré Champion, 2009.
- RAMUS, P. *Dialectique de 1555*. Paris: Vrin, 1996.
- RAMUS, P. *Aristotelicae animadeversiones*. Bad Cannstatt: E. Fromann, 1964.
- REBOUL, O. *Introdução à retórica*. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- RISSE, W. *Die Logik der Neuzeit*. Bad Cannstatt: Friedrich Fromman, 1964.
- ROSSI, P. *Francis Bacon: De la magia a la ciencia*. Madri: Alianza, 1990
- .RUBINELLI, S. *Ars topica; the classical technique of constructing arguments from Aristotle to Cicero*. Berlim: Springer, 2009.
- SELBERG, E. Petrus Ramus. In: ZALTA, E (org) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2016/entries/ramus/>>.
- SINGER, P. Galen. In: ZALTA, E (org) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/galen/>>.
- STORCK, A. The meaning of "logic" in the thirteenth century. *Logica universalis*, v. 9, p. 135-154, 2015.
- TODOROV, T. *Teorias do símbolo*. Campinas: Papirus, 1996.
- VIVES, J. L. *Against the pseudodialecticians: a humanist attack on medieval logic*. Tradução de Rita Guerlac. Dordrecht: Reidel, 1978.

## **O QUE A REALIDADE UNIU, QUE O FILÓSOFO NÃO SEPARE! MODELOS NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E DA SOCIEDADE**

**Luiz Henrique de Araújo Dutra**  
UFSC/UnB/CNPq

As ciências da natureza e as ciências humanas, ou da sociedade, ou da cultura, são vistas como domínios irreconciliáveis do saber por grande parte da filosofia da ciência. Alguns sustentam que tal separação deve ser superada em nome do princípio de unidade da ciência, do qual não devemos abrir mão em virtude de boas razões ontológicas. Pois, afinal, se a realidade é a mesma, se ela é una, e se o conhecimento que temos dela é adequado, então tal conhecimento também deve ser unificado.

Contudo, essa empreitada requer esforços filosóficos hercúleos, uma vez que, de fato, as ciências naturais e as ciências humanas (ou as humanidades, se quisermos uma forma mais ampla de expressão) são diferentes em seus objetivos, estratégias investigativas e resultados. Na primeira seção deste texto, procuramos identificar aqueles que provavelmente são os principais aspectos nos quais se acredita que esses dois grandes domínios do saber diferem. Na seção 2, procuramos abordar dos pontos de vista do emergentismo perspectivista os aspectos fundamentais de uma ontologia renovada que permitem compreender as diferenças entre as ciências humanas e as ciências naturais mesmo no quadro da mais ampla diversidade de fenômenos por elas estudados.

Do ponto de vista naturalista, contudo, que está naturalmente associado a essa postura, o próprio conhecimento humano é uma classe de fenômenos emergentes, entre os quais se destaca a atividade de modelagem. Na seção 3, assim, discutimos a noção de modelo científico e, nessa seção, assim como na seguinte, argumentamos que os modelos funcionais são o elo comum, natural e necessário entre as ciências da natureza e as ciências da cultura, nos dispensando de qualquer discussão em termos do princípio

de unidade da ciência, mas tomando o tema como uma questão de fato metodológico.

## 1 A cisão tradicional

Não sabemos ao certo quando se deu o *divórcio* entre as disciplinas que tratam dos acontecimentos naturais e aquelas que tratam dos acontecimentos sociais, isto é, entre as ciências naturais e as ciências humanas. Isso também não importa muito, uma vez que já viemos a conhecer o casal separado. Contudo, provavelmente, essa divisão de tarefas cognitivas se baseia, entre outras coisas, na concepção dualista da natureza humana. E, assim, com certeza, pelo menos em Descartes já está o germe da demarcação entre as ciências da natureza e as ciências da sociedade, embora estas últimas fossem ainda mais incipientes que as primeiras.

Pensemos numa obra de Descartes como *As paixões da alma* (DESCARTES, 1953 [1649]), cuja primeira parte, que é um verdadeiro tratado de anatomia e fisiologia humana, antecipando o que séculos depois virá a ser a neurofisiologia, coloca o ser humano no seio da natureza, como um dos lugares nos quais alguns dos processos naturais mais notáveis se dão, como, por exemplo, o fenômeno do reflexo, descrito cientificamente pela primeira vez por Descartes. Entretanto, o restante da obra pode ser tomado como a inauguração — ou talvez, se pensarmos em alguns dos autores gregos mais sistemáticos, como Aristóteles, a *reinauguração* — de uma psicologia empírica, como, aliás, o próprio título do livro sugere. Como sabemos, Descartes se esforça muito — e sem sucesso — para mostrar que os processos fisiológicos iniciados no corpo, alguns dos quais provocados por acontecimentos externos, alcançam a alma, ou espírito, ou mente, e aí provocam modificações. Vista assim, essa obra já é um esforço para reconciliar a natureza e a mente humana e, deste modo, em última instância, a natureza e a sociedade, supondo que a sociedade humana seja produto do que os seres humanos fazem. É claro que, em certo sentido, esse é o caso, mas não da forma como tradicionalmente se concebe. Mas voltaremos adiante a esse ponto.

De qualquer maneira, uma concepção dualista dos seres humanos confere fundamento para a demarcação rígida entre as ciências naturais e as ciências humanas, ou ciências sociais, ou as humanidades, se quisermos empregar um termo mais abrangente. Embora os seres humanos sejam exemplares de uma espécie biológica e, assim, estejam sujeitos a uma série de determinações naturais, mesmo concebidos de forma perfeitamente naturalizada, como produtos da evolução da vida no planeta, esses indivíduos são dotados de consciência reflexiva e de linguagem, produtos também da evolução; e isso lhes oferece a possibilidade de criar toda aquela parte da realidade da qual as humanidades se ocupam. Além das disciplinas costumeiramente identificadas como ciências humanas ou sociais, como setores da psicologia, a antropologia, a sociologia etc., incluem-se nesse grupo as artes, as religiões, o Direito e a própria filosofia, para mencionarmos aquelas atividades cognitivas que, embora não sejam identificadas com

o rótulo “ciência”, são disciplinas voltadas para o que os seres humanos fazem em sociedade: o mundo da cultura, digamos assim para resumir.

Mais especificamente, então, podemos dizer que tem havido com certeza pelo menos desde os pensadores modernos uma demarcação rígida entre as ciências naturais e as ciências culturais. Enquanto as primeiras se ocupam de tudo o que tem a ver com o determinismo natural, em seus diversos níveis e aspectos, as ciências da cultura se ocupam do que os seres humanos supostamente fazem porque querem, indo além do determinismo natural. Concebidas assim, as humanidades são as disciplinas que estudam a ação, aquilo que os seres humanos fazem não passivamente, isto é, como pacientes submetidos ao determinismo natural, mas ativamente, isto é, imprimindo propósito, finalidade, sentido próprio a sua existência. Isso não seria possível, obviamente, sem alguma margem de liberdade. A ideia muito simples, mas muito fecunda do dualismo tradicional, é que a liberdade do pensamento, da imaginação, por exemplo, se estende para tudo o que fazemos.

É claro que isso não é pacífico; muito pelo contrário. Embora tenha sido mais difícil atacar diretamente a distinção entre ciências da natureza e ciências da cultura, a distinção entre determinismo e liberdade tem sido um dos temas mais polêmicos na tradição filosófica do ocidente. E, de fato, a conciliação entre as ciências da natureza e as ciências da cultura, pensam alguns, só parece possível se pudermos também conciliar o determinismo natural com a aparente liberdade de ação dos seres humanos. E, deste modo, inúmeros filósofos já se esforçaram para interpretar a noção de liberdade de tal modo que a ação livre dos seres humanos tenha lugar num mundo de total determinismo natural. Não é preciso nos ocuparmos de exemplos de tais pensadores, porque eles são tantos, mas é claro que muitos pensarão imediatamente em Kant e, mais recentemente, em alguém como Davidson, que, aliás, se dizia um seguidor de Kant a esses respeito. Isso envolve questões metafísicas complicadas que vamos deixar para mais adiante<sup>1</sup>.

Se pudermos apontar as principais características ontológicas e metodológicas dos dois grupos de ciências, as da natureza e as da cultura, teremos o seguinte, ainda que talvez não de maneira exaustiva, mas pelo menos suficientemente informativa.

As ciências da natureza:

- (a) lidam com causas naturais;
- (b) e com objetos materiais (ou físicos, que são reais);
- (c) descobrem leis (da natureza);
- (d) elaboram teorias (bem articuladas e abrangentes);

---

<sup>1</sup> Cf., por exemplo, DAVIDSON, 1980, ensaios 3 e 11. Alguns dos pontos elencados a seguir, permitindo contrastar claramente as ciências humanas com as ciências naturais, estão implícita ou explicitamente incluídos na abordagem desse autor. Por exemplo, em oposição às ciências naturais que, segundo Davidson, elaboram leis causais estritas, as ciências humanas elaboram, no máximo, generalizações empíricas que não possuem o status de leis do mesmo tipo.

- (e) oferecem explicações;
- (f) são plenamente objetivas (atendo-se a questões de fato, ao que é o caso); e
- (g) tendem à unificação (convergindo e confirmando-se mutuamente).

Por sua vez, as ciências da cultura:

- (a') lidam com normas, valores;
- (b') e objetos abstratos (ou mentais, que são imaginários);
- (c') alcançam no máximo correlações empíricas (não nomológicas ou legiformes);
- (d') elaboram descrições (mais, ou menos, abrangentes, limitadas a determinados domínios);
- (e') oferecem interpretações;
- (f') estão sempre carregadas de alguma subjetividade ou perspectiva parcial; e
- (g') são disparatadas (não convergem e frequentemente se contradizem).

Poderíamos certamente acrescentar outros itens às listas acima. Por exemplo, se adotarmos a perspectiva de Thomas Kuhn em seu clássico *das revoluções científicas* (KUHN, 1970), poderemos dizer que as ciências da natureza progredem através de revoluções e são essencialmente atividades de solução de quebra-cabeças, enquanto as ciências da cultura nem chegam a adquirir um primeiro paradigma e a ter períodos de ciência normal, não podendo progredir da mesma forma que as ciências da natureza. E mesmo quando tomamos uma noção mais intuitiva e não muito esclarecida de progresso do conhecimento, costumamos pensar que as ciências da natureza são um empreendimento progressivo que, se não acumulam conhecimento da forma que certo realismo ingênuo imagina, pelo menos permitem aplicações tecnológicas, o que não é o caso com as ciências da cultura. Estas últimas, pensamos, não apenas não permitem aplicações — algum tipo de engenharia social ou cultural, seja lá como isso possa ser concebido —, mas permitem a convivência de concepções diversas, antagônicas mesmo, da sociedade. Ou seja, pelo menos parcialmente as ciências da natureza descobrem a *natureza* das coisas e, em contrapartida, sustenta-se, não haveria uma *natureza* das realidades culturais para ser descoberta — e por isso mesmo nenhuma aplicação tecnológica seria possível neste domínio.

Na medida em que esse último ponto envolve questões metafísicas ou ontológicas de primeira linha, às listas acima expostas, de fato, devemos acrescentar ainda:

As ciências da natureza

- (h) permitem dominar a natureza (através de aplicações tecnológicas), manipulando os acontecimentos;

enquanto as ciências da cultura

(h') permitem apenas entender parcialmente (isto é, com grande indeterminação) os acontecimentos culturais, que não são manipuláveis.

Esses itens todos acima resumem certamente a maior parte da compreensão tradicional sobre a diferença entre os dois ramos aparentemente irreconciliáveis do saber humano. Eles mostram as ciências naturais, como já dissemos, como aquelas que se debruçam sobre o domínio do que é objetivo e determinado, e mostram as ciências da cultura como aquelas que se dedicam ao estudo do que é subjetivo ou, no máximo, intersubjetivo e racional. Em suma, as primeiras são o domínio das leis, as últimas, da razão, supondo que a razão é o guia da ação consequente.

Entretanto, há um item que claramente falta nas listas acima e, nas décadas mais recentes na filosofia da ciência, diversos autores se deram conta de que ele pode ser o elo entre os dois domínios, ou pelo menos aquilo que, apesar do divórcio reconhecido, eles têm em comum, a saber, os modelos científicos. E mesmo a esse respeito haveria uma diferença importante, uma vez que as ciências da natureza, como dissemos acima, elaboram teorias, ao passo que as ciências da cultura não elaboram esse mesmo tipo de construção conceitual bem estruturada, mas, como vimos, apenas descrições dos acontecimentos culturais. Tem sido uma alegação bastante comum entre os teóricos das ciências humanas das últimas décadas que a iniciativa de elaborar teorias nas ciências da cultura revelaria o equívoco de equipará-las metodológica e ontologicamente às ciências da natureza. Assim, podemos terminar nossas listas de características dos dois domínios do saber humano da seguinte forma:

As ciências da natureza

(i) elaboram modelos nomológicos (que derivam das teorias),

ao passo que as ciências da cultura

(i') elaboram modelos interpretativos (independentemente de haver teorias).

É claro que o entendimento adequado dessa última diferença depende de sabermos mais exatamente o que seriam esses dois tipos de modelos, os *nomológicos* e os *interpretativos*. Vamos nos ocupar adiante dessas questões, mas primeiro vamos atacar a problemática aqui considerada em sua frente ontológica.

## 2 A ontologia da emergência

O leitor atento certamente notou o item (b') acima, segundo o qual os objetos com os quais as ciências da cultura lidam são de natureza mental e imaginários — e não reais, pelo menos não no mesmo sentido em que podemos dizer que são reais os objetos com os quais lidam as ciências da natureza, conforme o item (b) acima, isto é, objetos



materiais ou físicos. Ora, essa recusa em conferir aos objetos culturais o status ontológico de *realidades*, afastando qualquer realismo social, está ligada também à doutrina conhecida como *individualismo metodológico*, isto é, a concepção segundo a qual os objetos culturais são puras decorrências interpretativas das ações dos indivíduos humanos. Ou seja, quando determinadas pessoas fazem certas coisas, elas mesmas ou outros observadores (interpretadores de sua ação) conferem a seu comportamento um *sentido* ou *interpretação* que não está nas coisas, mas em quem as observa. Assim, a sociedade e seus acontecimentos são apenas projeções nossas, ainda que tais produtos do mentalismo humano possam adquirir algum poder normativo sobre o comportamento futuro dos indivíduos envolvidos em determinadas situações sociais<sup>2</sup>. Considerar a sociedade e a cultura de outra forma, de modo ontologicamente similar àquele das realidades físicas ou materiais com as quais lidam as ciências da natureza, segundo esta forma de ver as coisas, seria cometer o pecado metafísico da *reificação* e, no plano metodológico, postular falsas causas para os acontecimentos culturais. Em suma, as normas e valores sociais das quais as humanidades se ocupam normatizam o comportamento humano porque os indivíduos que os reconhecem, tácita ou explicitamente, dão seu assentimento a tais normas e valores, assim como a outros produtos da cultura humana. É por *sintonizar*, digamos, as mentes dos indivíduos envolvidos em determinado contexto social que normas e valores influenciam normativamente seu comportamento. Não há relação causal envolvida, nem leis, nem realidades exteriores às mentes dos indivíduos envolvidos, realidades essas que seriam de natureza social ou cultural. Essa é a concepção antirrealista bastante difundida.

Este tipo de concepção é o que, a nosso ver, tem impedido que as ciências culturais ou sociais se desenvolvam plenamente — não para imitarem, obviamente, as ciências da natureza, mas para mostrarem suas qualidades próprias.

É claro que há certo *perspectivismo* não eliminável quando tratamos de *realidades culturais* — vamos chamá-las assim e vamos admitir que o realismo social seja sustentável, ainda que, como veremos, ele seja um *realismo perspectivista*<sup>3</sup>. Este ponto de vista alternativo à concepção tradicional da sociedade e das ciências da sociedade mostra sua real força teórica na medida em que é associado à doutrina da *emergência*, resultando num *emergentismo social perspectivista*. O elemento perspectivista é óbvio, pois é claro

---

2 Vistos assim, os objetos culturais são todas as espécies de *mitos* ou *ficções*. O comportamento supersticioso ou mitológico exibido pela pessoa comum, por exemplo, também está determinado por ficções, produtos da imaginação, coisas e situações que não são reais. O realismo social, por sua vez, não precisa negar que as realidades sociais sejam invenções nossas, não precisa supor nenhum tipo misterioso de existência. Basta que ele considere que os objetos culturais ganham autonomia em relação às vontades individuais. Embora esses objetos existam apenas da perspectiva humana, tal como comentaremos adiante, eles são de natureza plenamente objetiva. Um autor que já se tornou clássico a esse respeito é Karl Popper, ao defender sua teoria do Mundo 3 (POPPER, 1972).

3 Mais recentemente, Ronald Giere (2006) defendeu uma forma de realismo perspectivista para teorias e modelos científicos. O que pretendemos sustentar, tal como o fizemos em nosso livro *Pragmática de modelos* (DUTRA, 2020), é estender esse perspectivismo para todos os objetos culturais, o que está de acordo com a posição de Popper em relação ao Mundo 3.

que as realidades sociais ou culturais só existem para os indivíduos humanos capazes de compreendê-las. É preciso saber a língua e entender os conceitos. Portanto, é preciso fazer parte de uma subcomunidade epistêmica humana para dar-se conta da presença no mundo de determinados objetos culturais. O elemento emergentista desta doutrina, contudo, não é óbvio, embora hoje se torne mais conhecido nos círculos de filósofos da ciência.

O emergentismo é uma ontologia e sua ideia fundamental é que a realidade é constituída de processos de complexidade cada vez maior, sendo que uns funcionam como condições de base para outros. Na literatura tradicional do emergentismo e mesmo em obras mais recentes, é comum o emprego da *metáfora dos níveis*. Mas, a nosso ver, esta forma de expressão é enganadora e, de fato, impede o bom entendimento daquilo que os emergentistas realmente desejam defender. Essa metáfora dos níveis (a saber: físico, químico, vital, mental e social) é enganadora, entre outras coisas, por fazer supor que há relações causais entre as realidades desses diferentes níveis. Há relações, mas elas nem sempre são causais. De fato, os conceitos causalistas têm pouca utilidade para entendermos as relações entre os diferentes processos emergentes, por exemplo, entre determinado processo emergente — ou, resumidamente, um *emergente* — e suas condições de base.

Um *emergente* — ou realidade, ou processo, ou sistema emergente — se entende em oposição ao que se denomina um *resultante*, utilizando aqui a terminologia introduzida por George H. Lewes, autor que é juntamente com John Stuart Mill um dos fundadores da tradição do emergentismo britânico<sup>4</sup>. Um emergente é uma realidade (*mais*) estável, duradoura, recorrente, podendo em determinados casos ter seu comportamento descrito de forma nomológica mais estrita, isto é, por meio de leis científicas. Um emergente sempre *decorre* de determinadas condições de base, mas a relação entre as condições de base e o emergente não é uma relação de causa e efeito. Ao contrário, um resultante é *menos* estável, *menos* durável; é episódico e, portanto, menos recorrente, decorrendo de condições causais, fatores anteriores que o produzem, mas sem uma conexão nomológica.

O discurso causalista está tão consolidado em nossa visão científica do mundo desde a Modernidade que dificilmente concebemos uma relação efetiva entre os acontecimentos que não seja causal; e mesmo os defensores da emergência empregam a terminologia causalista — e por isso mesmo se veem às voltas com problemas intrincados e aparentemente insolúveis, como aquele da causação descendente, isto é, da possibilidade de que um emergente possa influenciar o comportamento de suas condições de base<sup>5</sup>. A nosso ver, o problema da causação descendente é um falso problema, pois o próprio problema

4 Cf. LEWES, 1875, e MILL, 1882 [1843].

5 Cf. o excelente volume *Downward causation*, organizado por Peter Andersen e outros (ANDERSEN *et al.*, 2000). A mesma perspectiva causalista é adotada por Davidson, cuja posição a respeito da distinção entre as ciências da natureza e as ciências da sociedade mencionamos antes.

da causação ascendente (das condições de base em direção ao emergente) é um falso problema. Trata-se de uma forma inadequada de descrever as relações entre essas duas instâncias, um emergente e suas condições de base<sup>6</sup>.

A distinção entre emergentes e resultantes é, em última instância, relativa e depende em parte da escala temporal humana, ou seja, do observador humano — e por isso já envolve certo perspectivismo. Ou seja, eventos muito rápidos ou muito lentos para a capacidade humana de observação costumam estar nos limites pragmáticos da realidade para nós. Embora possamos conceber que a realidade toda está em processo constantemente, tendemos a identificar os processos (muito) lentos com entidades, e os (mais) rápidos com modificações nessas entidades. Por isso devemos enfatizar que um resultante é *menos* estável e *menos* durável. Um emergente, por sua vez, não é perene, já que encaramos todas as realidades no mundo como processos, e não como substâncias, tal como se concebe na metafísica tradicional. De qualquer forma, a relação entre um emergente e suas condições de base é diferente daquela que o resultante guarda com seus fatores anteriores, que não são propriamente condições de base, mas, antes, causas num dos sentidos usuais nos quais se emprega o termo “causa”, pelo menos desde a Modernidade.

De fato, a relação causal é um dos temas polêmicos entre os filósofos desde sempre, e há diversas noções de causa. Há os que são mais liberais, digamos, e inclusivos, como Aristóteles, para quem as causas de uma realidade são seus porquês — e há diversos tipos de porquês, na visão aristotélica, as conhecidas causas material, formal, final e eficiente. Na Modernidade, como sabemos, os filósofos se concentraram na noção de causa eficiente, mas, mesmo aí, há pelo menos duas interpretações principais. A causa de um acontecimento (ou realidade) no mundo pode ser tomada como o *poder* que determinado outro acontecimento (ou realidade) tem de *produzir* certo efeito. Tais poderes, como enfatiza Locke, são propriedades ocultas das coisas, mas podem ser localizados em determinadas circunstâncias. Numa concepção mais crítica e observacional, como aquela que se encontra em Hume e em Kant, a noção de causa é essencialmente temporal. A causa é um evento anterior no tempo, sendo seu efeito posterior no tempo. Essa relação temporal não envolve a ideia de poderes causais, mas apenas a ordem da experiência que temos das coisas, seja na versão falibilista de Hume, seja na versão fundacionista de Kant<sup>7</sup>.

Voltemos aos resultantes e aos emergentes. O motor de um automóvel é parte das condições de base de seu movimento, que é um fenômeno emergente. Isso é recorrente, salvo na ocorrência de variáveis intervenientes e não usuais. Há uma relação não apenas habitual, mas nomológica entre o funcionamento do motor e o movimento

6 Cf. DUTRA, 2015, artigo no qual defendemos essa ideia e apresentamos uma alternativa, em suas linhas gerais, recolocada aqui em seguida. Cf. também, PATTEE, 2000, que também identifica o problema com a noção de causação descendente na própria ideia de causação.

7 Esses são, obviamente, temas bastante conhecidos nesses autores, mas pode-se consultar Locke (1996 [1690]), Hume (1996 [1777]), e Kant (2006 [1781, (A)/1787 (B)]).

do carro. Um acidente de carro, por sua vez, é um resultante. Os movimentos dos carros são fatores anteriores e, nesse sentido, causais, do acidente. Mas nem sempre que os carros se movimentam eles se chocam uns contra os outros. Isso até pode ser frequente em determinadas condições, mas não há uma relação necessária entre um carro se movimentar e se envolver em um acidente. Aproveitando os termos da metafísica tradicional, podemos dizer que *se movimentar* é essencial e necessário para um automóvel, mas *se chocar* com outros é acidental e contingente.

Na literatura sobre a emergência também há noções como as de *propriedades emergentes*, assim como de *eventos, acontecimentos ou fenômenos emergentes*, e ainda *sistemas, estruturas ou realidades emergentes*. Embora todas essas noções possam ser tratadas do ponto de vista emergentista, concebendo a realidade toda como uma multiplicidade de processos capazes de interagir uns com os outros, a noção de sistema emergente nos parece mais adequada, supondo que um sistema seja sempre uma configuração ou estrutura de elementos em relação. Tais elementos podem ser, por sua vez, outros sistemas e, de fato, segundo a concepção de que a realidade é composta de processos e não de entidades ou substâncias, todos os elementos identificáveis em qualquer sistema são sistemas menores. A física mais fundamental, se ela for possível (talvez a teoria das cordas, podemos pensar hoje), vai nos dizer quais são os limites desse tipo de análise, isto é, os elementos últimos que não poderiam ser descritos como sistemas<sup>8</sup>.

A noção de propriedade emergente também é indispensável deste ponto de vista, pois os elementos de um sistema estão em relação se houver alguma sintonia entre eles, o que se deve a suas propriedades. Se os elementos de determinado sistema forem identificados como sistemas menores, então as propriedades que possibilitam suas relações na composição do sistema maior são propriedades emergentes e, por sua vez, o sistema maior também adquire propriedades emergentes, que lhe permitirão figurar como elemento de um sistema maior ainda. Os termos “maior” e “menor” aqui empregados não devem ser entendidos em sentido espacial, mas *funcional*. O que, em última instância, distingue emergentes de resultantes é que os primeiros adquirem *funcionalidade própria*. Essa funcionalidade é que permite aos emergentes serem (mais) estáveis, duradouros etc. que os resultantes. Por exemplo, todos os compostos químicos estáveis ilustram bem o que os emergentistas defendem a este respeito. Assim, tomando o caso da água, podemos dizer que as propriedades dos átomos de hidrogênio e oxigênio lhes possibilitam estar no tipo de relação que constitui a molécula de água que, por sua vez, adquire estabilidade, funcionalidade própria, propriedades emergentes que são distintas daquelas de seus elementos constitutivos. É central na doutrina da emergência a ideia de que as propriedades emergentes de uma realidade (emergente) são irreduzíveis às propriedades de seus elementos, ou seja, de suas condições de base.

É também importante enfatizarmos que um emergente e suas condições de base

---

<sup>8</sup> Para uma discussão mais detalhada desses e de outros pontos a respeito da emergência, cf. DUTRA, 2018, cap. 3 e 4.

são contemporâneos. Eles existem ao mesmo tempo e no mesmo lugar do mundo. E essa é a principal razão para não podermos empregar a noção de relação causal (tal como concebida por Hume e Kant) para entendermos a relação entre um emergente e suas condições de base, pois estas últimas não se dão no tempo antes do emergente. A categoria kantiana que se aplica aqui é aquela de *comunidade* — a terceira categoria de relação na tábua das categorias do entendimento segundo Kant<sup>9</sup>. Isso, contudo, é claro, não elimina a outra noção causal discutida pelos pensadores modernos, a saber, a noção de *poder*. É claro que podemos supor que, por exemplo, o hidrogênio e o oxigênio possuem determinados *poderes* para sustentarem eles a existência da água como composto. E microfísica pode avançar no conhecimento de tais poderes, o que tem sido feito, de fato. Mas, como vaticina Locke, isso apenas faz avançar um pouco mais a fronteira entre o conhecido e o desconhecido; não a elimina de vez. De qualquer forma, como dissemos acima, tais *poderes* são propriedades emergentes das partes — e não causas no sentido da segunda categoria kantiana, o que pressupõe a anterioridade temporal da causa em relação a seu efeito. Os poderes são contemporâneos com aquilo que eles provocam no mundo.

Retomemos a ideia de que um emergente e suas condições de base estão no mesmo lugar e no mesmo tempo. Tomemos exemplos simples, alguns dos quais são comuns na literatura sobre a emergência. Os dois átomos de hidrogênio e o átomo de oxigênio estão ali nas mesmas coordenadas espaciotemporais em que se encontra a molécula de água. Um ser vivo está ali no mesmo lugar e no mesmo momento em que estão a funcionar seus órgãos vitais, mantendo-o vivo. Um pensamento está ali onde estão determinados neurônios em determinadas conexões e no mesmo momento em que isso se dá. Exemplos como esses são dados pelos emergentistas para argumentar, de um lado, que um emergente, materialmente falando, é a mesma coisa que seus elementos constituintes, suas condições de base, e, de outro, que ele é funcionalmente distinto destas últimas. Esta é uma das razões por que a mencionada metáfora dos níveis é tão enganadora.

Um exemplo mais simples é o de um corpo qualquer, uma cadeira, digamos, quando consideramos seus elementos macroscópicos simplesmente, como seu assento, suas pernas e seu encosto. A cadeira está ali nas mesmas coordenadas espaciotemporais em que estão essas partes; mas sua funcionalidade é distinta daquela do assento, das pernas e do encosto. Nenhuma dessas coisas serve para que uma pessoa se sente, mas, respectivamente, para acomodar uma parte do corpo da pessoa que se senta na cadeira (o que não é a mesma coisa que sentar, pois isso é algo que tem a ver com a pessoa como um todo), para sustentar esse assento e para acomodar as costas da pessoa que na cadeira se senta. Conceitualmente, o sistema cadeira é distinto de suas partes, embora não possa existir sem elas. A cadeira é conceitualmente distinta de suas partes porque é

---

9 Cf. DUTRA, 2015.

funcionalmente distinta delas, embora seja simultânea com elas.

Um exemplo mais complicado — e raro entre os emergentistas até hoje — é o de uma instituição, que está *ali* onde e quando estão as pessoas que a ela pertencem e o que elas fazem. Enfatizamos o termo “ali” acima porque, de fato, no caso de realidades sociais, sua localização espacial é um tanto difusa, ao passo que, por outro lado, é possível localizar temporalmente uma instituição, pelo menos se soubermos datar seu início e, se ela tiver termo, quando ele se deu. Do mesmo modo, a funcionalidade da instituição é distinta de seus elementos constitutivos que são, basicamente, indivíduos humanos.

Os objetos culturais mais simples, como alguns dos quais se ocupam as ciências humanas, são exemplos talvez mais acessíveis da emergência. Tomemos uma escultura. Enquanto objeto cultural, apreciado como obra de arte pelas pessoas, a escultura está ali nas mesmas coordenadas espaciotemporais em que está seu *estofó* (empreguemos esse termo pouco usual em português neste sentido) ou seu *suporte material*, como é mais comum dizer, sua *documentação*, como dizia Carnap (1969) em seu sistema construcional a respeito dos objetos culturais em geral. Mas conceitual e funcionalmente, a escultura é diferente do material que foi usado para fazê-la, mármore, digamos, ou barro, ou metal etc. Assim consideradas as realidades culturais em geral, retomando o exemplo anterior, podemos dizer que as pessoas são a *documentação* das instituições, mas que essas são, é claro, distintas das pessoas que congrega.

No plano metafísico, portanto, o emergentismo coincide com o materialismo. Mas no plano conceitual é distinto, se por materialismo estivermos considerando uma de suas formas reducionistas. Além disso, o materialismo emergentista é perspectivista, como já mencionamos; e isto está claro nos casos das realidades sociais emergentes. A escultura que emerge como obra de arte quando o escultor trabalha a argila, ou o metal, ou a pedra etc., só pode ser reconhecida como arte por aqueles indivíduos que pertencem a determinada subcomunidade epistêmica. Mas não apenas nesse caso das realidades sociais ou culturais há perspectivismo. É preciso ser um ser humano dotado de consciência reflexiva, linguagem e certo conhecimento do mundo para reconhecer numa bactéria um ser vivo e num copo d'água um agregado de moléculas, assim como, em um grupo de pessoas se comportando de determinado modo, uma instituição em funcionamento.

