



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

Renato Cesar Cani

TUDO MAIS ESTANDO IGUAL:
Perspectivas filosóficas sobre as leis *ceteris paribus*

FLORIANÓPOLIS

2022

Renato Cesar Cani

TUDO MAIS ESTANDO IGUAL:
Perspectivas filosóficas sobre as leis *ceteris paribus*

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do título de Doutor em Filosofia.
Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique de Araújo Dutra.

FLORIANÓPOLIS

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cani, Renato Cesar

Tudo mais estando igual : Perspectivas filosóficas sobre
as leis ceteris paribus / Renato Cesar Cani ; orientador,
Luiz Henrique de Araújo Dutra, 2022.

149 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa
de Pós-Graduação em Filosofia, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Filosofia. 2. Leis científicas. 3. Ceteris paribus.
4. Capacidades. 5. Nancy Cartwright. I. Dutra, Luiz
Henrique de Araújo. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Filosofia. III. Título.

Renato Cesar Cani

Tudo mais estando igual: perspectivas filosóficas sobre as leis *ceteris paribus*

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Dra. Nélide Gentile

Universidad de Buenos Aires

Prof. Dr. Ivan Ferreira da Cunha

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Jerzy André Brzozowski

Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutor em Filosofia.

Prof. Dr. Vilmar Debona

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da UFSC

Prof. Dr. Luiz Henrique de Araújo Dutra

Orientador

Florianópolis, 2022.

Este trabalho é dedicado a meus pais, Rita e Luis.

AGRADECIMENTOS

O trabalho de pesquisa que resultou na elaboração desta tese somente foi possível devido ao apoio e incentivo de professores, familiares, amigos e instituições acadêmicas.

Primeiramente, agradeço ao Professor Luiz Henrique de Araújo Dutra, cuja obra tem sido, há algum tempo, fonte de inspiração para meu trabalho filosófico. Sou grato pela orientação, pelo apoio desde o início da pesquisa e pela elevada confiança depositada em minhas capacidades.

Agradeço aos professores com quem tive a honra de aprender e trocar experiências ao longo da trajetória acadêmica, em especial a Ivan Ferreira da Cunha, Jerzy Brzozowski, Jonas Becker Arenhart, Nélida Gentile e Bruno Borge, por terem participado das bancas de qualificação e defesa. Sou grato, também, aos professores Michel Ghins, Anjan Chakravartty, Halina Leal, Eduardo Barra, Ronei Mocellin, Susana Lucero, com quem tive oportunidade de estabelecer diálogos instigantes de muito aprendizado. Ademais, a presteza e o apoio de Irma Iaczinski, Jacinta Vivien Gomes, Vilmar Debona, Roberto Wu e Alexandre Meyer Luz foram essenciais durante todo o processo.

Um grande agradecimento é devido a meus familiares. A minha mãe, amiga e grande incentivadora Rita Cani, com quem aprendo diariamente o valor do diálogo e do afeto. A meu pai Luis Cani, com quem tenho aprendido o valor da constância e do foco. A meu irmão Fernando Cani e sua família, Érica, João Paulo e Maria Fernanda, com quem aprendo o valor da coragem para desbravar o mundo. A meu esposo e companheiro de vida, Geovane Albuquerque, que além de ter feito a revisão deste trabalho, tem me ensinado o valor do carinho e da brandura.

Não poderia deixar de agradecer aos estudantes e colegas de trabalho das escolas onde lecionei Filosofia, desde 2017: EEB Governador Ivo Silveira, em Palhoça-SC; CEM Luar e CEM Santa Terezinha, em São José-SC; Instituto Estadual de Educação, em Florianópolis-SC; e Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Pontes e Lacerda – Fronteira Oeste. Nesses espaços, em que mais aprendi do que ensinei, tenho me formado como filósofo, educador e gestor, a partir dos desafios do dia a dia.