O tão discutido problema da causação descendente, por fim, que preferimos chamar de *determinação* descendente, também pode ser reelaborado de forma compreensível e solúvel dado o que dissemos acima, embora em sua formulação tradicional — causalista — seja um pseudoproblema. A ideia de determinação *descendente* (esta é também uma metáfora, ligada à metáfora dos níveis) é aquela segundo a qual um sistema (retro-)age sobre suas condições de base. Em outros termos, o comportamento dos elementos das condições de base de um emergente se altera a partir de sua entrada na estrutura do emergente. A molécula de água como realidade emergente, por exemplo, inibe determinadas propriedades do oxigênio e do hidrogênio livres. No exemplo mais

simples da cadeira, essa estrutura e sua funcionalidade determinam o comportamento de suas partes. A perna de uma cadeira fora da cadeira pode ser apenas um pedaço de madeira, e ter outras funcionalidades; mas na cadeira essa perna é uma subestrutura de sustentação, e não pode cumprir outras funções no mundo.

Contudo, se quebrarmos a molécula de água, o oxigênio e o hidrogênio voltam a ter suas propriedades conhecidas. E retirada da cadeira, aquela perna vai poder ter outros propósitos. Assim, melhor do que dizer que a estrutura emergente *inibe* determinadas propriedades dos elementos de suas condições de base é dizer que o emergente *modula* o comportamento desses elementos. O emergente como realidade nova no mundo é parte das condições determinantes daquelas realidades que figuram como elementos de suas condições de base. Isso se pode dizer das pessoas que pertencem a determinada instituição, pois elas terão seu comportamento modulado pela instituição, não causal mas normativamente. E aquela escultura, uma vez reconhecida como obra de arte, contará com maior proteção social do que os demais objetos materiais. Por exemplo, ela será colocada numa galeria de arte ou num museu, e seu destino no mundo será diferente por ser uma escultura — e não uma porção de um material qualquer.

Uma das dificuldades com a noção de determinação descendente (ou, na interpretação comum dessa determinação como *causação*) é que, normalmente, os *poderes causais* são atribuídos às partes de um todo e não a esse último. Isso decorre da perspectiva molecularista (ou, se quisermos do atomismo que ela envolve) do materialismo tradicional reducionista e não emergentista. Ao contrário, a abordagem emergentista acima exposta é molarista. Isto é, ela parte do todo — ou de um contexto maior — para compreender as partes — ou os contextos menores, os elementos, que se encaixam nesse todo. Desse ponto de vista molarista, não há nenhum mistério no fato de que a funcionalidade de um sistema acarrete modificações nas funcionalidades de suas partes constituintes.

Todas as realidades existem graças a seus fatores condicionantes, e esses fatores determinam o comportamento das coisas tanto na categoria de *estimulantes* quanto naquela de *inibidores*. No caso dos seres vivos, por exemplo, domínio no qual essas duas noções têm sido amplamente empregadas, o fato é que as condições do meio interno de um organismo funcionam tanto como estimulantes de determinadas propriedades das substâncias nele encontradas quanto como inibidores de outras de suas propriedades. Fora do organismo, as mesmas substâncias não apresentam os mesmos fenômenos, não manifestam algumas de suas propriedades, mas manifestam outras, que são estimuladas pelas condições ambientais diversas aí encontradas. É fácil vermos, portanto, com esse caso como o todo determina em alguma medida o funcionamento de suas partes.

É claro que se a abordagem analítica molecularista for adotada, ela poderá permitir descobertas importantes, mostrando como o funcionamento das partes acarreta o funcionamento do todo, o que não é, obviamente, nada surpreendente, já que é claro que as partes de um sistema qualquer são dele constitutivas. Elas são uma porção de suas condições de base, embora, do ponto de vista molarista, ainda seja sustentável que

o sistema como um todo, na medida em que interagir com outros sistemas, terá nesse ambiente no qual se encontra o restante de suas condições de base.

O que isso quer dizer, em última instância, é que nem as causas no sentido temporal (de Hume e Kant), nem os poderes no sentido atomista (discutido por Locke) são suficientes para explicar uma realidade qualquer. Se se trata de um resultante, isso até pode ser suficiente em muitos casos, embora talvez não em todos, a saber, aqueles em que as condições ambientais presentes (e não anteriores) também funcionam como fatores condicionantes (estimulantes ou inibidores). Mas não é suficiente, certamente, no caso dos emergentes, caso em que é sempre preciso considerar a funcionalidade do sistema e a forma como ela afeta a funcionalidade de suas partes.

### 3 Tipos de modelos

O termo “modelo” é bastante polissêmico, e não pretendemos aqui nem explorar isso, nem contribuir para aumentar tal polissemia, mas apenas chamar a atenção para aquilo que nos parece haver de essencial na noção de *modelo científico*. Em nosso livro *Pragmática de modelos* (DUTRA, 2020), discutimos longa e detalhadamente essa noção, comparando-a com outras com as quais frequentemente ela é confundida, como aquela de modelo semântico ou conjuntista, utilizada pelos lógicos, e com algumas com as quais ela guarda um parentesco legítimo, como a noção de modelo como réplica. Talvez devamos começar com essa noção, dada sua concretude indiscutível e seu uso frequente na vida comum e também nas ciências.

São réplicas ou modelos em escala as maquetes utilizadas na arquitetura e nas engenharias em geral, alguns brinquedos, como as reproduções de aviões, carros, navios etc., que encontramos às vezes também como peças de decoração, e diversas outras formas de representação dos mais diversos tipos de objetos. Assim, incluem-se nesta categoria alguns artefatos que possuem utilidade tecnológica, como as réplicas utilizadas em testes nos túneis de vento, por exemplo, ou mesmo científica, como modelos do corpo humano ou de partes dele que há nos laboratórios de anatomia, modelos do átomo que encontramos nos laboratórios de química etc. Alguns defendem que estes últimos tipos de modelos concretos não são de utilidade propriamente científica, no sentido de terem pelo menos valor heurístico na pesquisa, mas apenas de utilidade pedagógica, uma vez que são utilizados para ilustrar o que já se sabe de determinadas coisas. O valor heurístico dos modelos é, sem dúvida, um de seus aspectos mais importantes, e voltaremos adiante a este ponto. De qualquer maneira, o que este primeiro tipo de modelo deixa patente é que os modelos em geral são, em primeiro lugar, formas de *representação*, quer essas representações sejam meramente ilustrativas, quer elas tenham algum papel adicional em alguma atividade cognitiva.

Sendo então os modelos, em primeiro lugar, formas de representação, eles são de natureza icônica e em sua categoria podemos incluir também fotografias e retratos em



geral, mapas, desenhos, diagramas de todos os tipos, plantas baixas de edificações etc. Também essas formas de representação costumam ser em escala. Por exemplo, tomemos o mapa de determinada região ou cidade; é óbvio que um mapa útil é aquele que é muito menor do que a região do mundo que ele mapeia, e este é também o caso das plantas baixas e de outras formas de diagramas utilizadas nas diversas áreas técnicas. Ou seja, essas formas de representação devem ser simplificadas em relação à estrutura ou coisa representada pelo menos no tamanho — e por isso mesmo os denominamos *modelos em escala*. Mas esta não é a única forma de distorção que um modelo pode conter em relação à estrutura da qual ele é uma representação. Tomemos, por exemplo, aqueles diagramas que se encontram em trens e estações de metrô ou de estradas de ferro, que representam as linhas servidas pelos trens e que, na maioria das vezes, distorcem as distâncias e mesmo a posição geográfica das estações e linhas umas em relação às outras. Esse tipo de distorção neste tipo de modelo não compromete o entendimento, mas, ao contrário, contribui para ele.

Aqui temos outro aspecto essencial dos modelos; eles simplificam ou distorcem a estrutura representada e o fazem em certa medida, dependendo do uso que vão ter e das limitações que são impostas à própria forma de representação que eles são. Por exemplo, uma maquete se distancia do edifício original não apenas na escala, mas também nos materiais utilizados. Isso é necessário, sob pena de tornar a maquete algo talvez mais difícil de construir do que o edifício representado. Assim, em última instância, podemos dizer que os modelos sempre introduzem distorções em relação às estruturas que modelam, mas na medida em que isso, por um lado, ajuda na própria representação e, por outro, não compromete, mas favorece o entendimento da estrutura modelada.

Esses primeiros modelos de natureza meramente icônica não fazem mais do que reproduzir ou representar, por assim dizer, as partes do objeto do qual são modelos, a articulação entre tais partes, o arranjo delas, a estrutura da coisa representada. Eles são modelos estáticos, mas há também modelos dinâmicos. Um protótipo é também um modelo — em geral em escala 1:1 e feito dos mesmos materiais — cuja natureza é dinâmica. Um protótipo é também um modelo, embora ele não contenha distorções em relação ao tipo de objeto do qual ele é um protótipo. Por exemplo, um protótipo de uma máquina qualquer deve ser perfeitamente igual aos exemplares que serão fabricados. Mas aqui temos também uma estrutura que não apenas é representativa da estrutura da coisa modelada, mas que simula o funcionamento dela. Desse modo, vemos que os modelos em geral, e não apenas os protótipos, são objetos de simulação, embora os modelos representativos e estáticos sejam objetos de um tipo mais simples de simulação do que um protótipo.

Hoje existem também modelos dinâmicos digitais, aqueles produzidos por programas de computador, que recriam as condições de funcionamento de máquinas e outros artefatos, assim como de estruturas naturais. Esses modelos digitais são formas

mais elaboradas de representação e de simulação, mas o mais importante é que eles nos revelam um terceiro aspecto essencial dos modelos em geral; eles devem exibir as regularidades do funcionamento das coisas e, se for o caso, as leis que são responsáveis por tais regularidades. As simulações do clima por computador, por exemplo, são um dos exemplos importantes hoje deste tipo de modelo.

Os modelos que servem para simulações porque reproduzem o comportamento de um sistema ou estrutura, sejam eles modelos mecânicos, como é o caso de um protótipo, sejam modelos digitais, podem também ser chamados de *modelos nômicos*. A ideia é que esses modelos exibem as mesmas regularidades de comportamento que as coisas modeladas por eles. Como dissemos, esse tipo de modelo tem servido não apenas para fins ilustrativos e pedagógicos, mas também como verdadeiros instrumentos de descoberta científica. Muitas vezes, o que se infere do comportamento de alguma coisa por meio de tais modelos se confirma na observação direta da realidade em questão, como é o caso com os modelos climáticos mais bem elaborados. E se o comportamento das coisas modeladas se dá segundo alguma lei natural, por exemplo, o modelo pode conduzir à descoberta disso e à formulação da lei e sua articulação em uma teoria científica. Os modelos que alcançam isso e exibem leis podem então ser chamados de *modelos nomológicos* num sentido mais estrito da expressão, mas pretendemos reservar o termo “nomológico” para uma diversidade de casos, incluindo também quaisquer regularidades, mesmo que não formulemos uma lei exata, nem uma lei probabilística, mas, digamos, apenas enunciados que relatam propensões ou disposições.

A noção de modelo nomológico não é nova nas ciências, pelo menos nas ciências da natureza. Por exemplo, desde Galileu estruturas como o plano inclinado e o pêndulo têm sido tratadas como modelos nomológicos, pois essas estruturas exibem as leis da mecânica clássica. Tais estruturas são encontradas muitas vezes nos laboratórios de física elementar, e são tomadas apenas como ilustrativas da teoria, como dispositivos pedagógicos. Elas o são, sem dúvida, porque ajudam o estudante a entender melhor alguns dos casos de comportamento mecânico das coisas das quais a teoria fala. Mas o mais importante nesses dispositivos concretos que ilustram ou representam situações das quais a teoria mecânica trata é que eles, esses dispositivos, são representações de *situações ideais*. O plano inclinado e o pêndulo do laboratório de física elementar não exibem as leis da mecânica de forma exata, mas apenas aproximada. Mas os físicos falam também do *plano inclinado ideal* e do *pêndulo ideal*, que seriam aquelas estruturas nas quais as leis da mecânica seriam instanciadas com exatidão, pois em tais modelos ideais não há interferência de outros sistemas, não há a ocorrência de variáveis intervenientes, como, por exemplo, atrito e resistência do ar. Portanto, o plano inclinado concreto e o pêndulo concreto, no laboratório, são representações daquelas situações ideais que, elas sim, são modelos da teoria mecânica.

Esses são os verdadeiros modelos científicos, os modelos ideais. Muitas vezes, esses modelos ideais, inteiramente abstratos, são inferidos da teoria científica. Mas o mais

importante é que, muitas outras vezes, não há teoria, mas há modelos. E, ao contrário, o que pode acontecer é que, a partir de alguns modelos, chegamos à teoria. Este é o caso, por exemplo, dos paradigmas (no sentido de exemplares) dos quais Thomas Kuhn fala na *Estrutura das revoluções científicas* (KUHN, 1970). A solução para o problema é dada por um paradigma (como exemplar) e ainda não há teoria; ela vai ser elaborada mais tarde, com o desenvolvimento da matriz disciplinar durante o período de ciência normal.

Assim, os modelos concretos e digitais, representativos que são, dos quais falamos antes, são modelos, de fato, desses modelos científicos abstratos ou ideais. Esses é que devem ser o foco de nossa atenção. Esses modelos são verdadeiras *máquinas nomológicas abstratas*, para utilizarmos aqui a expressão “máquina nomológica” que Nancy Cartwright associa à noção de modelo científico<sup>10</sup>. O plano inclinado concreto é uma máquina nomológica, assim como é uma máquina nomológica nosso sistema solar, diz Cartwright. Mas, a nosso ver, eles são estruturas concretas que instanciam ou representam as máquinas nomológicas abstratas ou ideais, que são aquelas que exibem perfeitamente as leis mecânicas em questão.

O fato de denominarmos esses modelos de *nomológicos* não deve nos conduzir a pensar que eles são possíveis apenas nas ciências da natureza, que são aquelas que tradicionalmente se supõe que podem descobrir leis. Se entendermos por *enunciados nomológicos* todos aqueles que descrevem de forma regular o comportamento recorrente de alguma coisa no mundo, tal como mencionamos antes, então os modelos nomológicos, nesse sentido do termo, se encontram também em toda parte nas ciências humanas, assim como se encontram no saber comum, em nossas formas não profissionais de entender a realidade que nos rodeia no dia a dia. A atividade de modelar como a construção de *réplicas abstratas* de situações ou observadas, ou possíveis, está presente em todas as atividades cognitivas, tanto as profissionalizadas, como as mais diversas ciências, quanto as que exercemos o tempo todo para nos movermos no mundo natural e no mundo social. É nessa atividade de construção de réplicas abstratas que devemos então nos concentrar.

Os modelos abstratos são objetos cuja realidade é perspectivista, assim como todos os demais objetos culturais. É claro que há modelos mentais, que são as versões pessoais dos modelos abstratos. Mas o que as ciências estudam para poderem entender melhor o mundo são os modelos objetivos, isto é, os modelos abstratos, essas realidades perspectivistas e culturais que elaboramos, esses habitantes do Mundo 3 de que fala Popper. Assim, os modelos mentais que possuímos e os modelos digitais e concretos que elaboramos são modelos (como representações) desses modelos abstratos, dessas realidades da cultura científica.

A diferença entre modelos nomológicos e modelos interpretativos, que menciona-

---

<sup>10</sup> Cf. CARTWRIGHT, 1999, que introduz a noção de máquina nomológica e a associa à noção de modelo científico. Cf. ainda DUTRA, 2020, que discute os modelos científicos como *máquinas nomológicas abstratas*.

mos antes ao recuperarmos aquelas diferenças tradicionalmente assinaladas entre as ciências naturais e as ciências humanas não se sustenta sob essa perspectiva. Se os modelos nomológicos, no sentido mais amplo do termo “nomológico” que estamos tomando aqui, são os modelos que exibem regularidades, probabilidades e propensões em geral, então eles não diferem basicamente dos modelos interpretativos. A noção de modelo interpretativo, em contraste com aquela de modelo nomológico, no âmbito das ciências humanas, seria aquela de um modelo que não exhibe leis ou regularidades do comportamento das coisas, mas, ao contrário, as razões de ser, no caso da ação humana — que são, obviamente, os casos que mais nos interessam nas ciências humanas —, as razões que um indivíduo teria para agir.

Segundo essa noção de modelo interpretativo, supomos que uma pessoa aja em determinado contexto, representando mentalmente tal contexto pelo menos em alguma medida e, por assim dizer, antecipando interna e privadamente a ação que vai realizar. Deste modo, a ação do indivíduo pode ser representada no modelo como racional, porque ela vai estar conectada com a situação na qual o indivíduo age e com a representação interna que esse indivíduo tem da situação na qual age. Ora, com isso, não estamos construindo um modelo que seja diferente daquele modelo que conecta as condições de base de uma realidade nova com esta última e sua funcionalidade. A ação do indivíduo em determinada circunstância é uma realidade emergente, cujas condições de base são os elementos ambientais da situação na qual ele se insere e sua representação interna desse ambiente. E foi assim exatamente que caracterizamos os próprios modelos nomológicos, como veremos a seguir.

#### **4 A atividade de modelagem: o método unificado**

Tal com os comentários acima sugerem, a relação de modelagem é reversível, ou simétrica, se quisermos dizer assim; ou seja, quando determinada estrutura é modelo de outra, esta última, por sua vez, também é modelo da primeira. Por exemplo, o plano inclinado concreto que encontramos no laboratório de física elementar é modelo do plano inclinado ideal, mas este último também é modelo daquele; a maquete de uma casa é modelo desta, mas a casa também é modelo da maquete, e assim por diante.

Contudo, embora a *relação* de modelagem seja simétrica, a *atividade* de modelagem costuma ser assimétrica ou não reversível. É claro que sempre elaboramos um modelo com o objetivo de entender melhor determinada coisa ou situação no mundo, muitas vezes algo observável, embora nem sempre. E é por isso que o modelo elaborado para representar determinada situação sempre envolve algum tipo de distorção ou simplificação, como também dissemos acima. O que motiva a elaboração do modelo, em geral, é trazer a situação menos conhecida ou menos compreendida para um domínio mais conhecido. Por isso também podemos dizer que a relação entre um modelo e a estrutura da qual ele é modelo é uma relação de analogia. Pode ser uma analogia de

forma, como é comum, mas pode ser também uma analogia de comportamento. E isso ocorre tanto nas ciências como na vida comum.

Quando dizemos, por exemplo, que os pais e os professores devem ser modelos para seus filhos e alunos, para os mais jovens, não estamos dizendo que os mais jovens devam imitar o comportamento dos mais velhos tal e qual, mas que devem procurar adaptar o que há de essencial no comportamento dos mais velhos para as situações que eles, os mais jovens, vão viver e que certamente serão diferentes daquelas situações vividas pelos mais velhos. Assim sendo, as distorções ou simplificações que a modelagem implica são para desconsiderar o que não é essencial e para preservar o que é essencial em dada situação. Por exemplo, um mapa e uma maquete devem guardar as proporções espaciais entre os objetos que representam, mas, como sabemos, não precisam e nem devem guardar o mesmo tamanho, caso em que o mapa e a maquete seriam inúteis.

O caso do modelo que construímos do comportamento das pessoas em geral, tão comum no dia a dia de todos nós, é um caso paradigmático. Depois de observarmos o comportamento de alguém por um período, espontaneamente, somos capazes de prever o que a pessoa vai fazer em determinados tipos de situações. Fazemos isso inconscientemente, embora possamos também fazer de maneira consciente e deliberada. Mas o importante é que apreendemos algum aspecto essencial do padrão de comportamento da pessoa, e somos capazes de relacionar suas respostas de ação diante de determinados estímulos ambientais. Nosso modelo é interpretativo de sua ação, mas ele não deixa de ser também nomológico. É claro que erramos muitas vezes, o que não é de espantar, pois, além de não termos em conta todas as variáveis envolvidas na ação de uma pessoa, trabalhamos com um modelo de seu comportamento, isto é, com uma forma simplificada de conhecimento dela. Mas mesmo sendo uma forma simplificada e, portanto, limitada de conhecimento que temos daquela pessoa, nossos modelos são em parte fiéis ao que observamos, são úteis em alguma medida, embora não sejam infalíveis.

O que temos nas ciências em geral — tanto as ciências da natureza como as ciências da cultura — não é essencialmente diferente disso. Em todas elas elaboramos modelos para entendermos melhor determinadas situações no mundo. Tais modelos representam de maneira limitada e falível as coisas que desejamos entender, mas eles são úteis em alguma medida. É claro que quando lidamos com eles de maneira sistemática e procuramos confrontá-los com novas observações das coisas, podemos reelaborar tais modelos, torná-los mais fiéis, em alguns aspectos, mais próximos das coisas que eles representam.

É claro também que alguns modelos são sugeridos pelas teorias em determinado domínio de investigação, se elas existem. Mas outros modelos provêm diretamente da experiência, seja ela espontânea, seja informada por teorias previamente assumidas. É importante, contudo, notarmos que nem na vida comum, nem nas ciências, mesmo quando há alguma teoria ou compreensão mais abrangente das coisas, nunca lidamos com a totalidade da teoria ou da compreensão que temos, mas sempre de maneira

parcelar, localizada, através do exame dos modelos. Por isso podemos dizer que os modelos abstratos e mais bem elaborados que encontramos nas disciplinas científicas são, afinal, o principal objeto de conhecimento com o qual lidamos. É sobretudo através deles que fazemos algum progresso no entendimento das coisas.

Deste modo, outra daquelas diferenças sempre apontadas entre as ciências da natureza e as ciências da cultura é irrelevante, ou seja, a falta de teorias nas ciências da cultura. Pois se há teoria, esta última é apenas uma fonte a mais de modelos. Mas se não há, os modelos vão surgir de qualquer forma. E é com eles que sempre vamos trabalhar. Esta atividade de modelagem é a metodologia básica e unificada de todas as disciplinas científicas, de qualquer ramo, assim como é também a metodologia da vida comum. Os modelos fazem no domínio do método o que a emergência faz no domínio da ontologia. Se a perspectiva emergentista, como vimos, nos permite dizer que a diferença entre as ciências da cultura e as ciências da natureza é apenas uma diferença de complexidade, porque os eventos, as propriedades, as realidades sociais ou culturais em geral emergem de condições de base mais complexas, a metodologia dos modelos nos permite dizer que a diferença de método entre as ciências da natureza e as ciências da cultura consiste apenas no fato de que, via de regra, os modelos nas ciências humanas são também mais complexos, porque eles representam situações mais complexas no mundo. Esta não é uma diferença desprezível, é claro, mas não faz das ciências da cultura algo completamente diferente das ciências da natureza.

E mesmo em cada um desses ramos há diferenças de complexidade a serem consideradas. O que os modelos eficientes em cada domínio de investigação devem fazer adequadamente é representar tanto as condições de base de uma realidade como a funcionalidade própria, emergente, dessa realidade. Este é um aspecto dos modelos científicos no qual eles diferem dos modelos concretos e mais comuns, como mapas e maquetes. Os modelos abstratos que encontramos nas ciências são bons instrumentos de investigação quando são capazes de reproduzir a dinâmica de uma realidade, isto é, de representar tanto as condições de base que lhe dão lugar, quanto a funcionalidade emergente dessa realidade. É quando fazem isso que eles realmente nos ajudam a entender melhor o mundo<sup>11</sup>.

Neste aspecto não há nenhuma diferença entre as boas investigações nas ciências humanas e nas ciências naturais. Em ambos os casos, os bons modelos são aqueles que são capazes de representar as condições de base de uma realidade e sua funcionalidade própria, emergente, de forma dinâmica. Como eles são capazes de representar a relação necessária entre determinadas condições de base e a realidade emergente, esses modelos são de natureza nomológica e interpretativa ao mesmo tempo. Eles não precisam exata-

---

11 Em nosso já mencionado livro sobre os modelos científicos (DUTRA, 2020), que faz uma extensa e detalhada discussão das concepções de modelos que há na literatura e apresenta uma concepção própria, este aspecto não foi acrescentado. É a abordagem emergentista (que discutimos em nosso outro livro, DUTRA, 2018) que nos permitiu perceber que um modelo científico, via de regra, incorpora na mesma estrutura a realidade modelada e suas condições de base.

mente exibir leis, mas devem exibir regularidades comparáveis àquelas das situações e coisas que representam. Eles podem, por exemplo, exibir apenas tendências, propensões ou disposições, mas serão igualmente úteis no entendimento das coisas a que se referem.

Isso quer dizer que a atividade de modelagem nas ciências deve poder capturar o caráter emergente das coisas, das diferentes realidades em relação a suas condições de base. E por isso também a atividade de modelagem está relacionada com a perspectiva molar. E essa é uma razão para sustentarmos que a perspectiva causalista ou molecular apenas acrescenta elementos aos modelos científicos mais bem elaborados. Os melhores modelos, portanto, não são causais, mas emergentistas de uma forma sofisticada, integrando elementos causais e outras formas de relação entre as coisas em uma estrutura única e dinâmica. Eles possuem poder preditivo porque são nomológicos, mas possuem também poder interpretativo, porque conectam determinado emergente com suas condições de base, permitindo entender as coisas de forma mais ampla.

Uma diferença que haveria entre os modelos nas ciências humanas em relação àquelas das ciências naturais é que naquelas a intencionalidade estaria incluída, isto é, eles seriam modelos intencionais. Quando modelamos a ação proposital de uma pessoa, ligando suas opiniões, desejos etc. ao que a pessoa faz, esses modelos são certamente intencionais no sentido usual do termo. Mas os modelos nas ciências culturais são intencionais também no sentido filosófico do termo “intencionalidade”, a noção devida a Franz Brentano. Ou seja, nesses modelos uma realidade é representada de forma relacional; ela está voltada para outras realidades, o que não seria uma característica das realidades estudadas pelas ciências naturais, daqueles fenômenos que Brentano denominou *físicos*. Não desejamos desconsiderar esse aspecto, mas devemos enfatizar que a intencionalidade contida nos modelos elaborados pelas ciências da cultura é um tipo de relação não causal, certamente, como Davidson, por exemplo, também enfatiza. Isso, contudo, não torna esses modelos intencionais essencialmente diferentes dos demais, uma vez que o que qualquer modelo faz é representar relações entre determinados fatores. Um modelo causal representa a relação entre causas e efeitos, um modelo intencional representa a relacionalidade ou *in-existência* de uma realidade em face de outra, para utilizarmos outro termo de Brentano (2009 [1874]). Ora, a relação que um modelo qualquer, tal como descrevemos acima este tipo de estrutura, estabelece entre uma realidade e suas condições de base e inclui tanto as noções causalistas como intencionais. A relacionalidade necessária dos objetos culturais em face de outros é a mesma que há entre um emergente e suas condições de base. Esses modelos intencionais são funcionais do mesmo modo que os modelos causais e outros tipos de modelos científicos que representam adequadamente o funcionamento das coisas no mundo.

## 5 Considerações finais

Neste texto procuramos mostrar que há uma metodologia comum a todos os ramos das ciências, seja no domínio das ciências da natureza, seja no domínio das ciências da cultura. Esta é a metodologia dos modelos ou, se quisermos, da atividade de modelar, ou modelagem. Como vimos, o que há de mais interessante nos modelos elaborados pelas ciências é o fato de eles representarem ao mesmo tempo e de forma dinâmica um emergente e suas condições de base, reproduzindo as funcionalidades das partes (ou seja, das condições de base) e a funcionalidade do todo (do emergente) e suas relações.

Como também vimos, mesmo os modelos intencionais ou interpretativos, no sentido em que o termo é utilizado correntemente na filosofia das ciências humanas, são modelos deste mesmo tipo. O que os modelos colocam em evidência com relação às realidades que modelam são as relações fundamentais e, portanto, a conexão entre as funcionalidades parciais e a funcionalidade geral de um sistema. Isso quer dizer, como também comentamos, que nem sempre os modelos são causais, embora eles sejam sempre relacionais.

Vista sob essa óptica, a questão da unidade entre as ciências da natureza e as ciências da cultura não deve ser discutida em termos de princípios; ela é uma questão de fato metodológico. Isto é, ao nos concentrarmos no que há de essencial na atividade de modelagem, percebemos que espontaneamente há algo de básico que é comum a esses dois grandes domínios do saber, que é a construção de modelos abstratos funcionais. Não é preciso, portanto, tentarmos unir aquilo que a própria realidade já uniu.

## Referências bibliográficas

ANDERSEN, P. B.; EMMECHE, C.; FINNEMANN, N. O.; CHRISTIANSEN, P. V. (orgs.), *Downward causation. Mind, bodies, and matter*. Aarhus: Aarhus University Press, 2000.

BRENTANO, F. *Psychology from an empirical standpoint*. London/New York: Routledge, 2009 [1874].

CARNAP, R. *The logical structure of the world*. Berkeley, LA: University of California Press, 1969.

CARTWRIGHT, N. *The dappled world. A study of the boundaries of science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

DAVIDSON, D. *Essays on actions and events*. Oxford: Oxford University Press, 1980.

DESCARTES, R. *Les passions de l'âme*. In: BRIDOUX, A. (ed.) *Œuvres et lettres*. Paris: Gallimard, 1953 [1649], p. 691-802.



DUTRA, L. H. de A. Emergência sem níveis. *Scientiae Studia* (São Paulo), v. 13, n. 4, p. 841-65, 2015.

DUTRA, L. H. de A. *Autômatos geniais*. A mente como sistema emergente e perspectivista. Brasília: Editora da UnB, 2018.

DUTRA, L. H. de A. *Pragmática de modelos*. Natureza, estrutura e uso dos modelos científicos. 2ª edição. Florianópolis: Edição do autor, 2020.

GIERE, R. N. *Scientific perspectivism*. Chicago/London: The University of Chicago Press, 2006.

HUME, D. *Inquiries concerning human understanding and concerning the principles of morals*. Editado por Selby-Bigge. Oxford: Clarendon Press, 1996 [1777].

KANT, I. *Critique of pure reason*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006 [1781 (A)/1787 (B)].

KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press, 1970.

LEWES, G. H. *Problems of life and mind* (The foundations of a creed, v. I). Boston/New York: Houghton, Mifflin and Co., 1875.

LOCKE, J. *An essay concerning human understanding*. Indianapolis: Hackett, 1996 [1690].

MILL, J. S. *A system of logic, ratiocinative and inductive*. New York: Harper & Brothers, 1882 [1843].

PATTEE, H. H. Causation, control, and the evolution of complexity. In: ANDERSEN *et al.* (orgs) *Downward causation*. Mind, bodies, and matter. Aarhus (Dinamarca): Aarhus University Press, 2000. p. 63-77.

POPPER, K. R. *Objective knowledge*. An evolutionary approach. Oxford: Oxford University Press, 1995 [1972].

## MULTICAUSALIDADE E MANIPULAÇÃO NA MEDICINA E NA EPIDEMIOLOGIA

**Renata Arruda**

Universidade Federal de Goiás

### 1 Introdução

A Filosofia da Ciência, disciplina que investiga predominantemente as interações metafísicas, lógicas e epistemológicas do conhecimento científico, é historicamente marcada por exemplos da Física, em maior grau, e da Biologia e Química, em menor grau. Uma dimensão menos investigada, porém, repleta de fatos relevantemente frutíferos para a investigação filosófica, pertence a um ramo da ciência aplicada para onde convergem diferentes conceitos das ciências “puras”: as ciências médicas. Uma marcante elucidação filosófica da prática médica foi realizada pelo filósofo Carl Hempel, em seu livro *Filosofia da ciência natural* (HEMPEL, 1974). Com o difundido exemplo da febre puerperal, Hempel explicita as relações lógicas presentes nas etapas do raciocínio desenvolvido pelo médico I. Semmelweis em busca da solução para o problema da mortalidade decorrente daquela doença.

Ainda que medicina e filosofia sejam imiscuídas em sua origem grega, e apesar da crescente discussão em torno dos fundamentos dessa atividade científica, tal temática ainda não possui o devido reconhecimento dentro das pesquisas atuais em Filosofia, especialmente no Brasil. A pandemia da coronavírus, que afetou de forma profunda nossa forma de pensar a ciência e nossa concepção de saúde populacional, também impõe alguns desafios para a filosofia nesse sentido. Quais aspectos metodológicos e epistemológicos da prática médica a filosofia poderia elucidar?

A partir do paralelo entre a possibilidade de manipulação e o conceito de conjunto

causal tal como o abordado por Kenneth Rothman (1976, 2008), acredito ser possível responder a essa questão por meio da concatenação entre a metafísica e a metodologia adotadas na medicina. Na atividade médica, a possibilidade de manipulação permite conciliar *a caça e o uso das causas*, nos termos em que Nancy Cartwright (1999, 2007) os concebe. Em resposta às propostas de Cartwright, acredito que a medicina é uma das áreas em que a metodologia com a qual, nos termos da filósofa, se “caçam” as causas atua também como um meio de caracterizar sua ontologia. A possibilidade de manipulação de um determinado fator revela, portanto, como caçar causas e como usá-las na prática das ciências médicas.

Nesse capítulo será analisado, primeiramente, o conceito de epidemiologia e sua importância. Veremos como os métodos de comparação entre grupos de indivíduos são fundamentais para a identificação de fatores causais em uma população, o que eventualmente não seria possível na análise de casos individuais. A seguir, serão apresentados o modelo monocausal de Henle-Koch e o modelo multicausal de Rothman, cujos fundamentos equivalem à análise de Mackie acerca da definição de causalidade em termos de condições necessárias e suficientes.

Por fim, mostro como a definição de causalidade em termos de condições necessárias e suficientes é *insuficiente* para a sua aplicação na medicina: as teorias da manipulabilidade, como veremos, se habilitam a transpor essa insuficiência. Essas teorias representam uma das mais relevantes abordagens contemporâneas acerca da relação de causa e efeito, e que dialoga com as especificidades da prática médica. A relação causal, na perspectiva dessas teorias, ocorre como resultado de uma alteração na causa que, por consequência, produz o efeito. O foco volta-se não para a causa em si mesma, ou para as propriedades intrínsecas da causa, mas para a alteração a que a causa é submetida.

Para a compreensão da causalidade na medicina, a perspectiva dessas teorias sobre a relação causal é altamente oportuna, pois permite uma maior compreensão da própria atividade médica. Em primeiro lugar, para que essa atividade atinja seus propósitos fundamentais de cura ou prevenção de doenças, ela depende fundamentalmente da identificação de estados fisiológicos que possam ser alterados. Em segundo lugar, não se trata apenas de alterações exclusivas ao organismo humano, mas também de alterações provenientes de uma ação humana, em suas diversas possibilidades. Intervenções como o uso de máscaras ou *lockdowns* são exemplos de como alterações de hábitos atuam na prevenção da COVID-19. Como nas teorias da manipulabilidade a intervenção em fatores causais é o que importa para a realização ou prevenção de um efeito, a atuação humana assume o papel de realizar essa alteração.

Em concordância com Cartwright, mostro que a pluralidade das distintas atividades científicas justifica plenamente a pluralidade de concepções acerca da metafísica e da metodologia com as quais se definem a causalidade. Valendo-me da luz que a autora lança sobre o conceito de uso, geralmente subestimado na filosofia da ciência, aceito o desafio da filósofa concernente à unificação entre caça e uso das causas, defendendo, por

fim, que a manipulação é capaz de promover a ligação entre essas noções na atividade *das ciências médicas*.

## 2 Causalidade e epidemiologia

Dentre as diferentes áreas das ciências da saúde, a epidemiologia se destaca como um terreno bastante fértil para investigações filosóficas, especialmente no que diz respeito à caracterização da relação causal. Segundo a definição adotada pela Organização Mundial da Saúde (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010, p. 3), a epidemiologia se dedica a avaliar as condições de saúde, e o desenvolvimento e a distribuição das doenças em dado momento do tempo, por meio de diferentes metodologias aplicadas a grupos ou populações. Na terminologia epidemiológica, as causas se referem, mais precisamente, a “fatores de risco”, que são as condições ambientais em que os indivíduos se encontram, as exposições a que estão submetidos, ou os hábitos que praticam (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTRÖM, 2010, p. 32).

As metodologias empregadas na epidemiologia permitem a atribuição causal a determinados fatores ou condições na medida em que estes indiquem uma diferença nos estados de saúde entre diferentes grupos. Os estudos epidemiológicos são desenhados com o objetivo de avaliar a interferência de uma exposição em uma população em comparação com outra, de forma a manter todas as demais variáveis de maneira o mais parecida possível. Essa metodologia está presente, por exemplo, na análise da eficácia de vacinas e medicamentos, como temos acompanhado recentemente. As necessidades práticas das ciências médicas faz ser necessária, portanto, uma adaptação da condição *ceteris paribus* pelo nivelamento dos indivíduos em certas categorias.

Historicamente, a compreensão dos fatores causais empreendida pela epidemiologia evoluiu basicamente de uma concepção monocausal em direção à concepção multicausal de doenças. Um dos primeiros modelos causais para as doenças foi formalmente apresentado pelo médico alemão Robert Koch, cujo trabalho foi de grande importância para a epidemiologia, especialmente no que diz respeito à descoberta do bacilo da tuberculose. A partir de uma adaptação das ideias do médico Friedrich Henle, professor de Koch, este publicou em 1882 o que passaria a ser conhecido como “Postulados de Koch” (na verdade, Postulados de Henle-Koch), os quais, pelo seu teor, são inseridos atualmente na concepção monocausal das doenças (EVANS, 1978, p. 250). Nesta concepção, uma única causa é considerada condição necessária e suficiente para o desenvolvimento de uma doença, o que é exemplificado nas discussões a respeito da tuberculose e seu bacilo. Nas experiências de Koch, o bacilo era associado exclusivamente à tuberculose, ou seja, todos os doentes estavam infectados com esse micro-organismo, que, por sua vez, não se encontrava em manifestações de outras doenças.

Investigações posteriores colocaram abaixo os postulados tais como foram enunciados. O próprio Koch não defendia a rigidez desses postulados, e já havia tido a

oportunidade de reconsiderá-los devido à dificuldade de se provar a condição suficiente para as doenças contagiosas — por exemplo, provocar enfermidades como difteria e cólera em animais infectados com os seus respectivos micro-organismos causadores (EVANS, 1978, p. 250). Outro dos casos que contradizem os postulados de Koch é o herpesvírus humano do tipo 4, já que esse vírus pode não se desenvolver em uma cultura pura e eventualmente não provoca a doença em animais com ele contaminados (EVANS, 1978, p. 250). Ademais, Koch pôde identificar casos em que indivíduos assintomáticos, infectados com os tipos de agentes para os quais ele havia prescrito os postulados, estarem concomitantemente enfermos de outras doenças, acarretando a invalidação do postulado acerca da especificidade do efeito.

Outros cientistas seguiram o caminho aberto pela discussão a respeito das doenças que não se enquadravam nas especificações dos postulados de Henle-Koch, destacando as suas falhas, ou propondo outras fórmulas que visavam especificar as condições necessárias e suficientes para se estabelecer a causalidade para os diversos tipos de doenças e micro-organismos associados a elas. A mudança que mais nos interessa aqui foi proposta por Thomas Rivers, e diz respeito à aceitação de distintos fatores como causadores de uma doença, rompendo com a concepção da monocausalidade iniciada por Koch (EVANS, 1978, p. 250). Análises semelhantes convergiram para a definição de um modelo multicausal elaborado pelo epidemiologista Kenneth Rothman, e cuja fundamentação teórica remonta aos trabalhos de dois importantes nomes da história da filosofia, como veremos brevemente a seguir.

### 3 Fundamentos da multicausalidade

Uma vez superada a ideia de que uma doença só poderia ter um agente causador e que esse agente só poderia dar origem a uma única doença, a noção de multicausalidade passou a consolidar-se entre as investigações das ciências médicas do século XX. A partir de 1976, Kenneth Rothman propõe um modelo multicausal paradigmático para a epidemiologia contemporânea, cuja fundamentação se deve, especialmente, à teoria dos filósofos John Stuart Mill e J. L. Mackie.

O conceito de causa definido por Mill em seu *A system of logic* (1822) é central para as concepções de causalidades desenvolvidas, com diferentes nuances, por Mackie e Rothman. Para Mill, a distinção rígida entre causa e condições não é adequada, uma vez que várias condições — isto é, várias circunstâncias antecedentes ao efeito — são responsáveis pela ocorrência do efeito. Mill afirma que um efeito não é resultado de uma causa individual, mas de um conjunto de diversos fatores precedentes que não podem ser considerados de modo isolado como a causa exclusiva (MILL, 1882, p. 374). O enunciado do *Second Canon* que rege o Método da Diferença de Mill traz uma das mais importantes contribuições para a fundamentação da multicausalidade: a de que uma causa é, antes de tudo, um conjunto de condições necessárias para a ocorrência

do efeito. Ou, nas palavras de Mill (1882, p. 313), uma circunstância que dá origem a um efeito “[...] *is an indispensable part of the cause*”. Em outra passagem o autor descreve com mais detalhe o modo como compreende a conjunção da pluralidade de causas para a ocorrência do efeito:

É raro, se é que isso acontece alguma vez, que, entre um conseqüente e um único antecedente, subsista essa seqüência invariável. Geralmente é entre um conseqüente e a soma de vários antecedentes, sendo exigida a concorrência de todos para produzir o conseqüente. Em tais casos, é muito comum *separar-se apenas um dos antecedentes sob a denominação de causa*, chamando os outros meramente de condições. [...] A causa real é o todo desses antecedentes, e não temos, filosoficamente falando, direito de *dar o nome de causa a um deles somente, independentemente dos outros*. Todas as condições eram igualmente indispensáveis para a produção do conseqüente e o estabelecimento da causa é incompleto se não introduzirmos, de uma ou outra forma, todas elas. (MILL, 1974, p. 111. Itálicos meus).

O princípio básico de Mill, e que está por trás da proposta de Rothman e Mackie, reside exatamente na compreensão de que um elemento isolado não pode ser definido como uma causa. No caso de Mackie, tais ideias se materializaram no conceito de causa como “*an insufficient but necessary part of a condition which is itself unnecessary but sufficient for the result*”<sup>1</sup>, o que foi sintetizado em seu acrônimo INUS (MACKIE, 1965, p. 245). Essa formulação ressalta a ideia de causa como a consequência de uma trama *suficiente* de condições *necessárias*, caracterizando de um modo mais formal a concepção já expressa por Mill.

Mackie nos mostra que a descrição das relações causais não se esgota em categorias isoladas de condições necessárias, suficientes, ou necessárias e suficientes, ainda que elas possam descrever o conceito INUS como a forma em que as relações causais ocorrem. Vejamos como isso se conforma em um exemplo de Mackie. Um curto-circuito provocou uma faísca, da qual surgiu o fogo. A escolha do curto-circuito como causa do incêndio retrata com precisão nossas práticas inferenciais acerca da causalidade. Mas o que está por trás dessa escolha?

Obviamente, o fogo não se propagou sem que materiais inflamáveis estivessem disponíveis. Ademais, a ausência de aspersores devidamente instalados contribuiu para que o incêndio se propagasse, ainda que não o tivesse impedido. O curto-circuito, o material inflamável e a ausência de aspersores são elementos que fazem parte de uma série de fatores que, em consonância, são suficientes para a ocorrência do incêndio. Por um lado, cada um desses três fatores é necessário como parte da causa: sem um deles o incêndio não teria ocorrido. Por outro lado, essas condições não são exclusivamente

---

1 Em português: “uma parte insuficiente mas necessária de uma condição que é ela mesmo não necessária mas suficiente para o resultado”.

responsáveis por qualquer incêndio, pois outro conjunto de fatores poderia conduzir igualmente a um incêndio.

O curto-circuito, ainda que apontado pelos bombeiros como *a causa* do incêndio, não poderia ser considerado *a condição necessária* para o incêndio, já que diversos outros fatores poderiam tê-lo causado. E tampouco suficiente por si só, pois sem a presença de qualquer material combustível ou, então, com a presença e funcionamento dos aspersores o incêndio não teria se deflagrado, já neste último caso a água haveria impedido a propagação das chamas. O curto-circuito é, na verdade, uma condição necessária, porém insuficiente para provocar um incêndio. Retomando a definição INUS de Mackie, o curto-circuito, que é parte de um conjunto não necessário mas suficiente para o incêndio, é insuficiente por si só mas necessário, dentro do conjunto em questão, para a ocorrência do incêndio (MACKIE, 1965, p. 245).

#### 4 O modelo multicausal de doenças

O conceito de causa defendido por Rothman é, em essência, uma adaptação das ideias de Mill e Mackie para sua aplicação na epidemiologia. A importância do modelo de Rothman resulta do fato de que reforça a importância, para as ciências da saúde, de cada uma das causas contribuintes para um determinado efeito, incluindo a consideração sobre a prevalência delas no contexto em que um indivíduo é afetado por alguma transformação em seu estado de saúde.

Devemos entender, primeiramente, como Rothman define o conceito de causa no âmbito da saúde. Para o autor, uma causa é entendida ou como um único fator, ou como uma associação de fatores que faz algum tipo de transformação, de modificação, e exatamente por isso faz surgir também a concepção de efeito: o estado alterado que é distinto do estado anterior, ou o resultado da modificação, e que, como tal, não se identifica ontologicamente com sua causa (ROTHMAN, 1976, p. 588). Essa definição vale para a descrição das causas de doenças ou de quaisquer outros tipos de mudança de estado pelos quais passa o corpo, sempre que possamos pressupor que um fator ou um conjunto de fatores tenha provocado essas alterações. O autor entende que geralmente um dos motivos da atribuição de causa a um único componente se deve à posição deste na cadeia de causas, pois é o último fator a ocorrer. Poderíamos dizer, por exemplo, que o que causou o acender da lâmpada foi a mudança da posição do interruptor; contudo, por trás desse evento existira uma série de outros componentes, tais como fiação intacta, ligação com a rede externa etc. O fato de o interruptor ser o fator com o qual temos contato mais imediatamente é o que o faz ser comumente associado à causa exclusiva do evento em questão (ROTHMAN, 1976, p. 588).

Uma formulação mais específica do termo causa, no modelo desenvolvido por Rothman, é a de que a causa forma um complexo causal suficiente, consistindo em causas componentes. A causa de Rothman é um conjunto completamente capaz — ou seja,

por si só — de produzir um efeito, e por isso é considerado suficiente: não lhe falta acrescentar nada mais para que o efeito se produza. Trata-se de um conjunto não redundante, mínimo, onde não falta nada e não sobra nada; uma vez que nenhum dos seus componentes está ali gratuitamente, cada um deles é imprescindível para que o efeito ocorra. Rothman exemplifica essas noções por meio de uma representação visual: sua “torta causal” (*causal pie*), um gráfico de setores<sup>2</sup> que nos auxilia na compreensão do seu sentido.

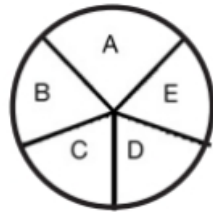


Figura 1: (ROTHMAN, 2005, p. S145)

Esta figura representa uma causa suficiente — muitas vezes chamada por Rothman apenas como “causa”, e está composta pelos fatores necessários A, B, C, D e E. Essa causa sozinha é suficiente para a produção de um efeito, e nenhum de seus componentes pode deixar de estar presente para que o efeito ocorra: basta a eliminação de qualquer causa contribuinte para que um efeito não se produza ou para que a ocorrência de um efeito seja prevenida.

Dizer que um conjunto causal é suficiente para que um efeito se produza não é, por outro lado, o mesmo que dizer que ele também é necessário, uma vez que um efeito pode ser originário de várias causas, isto é, de outros conjuntos causais. Se há vários conjuntos, não há o *conjunto* necessário. Isso pode ser ilustrado da seguinte maneira:

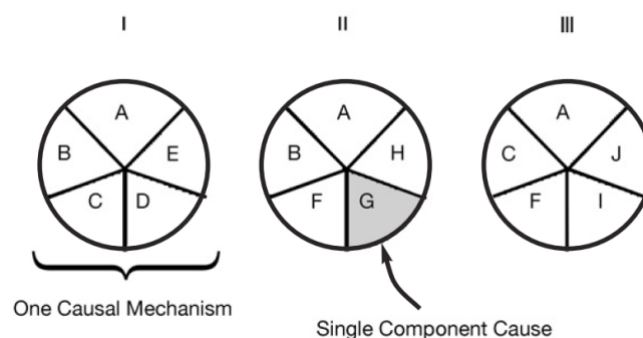


Figura 2: (ROTHMAN; GREELAND, S., 2005, p. S145)

Nesses gráficos se representam três conjuntos causais distintos, cada um deles sendo suficiente para a produção do efeito. Por sua vez, cada uma das causas do conjunto suficiente é necessária, no sentido fraco do termo. Para evitar confusões terminológicas, tais causas são denominadas como causas contribuintes, uma vez que Rothman

<sup>2</sup> Rothman não pretende representar porcentagens, como tradicionalmente se usa esse tipo de gráfico, mas apenas a distribuição em proporções aleatórias das causas no conjunto causal suficiente.



emprega o termo “necessária”, em seu sentido forte, para a causa que está presente em todos os complexos causais suficientes que dão origem a uma doença ou alteração fisiológica específica, porque todos os conjuntos dependem dela para produzir o efeito (ROTHMAN, 2008, p. 7). Dos conjuntos I, II e III na figura acima, a causa A é a causa necessária.

Para além dos conhecimentos já adquiridos pela ciência, um dos grandes obstáculos enfrentados pelas ciências médicas é exatamente o da especificação das causas necessárias para as doenças. De modo geral, agentes etiológicos como vírus e bactérias podem ser caracterizados como necessários para algumas doenças a eles associados. Porém, fumar, por exemplo, não é necessário para que uma pessoa tenha câncer de pulmão, pois há diversos registros de indivíduos que fumaram durante muitos anos, até idades avançadas, e não desenvolveram a doença. O fato de o tabagismo não ser necessário para a ocorrência do câncer de pulmão significa que esta doença está associada também a outros fatores. Efetivamente, o câncer pode ser decorrente da inalação de agentes químicos, tais como asbesto ou partículas de poluição em geral. Dentre as causas contribuintes associadas a todos os tipos de problemas respiratórios também é frequente constar predisposições genéticas, tipo de dieta e ausência de prática de atividades físicas. Contudo, há consenso nas entidades de pesquisa em saúde a nível internacional de que o câncer de pulmão está predominantemente associado ao fumo, tornando o fato de fumar, por assim dizer, uma causa quase necessária, por ser comum à *maioria* das causas suficientes para se desenvolver o câncer. O que está em jogo, portanto, é a especificação das causas que fazem uma conexão precisa entre o fumo e o câncer de pulmão. Esse tipo de busca retrata o esforço das ciências da saúde em determinar os fatores que estão constantemente associados ao desencadeamento de uma doença. De posse do conhecimento desse fator necessário, seria possível controlá-lo e, na melhor das hipóteses, eliminá-lo, anulando assim a produção do efeito de todos os conjuntos suficientes em condições de produzir uma determinada doença.

A interpretação multicausal em termos de condições necessárias e suficientes, sintetizada no modelo de Rothman, mostrou-se bastante adequada para a aplicação no contexto das ciências da saúde, e é especialmente importante no desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e tratamento. Em *Philosophy of medicine - an introduction* (WULFF; PEDERSEN; ROSENBERG, 1988), os autores — dois médicos e um filósofo — também apresentam uma discussão dessas condições<sup>3</sup> voltada para as especificidades da medicina.

Em sua análise, os autores distinguem entre eventos e estados, caracterizando os eventos como aqueles que admitem intervenções preventivas, e os estados, que, além de

---

<sup>3</sup> Em sua análise das condições necessárias e suficientes, os autores distinguem entre afirmações gerais e afirmações singulares, em conformidade com o que o próprio Mackie (1980, p. 41) sugere. Os autores reservam os termos “fatores causais necessários” e “fatores causais suficientes” para se aplicarem a afirmações gerais, e os respectivos equivalentes “fatores causais não-redundantes” e “complexo causal eficaz” para afirmações singulares (WULFF; PEDERSEN; ROSENBERG, 1988, p. 63-64).

admitirem intervenções preventivas, são sujeitos também a intervenções terapêuticas (WULFF; PEDERSEN; ROSENBERG, 1988, p. 65). Para tratar dos estados, os autores apresentam alguns casos clínicos que ilustram a aplicação de medidas de prevenção e tratamento. No relato acerca da causa da meningite em um certo paciente, são apontados três fatores causais: a presença da bactéria pneumococo, a remoção do baço do paciente (o que o debilitara imunologicamente) e a omissão da vacinação contra aquela bactéria, indicada para pacientes que removem o baço (WULFF; PEDERSEN; ROSENBERG, 1988, p. 66-67).

Qual é a causa da meningite? Os três fatores juntos contribuíram para o desenvolvimento da doença; contudo, a causa, do ponto de vista terapêutico, poderia ser considerada a bactéria. Mas é importante notar que o pneumococo, ainda que aparentemente tenha uma importância maior para a ocorrência da doença e para sua cura, não é a única bactéria responsável pela ocorrência da meningite — ou seja, não é necessária, no sentido estrito —, e também nem sempre provoca a doença — ou seja, não é suficiente. Por outro lado, de um ponto de vista preventivo, a causa seria a omissão da vacinação, já que esta seria suficiente para impedir o desenvolvimento da doença no paciente. Usando uma terminologia mais técnica, os autores afirmam que a bactéria levou o paciente a um estado de meningite, no qual seu papel foi o de desencadear a doença, enquanto a remoção do baço atuou como mediadora, e a omissão da vacinação contra o pneumococo evitou a proteção do organismo contra a doença.

Um outro exemplo de como podemos relacionar fatores que interferem na saúde em termos de condições que não são nem necessárias e nem suficientes para a ocorrência de uma doença é apresentado pelo médico Peter Gøtzsche (2007). Nos termos usados pelo autor, se  $X$  é responsável por apenas um aumento na probabilidade de  $Y$ ,  $X$  nem sempre leva a  $Y$ , e  $Y$  nem sempre é precedido por  $X$  (GØTZSCHE, 2007, p. 54-55). A hipertensão, por exemplo, é uma das causas do infarto. Mas, primeiro, não é necessária no sentido estrito (não está em todos os conjuntos suficientes) porque ainda que um indivíduo não seja hipertenso ele pode sofrer infarto em virtude, por exemplo, da presença de altos níveis de colesterol no organismo. E, segundo, não é suficiente, porque não basta a condição da hipertensão para provocar o infarto, pois essa condição também pode provocar, por outro lado, um derrame.

Desde o ponto de vista de Gøtzsche (2007, p. 55), o conhecimento de “determinantes contributivos” também pode auxiliar no tratamento de doenças. A obesidade é conhecida como um fator contribuinte para a diabetes, e a perda de peso constitui, portanto, uma maneira importante de evitar o desenvolvimento da doença. O mesmo raciocínio vale para a COVID-19, em que as doenças metabólicas estão relacionadas aos sintomas mais graves da doença.

Mackie sugere, para casos como estes, que sejam investigadas as presenças das outras condições que compõem o conjunto suficiente total, formado pela disjunção de todos os possíveis conjuntos suficientes (MACKIE, 1980, p. 67). Consideremos a seguinte

configuração como exemplo: o efeito P é resultado da ação de diferentes conjuntos, com suas causas INUS (representada pelas primeiras letras do alfabeto) acompanhadas por outras causas (representadas pelas últimas letras do alfabeto), formando o conjunto necessário e suficiente total  $Z = (AX \vee BW \vee CY)$ . No caso de não se constatar a presença de outros fatores sabidamente conhecidos como causais, como B e C, a suposição de A como a causa relevante para P se consolida, uma vez que os outros conjuntos se dissolvem e se reduzem apenas às causas desconhecidas, amalgamadas no fator X que acompanha A.

[...] podemos verificar que esses disjuntos estão pelo menos ausentes descobrindo que B e C estão; ou seja, podemos verificar que nenhuma das outras causas conhecidas (isto é, condições inus) de P [...] está presente nesta ocasião. E então podemos inferir, ainda provisoriamente, mas com alguma probabilidade, a partir da ocorrência de P nesta ocasião, que A também ocorreu (MACKIE, 1980, p. 67).

Segundo Mackie, esse procedimento constitui uma maneira de se inferir a partir de um efeito para uma suposta causa: ao se conhecer o efeito, é possível excluir a possibilidade de ocorrência de outras causas INUS igualmente compatíveis com esse efeito, ainda que se desconheçam as respectivas condições contribuintes que as acompanham.

## 5 INUS sim, mas ainda insuficiente

A noção mais geral de causa INUS e o modelo de Rothman proporcionam uma representação bastante plausível para a forma como diferentes fatores se associam na prática para a produção de um efeito. Há, contudo, duas deficiências a serem consideradas. A primeira é a de que o modelo de Rothman não contempla o processo temporal que envolve o período de acumulação das causas componentes, sua atuação simultânea até a instalação da doença, seu período de incubação e o momento de manifestação da doença. Em Arruda (2021), proponho um gráfico temporal no qual todos esses componentes, de importância reconhecida por Rothman (1981, p. 253), estão representados, o que explicita com mais detalhe a dimensão do contexto da associação causal, e possibilita o desenvolvimento de estratégias de intervenção sobre as causas de uma determinada doença. Esta última possibilidade nos leva à consideração, com mais detalhe, da seguinte problemática.

A concepção de causa INUS é, de fato, resultado de uma elaboração conceitual já consolidada nas discussões filosóficas e na sua aplicabilidade nas ciências da saúde. Mas há uma pergunta mais fundamental por trás do próprio conceito INUS, que é o ponto mais importante a ser tratado aqui, acerca de o que está em jogo quando decidimos apontar para uma causa.

Quando um trem chega atrasado, geralmente perguntamos a causa do atraso, mas poucas pessoas perguntariam a causa quando um trem chega pontualmente. Na verdade, tanto as chegadas atrasadas quanto as pontuais são determinadas por uma infinidade de fatores, e a razão pela qual perguntamos pela causa no primeiro caso, mas não no segundo, é simplesmente que não gostamos que os trens atrasem. Queremos encontrar um fator que possamos eliminar para evitar chegadas atrasadas no futuro (WULFF, 1984, p. 169).

Como sugere Wulff, uma das maneiras de selecionar uma causa está relacionada à identificação de uma incompatibilidade entre uma situação e nossas expectativas. Para Mackie, depende de como um determinado fator se destaca em um contexto como o fator “anormal” mais relevante (MACKIE, 1965, p. 249; 1980, p. 249). No exemplo do incêndio de Mackie, a presença de materiais inflamáveis e mesmo a ausência de aspersores não constituem aquilo que se considera como fatos excepcionais. Já o curto-circuito não faz parte do funcionamento “normal” de uma fiação elétrica.

No campo das ciências da saúde, no entanto, definir uma condição INUS depende também de considerações de outras ordens, relacionadas a objetivos específicos, ainda que essas condições possam se caracterizar como normais. Para ilustrar esse ponto, vejamos a seguir alguns exemplos. Uma mulher de 57 anos é admitida no hospital com dores no estômago, e uma endoscopia revela a presença de uma úlcera gástrica, normalmente considerada como causa da dor. Como mostram Wulff, Pedersen e Rosenberg (1988, p. 67-68), a úlcera é aqui apontada como uma causa INUS. Por um lado, não é necessária para a dor no estômago, uma vez que esta pode ser causada por diversas outras razões. Por outro, a úlcera também não é suficiente para a dor, pois alguns pacientes com a doença não apresentam esse sintoma. Na investigação acerca da causa da úlcera, por sua vez, outros exames na paciente revelaram a existência de um refluxo da bile do duodeno para o estômago. Esta condição, apesar de anormal, tampouco é necessária ou suficiente para o surgimento da úlcera, pois nem sempre pacientes com refluxo biliar desenvolvem úlceras, e nem sempre as úlceras são causadas pela presença da bÍlis, que também podem ser causadas, por exemplo, pela ingestão de aspirina. Os médicos, por fim, consideraram a estratégia mais adequada para o tratamento da paciente a diminuição da produção normal do ácido gástrico: em geral, quando a produção de ácido é suprimida temporariamente, a úlcera se cura. Assim, um fator normal também se enquadra como uma condição INUS na evolução de uma doença e no contexto de sua terapêutica.

Então, afinal, como selecionamos um fator para chamá-lo de *a* causa? Meu foco principal diz respeito à questão da delimitação dos fatores considerados causais, e, o principal inconveniente em abordagens como a de Mackie ou Rothman é o de seus critérios serem insuficientes para a definição da causa a ser eleita como a mais importante

dentre todas as condições de um conjunto causal. Na medicina, diante da complexidade própria de um organismo, onde diversos fatores atuam em conjunto a fim de produzir um efeito, como delimitar a causa sobre a qual intervir?

, Pedersen e Rosenberg, ao chamarem a atenção para a delimitação do complexo causal por meio de circunstâncias que ocorrem não somente anormalmente, mas também normalmente, deixam escapar uma importante oportunidade de enfatizar que a possibilidade de delimitação do complexo causal, na medicina, passa pela *possibilidade de manipulação* de seus fatores causais. Por razões de ordem prática, na medicina, a causa de mais destaque não é tão importante a ponto de, por seu status especial, permitir que vidas sejam salvas. As causas mais importantes, na medicina, são as que se podem mais facilmente manipular. Vejamos a seguir alguns fundamentos da minha defesa da noção de manipulabilidade como critério para a delimitação e abordagem das causas na medicina.