Considero-me sortudo por contar com a companhia de amigos e amigas muito especiais, a quem registro o agradecimento: Adriel Lima, Aline Dias, Aline Dutton, Almir Gomes, Ariadne Marinho, Beatriz Sorrentino, Bruno Magnum, Clariana Nogueira, Daniel Tozzini, Diana Taschetto, Eduarda Calado, Evandro Duarte, Felipe Miranda, Félix Pinheiro, Helena Albino, Hiago Guimarães, Italo Lemos, Jaqueline Mendes, João Gabriel Rocha,

Juliana Nicolau, Kaline Arruda, Karine Rossi, Luana Medeiros, Maria Júlia Schettini, Naiara dos Santos, Pedro Gonçalves, Priscylla Menezes, Raquel Cipriani, Raoni Wohnrath, Robson Carvalho, Rita Santos, Stefano Teixeira, Thiago Costa, Vanderluce Machado e Vanessa Ferreira.

Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa CAPES-PROEX, durante o período entre março de 2017 e janeiro de 2019.

A todas e a todos vocês, muito obrigado.

“The rough generalizations suggested by common observation usually have exceptions; but principles of science, or in other words, laws of causation, have not.”
(MILL, 1974[1843], Book III, Chapter X, §5).

RESUMO

A expressão latina “*ceteris paribus*” é usualmente traduzida como “tudo mais estando igual” ou “tudo mais permanecendo constante”. Em filosofia, bem como em muitos ramos da ciência, a expressão é utilizada para definir uma cláusula indispensável para compreender determinadas leis científicas *com exceções*. Por um lado, leis científicas verdadeiras para quaisquer cenários possíveis são consideradas leis estritas. Por outro, enunciados nomológicos cuja verdade depende de condicionantes tais como “desconsiderando-se a resistência do ar” ou “assumindo que os agentes econômicos ajam de modo racional” descrevem o que chamamos de leis *ceteris paribus* (leis-cp). Assim, a lei da queda livre, na Física, e a lei da oferta e da demanda, na Economia, estão sujeitas às condicionantes acima descritas, respectivamente. A compreensão filosófica das leis-cp implica alguns desafios, por exemplo: (i) a ciência é, de fato, capaz de formular leis estritas, ou todas as suas leis possuem caráter *ceteris paribus*? (ii) como definir as condições de verdade dos enunciados que expressam leis-cp? (iii) de que modo esse tipo de lei é testado? Neste trabalho, discutimos as perguntas acima, com o objetivo de formular uma concepção capaz de solucionar os problemas envolvidos no entendimento das leis *ceteris paribus*. Essa concepção é formulada a partir de reformulações ao realismo de capacidades proposto por Nancy Cartwright (1989; 1999), incorporando elementos da pragmática de modelos apresentada por Luiz Henrique Dutra (2021b). A fim de atingir esse objetivo, dividimos a tese em cinco capítulos. No primeiro, apresentamos um panorama das discussões filosóficas seminais sobre as leis *ceteris paribus*, com ênfase nas contribuições de Nancy Cartwright (1983), Carl Hempel (1988) e Marc Lange (1993). Em particular, enfatizamos o dilema destrutivo formulado por Lange, que pressiona as tentativas de explicação das condições de verdade das leis-cp ante duas opções indesejáveis: ou as leis são falsas, ou trivialmente verdadeiras. Nos capítulos seguintes, avaliamos criticamente algumas das teorias filosóficas que buscam solucionar essa problemática. Desse modo, o segundo capítulo é dedicado à *teoria dos melhores sistemas melhorados*, proposta por Jonathan Cohen e Craig Callender (2009) a partir de uma reformulação da teoria do melhor sistema, de David Lewis (1973). No terceiro capítulo, discutimos duas propostas correlatas, a saber: a teoria da *estabilidade contrafactual*, de Marc Lange (2000; 2005), e a teoria das *generalizações invariantes*, de Christopher Hitchcock e James Woodward (2003a, 2003b). O quarto capítulo, por sua vez, concentra-se sobre o *realismo disposicional*, especialmente a partir das contribuições de Nancy Cartwright. Argumentamos que, dentre os três grupos de teorias mencionados, o realismo disposicional é o mais promissor, tendo em vista que as demais propostas apresentam desvantagens mais severas. Entretanto, consideramos que a falta de clareza a respeito da identidade das capacidades defendidas por Nancy Cartwright faz com que aspectos da interpretação disposicionalista das leis-cp permaneçam incertos. Por isso, no quinto capítulo, propomos uma versão de realismo disposicional que leve em conta critérios de identificação e de individuação, aplicados pragmaticamente, para o estabelecimento da identidade dessas propriedades. Com isso, apresentamos uma concepção de lei *ceteris paribus* que integra elementos semânticos, metafísicos e epistemológicos.