## 6 Manipulabilidade e pluralismo causal

A filósofa Nancy Cartwright, em seu *How the laws of physics lie* (1983) afirma que ciências tais como as da saúde são caracterizadas pela aplicação de conhecimentos de diferentes tipos de teorias, provenientes de diferentes tipos de ciências, que se combinam de modo a tornar possível a compreensão dos fenômenos por ela articulados. Mas, conforme afirma a filósofa, “[...] we have little theory about what happens in the intersection of domains” (CARTWRIGHT, 1983, p. 51). Não por acaso não existem “leis” da medicina, tais como existem na física ou na química. Esses tipos de leis descrevem fenômenos muito fundamentais e muito delimitados, que raramente se manifestam isoladamente em sistemas complexos como o organismo. As causas nas ciências médicas, que Rothman busca representar em seu modelo de causa suficiente componente, dificilmente poderão ser regidas por uma lei específica. Um dos méritos do modelo de Rothman é o de refletir esse encontro de fenômenos diversos: não oferece uma análise a respeito da intersecção de leis que regem o funcionamento do organismo, mas oferece uma compreensão da ocorrência simultânea de fatores, independentemente de sua ocorrência poder ser justificada por teorias distintas.

Para a medicina, entretanto, não importa somente dar-se conta de que as leis se entrecruzam e combinam entre si. Não se pode, tampouco, supor o isolamento de fatores e seus mecanismos, em sistemas como o organismo, que se caracterizam exatamente por funcionarem como um todo. Diferentemente do que pode ocorrer na biologia, a descoberta da operação das causas a respeito das quais a medicina se dedica a analisar deve ser pautada por uma metodologia distintamente pensada para sistemas em que a causa, eventualmente, se mistura com o todo. Uma saída para esse impasse consiste na compreensão de que um dos modos como a medicina elabora e estabelece a delimitação do conjunto de fatores causais é fazendo uso da possibilidade real de alteração dos fatores

que interessam às finalidades das ciências da saúde. As teorias da manipulabilidade<sup>4</sup> constituem um caminho para essa saída. A ideia geral presente nessas teorias é a de que as causas são meios que se podem manipular para se obter efeitos. Essa noção confere uma dimensão maior à ideia intuitiva de que uma causa é aquilo que é responsável pelas alterações em outros estados ou eventos, entendidos como seus efeitos. Mais especificamente, a concepção de causa, nas teorias da manipulabilidade, está vinculada não somente à ideia daquilo que, por si próprio, altera outro fator, mas especialmente daquilo que, em virtude de uma intervenção, provoca uma alteração em outro fator. Ou seja, ao alterar-se a causa, altera-se o efeito.

Essa concepção geral de manipulabilidade deixa aberto um ponto que permite interpretações distintas. Afinal, o que é que altera a causa? Essa pergunta é respondida basicamente de duas maneiras. Para muitos filósofos, a causa é aquilo que é considerado acessível à intervenção humana, ou passível, de algum modo, a uma adaptação para que possa ser submetida a uma ação humana. Essa ideia geral está presente, por exemplo, nos trabalhos de Gasking (1955), Collingwood (1940), von Wright (1971), Menzies e Price (1993), e desenvolvida a partir das distintas particularidades apresentadas por cada um deles. Para outros autores, como Woodward (2003, 2013), a suposição de que um efeito seja produzido a partir de uma alteração da causa não significa uma exigência de que essa alteração seja realizada necessariamente por uma ação humana.

No contexto da definição de relações causais pela possibilidade de manipulação, chamo a atenção para uma posição mais econômica: a de não conjecturar acerca da aplicação da noção de atuação para além das capacidades humanas, como o faz Price, Menzies e von Wright, mencionados acima, mas sim a uma posição que avalia as vantagens da intervenção humana exatamente onde ela é possível. Um dos deslizes no empenho (legítimo) da filosofia tradicional em buscar os fundamentos últimos dos conceitos é o de, muitas vezes, acabar deixando à margem a investigação dos sentidos e do valor (legítimos) dos casos específicos. Consideremos, por exemplo, a epidemiologia, cuja importância central para a saúde pública tem sido testemunhada no contexto da pandemia do coronavírus em que vivemos, constituindo parte considerável para a solução da situação de calamidade sanitária atual. Diante da urgência, os profissionais da saúde pública têm que agir. Em alguns casos a intervenção não pode esperar a descoberta dos mecanismos biológicos que causam uma enfermidade, e esses profissionais têm que atuar com base em indicadores da correlação entre causa e efeito. A intervenção por parte dos epidemiologistas pode ocorrer, por exemplo, pela orientação na mudança de hábitos higiênicos ou alimentares ou pela suspensão na distribuição de algum produto, alimento ou medicamento. No contexto da COVID-19, diante do conhecimento inicial que se tinha das possibilidades de transmissão do coronavírus, acreditava-se que a

---

4 Do inglês “*manipulability*”. O sufixo “-dade” denota um *estado* ou *condição* atribuída a um adjetivo — no caso, ao adjetivo *manipulável* — tornando-o um substantivo. A exemplo do significado de outras palavras com esse sufixo, “manipulabilidade” refere-se à possibilidade de manipulação.

assepsia de superfícies era predominantemente suficiente para conter o contágio, o que foi amplamente recomendado pelas organizações de saúde internacionais. Atualmente, diversas evidências experimentais de estudos de comparação entre grupos têm demonstrado a maior transmissibilidade por via área (mesmo que os mecanismos biológicos por detrás desse fenômeno ainda não estejam suficientemente claros), o que preconizou a adoção de outros protocolos de ação para o controle da pandemia, como uso de máscaras e ventilação de ambientes. A orientação de ações dessa natureza desempenha um importante papel no controle de qualquer doença que cause um impacto considerável na saúde de um grande número de pessoas. Em casos como este, não se pode esperar a descoberta de mecanismos causais, o que mostra o papel fundamental das evidências epidemiológicas.

As dificuldades enfrentadas pelas diversas ciências no uso dos diferentes conceitos com os quais trabalham decorrem das tentativas de oferecer um sentido acerca desses conceitos à luz da própria prática dessas ciências. Ao chamar a atenção para a epidemiologia, quero ilustrar a necessidade do reconhecimento do conceito de causalidade a partir do próprio contexto em que é empregado, a partir das ferramentas que cada ciência tem à sua disposição em cada circunstância. Para as ciências médicas, essa ferramenta é a manipulação, muitas vezes empregada em seu sentido mais estrito: a capacidade de identificar causas pelo próprio uso das mãos, seja em uma avaliação clínica, seja em uma cirurgia.

A exemplo de outros conceitos discutidos pela filosofia, o conceito de causalidade, é analisado por diferentes teorias que possuem concepções diferentes, aplicações diferentes, conclusões diferentes entre si. Cartwright é uma das filósofas que defende o reconhecimento desse pluralismo e valora de maneira especial a diversidade das teorias: essa diversidade permite a aproximação entre os conceitos e a realidade concreta, palpável e diversa, naquilo que pode ser identificado em cada tipo de situação e para cada tipo de finalidade pretendida.

Sob a influência de Hume e Kant, pensamos na causalidade como um único conceito monolítico. Mas isso é um erro. O problema não é que não existam leis causais; o mundo está repleto delas. O problema é que não há uma única coisa com muitos detalhes que todas tenham em comum, algo que compartilham que as tornam todas leis causais (CARTWRIGHT, 2007, p. 19).

Essa passagem de Cartwright define uma das conclusões a que chega à filósofa após a revisão de seis narrativas<sup>5</sup> que propõem distintas teorias da causalidade. Cartwright aponta, uma após a outra, as deficiências em cada uma dessas teorias, e sua principal

---

<sup>5</sup> As propostas em questão são as seguintes: teoria probabilística da causalidade, modularidade, invariância, experimentos naturais, teorias dos processos causais e a proposta da eficácia (*efficacy account*) (CARTWRIGHT, 2007, p. 11). Com exceção do último, os demais enfoques são empreendidos por diferentes autores, estando Woodward duplamente representado por suas propostas de modularidade e

crítica é a de que cada uma dessas abordagens falha em resolver problemas fora do âmbito para o qual cada proposta foi desenvolvida. A moral dessa história é o que nos interessa aqui: propostas teóricas desenvolvidas para serem universalizáveis acabam funcionando efetivamente apenas em âmbitos específicos, revelando que método, causa e uso são múltiplos, são variáveis e relativos aos diferentes contextos para os quais se aplicam.

Para Cartwright, o teor prático<sup>6</sup> que envolve o conceito de causalidade é uma das mais importantes questões das quais dependem sua compreensão. A autora insere, junto às abordagens convencionais acerca da relação entre causa e efeito, a questão do *uso*, geralmente negligenciada em análises filosóficas. O uso passa a compor a tríade filosófica indispensável para a apreciação do conceito de causa.

Metafísica, métodos e uso devem caminhar de mãos dadas. Os métodos para descobrir as causas devem ser legitimados mostrando que são boas maneiras de encontrar exatamente o tipo de coisas que as causas são [...]. Inversamente, qualquer explicação sobre o que as causas são que não corresponda ao que consideramos nossos melhores métodos para encontrá-las ou aos usos padrão para os quais colocamos nossas alegações causais deve ser vista com suspeita. Mais importante — *Nosso tratamento filosófico da causalidade deve deixar claro por que os métodos que usamos para testar afirmações causais fornecem uma boa garantia para os usos aos quais fazemos essas afirmações.* (CARTWRIGHT, 2007, p. 1. Itálicos meus).

Nas obras de Cartwright, a questão do uso adquire um status especial, par a par com os consagrados conceitos de metodologia e metafísica (CARTWRIGHT, 2007, p. 5). A mudança de status do uso ocorre exatamente em função da análise da causalidade e sua importância para a prática do mundo real. Mais precisamente, a elaboração filosófica do conceito do uso por meio da compreensão do papel da metodologia é fundamental para a conexão da própria noção de causalidade com a prática das ciências. Como os modos de produção da ciência são múltiplos, todos os conceitos de causa empregados deve refletir cada um desses modos. No contexto em que a causalidade é definida pelo reconhecimento de múltiplos fatores causais, é preciso um critério externo para definir o que é a causa. Nas ciências médicas, seus modos de produção científica permitem que seu uso se confunda com sua metodologia e sua metafísica, e a prática define o que a causa é. De forma próxima à Cartwright, acredito que a medicina e a epidemiologia são campos em que as perguntas que caracterizam tanto a metodologia quanto a metafísica podem ser respondidas recorrendo-se à manipulação.

---

invariância. Boa parte de *Hunting causes and using them* (CARTWRIGHT, 2007) é dedicada a rechaçar os diferentes conceitos apresentados por Woodward.

<sup>6</sup> Cartwright dedica boa parte de seu trabalho à análise de teorias, modelos e exemplos oriundos da economia, e faz importantes comparações entre esta e a filosofia.



Aqui afirmo que o fator causal, no âmbito das ciências da saúde, é aquele que se caracteriza por ser manipulável. Mas por que, afinal, defender uma noção específica de causa? Em uma palavra, porque as finalidades perseguidas em cada ramo do conhecimento exigem que os conceitos que fazem parte de seu referencial teórico possam ser empregados em função de suas necessidades. Noções científicas básicas, como ocorrem na física, são elaboradas de maneira a prescindir de suposições específicas da prática para serem consideradas legítimas. Porém a prática, inegavelmente, impõe exigências que as formulações teóricas não são capazes de suprir ou até mesmo prever. Conforme sugere Collingwood, a impossibilidade da alteração de estados fisiológicos inviabiliza a existência da medicina.

[...] a medicina [...] não é uma ciência teórica que pode ocasionalmente ser aplicada à solução de problemas práticos, é uma ciência prática. As proposições causais que ela estabelece não são proposições que podem ou não ser consideradas aplicáveis na prática, mas cuja verdade é independente de tal aplicabilidade; são proposições cuja aplicabilidade é seu significado (COLLINGWOOD, 1948, p. 300).

No caso específico das ciências da saúde, sua atividade não gira em torno da impossibilidade de cura das doenças, senão totalmente o contrário. A medicina, enquanto ciência, arte ou tecnologia, é o que é, substancialmente, em função da manipulação que se pode exercer para a cura da enfermidade de seus pacientes. Nessa perspectiva, é indispensável ressaltar que não se ignora as doenças cujas causas são desconhecidas; ou pior, que tais tipos de doença simplesmente não têm causa pelo simples fato de não poderem ser manipuladas. Se um médico diagnostica um paciente com uma doença de alguma forma intratável, não se pode cumprir o propósito de se restabelecer seu estado de saúde, ainda que se possa garantir seu bem-estar. A atividade médica também diz respeito, obviamente, às doenças incuráveis, mas sua prática é, essencialmente, a de manipular condições ou estados que contribuam para o resgate da saúde do indivíduo.

Como mostrado acima, uma das principais críticas de Cartwright às teorias que propõem uma concepção geral de causa falham justamente porque, no fim das contas, são adequadas apenas para áreas específicas. Assim, minha contribuição, nesse trabalho, é com a análise do modo como a causalidade é (re)conhecida especificamente na medicina. Um dos resultados da aplicação do conceito de causalidade a âmbitos distintos é que o próprio conceito não se vê imune diante da multiplicidade dos usos para os quais se aplica, e a consequência disso é a transferência da diversidade dos usos para a própria concepção de causa.

## 7 Conclusões

O reconhecimento das múltiplas facetas da causalidade constitui um elemento indispensável para a compreensão das relações causais na filosofia. A análise do modelo multicausal de Rothman contempla a necessidade da discussão acerca da definição de causa em termos de condições necessárias e suficientes, mas ela é apenas metade da história. Tanto as noções de causalidade de Mackie quanto as de Rothman ressaltam a possibilidade de controle das causas por meio da intervenção em quaisquer dos fatores que compõem o conjunto de eventos que dá origem a um efeito. Esses autores, contudo, limitaram suas teorias a elucidar como as causas se arranjam para a produção de um efeito sem se aprofundarem em especificar quais critérios orientam o modo como a intervenção nessas causas deve ser realizada. Completo a outra metade da história mostrando que, no contexto das ciências da saúde, a manipulabilidade atua como critério para a seleção da causa INUS.

Não se podia evitar observar as complicações embutidas na palavra “relevância” ou “importância” que tem aquilo que definimos como *a causa* a que tanto Mackie e Rothman se referem. Como podemos afinal, definir o que é “relevante”? A questão se torna ainda mais complicada quando nos damos conta que um efeito é resultado não somente de uma cadeia causal, mas também, como eu chamo a atenção, de um conjunto de fatores *co-incidentes*, cuja suposição é absolutamente inerente na proposta multicausal de Mackie e Rothman. Além da compreensão de como se relacionam as condições necessárias e suficientes para a realização de um objetivo é necessário, nas ciências médicas, não perder o foco da aplicação prática desses conceitos.

Uma das respostas para a demarcação do que é “relevante” consiste na especificação de como, onde e para que algo é relevante. Então, o que proponho para essa questão é que, nas ciências médicas, a causa mais importante é aquela que se pode manipular para a promoção da saúde ou prevenção de doenças, e, assim, a manipulabilidade é um critério adequado para a definição das causas relevantes. A relevância de um fator na atividade médica deve ser criteriosamente selecionada em meio às diversas influências que são exercidas sobre o indivíduo. As causas de uma doença são abordadas na medida em que se pode intervir sobre elas: o papel do profissional da saúde é o de alterar um estado, quer seja por mudança de hábitos de uma população, ou de uma intervenção cirúrgica ou farmacológica, para promover a saúde. A possibilidade de manipulação se converte exatamente no limite que circunscreve o conjunto causal para se alcançar as finalidades das ciências médicas.

O contexto da pandemia que vivemos nos permite voltar nosso olhar sobre o uso de forma a buscarmos diminuir o fosso entre a prática e a filosofia sobre a prática, e revela que devemos avaliar as teorias e os conceitos empregados nas ciências de maneira sensível a suas práticas. Uma das principais consequências da inserção da análise da intervenção humana na filosofia da ciência é a ampliação dos conceitos empregados na

própria área, tal como o de causalidade, e a consequente aceitação de um pluralismo metodológico e ontológico que acolha as especificidades dessa atividade.

### Referências bibliográficas

ARRUDA, R. (No prelo). Causalidade na filosofia da medicina e da epidemiologia. *Revista Principia*, v. 25, n. 3, 2021.

BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM T. *Epidemiologia básica*. Organização Mundial da Saúde. São Paulo, Santos, 2010. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43541/5/9788572888394\\_por.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43541/5/9788572888394_por.pdf)>. Acesso em: 18/01/2019.

CARTWRIGHT, N. *How the laws of physics lie*. Oxford: Clarendon Press, 1983.

CARTWRIGHT, N. *The dappled world: a study of the boundaries of science*. New York: Cambridge UP, 1999.

CARTWRIGHT, N. *Hunting causes and using them: approaches in philosophy and economics*. New York: Cambridge UP, 2007.

COLLINGWOOD, R. *An essay on metaphysics*. London: Oxford University Press, 1948.

EVANS, A. Causation and disease: the Henle-Koch postulates revisited. *Yale Journal of Biology and Medicine*, v. 49, n. 2, p. 175-195, 1976.

GASKING, D. Causation and recipes. *Mind*, v. 64, p. 479-487, 1955.

GØTZSCHE, P. *Rational diagnosis and treatment evidence-based clinical decision-making*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 2007.

HEMPEL, C. *Filosofia da ciência natural*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974.

MACKIE, J. Causes and conditions. *American Philosophical Quarterly*, v. 2, n. 4, p. 245-264, 1965.

MACKIE, J. *The cement of the universe*. Oxford: Clarendon Press, 1980.

MENZIES, P; PRICE, H. Causation as a secondary quality. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 44, p. 187-203, 1993.

MILL, J. S. *Sistema de lógica dedutiva e indutiva – Exposição dos princípios da prova e dos métodos de investigação científica (seleção)*. In: CIVITA, V. (ed.) *Os pensadores*, v. XXXIV. 1ª edição. São Paulo: Abril Cultural, 1974, p. 75-252.

ROTHMAN, K. Causes. *American Journal of Epidemiology*, v. 104, n. 6, p. 587-92. 1976.

ROTHMAN, K. Induction and latent periods. *American Journal of Epidemiology*, v. 114, n. 2, p. 253-259, 1981.

ROTHMAN, K; GREENLAND, S. Causation and causal inference in epidemiology. *American Journal of Public Health*, v. 95, n. S1, p. S144-S150, 2005.

ROTHMAN, K; GREENLAND, S; LASH, T; POOLE, C. *Causation and causal inference. Modern epidemiology*. 3<sup>o</sup> edição. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

von WRIGHT, G. *Explanation and understanding*. Ithaca: Cornell University Press, 1971.

WOODWARD, J. *Making things happen: a theory of causal explanation*. Oxford: Oxford University Press, 2003.

WOODWARD, J. Causation and manipulability. In: ZALTA, E (org) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter Edition), 2013. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/win2013/entries/causation-mani/>>. Acesso em: 18/01/2019.

WULFF, H. Comments on Hesslow's 'What is a genetic disease?'. In: NORDENFELT, L.Y; LINDAHL, B.I.B (eds.) *Health, disease, and causal explanations in medicine*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1984, p. 195-197.

WULFF, H.; PEDERSEN, S.; ROSENBERG R. *Philosophy of medicine*. Oxford: Blackwell, 1986.

## INCOMENSURABILIDADE, RACIONALIDADE E CONSENSO, SEGUNDO KITCHER

**Robinson Guitarrari**  
PPGFIL-UFRRJ

Sob quais condições seria possível compreender que resultados experimentais impulsionam o desfecho das grandes mudanças científicas, admitindo que as comunidades científicas rivais possuem padrões de avaliação tão profundamente distintos que não haveria a possibilidade de imparcialidade, quando se trata de justificar preferências com base em padrões exclusivamente científicos?

Thomas Kuhn tratou dessas diferenças como um tipo de incomensurabilidade, a que chamo de *epistemológica* (KUHN, 1970, p. 149). Larry Laudan, em *Science and values* (1984), enfatizou que a concepção de desenvolvimento científico proposta por Kuhn colocaria a racionalidade científica dentro de uma perspectiva relativista danosa: o cientista individual assumiria certo solipsismo que se autorreforçaria. Isso porque as boas razões que justificariam as escolhas de cientistas rivais seriam incomensuráveis. De fato, se fosse o caso, essa característica tornaria improvável uma explicação para a formação do consenso pautada em padrões exclusivamente cognitivos. Para reforçar sua crítica ao modelo kuhniano de dinâmica das ciências maduras, em “For method”, Laudan (1996) negou que a incomensurabilidade epistemológica fosse uma marca trazida com as revoluções científicas, procurando rechaçar os casos de incomensurabilidade destacados por Kuhn em *The structure of scientific revolutions* (1970, p. 109; p. 148), “Reflections on my critics” (2000, p. 157-8) e “Objectivity, values judgement, and theory choice” (1977, p. 331). Os valores, para Laudan, não seriam ambíguos nem conflitantes. Além disso, a questão da atribuição de *pesos diferentes* a padrões e valores científicos poderiam ser resolvida em outras bases. Por fim, também não seria o caso de que as

perdas de problemas nas mudanças de teorias fossem perdas epistêmicas. Contudo, como argumentei em outro trabalho, nem todos os contra-argumentos de Laudan são convincentes (GUITARRARI, 2004).

Tal como ocorre em Laudan, a incomensurabilidade concernente a padrões de avaliação, destacada por Kuhn, não foi um aspecto devidamente considerado por seus críticos. Nesse cenário, cabe levantar a questão sobre como lidar com situações em que essas formas peculiares de diferenças se colocam. Acredito que Philip Kitcher, em *Science, truth, and democracy* (2001), deu um passo importante para uma resposta.

Kitcher reconhece incomensurabilidades em registros axiológicos nos períodos de revolução científica, tal como referidas por Kuhn. Mas, em vez de enfatizar a leitura relativista laudaniana, procurou desdobrar pronunciamentos de Kuhn em que as escolhas de paradigmas não seriam feitas sem boas razões, defendendo que não há justificativa para pensar que as evidências não prevaleçam diante de conjuntos incomensuráveis de valores e padrões de avaliação. Assim, segundo ele, a incomensurabilidade entre valores científicos não afasta, de uma vez por todas, toda forma de objetividade no processo de mudança teórica.

Essa posição, para ser defendida, supõe um exame detido da história das revoluções científicas, bem como uma análise dos diferentes tipos de valores e dos registros em que atuam. Meu objetivo aqui é apresentar e examinar a proposta de Kitcher, indicando aspectos pragmáticos utilizados por ele para defender que as evidências prevalecem, mesmo diante de divergências radicais de práticas científicas, e que elas constituem a principal razão para a formação de consenso.

## 1 Verdades significativas e esquema de valores

Kitcher propõe uma concepção de desenvolvimento da ciência que constitui uma terceira via entre duas vertentes antagônicas: a dos “devotos da ciência”, que entende a dinâmica da ciência como fruto da aplicação de regras metodológicas imparciais, claras, explícitas, decisivas e livres de valores não cognitivos, e a dos “detratores da ciência”, que procura notar que as decisões científicas são determinadas por fatores sociais, políticos, éticos, enfim, por valores que não são preconizados pelas regras metodológicas (KITCHER, 2001, p. xi). A articulação de seu quadro conceitual procura contemplar um pluralismo axiológico que abarque valores extracientíficos, sem renunciar a uma noção de objetividade e uma compreensão realista acerca do status cognitivo das teorias científicas.

Embora conceda aos detratores da ciência que valores não cognitivos atuam de maneira relevante no desenvolvimento da ciência, Kitcher tenta mostrar que tal intromissão não afeta a objetividade científica. Ao mesmo tempo, a sua defesa da objetividade científica e, com base nela, a sua explicação para a formação de consenso não implicam que os resultados científicos sejam aceitos por conta de aplicações de regras independentes de

contextos. Os cânones presentes nas práticas científicas são, para ele, valores, que não são independentes de contexto e que se articulam em busca de verdades significativas.

Kitcher, contra a tradição metodológica, levanta a acusação de promessa irrealizável. É incontestável que essa vertente metodológica está vinculada a um ideal de ciência livre de valores, à medida que pretende explicar tanto o caráter distinto das teorias científicas, em relação a outros tipos de teorias, como as mudanças científicas, com base na aplicação de regras metodológicas — e, em alguns casos, também de regras metametodológicas — que internalizam virtudes cognitivas e pragmáticas, exclusivamente. Mas é claro que isso não se dá.

Sem dúvida, essa tradição atrai pela clareza com que a ciência parece ser conduzida. Ao serem satisfeitas, essas regras explícitas indicariam as razões para uma teoria ter sido (ou ser) adotada como a melhor opção disponível, tendo em vista os objetivos almejados. Há regras lógicas que expressam a relação de consistência da teoria, como também a compatibilidade entre tal teoria e aceitas, assim como a compatibilidade entre esses enunciados teóricos e enunciados advindos da observação ou de experimentos. Há aquelas que vinculam hipóteses e enunciados particulares, considerando as melhores explicações, a maior precisão, o maior poder preditivo e a maior capacidade de gerar e resolver problemas, dentre outras desse tipo. Além dessas, há aquelas que indicam aspectos pragmáticos, como a simplicidade da teoria. Uma metodologia assim concebida indicaria de que modo e em quais circunstâncias a evidência prevaleceria diante de peculiaridades humanas, de interesses privados ou de grupos. Permitiria uma justificação das preferências científicas, caracterizando a racionalidade das escolhas teóricas. O consenso seria explicado por cânones que, sobretudo, relacionariam evidências e hipóteses tendo em vista os objetivos da atividade científica.

Porém, dificuldades patentes surgem para a realização do ideal de ciência livre de valores. Particularmente, o contraponto de Kitcher à tradição metodológica assume a perspectiva de uma epistemologia social, compreendendo a ciência como uma instituição que se relaciona com outras instituições dentro de uma sociedade democrática.

A ideia é que, se desejamos compreender o desenvolvimento da ciência, não é razoável defender que as mudanças científicas não sofram influências importantes de natureza ética, social, econômica e política. O caso exemplificado pelas decisões dos congressistas norte-americanos em que esses avalizam o financiamento de programas de pesquisa como o projeto genoma, em detrimento do projeto em física de partículas que tencionava construir um supercolisor condutor, notadamente mostra a relevância de padrões externos à ciência. Não se levou em conta somente o conhecimento pelo conhecimento, presente nas justificações de ambos os programas por parte dos cientistas, mas um meio de assegurar o domínio de avanços em biotecnologia e suas vantagens econômicas, políticas e sociais, preferencialmente ao outro projeto, cujo impacto social estava distante de seu objetivo primordial de identificar a partícula última do universo (KITCHER, 2001, p. 4-6).

Para Kitcher, a tradição metodológica se engana porque é insensível ao fato de que “o juízo de valor — razoável — permeia a prática científica” (KITCHER, 2011, p. 36). Por outro lado, não é plausível defender que as mudanças científicas são determinadas sobretudo por demandas sociais, éticas, religiosas, políticas ou de ordem econômica. Um dos argumentos dos “detratores da ciência” usa a tese da incomensurabilidade para sustentar que as crenças científicas e as suas mudanças são determinadas por padrões extracientíficos. Uma vez que, supostamente, tal tese inviabilizaria um juízo de superioridade capaz de forçar cada cientista à mudança ou à manutenção de sua rede de compromissos, o consenso só poderia ser explicado por fatores externos à ciência. Entretanto, entendo que esse é um uso espúrio da tese da incomensurabilidade, uma vez que ela não inviabiliza juízo de superioridade racional nem iguala as avaliações dos cientistas (GUITARRARI, 2016). Contudo, esse meu argumento é meramente negativo e pontual, porque apenas nega a premissa que gera a conclusão segundo a qual as mudanças são determinadas por outros fatores que não os científicos, e, portanto, não é suficiente para afastar a tese dos determinantes não científicos das crenças.

De maneira mais propositiva, Kitcher enfrenta a tese segundo a qual a incomensurabilidade de padrões de avaliação não é capaz de fornecer uma explicação da formação do consenso em termos de valores científicos. Considerando a acusação de solipsismo, levantada por Laudan, a defesa de uma noção de objetividade presente nas grandes revoluções científicas, conforme Kitcher propõe, como se poderá notar, indica como esse tipo de incomensurabilidade pode se dar sem comprometer o desfecho racional do debate. Como consequência, sua defesa de uma noção de objetividade em um debate que se inicia com uma incomensurabilidade de padrões de avaliação, se bem-sucedida, permite refutar um dos argumentos apresentados por quem defende que as crenças são determinadas por fatores sociais ou, de maneira mais geral, aspectos extracientíficos.

Assim, se as decisões podem ser reconstruídas com base em valores relativos ao conhecimento e à capacidade de solucionar problemas, então, por conta de que a atividade científica está permeada de valores extracientíficos e por conta da incomensurabilidade de padrões de avaliação, admitida no início do debate entre defensores de práticas de pesquisa rivais, tais decisões “não podem ser reduzidas aos formalismos simples, frequentemente tomados como constitutivos da racionalidade” (KITCHER, 2011, p. 35).

Portanto, a racionalidade científica não se ajusta à concepção defendida pela tradição metodológica. Enquanto essa tradição vincula as decisões a boas razões como instâncias de aplicações de cânones explícitos, claro e decisivos, a sugestão de Kitcher consiste em pensá-las tal como no campo do direito, em que decisões complexas são tomadas sem o amparo de um conjunto explícito de regras (KITCHER, 2011, p. 36). A ideia é que

[t]alvez, “resolução racional” seja um conceito de semelhança de família, algo que coletamos pela percepção clara de instâncias e de reverses; ou, se isto realmente permite uma explicação informativa, talvez a explicação ve-



na somente com muito tempo de investigação, como acontece com muitos conceitos de importância científica (KITCHER, 2011, p. 36).

É importante frisar que a análise da concepção de objetividade de Kitcher, como também da racionalidade vinculada às decisões em períodos historicamente descritos como revoluções científicas, envolve apenas alguns aspectos de sua concepção de ciência. Convém, portanto, circunscrever o domínio sobre o qual o exame que proponho se coloca.

São variados os registros de decisões que influenciam o desenvolvimento da ciência, sendo que não são os mesmos os domínios de aplicação dos valores tradicionalmente tomados como científicos e dos valores que não são desse tipo. Em sua análise, são destacadas três esquemas de valores, cada qual com o seu próprio domínio de aplicação: o esquema de valores amplos, o de valores cognitivos e o de valores probatórios (KITCHER, 2011, p. 37).

Um *esquema de valores amplos* circunscreve “um conjunto de compromissos em torno dos quais a vida de alguém está organizada, quando a ciência não está em discussão”, incluindo os seus ideais e os da sociedade, alguns com maior importância do que outros (KITCHER, 2011, p. 40).

Um *esquema de valores cognitivos*, por sua vez, é parte de um esquema de valores amplos e “representa o compromisso da pessoa com o ideal de ganho de conhecimento e demarca os tipos de conhecimento que ela considera especialmente importantes” (KITCHER, 2011, p. 38). Essa classe de valores delimita um assunto geral que se quer dar conta.