Palavras-chave: Lei científica. Leis *ceteris paribus*. Capacidades. Nancy Cartwright.

ABSTRACT

The Latin expression “*ceteris paribus*” is usually translated as “everything else being equal” or “everything else remaining constant”. In philosophy, as well as in many branches of science, the expression is used to define a clause which is required to understand certain scientific laws with exceptions. On the one hand, true scientific laws for any possible scenarios are considered strict laws. On the other hand, nomological statements whose truth depends on conditions such as “disregarding air resistance” or “if economic agents act rationally” describe what we call *ceteris paribus* laws (cp-laws). Thus, the law of free fall, in Physics, and the law of supply and demand, in Economics, are subject to the conditions described above, respectively. The philosophical understanding of cp-laws poses some challenges, for example: (i) is science able to formulate strict laws, or do all its laws have a *ceteris paribus* character? (ii) how to define the truth conditions of statements that express cp-laws? (iii) how is this type of law tested? In this work, we aim to formulate a conception capable of solving the problems involved in the understanding of *ceteris paribus* laws. This conception is brought up from reformulations to *capacity realism* proposed by Nancy Cartwright (1989; 1999), incorporating elements of *model pragmatics* presented by Luiz Henrique Dutra (2021b). In order to achieve this objective, we divided the thesis into five chapters. In the first one, we present an overview of seminal philosophical discussions on *ceteris paribus* laws, emphasizing the contributions of Nancy Cartwright (1983), Carl Hempel (1988) and Marc Lange (1993). We emphasize the destructive dilemma formulated by Lange, which puts pressure on attempts to explain the truth conditions for cp-laws. The dilemma puts the theories before two undesirable options: either the laws are false, or trivially true. In the following chapters, we critically evaluate some of the philosophical theories that seek to solve this problem. Thus, the second chapter is dedicated to better best system account of laws, proposed by Jonathan Cohen and Craig Callender (2009) based on a reformulation of the best system account, by David Lewis (1973). In the third chapter, we discuss two related proposals, namely: the theory of counterfactual stability, by Marc Lange (2000; 2005), and the theory of invariant generalizations, by Christopher Hitchcock and James Woodward (2003a, 2003b). The fourth chapter, in turn, focuses on dispositional realism, especially from the contributions of Nancy Cartwright. We argue that, among the three groups of theories mentioned, dispositional realism is the most promising, considering that the other proposals have more severe disadvantages. However, we consider that the lack of clarity regarding the identity of the capacities defended by Nancy Cartwright makes aspects of the dispositionalist interpretation of the cp-laws remain uncertain. Therefore, in the fifth chapter, we propose a version of dispositional realism that takes into account identification and individuation criteria, applied pragmatically, to establish the identity of these properties. With this, we present an account of *ceteris paribus* laws which integrates semantic, metaphysical and epistemological elements.