Por último, um *esquema de valores probatórios* é aquele que trata das grandes transições dentro da história da ciência. O que se considera como uma boa explicação, quais são as condições de confirmação de uma teoria e quais problemas são considerados relevantes são alguns dos valores que atuam nesse domínio (KITCHER, 2011, p. 38).<sup>1</sup>

Esses esquemas de valores possuem diversas conexões. Assumindo certo arranjo de esquemas de valores amplos, cognitivos e probatórios, bem como um corpo teórico relevante, a tese de Kitcher é a de que todos podem ser alterados com base em boas razões, que tais alterações ocorrem aos poucos, sempre mantendo um ou outro esquema. “Suponha”, diz Kitcher,

que seu atual esquema de valores cognitivos escolha um tipo particular de conhecimento como digno de ter: com o interesse de realizar alguns objetivos (delimitados por esquema de valores amplos), você vê como importante encontrar um modelo de algum domínio de fenômenos, preciso em aspectos

---

1 Kitcher entende que, em geral, no caso divergências radicais entre valores probatórios, os esquemas de valores cognitivos são compartilhados entre as partes rivais: “[n]a revolução química, as partes rivais, embora concordem com a importância de conhecer o que está ocorrendo em um certo conjunto de reações”, uma delas “sustenta que tratar de certas questões específicas é crucial”, enquanto “seus oponentes têm um conjunto diferente de problemas preferidos” (KITCHER, 2011, p. 38).

particulares e acurados em algum grau. Tentativas existentes de encontrar um modelo do tipo considerado, quando avaliados por esquemas de valores probatórios, mostram-se falhas. Você continua a explorar as possibilidades e nenhuma delas satisfaz suas demandas. Nesse ponto, você poderia afrouxar os padrões de confiabilidade, ajustar o esquema de valores probatórios de modo que seja mais liberal. Ou poderia concluir que os fins mais gerais que você deseja realizar, endossados pelo esquema de valores amplos, deve ser procurado de algum modo diferente — você modifica seu esquema de valores cognitivos com a finalidade de escolher algum tipo diferente de conhecimento que o capacitaria a alcançar os seus objetivos por outro caminho. Por fim, você poderia chegar a pensar que os objetivos mais amplos que você estabeleceu para si são inatingíveis, melhorando seu esquema de valores amplos, como, por exemplo, quando cientistas abandonam o pensamento de que a busca de investigar na natureza revelaria os propósitos sábios do Criador (KITCHER, 2011, p. 38).

Esses arranjos entre esquemas de valores e teorias, bem como suas mudanças, têm em vista a busca de verdades significativas. Esse é o sentido para o qual a ciência se volta (KITCHER, 2001, p. 65).

O escopo das verdades significativas inclui tanto aquelas que aumentam as “chances de se atingir metas práticas” como as que são mais teóricas. Em suma, essas verdades possuem valor prático ou intrínseco. Com isso, Kitcher ressalta que a ciência não está em busca de verdades quaisquer.

Contudo, a relevância epistêmica associada às verdades que são significativas por seu valor intrínseco é diferente da que está presente na concepção tradicional. Enquanto para a tradição o valor intrínseco de uma pesquisa é independente do contexto, a pesquisa científica, para Kitcher, é dependente de valores sociais ou morais (KITCHER, 2001, p. 65).

Assim, porque a ciência busca verdades significativas e porque tais verdades dependem tanto dos interesses dos cientistas como das demandas sociais — quer dizer, tanto dos esquemas cognitivos e probatórios como dos valores mais amplos —, não existe esquema de valor fixo.

Essa diversidade de arranjos de esquemas de valores não se apresenta apenas temporalmente, ao longo da história da ciência. Levando em conta o contexto, dentro de um mesmo período, os fatores que maximizam o bem-estar ou que proporcionam um desenvolvimento mais sólido e profícuo para a ciência podem ser conflitantes.

Essa visão pluralista do registro axiológico gera um ônus para Kitcher. Como explicar a formação de consenso quando os valores probatórios são divergentes? Em muitos casos, isso não é um problema porque é possível ajustar os valores probatórios, considerando os cognitivos e os de alcance mais amplo. Entretanto, uma vez que Kitcher admite que

as grandes revoluções científicas ressaltadas por Kuhn são, de fato, revoluções e que elas têm, como um de seus resultados, a incomensurabilidade de valores probatórios — ou, usando os termos de Kuhn, uma incomensurabilidade de padrões de avaliação e, às vezes, de problemas considerados importantes —, a pergunta acerca de como se dá a formação de consenso nesses casos se torna premente.

Entendo que Kitcher indica como esse problema pode ser resolvido. Ele acredita ser possível reconstruir a história das revoluções científicas, mostrando que, no registro dos esquemas de valores probatórios, a evidência prevalece quando tradições científicas rivais se empenham para continuar suas práticas, sem renunciar a seus compromissos teóricos e valores probatórios. Isso significa que, de alguma forma, haveria uma objetividade garantida pelos resultados empíricos das pesquisas de ambas as tradições.

Portanto, dentro do quadro conceitual proposto por Kitcher, o problema inicial — acerca de como entender a mudança de adesão de um conjunto de padrões de avaliação para outro que lhe é incomensurável, considerando as evidências empíricas — restringe-se ao exame da natureza objetiva da relação que os esquemas probatórios rivais mantêm com as evidências empíricas.

## 2 Da incomensurabilidade à formação de consenso

Kitcher considera que a incomensurabilidade — especificada aqui pelo termo *epistemológica* — está presente na história da ciência, particularmente, nas mudanças científicas profundas. Ele compreende essa noção como “a falta de uma medida comum com base na qual podem ser avaliados os sucessos parciais e as falhas aparentes de corpos complexos rivais de doutrinas amplas” (KITCHER, 2011, p. 35). Não obstante a existência desses casos, ele defende que os desfechos das grandes mudanças científicas podem ser vistos como um processo conduzido pelos resultados das pesquisas realizadas nessas disputas.

Kuhn argumentou que as mudanças são racionais, tendo em vista que elas não são feitas sem boas razões. Mas não indicou uma alternativa clara para explicar a formação do consenso. Essa dificuldade se torna mais nítida, considerando que, nas ciências que atingiram a sua maturidade, no período de crise em que se pratica a ciência extraordinária, vários candidatos a paradigma se apresentam com diferentes orientações de pesquisa. Quando finalmente restam o paradigma em crise e uma alternativa, os argumentos favoráveis a um ou outro paradigma são “parcialmente circulares”: os cientistas justificam suas adesões a seus respectivos compromissos teóricos com base nos problemas que consideram importantes, nos padrões de solução adotados e nos valores científicos almejados. Contudo, esses conjuntos rivais de problemas e valores são incomensuráveis, isto é, não existe, para Kuhn, um patamar neutro ou imparcial — no qual estão os problemas legítimos, os padrões de avaliação e os valores científicos — que cientistas individuais possam acessar para justificar a sua adesão a uma rede de

compromissos de modo tal que o mesmo resultado é obtido (GUITARRARI; PLASTINO, 2014).

Os cientistas rivais mantêm sua pesquisa em andamento, no período de ciência extraordinária, ressaltando suas virtudes e procurando lidar com os problemas em curso. À luz dos valores que adotam, eles avaliam a permanência em suas respectivas tradições de pesquisa destacando os problemas considerados importantes que conseguiram resolver, as tentativas de lidar com as anomalias, o sucesso ou insucesso ao tratar de outros problemas relevantes e, por fim, os resultados significativos alcançados pelo paradigma rival.

Nesse contexto kuhniano do debate entre membros de comunidades científicas rivais, entendo que as boas razões não constituem *sempre* — quer dizer, em todas as revoluções científicas e para todos os cientistas individuais — uma condição suficiente para a mudança de paradigma. Nesse sentido, a capitulação por parte de certo cientista *pode* ser tomada como uma “experiência de conversão” ou um “salto de fé”, por mais que se ressaltem as boas razões.

Dentro desse quadro, considero que a leitura relativista de Kuhn enfatiza que, em cada estágio da disputa, cada paradigma possui seus próprios êxitos e dificuldades. Outro ponto é que a incomensurabilidade epistemológica sempre está presente em cada fase do debate. Assim, a implicação relativista desses pressupostos, a qual, de certa forma, foi aludida por Kuhn (1970) e foi explicitamente defendida por Doppelt (1978), afirma que cada cientista sempre terá boas razões para aderir ao paradigma de sua preferência. Em outras palavras, essa interpretação estabelece que, ao longo do debate, a parte mais fraca sempre poderia justificar a aceitação do paradigma em crise aludindo tanto aos problemas que resolve quanto ao modo como os resolve, considerando seus próprios padrões de avaliação.

Embora admita a ocorrência de casos de incomensurabilidade e reconheça a interpretação relativista do debate interparadigmático, Kitcher não tem essa leitura de Kuhn. No artigo “Toward a pragmatist philosophy of science” (KITCHER, 2013), ele esclarece que admitir a existência de revoluções científicas e de incomensurabilidade entre esquemas de valores probatórios não supõe uma indeterminação permanente acerca de juízos de superioridade cognitiva. Em nossos termos, a incomensurabilidade epistemológica, diferentemente da leitura relativista, não permanece em cada fase.

Essa interpretação de Kitcher considera “outras vozes de Kuhn”, particularmente “o Kuhn que pensa que o raciocínio científico é muito mais complicado do que os tratamentos filosóficos têm reconhecido” e o Kuhn que enfatiza que “diferentes membros de uma comunidade científica são *razoavelmente* persuadidos por diferentes argumentos e por diferentes tipos de evidência” (KITCHER, 2013, p. 201). Entendo que essa leitura de Kuhn enfatiza que, embora sejam diferentes os argumentos e evidências que fazem com que cientistas abandonem um paradigma em detrimento de outro, essas mudanças podem ser vistas como motivadas por argumentos e evidências.

De fato, Kuhn salientou que ele não nega a existência de boas razões para a mudança de paradigma. Dentre elas, aquelas que levam em conta as evidências, ele destacou a (i) “capacidade de resolver os problemas que conduziram o antigo paradigma a uma crise” (KUHN, 1970, p. 153), sobretudo quando associada à precisão das predições (KUHN, 1970, p. 153-154), e (ii) “a predição de fenômenos que eram totalmente insuspeitados enquanto o antigo paradigma prevalecia” (KUHN, 1970, p. 154). Em “Reflections on my critics”, Kuhn reforçou também que, embora essas boas razões sejam “exatamente do tipo padrão em filosofia da ciência”, elas não devem ser vistas como regras, mas como valores, e, enquanto tais, os cientistas podem compartilhar um mesmo conjunto de padrões de avaliação e, ainda assim, chegarem a resultados distintos (KUHN, 2000, p. 157).

Essa característica se ajusta ao fato de que não há um conjunto fixo de evidências que seja capaz de compelir todo cientista a uma única escolha. Porém, a alternativa de Kitcher, inspirada em uma interpretação mais positiva de Kuhn, em relação àquela que tenderia a ver um relativismo a cada estágio do debate, é enquadrada dentro de uma epistemologia social. Considerando a prática científica como uma atividade coletiva, ele defende que:

Ainda que houvesse acordo de que as revoluções científicas são resolvidas por saltos coletivos de fé, isso não nos privaria da habilidade de empregar o ideal de objetividade mais localmente (KITCHER, 2001, p. 39).

Assim, sua reconstrução das grandes mudanças científicas, como será possível notar, *indica* como uma explicação para a resolução de controvérsias científicas pode se dar à luz das evidências. Isso significa que certa objetividade pode ser preservada, ainda que, obviamente, não aquela vinculada à concepção tradicional, obtida em tese a partir da aplicação de um conjunto de regras metodológicas ou de um conjunto de regras metodológicas e metametodológicas.

Nesse sentido, ao invés de capturar uma forma de relativismo cognitivo segundo o qual “não há argumento algum que convença todos os membros da comunidade em questão”, sua proposta tenciona mostrar que as evidências empíricas explicam a formação de consenso.

Para tanto, a alternativa de Kitcher deverá assimilar que o processo de mudança pode ser longo. Além disso, deverá mostrar quando uma mudança é racional tendo em vista as evidências ainda que não exista uma teoria consensual acerca da relação de importância que a evidência tem para uma teoria, uma vez que os cientistas tomam as suas decisões mesmo sem ter um tratamento adequado da evidência empírica.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> A existência desses aspectos não é razão suficiente para “minarmos nossa confiança de que a resolução do debate científico com base na evidência é possível” (KITCHER, 2001, p. 41).

## 2.1 Estrutura geral do processo de formação de consenso

A passagem da teoria do flogisto para a teoria do oxigênio é tomada por Kitcher como um exemplo do que seria a situação geral das grandes mudanças científicas. Em *Science, truth, and democracy* (KITCHER, 2001), ele nos remete ao seu estudo mais minucioso desse caso, apresentado em *The advancement of science* (KITCHER, 1993). A apresentação que se segue consiste em uma síntese sistemática dessas duas obras, bem como de *Science in a democratic society* (KITCHER, 2011) e de “Toward a pragmatist philosophy of science” (KITCHER, 2013).<sup>3</sup>

Kitcher considera que é possível identificar uma *estrutura comum* presente nos processos das grandes mudanças científicas, desde que se faça uma história detalhada de cada caso.<sup>4</sup> Considerado a amplitude temporal em que uma mudança científica se deu (algo que não está livre de certa arbitrariedade), a estrutura da revolução analisada possui certas fases que permitem identificar o período em que a incomensurabilidade de padrões de avaliação (ou, nos termos de Kitcher, de valores probatórios) se apresenta e de que modo ela é dissolvida dadas as evidências empíricas. É desse modo que ele pretende que a “razoabilidade da tomada de decisão científica” possa ser notada (KITCHER, 2011, p. 36).

Para a fixação da duração de um processo de mudança científica, considera-se que o seu início é caracterizado como aquele em que a alternativa rival já se revelou, embora a maioria da comunidade científica defenda a teoria em voga. Já o término do processo é marcado pela adoção de uma teoria rival pela maioria da comunidade científica que trabalha com os problemas da área em jogo (KITCHER, 2001, p. 39). Esse é o período histórico a ser analisado.

São basicamente três as fases de um processo de revolução científica: a *inicial*, a *de conflito* e o *desfecho*. A *fase inicial* marca o momento em que cada lado ressalta suas realizações, seus desafios e suas diferenças, exibindo diferentes *esquemas de valores* e afirmando que aquilo em que são bem-sucedidos é o que *realmente* importa. Essa diferença revela uma situação de incomensurabilidade entre valores probatórios (ou de padrões de avaliação, usando os termos de Kuhn), o que significa que não existe um recurso a que se possa recorrer para resolver essas diferenças entre esses tipos de valores.

Kitcher concorda com Kuhn acerca dos modos que gerariam tais diferenças radicais, ainda que, para Kitcher, elas sejam apenas *localmente* irredutíveis: elas podem se dar por conta de que os esquemas de valores probatórios são distintos, ou porque existem alguns

3 Embora Kitcher (2001) e Kitcher (2011) constituam uma proposta substantivamente diferente daquela que é apresentada em Kitcher (1993), isso não afeta o relato da história da química apresentada em Kitcher (1993). Para um maior detalhamento das diferenças entre ambas as propostas, confira Perdomo (2011) e Gonzalez (2011).

4 Em seus termos: “Um modo de entender a razoabilidade da tomada de decisão científica é aprofundar-se nos detalhes dos casos [...]. Para as principais transições históricas, não é difícil discernir uma estrutura comum” (KITCHER, 2011, p. 36).

valores probatórios ambíguos que são aceitos por ambas as comunidades científicas, ou porque, ainda que sendo os mesmos e não sendo ambíguos, possuam pesos distintos.

A *fase de conflito* ocorre à medida que a extensão de um domínio de soluções bem-sucedidas por parte de uma das tradições de pesquisa impõe desafios à outra. Nesse processo, pode haver uma alteração nos esquemas de valores ou certa insistência em manter os compromissos de pesquisa. Mas essa segunda possibilidade não se sustenta à luz de outras realizações da tradição rival: “você não pode continuar a insistir em que *estes* são os problemas realmente críticos, enquanto seu oponente começa a encontrar respostas defensáveis a alguns deles” (KITCHER, 2011, p. 36). Trata-se de uma fase em que se pode notar que “os compromissos com afirmações factuais e com juízos de valor evoluem conjuntamente” (KITCHER, 2011, p. 36).

No *desfecho*, a última fase da revolução científica, os resultados de pesquisas relativos a uma das tradições são tão expressivos que “o processo culmina em uma situação em que parece não haver esquemas coerentes de valores a serem adotados pelo lado que está perdendo” (KITCHER, 2011, p. 36-37).

Identificadas as fases da mudança científica a ser examinada, cabe, então, oferecer uma leitura de como as virtudes científicas rivais (i.e., seus respectivos esquemas cognitivos e probatórios) influenciam as práticas científicas rivais e de que maneira essas virtudes rivais são constrangidas pelas evidências empíricas até que a disputa científica tenha seu desfecho.

## 2.2 A revolução na química do séc. XVIII

A partir de uma visão histórica acerca das configurações das comunidades científicas vinculadas à teoria do flogisto e à teoria do oxigênio, Kitcher identifica que o melhor período para analisar o processo de mudança científica vai de 1770 até 1790. A razão é que em 1770 a maior parte dos químicos europeus aceitava a teoria do flogisto, enquanto em 1790 a maioria deles adotava a nova química de Lavoisier (KITCHER, 2001, p. 39).

Um primeiro aspecto importante nesse debate é que havia um domínio de interesse comum entre os cientistas rivais. Isso caracteriza um valor que está vinculado ao esquema cognitivo. Como explica Kitcher, “[a] disputa tinha um foco mais amplo”, que consistia em fornecer “um tratamento sistemático das constituições de um domínio de compostos em termos das substâncias que eles consideravam mais elementares” (KITCHER, 2001, p. 39-40).

### 2.2.1 Primeira fase (1770-80)

O conflito pode ser descrito em termos do que cada uma das partes apresenta como seus sucessos e suas alternativas disponíveis para continuar as pesquisas sob uma ou outra rede de compromissos, tendo em vista problemas significativos em aberto.

A teoria do flogisto, que inicialmente teve Stahl e, posteriormente, Priestley, Kyrwan e Cavendish como alguns de seus principais expoentes, foi apresentada como uma alternativa à teoria aristotélica dos quatro elementos. A teoria do flogisto considerava que os corpos podem ser constituídos por princípios simples ou podem ser compostos. Todavia, o termo “princípio” não devia ser entendido como o mais básico ou indivisível. Os princípios simples incluíam a água e a terra, dos quais existiam três espécies: o princípio vitrificável, o princípio liquidificável e o princípio inflamável (o flogisto). Um “misto” era um corpo formado por princípios simples, enquanto um “composto” podia consistir em mistos. A teoria mostrava que as propriedades dos compostos eram explicadas pelas propriedades dos princípios simples presentes em sua composição (THAGARD, 1990, 187).

Essa teoria explicava alguns fatos. Afirmava, por exemplo, que os corpos queimam porque são ricos em flogisto (KUHN, 1970, 100-101). Explicava também a semelhança entre os metais, em relação aos seus minerais: ao contrário dos minerais, os metais continham flogisto. A ideia, conta Kuhn, é que “os metais são todos compostos por terras elementares combinadas com o flogisto e este último, comum a todos os metais, gera propriedades comuns” (KUHN, 1970, p. 99).

A teoria do flogisto tratava de reações químicas importantes. Particularmente, oferecia uma explicação para os processos de combustão. Nesse tipo de reação, o flogisto seria emitido para o ar, em virtude das substâncias que queimam serem ricas quanto a esse princípio. A madeira queimada emitiria flogisto, deixando o carvão como resíduo. Porém, nesse caso, o processo não tem reversão. Diferentemente, quando um metal é aquecido, o flogisto seria emitido e seria obtido o *calx* do metal. Aqui, quando os metais desflogistizados eram tratados com carvão (um corpo rico em flogisto), o flogisto do carvão em brasa combinar-se-ia com tais metais desflogistizados produzindo metais. Já que o carvão, corpo saturado de flogisto, podia dar novamente a um metal destituído desse princípio o seu brilho metálico inicial, isso significava que o carvão lhe havia transferido o seu flogisto. O princípio inflamável do carvão revivificava o metal morto.

O fato de a combustão em ambientes fechados cessar também era explicado por essa teoria. Dizia-se que o ar tinha uma capacidade limitada de absorção do flogisto.

O problema anômalo que inicialmente dividiu a comunidade dos químicos, no século XVIII, consistia em dar uma explicação para o aumento de peso de corpos metálicos ao passarem por um processo de aquecimento. Esse fato era inesperado, pois a maior parte dos corpos naturais, ao serem aquecidos, perdia peso.

#### *i. Ganho de peso na calcinação*

A “nova química”, proposta por Lavoisier e apoiada por Berthollet, Fourcroy e Guyton de Morveau, apresentou resultados que, desde o início, indicavam algum aspecto problemático da teoria do flogisto. Um desses importantes resultados, obtido por Lavoisier, mostrava que o ganho de peso no processo de calcinação de metais se igualava à perda de peso do ar (KITCHER, 1993, p. 277).



Os teóricos do flogisto, por sua vez, não apresentaram uma explicação qualitativa que pudesse se contrapor à posição de Lavoisier. Além disso, eles não questionaram o princípio segundo o qual “as quantidades dos reagentes devem concordar com a quantidade dos produtos” (KITCHER, 1993, p. 282).

É importante destacar que a propalada solução que atribui peso negativo ao flogisto é, conforme as pesquisas históricas empenhadas por Kitcher, uma reconstrução problemática do debate, pois não há evidências históricas de que essa hipótese tenha sido levantada. Além disso, Kitcher frisa que essa suposição de que o princípio inflamável teria peso negativo acarretaria sérias perdas epistêmicas. Basta notar que, do ponto de vista de Lavoisier, temos o seguinte esquema explicativo, a partir de seu *experimento de calcinação em recipientes fechados*:

- [1] a soma dos pesos dos reagentes é igual à soma dos pesos dos produtos;
- [2] o peso do calx é maior do que o peso do metal;
- [3] o ar do recipiente selado diminui em volume durante a reação e a perda de peso do ar é igual ao ganho de peso do calx (1993, p. 278).

Assim, se o flogisto tivesse peso negativo, a afirmação [2] seria preservada, mas não haveria resposta disponível para explicar por que a perda de peso do ar é igual ao ganho de peso do calx, uma propriedade afirmada em [3].

Portanto, por conta da falta de registros históricos e, adicionalmente, do problema acarretado pela hipótese de que havia defensores da tese de que o flogisto tinha peso negativo, concordamos com Kitcher que tal hipótese não deve ser considerada seriamente em uma reconstrução desse debate.

Disso resulta que, sem haver perdas epistêmicas sérias até esse ponto, ambos os lados concordariam com a ideia segundo a qual:

- [4] Quando metais são calcinados no ar, algo é absorvido do ar.

Kitcher ressalta que “é possível combinar [4] com o princípio fundamental da teoria do flogisto” da seguinte maneira:

- [5] Quando metais (e outras substâncias) são calcinados, o flogisto é emitido do metal (a substância calcinada) (1993, p. 280).

Notemos que [4] e [5] são consistentes com

- [6]  $\text{Calx} = \text{metal} - \text{flogisto} + X$ .

Ademais, a formulação [6] podia ser pensada de duas maneiras:

- [6<sup>a</sup>]  $\text{Calx} = (\text{metal} - \text{flogisto}) + X$   
Ar inicial =  $X + Y$   
Ar residual =  $Y + \text{flogisto}$

[6<sup>b</sup>] Calx = (metal – flogisto) + (X + flogisto)

Ar inicial = X + Y

Ar residual = Y

Ambas as articulações [6<sup>a</sup>] e [6<sup>b</sup>] permitiam que teóricos do flogisto mantivessem sua suposição teórica [5], como também conseguiam preservar a suposição [1] e os resultados [2] e [3] dos experimentos de calcinação em recipientes fechados de Lavoisier. Desse modo, esses experimentos de Lavoisier não seriam suficientes para rejeitar as alternativas elaboradas pelos teóricos do flogisto.

A reconstrução de Kitcher toma as ações de pesquisa executadas por Lavoisier como um indício de que Lavoisier estava ciente de que seu argumento precisava ser fortalecido.

### ii. *A navalha de Occam*

Os próximos detalhes importantes para o desdobramento do debate envolvem o final da primeira fase da disputa, na qual Lavoisier apresenta a composição do ar atmosférico, e o início da segunda fase, momento em que ele lança um argumento filosófico contra o flogisto. Consideremos esses pontos.

Em “Memoire sur la combustion en general”, de 1777, Lavoisier concebeu *o ar atmosférico como uma composição do ar vital com o mefítico*. Além disso, afirmou que, enquanto o ar mefítico não participava da combustão, o ar vital era absorvido por metais durante esse processo de calcinação.

[7] Calx = metal + ar vital.

Com base nessa concepção, realizou uma série de experimentos e concluiu, em “Réflexions sur le phlogistique”, em 1783, que é possível explicar os fenômenos da calcinação sem recrutar elemento algum da teoria do flogisto.

Esses resultados evidenciam uma explicação alternativa para a calcinação. Porém, Lavoisier entendia que a preferência pela sua proposta deveria se dar em razão de a teoria do flogisto e os compromissos ontológicos associados a ela serem, mais do que desnecessários, hipotéticos e obsoletos, ainda que não absolutamente inúteis.

No entanto, esse argumento pragmático não se mostrava suficiente para descartar as alternativas flogísticas obtidas por [5] e [6]. De fato, ele conseguia apenas estabelecer [7] como opção.

Essa limitação do argumento de Lavoisier não se deve ao fato de que a *navalha de Occam* não seja um padrão importante para apoiar uma preferência teórica. É plausível pensar que seria prematura a aceitação sem restrições do uso do referido princípio da parcimônia naquele momento do debate, porque o escopo de interesses dos químicos do século XVIII incluía outras reações. Concordamos com Kitcher nesse ponto. Em outras palavras, os esquemas de valores cognitivos supostos nesse debate envolviam também explicações para fenômenos de redução e de reações ácido-metal.

O ponto que poderia fazer alguma diferença mais decisiva do que a aplicação da navalha de Occam seria a *capacidade de solucionar* os problemas que *realizam* os esquemas de valores cognitivos.

### 2.2.2 Segunda Fase (1781-1790)

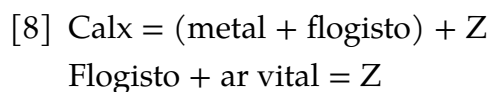
Seguindo a ideia de compreender a objetividade científica de maneira local, dado o impasse diante das explicações rivais dos fenômenos relacionados à calcinação, é possível notar que o relato de Kitcher sobre o que ocorreu na segunda fase da revolução química do sec. XVIII indica a estratégia de Lavoisier e de seus seguidores para justificar a escolha em favor de sua teoria.

Essa reconstrução histórica mostra que é plausível entender que Lavoisier procurou ampliar o escopo dos assuntos tratados por sua teoria, buscando uma diferença importante em relação à rival. Uma vez que os resultados experimentais que ele havia obtido até então não afastavam a teoria do flogisto como uma alternativa, a ideia consistia em lidar com problemas que importavam a ambas as tradições, considerando o esquema cognitivo *comum* adotado. Segundo Kitcher, nessa fase do debate, Lavoisier procurou mostrar que as tentativas dos teóricos do flogisto para “fornecer soluções sistemáticas” de problemas em aberto, considerados importantes por ambas as comunidades, seriam malsucedidas (1993, p. 282).

Ambas as teorias usavam o princípio segundo o qual as quantidades dos reagentes são iguais às quantidades dos produtos. Para estender a teoria aos problemas de redução e de reações ácido-metal, um bom caminho seria identificar os componentes que estariam presentes em instâncias de processos de calcinação.

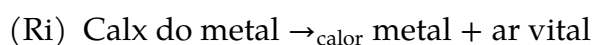
O fato é que Lavoisier fez o experimento da calcinação em ar vital e notou que o ar residual era vital. Ficava claro, então, que a explicação flogística [6<sup>a</sup>] para a calcinação incorria em dificuldades. Isso porque, supondo [6<sup>a</sup>], o ar residual, num processo de calcinação, conteria flogisto; mas como a calcinação foi realizada em ar vital, deveria haver outro gás, além de ar puro (KITCHER, 1993, p. 282).

Em 1782, Kirwan argumentou contra [6<sup>a</sup>] e a favor de [6<sup>b</sup>]:



Cavendish supôs que Z era água. Kirwan entendeu que Z era o “ar fixado” (dióxido de carbono), mas que, em algumas ocasiões, era água (KITCHER, 1993, p. 283). Contudo, para uma compreensão das variantes de [8], vale dispensar atenção a reações de redução, com as quais ambas as tradições trabalhavam.

Basicamente, consideravam-se três tipos de redução:



(Rii) Calx do metal + ar inflamável  $\rightarrow_{\text{calor}}$  metal + água

(Riii) Calx do metal + carvão  $\rightarrow_{\text{calor}}$  metal + ar fixado

Desses três tipos, Lavoisier encontrou dificuldades para dar conta de (Rii). Ele apenas conseguiu lidar com esse tipo de reação, quando percebeu que estava ignorando as gotículas de água formadas no recipiente e compreendeu que, sob calor elevado, o ar inflamável reagindo com o ar vital produzia água. Isto é,

[9] Ar inflamável + ar vital  $\rightarrow_{\text{calor elevado}}$  água,

Assim, a água e o metal produzidos em (Rii) eram o resultado da reação do ar inflamável com o ar vital do calx.

Entretanto, os teóricos do flogisto também tinham uma boa alternativa para (Rii), com base na concepção de Cavendish: a água seria o ar inflamável mais o ar puro; o ar inflamável seria o flogisto; e, por fim, o calx do metal seria o metal menos o flogisto mais a água, ou seja, uma variante de [8].

Quanto à redução (Riii), a mesma situação se apresentava: Lavoisier, Cavendish e Kirwan tinham as suas interpretações para aquela reação (KITCHER, 1993, p. 285-286).

Em um cenário de diferentes interpretações para um mesmo conjunto de reduções, a superioridade epistêmica com base na evidência de uma teoria em relação à rival não é óbvia. Lavoisier conseguiu mostrar a vantagem epistêmica de sua concepção a partir de um experimento que apresentava a evidência de carbono residual nos calxes que davam origem ao ar fixado. Para tanto, ele considerou outro modo de calcinação em seu experimento do *Gun barrel experiment*, a saber:

[10] Ferro + água  $\rightarrow_{\text{calor vermelho}}$  calx preto de ferro + ar inflamável

Para Lavoisier, a água, sob forte calor, se decompõe, formando ar vital, que reage com o ferro produzindo o calx preto, e ar inflamável, que é liberado.

Kitcher considera que Cavendish poderia explicar essa reação dizendo que o ar inflamável seria liberado do ferro e a base do ferro (i.e., o ferro sem flogisto) combinar-se-ia com a água produzindo o calx preto (KITCHER, 1993, p. 286).