Keywords: Scientific law. *Ceteris paribus* laws. Capacities. Nancy Cartwright.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1 FALSAS OU TRIVIAIS? O PROBLEMA DAS LEIS <i>CETERIS PARIBUS</i>	19
1.1 INTRODUÇÃO.....	19
1.2 FORMULANDO O PROBLEMA	20
1.3 TENTATIVAS DE CLASSIFICAÇÃO.....	26
1.4 NANCY CARTWRIGHT E AS LEIS DA FÍSICA QUE MENTEM	31
1.5 CARL HEMPEL E O PROBLEMA DOS CONDICIONANTES	39
1.6 O DILEMA DESTRUTIVO DE MARC LANGE	45
1.7 CONCLUSÃO: SEMÂNTICA, EPISTEMOLOGIA E METAFÍSICA.....	54
2 MELHORES SISTEMAS.....	56
2.1 INTRODUÇÃO.....	56
2.2 A TEORIA DO MELHOR SISTEMA.....	57
2.3 MELHORES SISTEMAS MELHORADOS	60
2.4 ÍNDICES E CONDIÇÕES DE VERDADE.....	65
2.5 CONCLUSÃO: ATENUANDO A UNIVERSALIDADE.....	70
3 ESTABILIDADE E INVARIÂNCIA	72
3.1 INTRODUÇÃO.....	72
3.2 ESTABILIDADE CONTRAFACTUAL: A PROPOSTA DE MARC LANGE	73
3.3 ESTABILIDADE E LEIS <i>CETERIS PARIBUS</i>	77
3.4 AS GENERALIZAÇÕES INVARIANTES DE HITCHCOCK E WOODWARD.....	87
3.5 CONCLUSÃO: A CAMINHO DA PRAGMÁTICA	94
4 DISPOSIÇÕES	96
4.1 INTRODUÇÃO.....	96
4.2 REALISMO DISPOSICIONAL E LEIS <i>CETERIS PARIBUS</i>	97
4.3 CAPACIDADES E PROJETOS DE MÁQUINAS NOMOLÓGICAS	105
4.4 FATORES INTERFERENTES E O MÉTODO CIENTÍFICO	114

4.5 CONCLUSÃO: LEIS DESCREVEM DISPOSIÇÕES.....	121
5 REALISMO DISPOSICIONAL E PRAGMÁTICA.....	123
5.1 INTRODUÇÃO.....	123
5.2 PRAGMÁTICA, NORMAS E LEIS.....	124
5.3 IDENTIFICAÇÃO E INDIVIDUAÇÃO	129
5.4 REVISITANDO A INTERPRETAÇÃO DISPOSICIONALISTA DAS LEIS-CP.....	131
5.5 CONCLUSÃO: REPENSANDO AS EXCEÇÕES	140
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	141
REFERÊNCIAS	144

INTRODUÇÃO

As leis científicas possuem centralidade na prática científica devido ao seu poder heurístico e explicativo. As leis compreendem enunciados, equações, relações funcionais ou princípios gerais que desempenham importantes papéis teóricos e práticos na ciência. Dessa forma, é perfeitamente compreensível que a filosofia da ciência se debruce sobre o tema das leis, a fim de cumprir sua tarefa de fornecer um melhor entendimento sobre como a ciência funciona. Dentre as leis com relevância científica e filosófica, destacam-se as chamadas leis científicas *ceteris paribus*.

A expressão latina “*ceteris paribus*” é usualmente traduzida como “tudo mais estando igual” ou “tudo mais estando constante”. Diversas generalizações com potencial e relevância explicativa para a ciência possuem a característica de terem seu âmbito de aplicação restrito por cláusulas *ceteris paribus*. Por exemplo: as generalizações “*ceteris paribus*, corpos em queda livre têm sua posição descrita pela função $s(t) = gt^2/2$ ” ou “*ceteris paribus*, aumentar a irrigação num campo leva a incremento da produção agrícola” possuem inegável força explicativa para uma classe considerável de fenômenos. No entanto, a resistência do ar, no primeiro caso, e o excesso de defensivos agrícolas, no segundo, podem produzir exceções ao que preconizam as referidas generalizações.

De maneira geral, as leis científicas têm sido definidas pelos filósofos da ciência como regularidades que não admitem exceções. Via de regra, considera-se que as leis possuem algum tipo de universalidade e necessidade. Tais características parecem ser fundamentais para que as leis cumpram as funções explicativas e preditivas que atribuímos a elas. Por exemplo, ao utilizar a lei dos gases ideais para explicar o comportamento de determinado sistema, assumimos que essa lei é aplicável a *todos* os sistemas que podem ser representados como gases ideais (de acordo com determinado grau de aproximação), bem como que a relação entre grandezas estabelecida pela lei em questão será *necessariamente* verificada em sistemas com as mesmas características.

Uma maneira possível de sumarizar os atributos das leis é afirmar que elas são capazes de *sustentar enunciados contrafactuais*. Assim, o caráter nomológico da lei dos gases ideais é atestado pelo fato de que há evidências suficientes para considerar verdadeiros os enunciados contrafactuais da forma ‘Se x fosse um gás (aproximadamente) ideal, então os valores de pressão, volume e temperatura para x obedeceriam a equação $pV = kT$, sendo k a

constante de Boltzmann'. De fato, a capacidade de sustentar contrafactuais marca a distinção entre generalizações acidentais e nomológicas.

A respeito dessa distinção, vale mencionar um exemplo amplamente discutido em filosofia da ciência, a saber: enquanto o enunciado 'Todas as esferas de urânio possuem diâmetro menor que 1km' pode ser compreendido como uma lei, visto que é capaz de sustentar contrafactuais, o enunciado 'Todas as esferas de ouro possuem diâmetro menor que 1km', ainda que verdadeiro, não passa de uma generalização acidental.¹ Esse exemplo é iluminador para a análise das leis, mas também contém um desafio. Afinal, as concepções filosóficas que visam a fornecer uma teoria das leis científicas precisam explicar quais são as condições necessárias e suficientes para que uma generalização seja considerada nomológica (e não acidental). Trata-se do que van Fraassen denominou *problema da identificação* (VAN FRAASSEN, 1989). Há diversas maneiras de lidar com essa questão, que pode ser abordada a partir da metafísica, da epistemologia ou da semântica.

Todavia, o problema da identificação não é a única preocupação dos filósofos da ciência que se dedicam ao estudo das leis. A análise pormenorizada da aplicação das leis nas diversas áreas da ciência revela uma série de outros questionamentos importantes. Ao longo deste trabalho, destacaremos uma classe dentre essas possíveis questões. Em particular, queremos investigar os problemas decorrentes das tentativas de interpretar as leis que requerem cláusulas *ceteris paribus* para serem verdadeiras. O significado preciso da expressão latina *ceteris paribus* merece uma ampla discussão, que pretendemos realizar ao longo deste trabalho. Como ponto de partida, consideraremos que as *leis ceteris paribus* (ou leis-cp) são as leis científicas que descrevem o comportamento de sistemas quando determinados fatores interferentes são mantidos inalterados. Em outros termos, trata-se de generalizações nomológicas cuja verdade depende de que *tudo mais permaneça constante*.

A temática das leis *ceteris paribus* tem despertado vívido interesse da comunidade filosófica internacional, o que se materializa pela edição de duas influentes coletâneas a respeito do tema. A primeira delas, denominada *Ceteris Paribus Laws*, foi editada por John Earman, Clark Glymour e Sandra Mitchell (2002), como um número especial da revista filosófica *Erkenntnis*. O número contou com contribuições importantes de autores como

¹ Embora esse exemplo seja usualmente atribuído a Reichenbach, ele não corresponde à formulação original elaborada pelo autor. Em Reichenbach (1954, p. 11-12), as generalizações contrapostas são "Todas as esferas de ouro possuem volume menor do que uma milha cúbica", considerada uma generalização verdadeira "por sorte" (*by chance*), enquanto a generalização "Todos os sinais viajam em velocidade menor ou igual à velocidade da luz" é aceita como lei da natureza, com base em fatos experimentais. Para a reformulação do exemplo de Reichenbach, ver (VAN FRAASSEN, 1989, p. 27).