Os padrões qualitativos de valores probatórios não favorecem uma das duas interpretações. Mas, quantitativamente, a concepção de Lavoisier mostra ter mais conteúdo empírico, ao mostrar que:

[u]ma quantidade de oxigênio, cujo peso se igualava ao ganho em peso do calx, combinar-se-ia com o ar inflamável coletado no experimento, produzindo água, e o peso dessa água é o peso da água dispensada no experimento (KITCHER, 1993, p. 286).

Nesse caso, os teóricos do flogisto ganharam um problema de difícil tratamento. Conforme [8], quando Z é água, tal processo de calcinação se dá de um modo que a quantidade de água absorvida na formação do calx contém a quantidade de flogisto que é liberada pelo metal. Contudo, o flogisto que sai não reage com a água que entra. Por isso, os teóricos do flogisto não possuíam uma formulação correlata à ideia segundo a qual o ar inflamável que sai combinado com o ar vital da água que entra libera apenas a quantidade certa de ar inflamável (KITCHER, 1993, 287).

Nesse caso da história da química, entendo que a concepção de Kitcher sobre como se deu o processo de formação de consenso em torno da proposta de Lavoisier considera o corpo de pesquisas e as realizações de Lavoisier como uma estratégia argumentativa dentro de um plano de pesquisa. Segundo essa compreensão, Lavoisier teria mostrado que conseguia lidar com um conjunto de fenômenos, considerados significativos por ambas as comunidades, além de ter sido capaz de conceber e realizar experimentos que exibiam dificuldades para a teoria do flogisto. Ainda que Lavoisier tenha argumentado contra a teoria do flogisto, avaliando-a como desnecessária e hipotética, a reconstrução de Kitcher notadamente tenciona indicar que o próprio Lavoisier percebeu que seu argumento necessitava de um diferencial empírico, em vez de filosófico. Quando esse diferencial foi apresentado, os oponentes de Lavoisier passaram a adotar o seu sistema à medida que apreciavam suas conquistas e notavam as limitações da teoria do .

### 3 Objetividade modesta e racionalidade

No que concerne a valores probatórios ou padrões de avaliação, a noção de objetividade defendida por Kitcher, obviamente, não se alinha à tradição metodológica. Para essa vertente, haveria um conjunto neutro, explícito, adequado e decidível de padrões a que os cientistas poderiam acessar para tomar as suas decisões. Apesar de negar a existência de uma tal metodologia ou metametodologia que guie o desfecho do debate e mesmo considerando a dificuldade trazida pela falta de um “tratamento preciso” da relação entre evidência empírica e hipótese, Kitcher entende que o desfecho do debate científico se dá com base na evidência empírica. Assim, sua posição se põe entre uma noção robusta de objetividade e aquela que nega que fatores científicos conduzem à mudança científica.

O que o caso da química mostra é que essa objetividade deve ser entendida de maneira *local*. É possível notar que aquilo que pesa como melhor decisão para cada cientista depende das circunstâncias do debate. A reconstrução detalhada do debate, com base nos escritos ou pronunciamentos dos cientistas envolvidos, indica como os cientistas envolvidos no debate fazem, a cada fase da disputa, um balanço sobre a viabilidade de continuar sustentando uma teoria cuja capacidade de solucionar problemas significativos é limitada. Dois pontos importantes são levados em conta nessa avaliação: as resoluções

propostas pela teoria rival para problemas significativos e as alternativas disponíveis para buscar uma solução, mantendo-se dentro das restrições da teoria em xeque.

Outro aspecto dessa noção de objetividade é que as avaliações com base nas evidências são vagas e qualitativas. Diz Kitcher:

O acúmulo sutil de pequenas vantagens finalmente informa, mas, embora a natureza dos ganhos individuais possa prontamente ser entendida, não há modo claro e não ambíguo de dizê-las. Muitos autores têm escrito clara e precisamente sobre táticas de xadrez — tal como existem dezenas de tratamentos da lógica dos argumentos individuais —, mas a avaliação das condições estratégicas é notadamente vaga e qualitativa (KITCHER, 2001, p. 41).

É claro que esses padrões de avaliação não são sempre os mesmos. Lembremos que havia uma incomensurabilidade epistemológica quanto a esses padrões de avaliação no início do debate. Como um acordo sobre esses padrões poderia ter ocorrido?

O caso da química no séc. XVIII é emblemático: certos fenômenos que suscitavam problemas foram tratados de maneira bastante diversa pelas teorias rivais e por seus respectivos padrões de avaliação acerca do que contava para uma boa solução. Teorias e valores probatórios, em conjunto, proporcionaram diferentes tratamentos explicativos. Além disso, na fase inicial, a teoria de Lavoisier teve, ao longo da disputa, desafios pontuais para os quais ela ofereceu respostas que, somadas uma a uma e acrescidas das deficiências da teoria antecessora, colocaram-na como uma alternativa relevante.

Não obstante, isso não foi suficiente. Ainda que a teoria e o esquema de valores probatórios adotados por Lavoisier tivessem, conjuntamente, boas respostas a problemas tratados pelos teóricos do flogisto e tivessem, além disso, como produtos originais experimentos que respaldavam sua visão acerca da calcinação e de reações de redução, essa proficuidade, presente na fase inicial do debate, não foi decisiva para a mudança de muitos teóricos do flogisto. Isso porque a teoria do flogisto também fornecia respostas às mesmas questões.

Também não foi suficiente, no final da primeira fase do debate, a apresentação de um argumento filosófico que estabelecia que teorias que recorrem a entidades hipotéticas, ainda que úteis, são desnecessárias, quando há outra melhor. A razão é que a teoria de Lavoisier ainda devia explicações para outras tantas reações, que eram tratadas pela teoria do flogisto, como os casos de reações de redução.

O consenso em torno da teoria de Lavoisier foi sendo formado, na segunda fase do debate. Depois que Lavoisier conseguiu explicar o resultado do *gun barrel experiment* e logo que esse resultado passou a ser considerado como significativo por teóricos do flogisto, somado ao fato de que a teoria do flogisto não dava conta dos fenômenos revelados no experimento, a teoria de Lavoisier passou a ganhar cada vez mais adeptos.

Aqui vale ressaltar que, quando um defensor da teoria do flogisto passa a considerar relevante o resultado do *gun barrel experiment*, mudanças ocorrem em seu esquema de valores probatórios. Isso se põe porque o problema exige uma explicação quantitativa, mas esse padrão de avaliação não comparecia no esquema de valores probatórios dos teóricos do flogisto.

Tal acontecimento é diferente de ocorrências em que Lavoisier apresenta uma solução para um problema que também é solucionado pelo teórico do flogisto. Também é diferente de quando a preferência pela teoria do oxigênio se dá pela sua capacidade de solucionar problemas e pelo seu poder de unificação, pois esses valores também são considerados pelos teóricos do flogisto.

Assim, sem dúvida, o reconhecimento de que as novas explicações da teoria do oxigênio foram importantes para teóricos do flogisto, de que eles não poderiam dar conta desse problema e de que a teoria rival tinha oferecido sistematicamente boas explicações para os problemas que a teoria do flogisto também solucionava constituíam boas razões para uma mudança de perspectiva de valor e de teoria.

É, portanto, plausível pensar que a significância do problema, a impossibilidade de solucioná-lo dentro de um esquema de valores probatórios e as virtudes de um esquema de valores rival dão um *respaldo objetivo* para uma mudança de esquema de valores probatórios.

Nesse sentido, não é necessário que a mudança de esquemas de valores seja vista como uma experiência de conversão sem qualquer apoio cognitivo, dada a possibilidade de uma reconstrução racional desse caso histórico. Além disso, afirmar que as evidências contam para uma mudança de compromissos científicos exclui o posicionamento mais radical do programa forte em sociologia do conhecimento, para o qual, dada a incomensurabilidade, a mudança científica seria justificada por fatores externos à ciência. Isso ocorre porque a incomensurabilidade epistemológica não implica um relativismo permanente.

Por outro lado, também não é óbvio que a escolha do cientista individual tenha se dado exclusivamente com base nas evidências. É possível que, de fato, cientistas individuais tenham motivações extracientíficas que, em algum momento de sua carreira, sobrepujaram os valores probatórios de seu próprio esquema de valores. Contudo, quando dizemos que a mudança científica também pode ter sido motivada por fatores externos à ciência, isso ocorre, em primeiro lugar, porque as preferências apoiadas pelos padrões que fazem uso das evidências empíricas também podem vir juntas com motivações pessoais, sociais etc. Em segundo lugar, a presença de fatores extracientíficos não obstrui uma concepção de objetividade científica, que está respaldada no reconhecimento de que os resultados empíricos obtidos a partir de problemas relevantes são significativos. Por fim, a presença de fatores extracientíficos não trivializa juízos de racionalidade. À medida que o desenvolvimento do debate não apontou pontos fracos na teoria de Lavoisier, mas sim na teoria do flogisto, de tal modo que não se vislum-

brava um caminho para seguir com as pesquisas dando conta do que se considerava importante, a mudança de esquema de valores probatórios e de teoria tinha que ser considerada racional.

Nesse sentido, não é um problema que na mudança para uma nova teoria estejam presentes motivações egoístas, sociais, políticas ou éticas. Mas, ao contrário do que afirma Kitcher, considerar que ela também possa ser descrita como um “salto de fé” é ignorar que a reconstrução histórica dessa mudança possa ser plausivelmente apresentada com base nas evidências.

Considerando, por outro lado, os cientistas que decidiram continuar as suas atividades dentro das práticas abandonadas pela maioria, a avaliação racional, com base em evidências, tem as suas peculiaridades.

A explicação de Kitcher para a resistência de cientistas à mudança de teoria e esquemas de valores, diante de todas as evidências que justificaram a decisão contrária da maioria, é a mesma apresentada por Kuhn: tal comportamento apenas expressa uma forte “lealdade ao esquema de valores amplos, que molda os juízos sobre valores cognitivos e probatórios” (KITCHER, 2011, p. 35-6). Ora, desse ponto de vista, tais cientistas possuem as suas razões.

De fato, essa lealdade explica a adesão. Contudo, entendo que ela não é relevante para avaliar se essa ação foi racional. Para ficar mais claro esse ponto, considerem as perdas de explicações envolvidas em processos de mudança científica.

As perdas de problemas na passagem da teoria do flogisto para a teoria do oxigênio, aventadas por Kuhn, foram empenhadas com vigor por Doppelt (1978) em favor do relativismo epistemológico kuhniano. Contam que a teoria do flogisto era capaz de explicar por que os metais eram mais semelhantes entre si do que os seus minerais, por exemplo. Estaria aí uma espécie de perda de problema ou de explicação.

Kitcher apresenta dois argumentos contra esse suposto dado histórico, sem desqualificar a existência de perdas de explicação. Em primeiro lugar, os teóricos do oxigênio também poderiam dar uma explicação para o mesmo problema. Em segundo lugar, ele ressalta que essa suposta explicação não se encontra nos relatos das muitas descobertas realizadas por Priestley, Kirwan, Cavendish e Gren (KITCHER, 1993, p. 276). Isso não significa que não ocorreram perdas de problemas nesse caso. Kitcher menciona que o próprio Lavoisier, em “Réflexions sur le phlogistique” (1983), aludiu à sugestão de que 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 cognitivo (KITCHER, 1993, p. 276).

O comportamento de Priestley poderia ser explicado pela sua fidelidade ao esquema de valores amplos, ainda que não houvesse perdas de explicação. Contudo, de um ponto de vista pragmático, sua decisão seria tomada como não-racional. Isso porque Priestley manteria o seu esquema de valores, mesmo sabendo das vantagens da teoria do oxigênio e da falta de um tratamento que impulsionasse a teoria do flogisto para um



caminho profícuo, sem mostrar qualquer vantagem que a teoria do flogisto poderia ter com respeito aos problemas que ele considerava importante solucionar.

No quadro proposto por Kitcher, entendo que uma decisão é racional somente se as boas razões levantadas exibem vantagem competitiva em termos cognitivos, ou seja, só se constituem alguma diferença cognitiva dentro do debate.

Embora Kitcher não apresente esse desdobramento, considero que o tratamento da mudança científica proposto por ele permite um refinamento acerca dos juízos de racionalidade em relação àquele apresentado por Kuhn.

## 4 Considerações finais

A concepção de ciência de Thomas Kuhn, desenvolvida em *The structure of scientific revolutions* (1970) e *The essential tension* (1977), gerou diferentes reações por parte daqueles que se dedicaram, desde então, à compreensão da mudança científica e de sua racionalidade. Dentro da tradição metodológica, houve inicialmente acusações de irracionalidade, tal como o fez Popper (1970). Lakatos denunciou o perigo de a verdade se reduzir ao poder, caso os compromissos científicos fossem frutos da teoria da moda (LAKATOS, 1970). Stanford (2006, p. 22) excluiu o ponto de seu tratamento antirrealista, como se não houvesse nele algo relevante para a compreensão da dinâmica das teorias científicas. Por outro lado, sociólogos do conhecimento entenderam que, se a incomensurabilidade impõe uma indeterminação insuperável na escolha de teorias, a formação de consenso só poderia ser explicada a partir de razões extracientíficas, ou seja, em termos de condições sociais, éticas, políticas e religiosas.

Nesse contexto, a abordagem de Kitcher (2001; 2011) sobre o conceito de objetividade científica toca em um problema sensível, ao considerar as revoluções kuhnianas e a tese da incomensurabilidade em sua dimensão epistemológica.

Ao contrário de Laudan (1984; 1996), que enfatizou uma leitura relativista das implicações da incomensurabilidade, argumentando que o cientista se enredaria em uma espécie de solipsismo que se reforça, Kitcher explorou pronunciamentos mais positivos de Kuhn, ressaltando como a situação de incomensurabilidade quanto a valores e problemas pode ser resolvida com base nas evidências, à luz dos casos históricos.

Trata-se de uma abordagem que ganha importância não apenas pela engenhosidade conceitual e pelo detalhamento diferenciado que apresenta do período de mudança na química do século XVIII. Com efeito, raramente um modelo relevante de racionalidade científica levou em conta, de maneira apropriada, o papel que Kuhn atribuiu aos valores científicos e problemas considerados relevantes, nos períodos de dissenso que envolvem as revoluções científicas.

Kitcher separa o esquema de valores cognitivos do esquema de valores probatórios. A partir de uma história detalhada da ciência, observa que os esquemas de valores

cognitivos são os mesmos, mas que os esquemas de valores probatórios das práticas rivais, no início do período selecionado para a análise do debate, são incomensuráveis.

Além disso, Kitcher mantém a ideia de Kuhn de que o cientista desenvolve sua atividade em fluxo, não se encontrando em uma situação de escolha entre compromissos rivais. As avaliações são individuais e constantes, não havendo um momento em que as regras que relacionam evidências e hipóteses impõem a mesma decisão a todos os cientistas que compartilham dos mesmos interesses cognitivos e probatórios.

É claro, portanto, que a abordagem de Kitcher depende de que os esquemas de valores cognitivos sejam equivalentes. A ideia contrária, a saber, de que os interesses são parcialmente os mesmos, tornaria, sem dúvida, muito mais complexa a compreensão de como os resultados empíricos das práticas rivais promoveriam o consenso da comunidade científica.

O resultado de seu tratamento foi uma abordagem qualitativa, local e com base nas evidências empíricas sobre como a formação de consenso de práticas de pesquisas movidas inicialmente por valores probatórios incomensuráveis. Uma consequência consistiu em um refinamento das circunstâncias em que juízos de superioridade racional são objetivamente decisivos.

### Referências bibliográficas

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

GONZALEZ, W. J. From mathematics to social concern about science: Kitcher's philosophical approach. In: GONZALEZ, W. J. *Scientific realism and democratic society: the philosophy of Philip Kitcher* (Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, vol. 101). Amsterdam/New York, NY: Rodopi, 2011, p. 11-93.

GUITARRARI, R. *Incomensurabilidade e racionalidade científica em Thomas Kuhn: uma análise do relativismo epistemológico*. 2004. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. DOI: 10.11606/T.8.2004.tde-06012012-113835.

GUITARRARI, R. O relativismo é autorrefutante? *Trans/Form/Ação*, v. 39, n. 1, p. 139-158, 2016.

GUITARRARI, R.; PLASTINO, C. E. Kuhn e as dimensões da incomensurabilidade. *Ideação*, v. 29, p. 31-62, 2014.

KAISER, M. I.; SEIDE, A. (orgs.). *Philip Kitcher: pragmatic naturalism*. Frankfurt: Ontos-Verlag, 2013.

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

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

KITCHER, P. Reply to H. Longino. *Philosophy of Science*, v. 69, n. 4, p. 569-572, 2002.

KITCHER, P. *Science in a democratic society*. New York: Oxford University Press, 2011.

KITCHER, P. Toward a pragmatist philosophy of science. *Theoria: An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, v. 28, n. 2, p. 185-231, 2013.

KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions*. Second edition. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

KUHN, T. S. Objectivity, value judgment, and theory choice. In: KUHN, T. S. *The essential tension*. Chicago: University of Chicago Press, 1977, p. 320-339.

KUHN, T.S. Reflections on my critics. In: KUHN, T. S. *The road since structure*. Chicago/Londres, The University of Chicago Press, 2000, p. 123-175.

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

LAUDAN, L. For method: answering the relativist critique of methodology of Kuhn and Feyerabend. In: LAUDAN, L. *Beyond positivism and relativism: theory, method and evidence*. Colorado: Westview Press, 1996, p. 88-112

PERDOMO, I. The characterization of epistemology in Philip Kitcher: a critical reflection from new empiricism. In: GONZALEZ, W. J. *Scientific realism and democratic society: the philosophy of Philip Kitcher (Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, vol. 101)*. Amsterdam/New York, NY: Rodopi, 2011, p 113-138.

POPPER, K. R. Normal science and its dangers. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (orgs). *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970. p. 51-58.

PUTNAM, H. *Reason, truth and history*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

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

THAGARD, P. The conceptual structure of the chemical revolution. *Philosophy of Science*, v. 57, p. 183-209, 1990.

## MÉTODO CIENTÍFICO E O PROBLEMA DA OBSERVAÇÃO: A COSMOLOGIA MODERNA

**Samuel J. Simon**

Universidade de Brasília\*

Diz-se que Georg Joachim Rheticus (discípulo de Copérnico), quando ficou quase sem palavras perante o movimento de Marte [...], procurou o oráculo do seu Gênio familiar, pretendendo [...] explorar a erudição daquele ente, ou impulsionado pelo forte desejo da verdade; mas, o protetor austero, exasperado, segurou o aborrecido astrônomo pelos cabelos e puxou sua cabeça rumo ao baixo teto apainelado, e depois o derrubou, achatando-o no piso pavimentado, alternadamente, respondendo: 'Esse é o movimento de Marte.'

(KEPLER, 1992, p. 32)

O terceiro aspecto da minha análise é o da ciência como método de descobrir as coisas. Este método baseia-se no princípio de que a observação é o juiz de saber [...]. Todos os outros aspectos e características da ciência podem ser entendidos diretamente quando entendemos que a observação é o juiz [...] definitivo da verdade de uma ideia.

(FEYNMAN, 1998, p. 15)

### 1 Introdução

As epígrafes acima refletem dois momentos bem distintos da História da Ciência. Johannes Kepler, em 1609, em sua obra *Astronomia nova*, aponta as dificuldades observacionais para compreender o movimento de Marte, no contexto do modelo copernicano. Richard Feynman, prêmio Nobel de Física de 1965, ressalta a importância fundamental da observação em ciência. Como veremos no presente trabalho, o lugar da observação

---

\* Trabalho com financiamento parcial do CNPq, na modalidade Bolsa de Produtividade em Pesquisa.

em ciência e no próprio método científico ainda é um tema complexo e será o aspecto central desse capítulo.

O método científico e a disciplina que o estuda, a Metodologia Científica, são, usualmente, considerados domínios da Filosofia das Ciências. Mesmo se, frequentemente, cientistas escrevem sobre o método<sup>1</sup>, esses autores estarão em um domínio que chamaríamos de filosófico. Talvez a Metodologia Científica se configure, em breve, como um domínio autônomo<sup>2</sup>.

Larry Laudan, em um importante artigo de revisão bibliográfica (LAUDAN, 1968), lembra que Aristóteles teria sido um dos primeiros filósofos a discorrer sobre o método científico. De fato, nos *Analíticos posteriores*, as relações entre indução e dedução são claramente apresentadas (ARISTOTLE, 1991, *Posterior analytics*, p. 24)<sup>3</sup>. No entanto, o método, em Aristóteles, tem como base, essencialmente, o procedimento observacional. Após Aristóteles, segundo Laudan (1968, p. 8), alguns pensadores no período antigo, como Galeno, entre outros, dedicaram-se ao estudo do método científico, incluindo o, naquele momento, o incipiente problema da experimentação. No que se refere ao uso da experimentação, Arquimedes e Euclides (autores não contemplados por Laudan) e outros membros do Museu de Alexandria, como veremos, precederam Galeno. E, no período medieval, Al-Kindi e Ibn Al-Haitham (mais conhecido como Alhazen), voltaram a fazer uso do experimento, e explicitá-lo.

O que deve ser enfatizado, para efeitos do presente trabalho, é que alguns elementos que caracterizam o método científico são comuns nas análises contemporâneas feitas por filósofos e por cientistas. Assim, gostaríamos, inicialmente, de enumerar o que chamaríamos de os “elementos constitutivos” do método científico, todos devendo ser devidamente qualificados, visto a complexidade de cada um: a **observação**, o **problema**, a **experimentação**, a **teorização**, a **previsão**, a **objetividade** e a **causalidade**. Antes da análise de cada um deles, faremos uma breve caracterização geral de *ciência*, tendo em vista que estamos falando de método científico.

Desnecessário lembrar que a noção de conhecimento é objeto de estudo desde o período clássico, em particular o que poderíamos chamar, mesmo naquele período, de conhecimento científico. No entanto, mesmo se algumas das caracterizações clássicas sobre o que é ciência ainda resistem (como a apresentada ao final do *Teeteto* de Platão<sup>4</sup>),

1 Na ausência de uma complementação, *método* será aqui sempre entendido como método científico, vinculado às ciências empíricas, evidentemente.

2 Gary Gutting, em seu breve capítulo sobre o método científico no *Companion to the philosophy of science*, considera que essa autonomia nunca foi tão grande (GUTTING, 2001, p. 430).

3 Laudan refere-se apenas ao final do livro II dos *Analíticos posteriores*, onde as relações entre indução e a formação do conceito são examinados por Aristóteles (LAUDAN, 1968, p. 12). No entanto, o problema da indução inicia o livro I dos *Analíticos* e, a partir de 81a, Aristóteles estabelece as relações entre indução e dedução.

4 Rigorosamente, uma possível definição de conhecimento verdadeiro (que incluiria o conhecimento científico) no *Teeteto* está apenas sugerida, pois esse diálogo é aporético. Mesmo assim, essa caracterização — ciência como crença verdadeira justificada — foi adotada até surgir o chamado problema de Gettier. Cf. MOSER, 1993, p. 157. De toda maneira, a exigência da justificação em ciência permanece,

uma definição mais precisa de ciência começa a consolidar-se apenas no período moderno, no século XVII, que verá surgir um domínio de pensamento sobre a natureza razoavelmente independente da escolástica, ou seja, do tomismo e do aristotelismo, cuja crítica se inicia em torno dos séculos XIII-XIV na Europa medieval (CROMBIE, 1953, cap. III, IV, V).

Essa independência moderna tem raízes profundas e complexas, mesmo porque o próprio século XVII é devedor desse desenvolvimento medieval (CROMBIE, 1953, cap. V). Mas, somente o século XIX terá a plena clareza de que os enunciados científicos não são definitivos, como pretendiam alguns cientistas e filósofos, especialmente os dos séculos XVII e XVIII (lembramos da tentativa kantiana de obter os princípios da mecânica newtoniana de maneira *a priori*). Ou seja, os enunciados científicos, de maneira geral, estão sempre sujeitos à crítica, para usar um termo popperiano, embora o problema da refutação deva ser examinado com atenção. Em ciências bem consolidadas, como as ciências da natureza, certos enunciados resistem a testes seguidos, desde que consideremos os seus contextos de validade. Pode-se dizer, portanto, que a refutação é uma exigência lógica e metodológica da ciência, mas, muitas vezes, o que é revisado em uma teoria científica é o seu domínio de validade<sup>5</sup>. Além disso, conexões entre determinados fenômenos e eventos, antes desconhecidas, são descobertas e, portanto, as limitações dos enunciados também devem ser revistas nesse novo contexto (em Física ocorre também com a alteração da escala de medida).

Portanto, nunca é demais insistir que a ciência é essencialmente não dogmática, mas, nos seus limites de validade, a *adequação empírica* — para usar um termo mais neutro em Filosofia da Ciência — dos enunciados teóricos com a natureza são mantidos, enquanto forem válidos, naquele limite. Dessa maneira, o conhecimento científico se efetiva por meio de suas teorias (ou modelos teóricos). A noção de teoria científica tem sido, obviamente, objeto de intensos debates e estudos<sup>6</sup>. De forma extremamente breve, pode-se compreender uma teoria científica como um conjunto de enunciados — falseáveis, logicamente consistentes etc. —, que envolvem desde frases, equações, até enunciados probabilísticos, expressos *mediante termos teóricos*<sup>7</sup>, e que guardam relações bem estabelecidas entre si (formalmente no caso da matemática) ou com a empiria<sup>8</sup>, independentemente de qualquer definição.

5 Esse é, certamente, um tema complexo. Thomas Kuhn, como se sabe, defende uma alteração profunda de significado dos termos teóricos na mudança científica. A noção de *incomensurabilidade*, detidamente examinada por ele na *Estrutura* (KUHN, 2012) e, posteriormente, em *O Caminho desde a Estrutura* (KUHN, 2000, cap. 2) exprime essa alteração conceitual entre teorias científicas, especialmente após os períodos de revolução científica.

6 As três grandes correntes mais representativas desse debate seriam a concepção sintática, a concepção semântica e o estruturalismo. Moulines (2011) apresenta um excelente panorama das concepções de teoria científica no século XX.

7 Para um excelente estudo sobre o problema dos termos teóricos e do problema da correspondência, ver Percival (2000, p. 495).

8 Estamos considerando como empiria tudo que não é formal. Nesse sentido, das ciências cognitivas, ao funcionamento próprio do cérebro; da psicologia humana às relações sociais, além dos domínios da natureza, todos fazem parte da empiria e são objetos das teorias científicas.

causalmente e com vistas à previsão.

Nesse sentido, notaríamos, preliminarmente, que o primeiro elemento constitutivo do método, a observação, no contexto do conhecimento científico, afasta-se do senso comum<sup>9</sup>. Ou seja, qualquer observação em ciência, desde o que se poderia chamar de ciência antiga, possui, em sua origem, um distanciamento do pensamento cotidiano. Portanto, quanto mais desenvolvida uma ciência, mais dependente do desenvolvimento teórico — e, também tecnológico —, como no caso da cosmologia contemporânea, por exemplo, embora a observação repetida e devidamente controlada esteja presente em algum momento<sup>10</sup>. Para citar um exemplo emblemático, já no século VI a.C., Xenófanes de Cólofon, tendo observado conchas do que posteriormente foi denominado como fósseis, sugeriu que, em tempos remotos, o mar esteve presente em determinadas regiões, agora distantes dele (MAYOR, 2001, p. 210-1). Xenófanes se afastou do senso comum, que considerava os restos fossilizados de animais como relacionados à própria rocha ou a mitos (MAYOR, 2001, p. 195-202), e estabeleceu, assim, uma estreita relação entre observação e problema, pois apresentou uma hipótese que poderia ser investigada empiricamente, examinando outros locais, por exemplo. Dessa maneira, temos uma *observação problematizada*, característica bastante importante, que nos remete ao segundo aspecto do método científico.

Certamente conhecido há muitos séculos, quando surge no interior da matemática, a noção de *problema*, segundo componente do método, também remonta ao período clássico da filosofia. Aristóteles apresenta essa noção nos termos de sua lógica e a discute amplamente em seus *Tópicos* (I, 104b1-18). Para o Estagirita, o problema situa-se em um contexto de “investigação”, “escolha” ou “rejeição”, e contribui “para a verdade e o conhecimento”. A atualidade da concepção aristotélica em grande medida permanece, tendo em vista que a interrogação e o abandono do senso comum estão na base do conceito de problema. A noção de verdade é mais complexa e, apesar da imensa literatura filosófica sobre esse tema, não será objeto do presente trabalho.

No período contemporâneo, a noção de problema ganhou destaque com Karl Popper. Popper (1979, p. 119) situa essa noção no interior de seu critério de falseabilidade, mais especificamente em sua teoria dos três mundos. Para esse autor, a sequência do conhecimento científico seria basicamente a seguinte: problema→sistema teórico→eliminação de erros→novos problemas<sup>11</sup>. Como é bem conhecido, Popper é um crítico da indução. Mesmo se não existe uma fundamentação lógica para a indução, os cientistas a utilizam, especialmente no estabelecimento de “jovens” domínios científicos. Disciplinas mais consolidadas, como a Física, fazem pouco uso da indução e se efetivam por meio de uma

9 Uma importante discussão sobre as relações entre ciência e senso comum pode encontrada em Paty (1999).

10 Esse aspecto nos remete às relações entre indução e dedução, das quais trataremos logo mais.

11 No capítulo 6 desse livro, *Conhecimento Objetivo*, Popper apresenta uma sequência um pouco mais complexa, embora a ideia central seja a mesma (POPPER, 1979, p. 243). Eliminação de erros é o análogo a *teste*, termo amplamente empregado por Popper.

rede teórica de alta complexidade. Nesses domínios, de fato, os problemas (sobretudo teóricos) têm primazia. Porém, mesmo nesses casos, um elemento observacional é decisivo, como ressaltou Feynman (1998, p. 15). Nesse sentido, o *problema* ocorre no contexto de uma criteriosa observação e se configura como o caminho para a edificação das teorias científicas. Portanto, se não podemos fundamentar logicamente a indução, ela não deixa de ser um instrumento útil, fundado na observação controlada e repetida. O próprio critério de falseabilidade de Popper se encarregará, no momento da dedução, em aferir sua trajetória.

O terceiro aspecto, um dos mais centrais na metodologia científica, é a experimentação, a manipulação controlada de um fenômeno. De fato, interferir repetidamente sobre o fenômeno revela-se como o ideal (inatingível, em sua totalidade) das ciências. Com esse procedimento, as conexões internas e causais com outros fenômenos podem ser detidamente examinadas. Depurada da linguagem política de Francis Bacon<sup>12</sup>, um dos arautos modernos da experimentação, a compreensão da importância do controle (pacífico) sobre a natureza se revela essencial. Esse aspecto será examinado no próximo item, quando mostraremos, inclusive, a importância da filosofia medieval para esse componente do método.

O quarto aspecto será examinado na conexão com os anteriores. A teorização refere-se desde a constituição de hipóteses embrionárias, como a de Xenófanés, até as redes teóricas bastante elaboradas. O ápice de um modelo teórico seria um princípio: um enunciado que busca o mais alto grau de universalidade. Leis, teorias, modelos e princípios são termos que se intercambiam, nem sempre de forma clara. Esses aspectos serão abordados nos dois próximos itens. De toda maneira, eles são as expressões de um processo seja exclusivamente de observação, seja de observação e experimentação, conjuntamente.

O quinto elemento, a previsão, é uma exigência sobretudo moderna, que se consolida no século XVII, mas que deve ser vista igualmente com a devida atenção. A noção de que algo futuro possa ser previsto, a partir de algumas premissas, pode, de certa forma, ser encontrada na ciência antiga. Aristóteles, provavelmente, considerava as proposições que decorriam de sua metafísica como previsões, embora, rigorosamente, muitas delas exibissem uma circularidade nos seus pressupostos. Um domínio digno de nota, nesse aspecto, seria a medicina antiga, onde a noção de previsão poderia ser considerada. Na apresentação dos trabalhos de Hipócrates, Carlos G. Gual problematiza essa importante questão<sup>13</sup>. No âmbito das ciências naturais contemporâneas, a previsão mostrou-se

12 "For just as in politics each man's character and the hidden set of his mind and passions is better brought out when he is in a troubled state than at other times, in the same way also the secrets of nature reveal themselves better through *harassments* applied by the arts than when they go on in their own way" (BACON, 2000, p. 81, grifo nosso).

13 Una gran importancia en esta concepción tiene el haber identificado la enfermedad como un proceso morboso que afecta al organismo en su conjunto; es más, como un proceso determinado por causas concretas que se desarrolla con síntomas típicos y predecibles en un curso regular. *El médico hipocrático* sabe predecir ese curso, como sabe, desde un momento definido del mismo, conjeturar el pasado del



uma exigência constituinte do método. Esse é um conceito complexo em Filosofia da Ciência, pois tangencia o problema do realismo científico. Isso porque o que Imre Lakatos chamou de “fatos novos” (LAKATOS, 1970, p. 118), ou seja, algo que decorre da teoria, mas que não foi usado em sua elaboração, revelaria a fecundidade da teoria. Portanto, diria o realista científico, a teoria exprime (pelo menos aproximadamente) algo do “mundo”, mesmo sabendo que sempre há o ser humano, a mente humana, na edificação da teoria. Esse tema é complexo e não pode ser esgotado em poucas linhas. De toda maneira, as ciências naturais, sobretudo, são plenas de exemplos de *fatos novos*, revelando a chamada *previsão forte*, para usar um termo também corrente em Filosofia da Ciência. Na análise em questão, como veremos, a astronomia moderna desenvolveu-se de tal maneira que produziu *previsões fortes*, com a física newtoniana.

O sexto elemento, a objetividade, não é exclusividade da ciência. No entanto, ela é uma exigência central, no que se refere aos seus enunciados. Para usar a terminologia kuhniiana, em um período de *ciência normal*, os cientistas se colocam de acordo sobre as teorias, até que surjam novas dificuldades (observacionais, experimentais ou mesmo conceituais). Em um dado contexto de validade, ao menos nas ciências da natureza, o assentimento a certos enunciados é praticamente irrestrito. Não somente isso: os próprios enunciados se referem a eventos e fenômenos que se comportam de uma mesma maneira, para uma classe de situações. Em Física, são as chamadas invariâncias, expressões das simetrias dos sistemas (SIMON; SANTANA, 2020). Nesse caso, a objetividade é uma expressão dessas simetrias. O princípio de relatividade, decisivo para a cosmologia contemporânea, herança da ciência moderna, como veremos a seguir, impõe equações que devem ser as mesmas para um dado sistema de referência. Nesse sentido, as próprias equações são objetivas. Contudo, é importante notar que mesmo quando há uma concordância entre enunciados teóricos e os fenômenos, um dos critérios centrais de cientificidade, como já apontamos acima, a possibilidade de refutação, de falseamento, permanece como uma exigência lógica e metodológica fundamental.

O último elemento que norteia todo o método científico, nas ciências empíricas, é a busca de relações causais entre eventos (e fenômenos, certamente) ou a própria determinação das causas de eventos e fenômenos. Talvez seja correto dizer que a causalidade unifica todos esses aspectos do método. Em uma formulação bem geral, a causalidade se exprime de tal maneira que, dada certa condição *A*, uma situação *B* ocorre de maneira recorrente e, nesse sentido, teríamos mais do que uma simples correlação. Como enunciou Guilherme de Ockham (apud CROMBIE, 1953, p. 231) e, posteriormente, Galileu (1894, p. 27), dizemos que uma relação é causal se, quando *A* é presente, *B* ocorre; quando *A* é retirado, *B* não ocorre<sup>14</sup>. Se nem sempre a relação causal é possível, especialmente em novos fenômenos, ou onde o número de fatores é

---

mismo, y emitir su juicio a partir de los síntomas presentes y el recuento de los anteriores: eso es el pronóstico (GARCIA GUAL, 1983, p. 50).

14 “Causa è quella, la quale posta, séquita l’effetto; e rimossa, si rimouve l’effetto”.

muito grande, como em medicina ou economia, por exemplo, faz-se necessário o uso de probabilidades, até que uma relação causal seja estabelecida. Todavia, a busca dessa relação permanece como um guia decisivo do trabalho científico.

Um aspecto a ser considerado, em certa medida externo ao próprio método, mas que o torna mais compreensível, é o estudo da história da ciência, especialmente a evolução das teorias científicas. A ciência, evidentemente, é um produto da História. Nesse sentido, o próprio método e seus elementos devem ser compreendidos no processo histórico. Mesmo a análise lógica da ciência se utiliza da história da ciência, na medida em que compreender que as teorias são modificadas (refutadas ou falseadas, na linguagem popperiana), por exemplo, só é possível se acompanharmos seu desenvolvimento. A percepção da mudança teórica, em uma perspectiva diacrônica, se consolida apenas no século XIX, apesar de antecipações importantes feitas anteriormente, no século XVIII, especialmente por John Locke e David Hume, no interior do que poderíamos chamar, genericamente, de uma *teoria das ideias*. Dessa maneira, no presente estudo, a história da ciência, especialmente da cosmologia moderna, nos orientará no exame do lugar da observação no método científico.

O método científico é considerado, de forma geral, como um produto do século XVII. Em grande medida, isso é correto, pois, nos idos de 1600, a Física Moderna, especialmente com a obra de Galileu Galilei, põe em ação a experimentação, em conjunção com termos teóricos que unificam áreas ainda dicotômicas, como a astronomia e a física<sup>15</sup>, e do que se poderia chamar de uma *algebrização* efetiva da natureza<sup>16</sup>. E parte significativa da experimentação, já defendida por autores medievais e apresentada como uma questão de método, em Robert Grosseteste e Roger Bacon, e mesmo antes, de certo modo, por , é elevada a situações ideais, às “experiências de pensamento” para utilizar a expressão popularizada por Alexandre Koyré (1985, p. 383). De fato, as experiências de pensamento são expressões e, ao mesmo tempo, condições para a expressão matemática de uma generalização, a partir da qual situações particulares seriam obtidas. Como afirma o próprio Galileu, em uma interessante analogia, o processo de abstração e construção de teorias matemática deve buscar a situação geral. Eventuais erros, diz Galileu, decorrem não do modelo (nem da geometrização da natureza), mas do calculador<sup>17</sup>. Dessa

15 Essa questão é de grande complexidade e será analisada na seção III desse trabalho. Como veremos, Kepler intui essa síntese, mas tem enormes dificuldades para efetivá-la.

16 Crombie (1953, cap. V) observa que as tentativas de algebrização da natureza inicia-se no século XIV, especialmente nos trabalhos dos chamados calculadores do Merton College. Muitas vezes, indevidamente, afirma-se que uma das grandes novidades do século XVII seria a matematização da natureza. No entanto, de um ponto de vista geral, a trigonometria empregada por Ptolomeu já se configura uma matematização importante na astronomia. Isso vale para a estática arquimediana, já no século III a.C., como veremos posteriormente.

17 “Just as the computer who wants his calculations to deal with sugar, silk, and wool must discount the boxes, bales, and other packings, so the mathematical scientist, when he wants to recognize in the concrete the effects which he has proved in the abstract, must deduct the material hindrances, and if he is able to do so, I assure you that things are in no less agreement than arithmetical computations. The errors, then, lie not in the abstractness or concreteness, not in geometry or physics, but in a calculator who does not know how to make a true accounting” (GALILEO, 1967, p. 207-208).

maneira, o caráter matemático está bem definido, nos termos de uma generalização, resultado dessas experiências de pensamento.

Vale notar, que, no que se refere à física, tomada em um sentido amplo, os paradoxos de Zenão de Eléia podem ser considerados os primeiros que propõem experimentos ideais para o movimento, buscando mostrar o quanto Parmênides estaria correto ao propor a impossibilidade da mudança, particularmente do deslocamento. Esses paradoxos suscitaram o problema da continuidade, da divisibilidade infinita do espaço, além de, futuramente, a compreensão teórica do movimento. Parte importante da Filosofia se dedicou a esse problema e autores como Platão e Aristóteles buscaram integrá-lo às suas metafísicas. As dificuldades de se compreender claramente o movimento, mesmo no interior da física aristotélica, persistiram durante milênios; as tentativas de resolvê-las são claramente vistas nos imensos esforços aos quais se dedicaram os filósofos dos séculos XIV e XV (CROMBIE, 1953, cap. III, IV, V). Também a noção de átomo, desenvolvida por Demócrito e Epicuro, pode ser considerada como uma importante experiência de pensamento, nesse caso relacionada à divisibilidade contínua da matéria (TAYLOR, 1999). Embora seja uma questão complexa, parece ser possível afirmar que um dos pontos de partida importante para a elaboração da Física aristotélica (e mesmo de sua Metafísica) seria a observação. Examinaremos esse aspecto logo após uma breve análise da experimentação, no contexto do método científico.

## 2 A experimentação

O lugar da experimentação na história da ciência é um problema complexo, pois não é consensual o quanto a ciência antiga a empregava e o quanto a Filosofia tinha clareza de sua importância. Se parece evidente que não havia experimentação no sentido moderno — quando o fenômeno pode ser alterado de maneira reiterada, controlada, e em um dado contexto —, no período antigo havia, certamente uma intervenção sobre certos fenômenos. De um ponto de vista geral, a presença da técnica explicita a necessidade de alguma alteração mais ou menos circunscrita. Desde controle de enchentes até o emprego de animais de tração, as medidas de tempo através de clepsidras, gnômon etc., a presença humana interveio, mesmo que indiretamente, nos fenômenos. Um exemplo que merece destaque é o das dissecações. Mesmo se entre os egípcios e babilônios as dissecações eram feitas em contextos religiosos, isso conduziu a um conhecimento crescente do corpo humano. No período antigo, apesar das dificuldades, dissecações em animais eram feitas e necessitavam da intervenção humana. Alcmeon de Crotona, no século V a.C., parece ter sido um dos primeiros médicos do período antigo a ter realizado dissecações (em animais, pelo que consta) buscando entender a anatomia dos seres vivos (PESSAUD et al., 2014, p. 21). Ou seja, no que se poderia chamar dos primórdios da medicina, encontramos a intervenção humana, evidentemente aliada à observação, como uma fase que poderíamos chamar de pré-experimentação. Não há, ainda, a

manipulação controlada e repetida do fenômeno, embora Alcméon estabeleça relações entre a percepção e o cérebro (PESSAUD et al., 2014). Podemos, portanto, caracterizar esses primeiros procedimentos como uma *intervenção controlada, mas limitada*, com um grau de generalização e teorização extremamente reduzidos.

Entre os pensadores antigos, Aristóteles se destaca pelo privilégio da observação e construiu seu sistema filosófico, em grande parte, a partir desse procedimento, embora, evidentemente, os pensadores que o precederam, especialmente Platão, tenham sido determinantes em vários sentidos. No que se poderia chamar de ciência aristotélica, a questão da experimentação parece ser análoga àquela de Alcméon. O Estagirita também fez dissecações. Mas, como veremos, a ciência aristotélica tem que ser compreendida no interior de sua filosofia. Toda sua investigação se fundamenta em pressupostos filosóficos, ou pelo menos possui estreita relação com estes.

Arquimedes (288-212 a.C.), no domínio da física antiga, parece ser um dos primeiros a realizar experimentos no sentido muito próximo ao que será atribuído aos modernos<sup>18</sup>. Na obra *Sobre o equilíbrio dos planos*, as análises sobre o equilíbrio de alavancas conduzem a enunciados matemáticos elaborados, mesmo se, desde Ernst Mach, dificuldades têm sido apontadas<sup>19</sup>. Para chegar a esses enunciados, Arquimedes deve ter efetuado experimentos. Na obra *Sobre os corpos flutuantes*, onde é enunciada a famosa lei do empuxo (ARCHIMEDES, 1897, p. 258), as demonstrações são claramente baseadas em experimentos<sup>20</sup>. Curiosamente, até na matemática arquimediana poderíamos falar de um “experimento”. Para ilustrar a construção da espiral, Arquimedes propõe em *Sobre as espirais* um método prático: uma reta com uma extremidade fixa deve rodar uniformemente, enquanto o ponto dessa extremidade move-se também de maneira uniforme. Um aspecto muito importante nesse estudo é que Arquimedes apresenta as primeiras ideias matematizadas sobre o movimento uniforme, importantes para os futuros estudos de Galileu. As duas primeiras proposições de *Sobre as espirais* examinam esse movimento. Na primeira, Arquimedes demonstra que os espaços percorridos por um ponto que “percorre espaços iguais em tempos iguais” estão na mesma razão que os tempos de suas trajetórias. A segunda proposição afirma que “os espaços percorridos em tempos iguais, por quaisquer dois pontos que se movem de maneira uniforme, são proporcionais entre si” (ARCHIMEDES, 1897, p. 155). Esses enunciados serão retomados por Galileu, no século XVII. Mas, mesmo em Galileu, a noção de velocidade, como um conceito teórico,

18 Euclides, em um período próximo a Arquimedes, deve ter realizado experimentos com a luz, tendo em vista suas teorias sobre o tema. Cf. PEDERSEN; PIHL, cap. 10. Vale observar que, assim como Euclides e Arquimedes, os integrantes do Museu de Alexandria, como Erastóstenes, entre outros, realizaram experimentos mais ou menos circunscritos. Para um estudo sobre os trabalhos científicos do Museu, ver Ronan (1983, cap. II); e Pedersen e Pihl (1974).

19 Dijksterhuis (1987, p. 291-94) discute detalhadamente as críticas de Mach sobre as demonstrações de Arquimedes. No entanto, essas críticas não são importantes para presente análise do problema do método.

20 Conforme observa Heath em nota (ARCHIMEDES, 1897, p. 259), o famoso problema da coroa está diretamente vinculado a essa proposição!

ainda não será claramente concebida, embora, certamente, prenunciada.

A experimentação como um procedimento ou como um problema metodológico é retomada no início da nossa era nos estudos de Ptolomeu sob a luz, entre outros integrantes do Museu de Alexandria<sup>21</sup>. Após esses trabalhos, o período medieval, séculos VIII e IX, com Al-Kindi e, posteriormente, com Ibn Al-Haitham, retoma-se o problema do experimento e Ibn Sina, conhecido como Avicena, na Alquimia e na medicina (CROMBIE, 1953, p. 218). Alhazen discorre longamente sobre o procedimento experimental, como nos mostra Sabra (1998, p. 19-20), e isso, certamente, contribuirá para os escritos medievais posteriores sobre esse tema.

No período medieval, Roger Bacon, além de realizar experimentos com a luz, certamente foi quem melhor apresentou o problema do procedimento experimental como parte do método científico. Acrescentou, aos chamados métodos da *resolução e composição*, a necessidade do teste experimental (*The Opus Majus*, ii, 587, apud LOSEE, 2001, p. 31). Os escritos de Francis Bacon, no início do século XVII, serão um desenvolvimento desse procedimento, com vistas a constituir um método alternativo ao aristotélico, como fica evidente no título de seu livro.

O procedimento experimental será uma marca importante do século XVII. Autores como Descartes, Galileu, Boyle, Hooke, em graus variados, fazem uso da experimentação (LAUDAN, 1968) e contribuem para a consolidação da Física como ciência. Esse procedimento conduzirá a um grande desenvolvimento, a partir do século XVIII e XIX, especialmente de novos domínios, como a termodinâmica, o eletromagnetismo e, mais recentemente, com a teoria da relatividade e com a mecânica quântica. Esses sistemas teóricos não seriam possíveis sem o procedimento experimental, mas também não seriam possíveis sem a tecnologia, fundamental no aparato experimental<sup>22</sup>.

Se na Física e nas ciências naturais contemporâneas o lugar da experimentação é bastante claro, o mesmo não ocorre nas ciências humanas. Pode-se dizer que, quando existe, seu uso é limitado, às vezes indireto e aplicado a fenômenos onde os limites éticos são respeitados. Nesse sentido, uma possibilidade, como apontou Karl Popper, seria o método indireto das “tecnologias” ou “engenharia social gradativa” (POPPER, 1987, p. 304-18). Popper se refere, por exemplo, a pesquisas como técnicas de administração de empresas, políticas públicas etc.<sup>23</sup>. Popper tem o cuidado de acrescentar — condizente com sua filosofia geral da ciência —, que o gradativo se refere sempre à análise crítica, ou seja, as correções necessárias para se alcançar resultados práticos, com vistas à busca de um “mundo melhor”, usando o título de um de seus livros (POPPER, 2006). Dessa maneira, como a experimentação direta é naturalmente limitada em ciências humanas, a

21 Os estudos sobre a luz são um capítulo especial da Física, pois remontam, de uma forma geral, aos pré-socráticos. O capítulo 10 do livro de Pedersen e Pihl (1974) apresenta de maneira bastante completa esses primeiros estudos.

22 Cf. RADDER, 2003, p. 152-73.

23 Popper enumera também procedimentos polêmicos, indagando “como exportar a democracia para o Oriente Médio” (POPPER, 1987, p. 305).

observação e a teorização desempenham um grande papel nessas ciências. Essa situação possui algumas semelhanças com a Astronomia, aspecto que iremos abordar a seguir.

### 3 O problema da observação e a cosmologia moderna

A observação, em sua relação com a natureza, remonta a períodos muito remotos da história humana (RONAN, 1983, cap. I). E, como já ressaltamos acima, a medicina sempre foi uma área pioneira na observação dos fenômenos. Outro domínio, foi a astronomia. Como ressalta Ronan (1983, p. 22), as relações entre a inundação do Nilo e o aparecimento da estrela Sirius no horizonte foi registrada em antigas dinastias. O mesmo ocorria nas relações entre a navegação e o céu noturno, assim como o movimento das constelações e os calendários (1983, p. 17). Dessa maneira, o conhecimento do movimento dos corpos celestes se impôs progressivamente. Nesse sentido, os modelos cosmológicos dos pré-socráticos, mesmo com uma limitada base empírica, foram importantes para a definição futura da Astronomia como ciência<sup>24</sup>.

Além dos modelos para os movimentos, a constituição da matéria terrestre, assentava também as bases de uma Física para todo o cosmos. De fato, em duas de suas obras, *Timeu* e *Epinome*, Platão apresenta um modelo bem conciso para o movimento dos corpos celestes, mas acrescenta algo importante no *Timeu*: o elemento constituinte para esses corpos. Seguindo a proposta de sólidos regulares para a matéria terrestre, apresentada pelos pitagóricos, adiciona um quinto poliedro regular, o dodecaedro, para a matéria celeste (PEDERSEN; PIHL, 1974, p. 144). Talvez possa se dizer que uma Física com bases geométricas, tão importante no pensamento cartesiano, tenha aqui, em parte, sua origem. No que se refere estritamente à Astronomia, Eudoxo de Cnido (408-355 a.C.), discípulo de Platão, foi um dos primeiros a propor um modelo teórico geocêntrico mais elaborado, pois, com a hipótese de esferas homocêntricas, realizou um feito científico notável e talvez determinante para o desenvolvimento da Astronomia como ciência futura: integrou as observações conhecidas à época sobre os movimentos dos corpos celestes a um modelo geométrico.

Em Aristóteles, o privilégio da observação é evidente. Do que se poderia chamar a sua *física*, até à sua *biologia*, o primado do que é observado está em estreita relação com a sua metafísica. Essa relação é complexa e dinâmica, pois, frequentemente, uma justifica a outra. A título de exemplo, quando trata do movimento dos animais, a mobilidade é estabelecida em sua relação com a imobilidade, a qual está integrada no problema do imóvel e do repouso, que remete ao sentido filosófico do termo (ARISTOTLE, 1991, *Movement of animals*, 698a14).

---

24 Há, evidentemente, inúmeros estudos importantes sobre esse período. Destacariamos os textos de Sarton (1927, cap. III); Neugebauer (1990, cap. VI); Abrantes (2006, cap. 1) e, finalmente, o livro de Pedersen e Pihl (1974).

Aristóteles, na *Metafísica* e *Do Céu*, integra as discussões do movimento dos corpos celestes à sua filosofia. Ou seja, mantém o privilégio do movimento circular como modelo teórico, o que, aliás, permanecerá por mais de vinte séculos, até a obra de Johannes Kepler, como veremos a seguir! Certamente, essa seria a incorporação matemática mais imediata. Aristóteles adota o modelo de Eudoxo de esferas homocêntricas, para dar conta do movimento dos planetas, bem como do conjunto das constelações. O Estagirita adota esse modelo, aparentemente dando realidade física a essas esferas (RONAN, 1983, p. 104). É bem conhecido o lugar da cosmologia aristotélica nas relações com a sua metafísica, especialmente com o Primeiro Movente. Consideramos que há outros aspectos a serem enfatizados, sobre o que se poderia chamar de método científico em Aristóteles, além das relações entre indução e dedução, aprofundando a metodologia platônica, seriam os seguintes.

Primeiro, o lugar privilegiado da observação, presente em Platão, mas, que em Aristóteles, assume uma forma mais sistemática. No caso da astronomia aristotélica, fundada na *constatação* diária do nascimento do Sol, o modelo por excelência é o geocêntrico. Mesmo com o antecedente do modelo pitagórico que teria admitido o movimento da Terra — provavelmente devido a Filolau (PEDERSEN; PIHL, 1974, p. 59-60) — Aristóteles, coerente com sua classificação do que é observável, integra uma astronomia e uma física à uma poderosa metafísica.

O segundo aspecto refere-se à sua Física: herdeiro da tradição pré-socrática, a constituição da matéria deveria ser postulada com algum ou alguns elementos fundamentais. Mas um aspecto importante deveria ser resolvido. Se os movimentos na região sublunar eram naturais ou forçados, os quatro elementos constituintes da matéria respondiam por esses movimentos. Mas o movimento eterno circular (ou uma combinação desses, para o caso dos planetas) da esfera celeste exigia um novo elemento, tendo em vista ser esse o movimento único. O éter, o quinto elemento agregado ao quatro outros, comporia os corpos celestes, coerente com o seu movimento único<sup>25</sup>. No entanto, a existência de um motor para realizar o movimento ainda se faz necessária. Mas, para romper a cadeia regressiva de explicações, exigência lógica e ontológica do sistema aristotélico, o Primeiro Movente torna-se princípio, devendo, portanto, ser imaterial. O aspecto a ser ressaltado, nos parece — apesar de toda a crítica que será feita a partir do período medieval, culminando com a nova física do século XVII —, é a insistência do conceito de força<sup>26</sup> (movimentos naturais e “forçados”) para as duas esferas, supralunar e sublunar, apesar das diferenças de movimento e dos constituintes da matéria. A busca de princípios e elementos últimos da explicação no interior de uma metafísica são assim efetivados. Essa é, certamente, uma das razões da perenidade do sistema aristotélico e

25 Poderia se dizer que, assim como Platão, Aristóteles postula um elemento para a matéria celeste. Mas, diferentemente de Platão, o Estagirita não privilegia o aspecto matemático platônico, mais especificamente geométrico, e busca uma estrutura material.

26 Ou agente externo, como ressalta Jammer (1999, p. 36), mostrando a diferença importante entre Platão e Aristóteles, também nesse aspecto.

explica, em grande parte, porque o modelo heliocêntrico de Aristarco, no século III a.C., não resistirá às críticas aristotélicas<sup>27</sup>.

O início do século II de nossa era terá, com Ptolomeu, o primeiro tratado científico de astronomia. O *Almagesto* é uma das obras marcantes da história humana. Herdeiro das concepções de Eudoxo e de Aristóteles, no que se refere às esferas homocêntricas, Ptolomeu propõe um complexo sistema de epiciclos e deferentes que explicariam o movimento exato dos planetas observados até então. Mas, do ponto de vista do método, Ptolomeu defende uma concepção que suscitará dificuldades conceituais importantes: para esse autor, a astronomia, assim como a física conhecida — ótica, mecânica e harmônica — seriam ramos da matemática (PEDERSEN; PIHL, 1974, p. 34). Ou seja, a essência aristotélica parece relegada a um plano particularmente filosófico. O período medieval, segundo Pedersen e Pihl (1974, p. 35) oscilará entre essas duas concepções. De toda maneira, parece que o próprio Ptolomeu hesitou entre essas duas concepções e defendeu, em seu *Hypotheses planetarum*, que seu sistema e mundo corresponderiam à realidade física (LOSEE, 2001, p. 19).

Nesse sentido, talvez se possa dizer que Nicolau Copérnico seja herdeiro desse debate, ou mesmo dessa hesitação sobre um modelo matemático ou sobre a natureza mesma do sistema, conforme escreve na dedicatória ao Papa Paulo III em *As revoluções dos orbes celestes*<sup>28</sup>. Desnecessário lembrar que o modelo copernicano foi e ainda é objeto de intensos estudos históricos e filosóficos<sup>29</sup>. Embora Copérnico considere, em alguns momentos, que os sistemas heliocêntrico e geocêntrico produziriam resultados similares, algumas dificuldades com o movimento dos planetas, oriundos dos trabalhos no século XVI e de suas próprias observações sobre o movimento de Marte e Saturno, foram importantes para a elaboração da obra. O próprio Copérnico, já na dedicatória referida acima, aponta essas diferenças e dificuldades de explicação do movimento no sistema ptolomaico. Também questões de simetria, com o Sol no centro do mundo, podem ter dado alguma contribuição ao seu sistema de mundo (COPERNICUS, 1952, p. 521)<sup>30</sup>.

*As revoluções dos orbes celestes* marcará profundamente o desenvolvimento não somente da Astronomia, mas também da Física (além de uma nova visão de mundo). Resultado de um grande número de observações do movimento dos corpos celestes — Sol, Lua, constelações e planetas — de antigos sistemas de mundo, alguns, inclusive, antecipando a possibilidade de órbitas elípticas para os planetas (PEDERSEN; PIHL,

27 Essa questão é mais complexa, pois uma das críticas ao modelo de Aristarco tem estreita relação a um problema que será enfrentado por Copérnico: como explicar a ausência de movimento de corpos afastados da Terra, se essa se move! Retornaremos a esse problema.

28 “Therefore, when I weighed these things in my mind, the scorn which I had to fear on account of the newness and absurdity of my opinion almost drove me to abandon a work already undertaken” (COPERNICUS, 1952, p. 506).

29 Para citar apenas alguns autores, temos Duhem (1913-1959); Reichenbach (1942); Kuhn (1985); Crowe (1990); Applebaum (2000); Holton e Brush (2005).

30 Autores apontam também um possível aspecto metafísico, quando Copérnico se refere ao Sol como a luminária (*lamp*) do universo (COPERNICUS, 1952, p. 526).



1974, p. 296; HARTNER, 1975, p. 7), o sistema copernicano realizará o projeto e integração da astronomia e da matemática, iniciada por Eudoxo e Ptolomeu, mas lançará as bases da relação inseparável entre a Astronomia e a Física, pois a Matemática já havia sido integrada. Ashworth Jr (2011, p. 169) estima que uma importante motivação de Copérnico para a edificação de seu sistema seja a de construir um sistema fisicamente real. De toda maneira, a obra copernicana lançou problemas complexos, como o da inércia<sup>31</sup>, examinados posteriormente por Galileu, Descartes e Newton.

Johannes Kepler, a partir das meticulosas catalogações de seu mestre, Tycho Brahe e de suas próprias observações, especialmente sobre o movimento do planeta Marte, percebe as dificuldades do modelo copernicano. O árduo trabalho de Kepler é relatado em detalhes nos setenta capítulos da monumental *Astronomia nova*, de 1609, aprofundando o trabalho já desenvolvido em *Mysterium cosmographicum*, de 1596, onde questiona a excentricidade da órbita terrestre. Na *Astronomia nova* esse problema ganha uma nova dimensão e se integra não somente aos estudos do complexo movimento de Marte, mas também na procura de uma física para explicar o movimento planetário<sup>32</sup>. Nesse sentido, a hipótese do Sol atuando como uma força “quase magnética” — analogia obtida do trabalho de William Gilbert —, como a causa do movimento, conforme apresentado logo no início da *Astronomia nova*, levariam a compreender melhor o movimento planetário. A noção de força magnética substituirá aquela de força animal, presente no *Mysterium*. Isso faz Kepler reafirmar o que já propusera nesta obra, em uma força variando na razão inversamente proporcional à distância. Além disso, a noção de gravidade, também desenvolvida no *Mysterium*, é retomada. Voelkel (2001, p. 31) considera que a busca de uma física planetária tenha sido central na edificação das suas famosas três leis. Certamente, essas noções foram decisivas para a física newtoniana. De fato, a pretensão de unificação da física terrestre e celeste, aprofundada nessas obras, é expressa claramente na resposta de Kepler à solicitação de Galileu, em relação ao *Sidereus Nuncius*, de 1610, onde releva as descobertas das luas de Júpiter; a resposta de Kepler — *Dissertatio cum nuncio sidereo* — é impressa e divulgada inclusive em Florença. Na *Astronomia nova*, enuncia as duas leis para o movimento dos planetas em suas órbitas elípticas em torno do Sol e lança os fundamentos seguros não somente da astronomia moderna, mas também da futura cosmologia. A terceira lei, objeto de controvérsia por parte de alguns historiadores da ciência (DIJKSTERHUIS, 1961, p. 323), é enunciada em 1618, na *Harmonia do mundo*.