Nancy Cartwright (2002), Marc Lange (2002) e Gerhard Schurz (2002), todos citados ao longo deste trabalho. A segunda coletânea, também publicada na revista *Erkenntnis*, foi editada em 2014 por Alexander Reutlinger e Matthias Unterhuber (2014), tendo como título *Ceteris Paribus Laws Revisited*. Alguns dos textos dessa coletânea são citados em nosso trabalho, a saber, Nancy Cartwright e John Pemberton (2014), Markus Schrenk (2014), Andreas Hüttemann (2014) e Gerhard Schurz (2014).

Além disso, convém destacar algumas publicações a respeito da temática no âmbito da filosofia latino-americana, tais como a contribuição de Cristian Soto e Pascal Rodríguez (2019), cuja abordagem ao problema das leis *ceteris paribus* possui muitas convergências com a proposta a ser desenvolvida neste trabalho. Sobre a temática das leis científicas, tratadas de modo geral (não necessariamente das leis *ceteris paribus*), há outras coletâneas de destaque no continente latino-americano, tais como o número especial *Realismo Científico y leyes de la naturaleza: de la filosofía general de la ciencia a la metafísica de la ciencia*, organizado por Bruno Borge (2020) e publicado pela Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia, bem como o número especial *Laws of Nature: Metaphysics and Epistemology*, organizado por Bruno Borge e Renato Cani (2019), tendo sido publicado pela *Principia*. Essas considerações mostram a relevância do presente estudo para o contexto da filosofia praticada no Brasil, uma vez que os resultados obtidos aqui podem colaborar para a inserção de nossa comunidade filosófica nacional nesses debates realizados em outras partes do mundo.

O grande volume de publicações recentes a respeito da temática, como podemos atestar acima, explica algumas ausências no presente trabalho. Em especial, não foi possível abordar contribuições específicas no campo da filosofia da biologia, tal como a de Sandra Mitchell (2002), bem como as teorias da normalidade, tal como a de Wolfgang Spohn (2014). As delimitações teóricas que realizamos levaram em conta a tentativa de percorrer as principais teorias que propõem abordagens generalistas ao problema das leis *ceteris paribus*, isto é, não enfatizamos as propostas que apresentam estudos de caso ou análises específicas de leis em determinados domínios da ciência. Ainda que tais estudos possuem a mais alta relevância, não seria possível englobá-los no escopo do presente trabalho.

Em alguma medida, o trabalho desenvolvido aqui é uma continuidade da pesquisa desenvolvida ao longo do Mestrado, que resultou na dissertação *Realismo nomológico e os problemas da identificação e inferência* (CANI, 2017). Nesse trabalho, o objeto de estudo compreende as leis científicas, de maneira geral. Aqui, delimitamos o foco de análise sobre as leis científicas *ceteris paribus*.

A compreensão filosófica das leis-cp implica alguns desafios, por exemplo: (i) a ciência é, de fato, capaz de formular leis estritas, ou todas as suas leis possuem caráter *ceteris paribus*? (ii) como definir as condições de verdade dos enunciados que expressam leis-cp? (iii) de que modo esse tipo de lei é testado? Essas três perguntas se referem, respectivamente, a três áreas da filosofia, que definem classes específicas de questões filosóficas, a saber: (i) filosofia da ciência, (ii) semântica, (iii) epistemologia. A abordagem adotada ao longo de nosso texto pretende tratar esses âmbitos de forma integrada, a partir de uma investigação da natureza das leis e de suas condicionantes. Trata-se, portanto, de uma abordagem própria da metafísica da ciência, visto que buscamos formular uma concepção unificada de lei *ceteris paribus* capaz de iluminar a compreensão que possuímos da investigação científica.