A astronomia moderna mostrou o valor da observação controlada e contextualizada<sup>33</sup>

31 Cf. SIMON; REZENDE, 2018.

32 Cf. VOELKEL, 2001, cap. 7.

33 A observação científica sempre ocorre dentro de um contexto, em um domínio de investigação. Ou seja, situa-se em uma herança histórica científica, seja teórica e, eventualmente, prática. Nesse sentido, a concepção semântica de teorias científicas, que defende a distinção entre o observável e o inobservável, ressaltando que ambas são sempre teóricas, é certamente apropriada, mas, nos parece, pode ser aprimorada. Não há dúvida sobre a teoricidade do que é observável em um domínio científico; no entanto, defendemos que o substrato básico, a ser interpretado, ganhando, assim o status teórico,

em uma ciência onde a experimentação direta não é obviamente possível. Além disso, mostrou também valor evidente dos modelos teóricos e, sobretudo, das relações necessárias com a Física e com a experimentação indireta. No que se refere à Física, sem a noção implícita de inércia, o modelo copernicano seria imediatamente contestado. Mesmo se a física aristotélica já apresentava grandes dificuldades, evidenciadas, sobretudo, no período medieval, algumas noções permaneciam no trabalho de Copérnico. Mas, ainda assim, a nova física emergia. O mesmo aconteceu com Kepler, que não somente fez uso de hipótese físicas em seu trabalho, mas desenvolveu domínios próprios dessa ciência, como a ótica. A observação aprimorada aliada a modelos teóricos com grande adequação empírica e previsões crescentes, avançando em novos domínios, possibilitou, algumas décadas depois, o magistral trabalho de Isaac Newton. O meticuloso e intenso trabalho de Kepler, conduziu, através de seu sistema e mundo, à equação da gravitação universal de Newton e possibilitou a descoberta do planeta Netuno, em 1846, por John Couch Adams e Urbain Le Verrier, após os estudos da perturbação da órbita do planeta Urano.

Finalmente, não seria exagero dizer que a Teoria da Relatividade Geral é herdeira de todos esses trabalhos. De um ponto de vista estritamente físico e matemático, pode-se dizer que sem o princípio de inércia e o princípio de relatividade, que se consolidam a partir do trabalho de Copérnico, Galileu e Descartes, a noção de simetria matemática não se integraria à Física, que, aliás, ajudou a desenvolver. E essa noção foi decisiva para a cosmologia contemporânea e ainda o é para grande parte da física teórica.

## 4 Conclusões

Os *elementos constitutivos* do método científico foram os principais temas desse capítulo. O lugar da observação nas ciências — um dos componentes do método —, particularmente na astronomia, foi um dos aspectos de destaque no presente trabalho. Pela impossibilidade óbvia de se fazer experimentos diretos com o seu objeto de estudo, essa ciência fez, precocemente, uso de modelos geométricos, mesmo com os dados limitados de 2500 anos atrás, nas origens do pensamento científico. O aprimoramento das observações astronômicas e as tentativas, no período clássico, de se encontrar um fundamento físico, ou, ao menos, material, especialmente no que se referia à constituição dos corpos celestes e das forças responsáveis pelos movimentos do cosmos, levou à consolidação desse domínio científico nos séculos XVI e XVII. Porém, essa consolidação ocorreu após um longo período de estudos no período medieval, incluindo novas ob-

---

pode trazer a novidade. Ou seja, em um primeiro momento, em alguns casos, é quase um dado puro, ou seja, precisa ser interpretado. Vide, por exemplo, as trajetórias observadas, resultado das colisões de partículas. Há, antes de tudo, o traço, que, na Física, revela as propriedades da partícula, compreendida no interior de teorias existentes. A observação primeva, nesse contexto, é o início do processo e pode revelar a novidade — a anomalia kuhniiana —, levando, inclusive a novas formulações teóricas. Foi o que ocorreu com as minuciosas observações da trajetória de Marte feitas por Kepler.

servações astronômicas aprimoradas e o desenvolvimento da Matemática, incluindo os trabalhos científicos do mundo árabe (RONAN, 1983, cap. V). Contudo, mesmo se a astronomia é essencialmente limitada diretamente à observação, seu desenvolvimento não foi possível sem o recurso indireto da experimentação, como vimos, sobretudo, no trabalho de Kepler, e sem a busca de uma fundamentação física para a explicação dos movimentos. Esse projeto tem suas origens em Aristóteles, mas, nesse caso, ainda no interior de uma metafísica e dependente dela.

Embora Kepler também tenha feito uso de recursos metodologicamente pouco ortodoxos para a ciência em seu livro *Mysterium cosmographicum*, em relação às orbitas planetárias, a busca de uma causa física para o movimento dos planetas foi uma orientação central em seu modelo e o conduziu às famosas três leis do movimento planetário. Dessa maneira, o que consideremos como sendo os elementos constitutivos do método científico — a observação, o problema, a experimentação, a teorização, a objetividade, a previsão e a causalidade — se realizam completamente na astronomia moderna e se revelam em toda a sua completude na monumental obra de Isaac Newton. Embora a ação à distância na física newtoniana tenha sido objeto de intenso debate desde a sua origem (COHEN, 2016), a noção de *força* — herança sobretudo kepleriana — foi essencial na edificação da mecânica clássica, ao lado de outros termos teóricos, como massa, aceleração, velocidade instantânea etc. Assim, Newton soube fazer uso de uma longa herança da Matemática — que ele próprio desenvolveu de maneira impressionante — na Física e na Astronomia, para estabelecer as bases da Mecânica Clássica.

Os elementos constitutivos do método científico, conforme proposto nesse capítulo, estão presentes em graus variados em todas as ciências, incluindo as ciências humanas. Se um alto grau de matematização e generalização, aspectos importantes das teorias científicas, nem sempre são possíveis em todas as ciências empíricas, e se a experimentação e a previsão são limitadas, em algumas situações, como nas ciências sociais, isso não diminui esses domínios científicos. Isso porque esses elementos constitutivos estão presentes de uma maneira ou de outra, mesmo de forma embrionária; sem eles, uma compreensão isenta e profunda da natureza e do ser humano, em todas as suas dimensões, nos parece impossível. De toda forma, como ressaltou Feynman na epígrafe desse capítulo, a observação, com as qualificações apontadas nesse trabalho — *contextualizada e problematizada* —, continua a ser uma das bases da ciência empírica<sup>34</sup>.

## Referências bibliográficas

ABRANTES, P. *Imagens de natureza, imagem de ciência*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2016.

<sup>34</sup> Aspectos da metodologia hipocrática, especialmente no que se refere à observação clínica, têm sido resgatados na medicina atual, especialmente na psiquiatria. Cf. GHAEMI, cap. 16. Devo a referência deste trabalho à Dra. Ana Luísa Lamounier.

APPLEBAUM, W. *Encyclopedia of the scientific revolution from Copernicus to Newton*. London: Garland Publishing, 2000.

ARCHIMEDES. *The works of Archimedes*. Edição e capítulos introdutórios de T. L. Heath. Cambridge: Cambridge University Press, 1897.

ARISTOTLE. Topics. In: BARNES, J. (ed.) *The complete works of Aristotle*, v. 1. Princeton: Princeton University Press, 1991.

ASHWORTH Jr., W. B. Copernicus, Nicholas. In: LANKFORD, J (ed.). *History of astronomy: an encyclopedia*. New York, London: Routledge, 2011, p. 168-170.

BACON, F. *New organon*. Edição de L. Jardine ARDINE e M. Silverthorne. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

COHEN, I. B. Newton's concepts of force and mass, with notes on the laws of motion. In: ILIFFE, R.; SMITH, G. E. *The Cambridge companion to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2016, p. 61-92.

CROMBIE, A. C. *Augustine to Galileo: the history of science A.D. 400-1650*. Massachusetts: Harvard University Press, 1953.

CROWE, M.J. *Theories of the world from antiquity to the copernican revolution*. New York: Dover, 1990.

DIJKSTERHUIS, E. *The mechanization of the world picture*. Oxford: Clarendon Press, 1961.

DUHEM, Pierre. *Le système du monde-histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. Vol I-X. Paris: Librairie Scientifique A. Herman et Fils, 1913-1959.

FEYNMAN, R. *The meaning of it all: thoughts of a citizen scientist*. Reading: Perseus Book, 1998.

GAHEMI, S. N. *Clinical psychopharmacology: principle and practice*. Oxford: Oxford University Press, 2019.

GALILEI, G. Delle cose che stanno in su l'acqua o che in quella si muovono. In: *Le Opere de Galileo Galilei*, v. IV. Firenze: Tipografi di G. Barbera, 1894, p. 3-141.

GALILEI, G. *Dialogue concerning the two chief world systems – Ptolemaic and Copernican*. Tradução de S. Drake. Berkeley: University California Press, 1967.

GARCIA GUAL, C. *Tratados hipocráticos*. Madrid: Editorial Gredos, 1983.

GUTTING, A. Scientific Methodology. In: NEWTON-SMITH, W. H. (ed.) *A companion to the philosophy of science*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd, 2001, p. 423-32.

HOLTON, G.; BRUSH, S. *Physics, the human adventure from Copernicus to Einstein and beyond*. New Brunswick: Rutgers University Press, 2005.

JAMMER, M. *Concepts of force*. New York: Dover Publications, 1999.

KEPLER, J. *New astronomy*. Tradução de William H. Donahue. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

KOYRÉ, A. *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Paris : Gallimard, 1985.

KUHN, T. S. *The Copernican revolution: planetary astronomy in the development of western thought*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1985.

KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions - 50<sup>TH</sup> anniversary edition*. Chicago: The University Chicago Press, 2012.

KUHN, T. S. *The road since Structure: philosophical essays, 1970-1993*. With an Autobiographical Interview. Chicago: The University Chicago Press, 2000.

KUHN, T. S. *O caminho desde a Estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993*. Com uma entrevista autobiográfica. Tradução de César Mortari. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

LAKATOS, I. Falsification and the methodology of scientific research progress. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (eds.) *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970, p. 91-195.

LOSEE, J. *A Historical introduction to the philosophy of science*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

MOSER, P. A. Gettier problem. In: DANCY, J.; SOSA, E. (eds.) *A companion to epistemology*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd, 1993, p. 157-59.

MAYOR, A. *The first fossil hunters*. Princeton: Princeton University Press, 2001.

MOULINES, C. *El desarrollo moderno de la filosofía de la ciencia (1890-2000)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2011.

Neugebauer, O. *Les sciences exactes dans l'Antiquité*. Arles: Actes Sud, 1990.

NEWTON-SMITH, W. H. *A companion to the philosophy of science*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd, 2001.

PATY, M. Les vérités scientifiques et le sens commun. In: MALET, E.; PATY, M. (eds.) *Aux frontières de la science*. Paris: éditions Passages. 1999, p. 105-116.

PEDERSEN, O.; PIHL, M. *Early physics and astronomy*. New York: Neale Watson Academic Publishing, 1974.

PERCIVAL, P. Theoretical terms: meaning and reference. In: NEWTON-SMITH, W. H. (ed.) *A companion to the philosophy of science*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd, 2001, p. 495-514.

PERSAUD, T.V.N. et. al. *A history of human anatomy*. Springfield: Charles C Thomas Publisher, 2014.

POPPER, K. *Objective knowledge: an evolutionary approach*. Oxford: Oxford University Press, 1979.

POPPER, K. *Piecemeal social engineering: a pocket Popper*. Edição de D. Miller. Glasgow: Fontana Press, 1987.

POPPER, K. *Em busca de um mundo melhor*. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

RADDER, H. Technology and theory in experimental science. In: RADDER, H. (ed.) *The philosophy of scientific experimentation*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2003, p. 152-73.

REICHENBACH, H. *From Copernicus to Einstein*. New York: Philosophical Library, 1942.

RONAN, C. *The Cambridge illustrated of the world's science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

SABRA, I. *The optics of Ibn al-Haytham, books I-III, On direct vision*. London: The Warburg Institute, 1998.

SARTON, G. *Introduction to the history of science*. Baltimore: The Williams & Wilkins Company, 1927.

SIMON, S.; SANTANA, E. Causation, symmetry and time irreversibility. In: BALSAS, A.; NOBRE, B. (eds.) *The insides of nature: causality and conceptions of nature*. Braga: Axioma Studies in Philosophy of Nature and in Philosophy and History of Science, 2020, p. 105-122.

SIMON, S.; REZENDE, E. Breve história da inércia - I: o problema do movimento de Aristóteles a Copérnico. *Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea*, Brasília, v. 6, n. 1, p. 241-266, jul. 2018.

TAYLOR, C. C. W. *The atomists Leucippus and Democritus: fragments - a text and translation with a commentary*. Toronto: University of Toronto Press, 1999.

VOELKEL, J. R. *The composition of Kepler's new astronomy*. Princeton: Princeton University Press, 2001.

## CONCLUSÃO

Do conjunto dos capítulos que formam este livro não podemos obter uma ou mesmo algumas conclusões definitivas, levando-se em conta, sobretudo, a diversidade das perspectivas dos autores e dos temas abordados sobre o método e a metodologia científicos. E, de fato, na maioria das questões filosóficas encontramos duas ou mais posições sobre um tema, o que uma das características da própria Filosofia. No entanto, ousamos afirmar que pode ser obtido um importante resultado do que foi aqui apresentado, a saber: as diferentes exposições encontradas neste livro mostram que as discussões sobre o método científico ou sobre os métodos científicos, no caso de se assumir a existência de uma pluralidade de métodos científicos, nos levam a fazer perguntas, de difícil resolução, que se relacionam tanto com as diferentes disciplinas filosóficas como a Ontologia, a Epistemologia e a Lógica quanto com as que estudam a ciência como um fenômeno histórico e social. No que segue, apresentaremos alguns dessas interrogações.

Devemos aplicar diferentes métodos quando estudamos realidades muito diferentes? Já Aristóteles na sua *Ética a Nicômaco* afirmara que na ciência política não podemos ter o mesmo grau de certeza que na Geometria devido ao fato de a primeira ciência trata das ações dos homens, as que são mutáveis, ao passo que a segunda se ocupa com entes que são imóveis e eternos. Ou pelo contrário, devemos pensar como Descartes, para quem essas certas considerações ontológicas são irrelevantes porque, assim como a luz do sol não se altera ao iluminar diferentes objetos, também a razão não se altera e permanece sendo a mesma ao estudar diferentes coisas? E se aceitarmos que ao nos ocupar com o método científico devemos lidar com concepções ontológicas, então, o monismo ontológico nos levaria a aceitar um monismo metodológico? E se aderimos a uma ontologia emergentista, devemos admitir que o método das ciências humanas e sociais é diferente do método das ciências naturais?

Examinemos agora no âmbito da Epistemologia. É a certeza, geralmente associada à

quantificação, um ideal que qualquer método que se apresentar como científico deve se propor realizar, ou devemos também considerar como científicos certos métodos que nos permitem obter só conclusões verossímeis? Por exemplo, deveríamos negar o caráter de científico a métodos como o tipológico usado por Max Weber na Sociologia e por Carl Gustav Jung na Psicologia, ou ao método dialético usado pela tradição marxista em domínios das ciências sociais? E que diríamos dos métodos de diagnóstico usados na Medicina? Um método científico, deve estar associado necessariamente com a experimentação? E então, dada a dificuldade que se tem na Astronomia para experimentar com os corpos celestes, deveríamos negar a essa disciplina o caráter de ciência? E não deveríamos dizer o mesmo das ciências humanas e sociais, dado que razões éticas colocam limites à experimentação com seres humanos?

Se entrarmos no domínio da Lógica podemos nos perguntar se tem sentido se propor formular um método de descoberta científica, um método de invenção de hipóteses, uma Lógica da invenção, como se pensava na Idade Moderna. Ou haveria somente métodos científicos para testar hipóteses, ou seja, o método científico só se vincularia com a dedução? E então, qual seria o papel da indução na formulação de um método científico? Finalmente, existiria uma Lógica das ciências humanas que poderia fundamentar a construção de métodos científicos para essas disciplinas?

Quais as relações entre os métodos propostos para a ciência antes do século XIX e os métodos usados na ciência contemporânea? Estaríamos usando o mesmo nome para coisas e domínios substancialmente diferentes ou haveria uma continuidade? Qual a relação entre a prática científica e os métodos propostos para as ciências?

Finalmente, em que medida valores não epistêmicos determinam ou influenciam a escolha dos diferentes métodos científicos? Assim nas ciências da saúde experimentamos com animais e não com seres humanos porque damos à vida dos animais um valor menor que à vida humana. Qual o papel que considerações sobre a harmonia do mundo e sobre hierarquias de seres desempenham na construção dos métodos científicos?

Estas são algumas das questões que podem surgir a partir da leitura dos capítulos anteriores. Se perguntas deste tipo atraírem a atenção do leitor, consideraremos ter realizado nosso propósito ao escrever este livro.



## SOBRE OS AUTORES

**Alberto Oliva** é professor titular do Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e coordenador do Centro de Epistemologia e História da ciência vinculado ao Programa de Pós-graduação em Lógica e Metafísica da UFRJ. Pesquisador 1-C do CNPq. Fez Pós-doutorado na Università degli Studi de Siena e foi professor visitante da Università degli Studi de Torino. Publicou vários livros e artigos em periódicos especializados sobre epistemologia, filosofia da ciência em geral e filosofia das ciências sociais.

**Caetano Plastino** é professor doutor do Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo. Autor de vários artigos em revistas especializadas e de livros na área de sobre Teoria do conhecimento e Filosofia da Ciência Natural. Realizou pesquisa na Universidade de Pittsburg, nos Estados Unidos. Participou de projetos de divulgação científica, especialmente no jornal de resenhas da Folha de S. Paulo.

**Daniel Sander Hoffmann** é professor doutor da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Durante sua carreira interessou-se por Biologia Teórica, Epistemologia, História das Ciências e Divulgação Científica, tendo publicado os resultados de suas pesquisas em livros e periódicos especializados. Suas investigações ao longo dos últimos anos têm se voltado para a Filosofia do Tempo, a Filosofia da Cosmologia, a Filosofia da Inteligência Artificial e a Robótica.

**Gustavo Arja Castañon** é professor adjunto do departamento de Filosofia da Universidade Federal de Juiz de Fora e dos programas de Pós-graduação em Psicologia e Pós-graduação em Filosofia da mesma instituição. Tem trabalhado especialmente com problemas de Epistemologia da Psicologia. Fez Pós-doutorado na Universidade de Durham, na Inglaterra. É autor de vários artigos em revistas especializadas e de capítulos de livros publicados.

**Jorge Alberto Molina** é professor doutor da Universidade Estadual de Rio Grande do Sul (UERGS). Trabalha sobre História e Filosofia da ciência e História e Filosofia da Lógica, Teoria da argumentação e Retórica. Autor de numerosos artigos em revistas especializadas e de vários capítulos de livros sobre temas de sua investigação.

**Luiz Henrique de Araújo Dutra** é professor titular aposentado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professor permanente dos programas de Pós-graduação

em Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina e da Universidade de Brasília. É pesquisador 1-B do CNPq. Fez pós-doutorado na Université de Paris 7-Denis Diderot na França. É autor de vários artigos em revistas especializadas assim como de vários livros. Seus trabalhos abordam temas tais como ceticismo, empirismo construtivo, naturalismo, realismo científico e emergentismo. Seus principais interesses atuais são a filosofia da mente, a filosofia da ação e a ontologia.

**Renata Maria dos Santos Arruda** é professora na Universidade Federal de Goiás (UFG). Realizou estância de investigação no IHPST, Université de Paris-I. Trabalha com filosofia da ciência em geral e com Filosofia da Medicina. É autora de artigos em revistas especializadas sobre temas de sua área de investigação.

**Robinson Guitarrari** é professor adjunto da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e membro do Programa de Pós-graduação em Filosofia da UFRRJ. É autor de artigos em revistas especializadas sobre temas de sua investigação assim como de capítulos de livros publicados sobre filosofia da ciência.

**Samuel Simon** é professor associado da Universidade Federal de Brasília. Fez pós-doutorado na Universidade de Paris VII/CNRS. Doutorado e especialização (DEA) em História e Filosofia da Ciência, também na Universidade de Paris VII. Mestre em Física pela Universidade de São Paulo e graduação em Física pela Universidade de Brasília. Atualmente é bolsista do CNPq nível 2 e coordenador do grupo de pesquisa em Filosofia da Ciência e método científico CNPQ/UnB. Trabalha com Filosofia da Ciência, estudando especialmente Filosofia da Física, com destaque para o problema da causalidade, da mudança científica e das concepções de teorias científicas. Autor de numerosos artigos em revistas especializadas assim como de números capítulos de livros.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

aceitação, 49, 140, 154  
ADAMS, J. C., 193  
AGI, 69, 71  
ALCMÉON DE CROTONA, 186, 187  
ALHAZEN. ver IBN AL-HAITHAM, 180, 185, 188  
analítica, 89, 90, 126  
aprendizado de máquina, 58, 59, 61–63, 71  
ARISTÓTELES, 13–16, 24–26, 28–30, 33, 36, 52, 87–92, 95, 98, 99, 102–104, 106–108, 110, 116, 122, 180, 182, 183, 186, 187, 189–191, 194  
ARNAULD, A., 88, 95–98, 100, 101, 103, 107–111  
ARQUIMEDES, 180, 187  
ARROW, K., 52, 53

### B

backpropagation, 60  
BACON, F., 13, 15, 16, 19, 22, 26, 30–34, 36, 37, 39, 45, 88, 92–96, 98–100, 106, 107, 111, 183, 188  
BACON, R., 15, 16, 27–30, 34, 36, 39, 185, 188  
BARKER, S., 45  
BERNARD, C., 30, 34  
BOÉCIO, A. M. S., 87, 92, 95, 102  
BRODBECK, M., 13  
BUNGE, M., 21  
BURTT, E., 19, 20, 26  
BUTTERFIELD, H., 31, 35

### C

calcinação, 167–173  
cálculo proposicional, 88  
CARTWRIGHT, N., 130, 138, 148, 150–152  
causação, 121, 122, 125, 126  
causação descendente, 121, 122, 125  
causalidade, 138, 140, 141, 150–154, 180, 184, 194  
CAVENDISH, H., 167, 170, 171, 175  
ceticismo, 100  
CÍCERO, 88–92, 95  
ciência, 57, 69, 71, 101–109, 111, 115–121, 127, 129–135, 137, 144, 148–152, 179–186, 188, 189, 193, 194  
ciência real, 16, 18, 21–23, 32, 34, 38, 40  
ciências da natureza, 112, 115–121, 129, 130, 132, 133, 135, 181, 184  
ciências da saúde, 139, 142, 144, 146, 147, 149, 152, 153  
ciências humanas, 115–117, 119, 125, 130, 131, 133–135, 188, 194  
COLLINGWOOD, R., 16, 149, 152  
combustão, 167, 169  
computação, 68, 69  
COMTE, A., 26, 31, 33  
comunidade, 124  
comunidade científica, 45, 50–53  
conhecimento, 57, 59, 63, 64, 66, 67  
COPÉRNICO, N., 20, 82, 99, 191–193  
coronavírus, 137, 149  
COVID-19, 138, 145, 149

crença, 46–51, 53

CROMBIE, A. C., 26–30, 33, 35, 37, 39,  
181, 184–186, 188

## D

dedutivista, 19, 20, 23, 25, 26, 31

deep learning, 58, 62, 64–69, 71

DESCARTES, R., 19, 22, 26, 31, 94, 101,  
102, 107, 116, 188, 192, 193

determinação descendente, 125, 126

dialética, 87–94, 96, 98, 102–105, 111, 112

diaphonia, 14, 18, 26, 29, 33, 36, 37, 39, 40

disposição (parte da retórica), 89, 91

diversidade/variedade, 45, 46, 51

documentação, 125

DOPPELT, G., 163, 175

doutrina dos estados de uma causa, 94

DREYFUS, H., 61

DUHEM, P., 19–26, 29, 31–33, 35, 37–39,  
191

## E

eliminação, 44, 45

ELSTER, J., 48

emergência, 120, 121, 123–125, 133

emergente, 115, 121–127, 131, 133–135

emergentismo, 115, 120, 121, 125

epidemiologia, 138–140, 142, 149–151

epistemologia social, 51

escolha coletiva, 53

esquema de valores, 157, 160, 161, 173–  
176

EUCLIDES, 87, 103, 107–111, 180, 187

evidência, 44, 45, 47–49, 51, 108, 135, 150

experimentação, 97, 100, 180, 183, 185–  
188, 193, 194

experimento crucial, 45

## F

falibilidade, 46, 50

fatores condicionantes, 126, 127

FEBVRE, L., 35

FEYERABEND, P., 46, 51

filosofia da ciência, 57, 58, 62, 68, 115, 119,  
137, 138, 153, 181, 184

filosofia da medicina, 154

filosofia natural, 97, 99, 107

FLECK, L., 53

formação de consenso, 157, 161, 162, 164,  
165, 172, 176, 177

FRICKER, M., 53

funcionalidade, 123–127, 131, 133, 135

## G

GALENO, 36, 87, 98, 103, 180

GALILEU GALILEI, 15, 17, 19, 20, 22, 26,  
30, 34, 39, 129, 184, 185, 187, 188,  
192, 193

game engine, 66

GOFAL, 69

GOODFELLOW, I., 63–65

GØTZSCHE, P., 145

GROSSETESTE, R., 15, 16, 27, 28, 34, 36,  
39, 185

## H

HACKING, I., 45

HADDOCK, A., 46

HEMPEL, C. G., 25, 137

HIPÓCRATES, 98, 104, 183

história da ciência, 21, 26, 33, 35, 179, 185,  
186

HOBBS, T., 33

HORWICH, P., 48, 49

humanidades, 115–117, 120

HUME, D., 29, 30, 33, 38, 47, 48, 122, 124,  
127, 150, 185

## I

IBN AL-HAITHAM, 180, 188

incomensurabilidade, 50, 181

incomensurabilidade epistemológica, 156,  
163, 173, 174  
individualismo metodológico, 120  
indutivista, 26, 30, 36  
inferência eliminativa, 44  
inteligência artificial, 58–64, 66–72  
interação social, 48  
INUS, 141, 142, 146, 147, 153  
invenção dialética, 90  
invenção retórica, 89

## K

KAHNEMAN, D., 44  
KANT, I., 30, 38, 76, 117, 122, 124, 127,  
150  
KEPLER, J., 20, 179, 185, 190, 192–194  
KIRWAN, R., 170, 171, 175  
KITCHER, P., 51, 157–173, 175–177  
KOYRÉ, A., 19, 26–28, 36, 185  
KUHN, T. S., 21, 50–53, 61, 118, 130, 156,  
157, 162–165, 167, 175–177, 181,  
191

## L

LAKATOS, I., 45, 82, 176, 184  
LAUDAN, L., 18, 25, 27–29, 33, 38, 39, 45,  
98, 156, 157, 159, 176, 180, 188  
LAVOISIER, A. L., 166–175  
LE VERRIER, U., 193  
leis, 99, 117, 119–121, 129–131, 134, 148,  
150, 183, 192, 194  
linguagens de programação, 60  
livre discussão, 46  
lógica da ciência, 181, 185  
lógica da descoberta, 62, 94  
lógica velha, 87

## M

MACHAMER, P., 13  
MACKIE, J. L., 138, 140–142, 144–147, 153  
manipulabilidade, 138, 148, 149, 153

máquina nomológica, 130  
MARCUS, G., 64–69  
MEDAWAR, P., 34, 38  
medicina, 137, 138, 144, 148, 151, 152  
metametodológico, 16  
método, 14–27, 29–40, 91, 95–97, 99, 100,  
102–107, 111, 112, 133, 138, 151,  
180, 182–185, 187, 188, 191, 193  
método científico, 44, 51, 57, 58, 72, 87, 88,  
102, 106, 112, 180, 182, 184–186,  
188, 190, 193, 194  
método da diferença, 140  
método de composição e resolução, 102,  
103  
método de divisão de conceitos (*diare-  
sis*), 102, 105  
metodologia, 111, 133, 135, 138, 139, 148,  
151, 180, 183, 190, 194  
metodologia científica, 44  
MILL, J. S., 46, 121, 140–142  
MILLAR, A., 46  
modelagem, 115, 131–135  
modelo científico, 115  
modelos, 115, 119, 120, 127–135, 139, 151,  
181, 183, 189, 193  
modelos científicos, 119, 120, 127, 129,  
130, 133, 134  
modelos conexionistas, 59, 60  
modelos interpretativos, 119, 130, 131,  
135  
modelos mentais, 130  
modelos nomológicos, 119, 129–131  
MOULINES, U., 14, 181  
mudança científica, 50, 165, 166, 172, 174–  
176, 181  
multicausalidade, 140

## N

neurônios, 59, 60  
NEWTON, I., 20, 26, 31, 50, 67, 192–194

NICOLE, P., 88, 95–98, 100, 101, 103, 107–111

NIETZSCHE, F., 35

normas, 118, 120

## O

objetividade, 180, 184, 194

objetos abstratos, 118

observação, 179, 180, 182, 183, 185–187, 189, 190, 192–194

OCKHAM, G. de, 184

## P

perspectivismo, 120, 122, 125

PLATÃO, 13–16, 18–22, 25, 26, 28, 29, 33, 36, 37, 76, 90, 102, 104, 180, 186, 187, 189, 190

pluralismo metodológico, 46, 154

POINCARÉ, H., 14, 31, 33

POPPER, K. R., 20, 22, 23, 25, 26, 31, 35, 37, 39, 76, 84, 120, 130, 176, 182, 183, 188

postulados de koch, 139, 140

previsão, 180, 182–184, 194

PRIESTLEY, J., 167, 175

princípio de relatividade, 184, 193

PRITCHARD, D., 46

probabilidade, 101, 131, 145, 146, 185

problema da caixa-preta, 58

PTOLOMEU, C., 87, 185, 188, 191, 192

PUTNAM, H., 49, 178

## Q

QUINE, W. V., 47, 48

## R

racionalidade, 45, 49, 52, 53, 158–160, 174, 176

racionalidade científica, 156, 159, 176

RAMUS, P., 87, 89–93, 96, 98, 99, 102–108, 110–112

redes neurais convolucionais, 66

regulamentação epistemológica, 16, 18  
reificação, 120

relacionalidade, 134

relativismo cognitivo, 164

resultante, 121–123, 127

retórica, 89–94, 96–99, 102, 106, 111, 112

revolução científica, 157, 165, 166, 181

robótica, 64, 68

ROTHMAN, K., 138, 140–144, 146–148, 153

RUSSELL, B., 24, 26, 27, 30

## S

SARTON, G., 27, 28, 33, 189

simetria, 184, 191, 193

STAHL, G., 167

STANFORD, P. K., 45, 176

## T

teorema do júri, 52

teoria científica, 129, 181

teoria da relatividade, 188, 193

teoria do flogisto, 165–170, 172–176

teoria do oxigênio, 165, 166, 174, 175

teorias, 117, 119, 120, 132, 133

THAGARD, P., 59–63, 167

tipos de modelos, 119, 127, 134

tópica, 89–91, 94, 111

topos, 90, 92

torta causal, 143

TOULMIN, S., 24

## V

valores, 118, 120

valores amplos, 160

valores cognitivos, 160, 169, 170, 175, 177

valores probatórios, 160–163, 165, 166, 171–174, 177

VAN FRAASSEN, B., 49

## **W**

WHEWELL, W., 27, 28, 30, 32, 33, 35, 37,  
39

WHITEHEAD, A., 25, 29

WILLIAMS, B., 47, 49

WOODWARD, J., 149–151

WULFF, H., 144, 145, 147, 148

## **X**

XENÓFANES DE CÓLOFON, 182, 183