Isso posto, o objetivo deste trabalho consiste em formular uma concepção capaz de solucionar os problemas envolvidos no entendimento das leis *ceteris paribus*. Essa visão é elaborada a partir de reformulações ao realismo de capacidades proposto por Nancy Cartwright (1989; 1999), incorporando elementos da pragmática de modelos apresentada por Luiz Henrique Dutra (2021b). A abordagem pragmática, que pretendemos aplicar às leis-cp, compreende um tratamento que leva em consideração o *uso* dos conceitos (tais como “modelo” e “lei”) na prática científica. Nessa acepção, não há conflito entre a abordagem pragmática e a metafísica, já que esta se define pela procura da natureza do objeto de investigação, neste caso, as leis científicas. Isto é, sustentaremos que a adequada compreensão da natureza das leis se dá mediante considerações pragmáticas.

A fim de atingir a meta proposta, dividimos a tese em cinco capítulos. No primeiro, discutimos as contribuições seminais de três autores a respeito das leis *ceteris paribus*, com o intuito de delimitar os problemas a serem tratados no trabalho, a saber: Nancy Cartwright, Carl Hempel e Marc Lange. Na influente obra *How the Laws of Physics Lie*, Cartwright (1983) argumenta que verdade e poder explicativo são duas virtudes inversamente proporcionais, isto é, o poder explicativo usualmente atribuído às leis fundamentais da física faz com que elas sejam falsas a respeito dos fenômenos, mas verdadeiras a respeito de objetos no interior de modelos científicos. Isso levou alguns autores a concluírem que Cartwright sustenta que não há leis estritas na ciência, somente leis-cp (ver EARMAN; ROBERTS, 1999). Sustentamos que esta inferência resulta de uma má interpretação, porém concluímos que a *aplicação* de todas as leis científicas envolve lidar com cláusulas *ceteris paribus*. Essa conclusão é corroborada por nossa análise do artigo “Provisos”, no qual Hempel (1988) defende que a função inferencial das leis científicas não pode ser exercida sem a presença de

determinados condicionantes. Por fim, abordamos o artigo “Natural laws and the problem of provisos”, no qual Lange (1993) propõe um dilema destrutivo para as teorias que tentam explicar as condições de verdade das leis-cp. Segundo o autor, o enunciado “*ceteris paribus*, todos os *A* são *B*” pode ser interpretado de duas maneiras: caso seja lido sem a cláusula-cp, o enunciado se torna falso, visto que existem objetos *A* que não são *B* (isto é, há exceções à lei). Por outro lado, se introduzirmos a cláusula, o seu caráter vago faz com que o enunciado seja trivialmente verdadeiro, correspondendo a “Todos os *A* são *B*, exceto aqueles que não o são”. Veremos que este dilema acompanhará todas as teorias que discutiremos ao longo da tese.

No segundo capítulo, tratamos da teoria dos *melhores sistemas melhorados*, que busca reformular a teoria do *melhor sistema*, proposta por David Lewis (1973). Na teoria original, as leis da natureza são definidas como os axiomas e teoremas pertencentes ao sistema dedutivo ideal que melhor combina as qualidades de simplicidade, força dedutiva e ajuste. Com o intuito de acomodar as leis-cp, notadamente as leis das chamadas ciências especiais, os autores Jonathan Cohen e Craig Callender (2009) flexibilizam os requisitos da teoria para permitir a elaboração de vários sistemas, cada um deles baseado num sistema de predicados próprio de determinada área da ciência. Com isso, são admitidos vários “melhores sistemas”, um para cada área da ciência. Além dessa concepção, analisamos também a teoria de Markus Schrenk (2014), que possui algumas variações com relação à proposta de Cohen e Callender. Contudo, argumentamos que ambas as teorias possuem limitações importantes, especialmente advindas de uma concepção muito estreita de lei científica, devido ao seu compromisso com uma forma estrita de regularismo de inspiração humeana.

O terceiro capítulo é dedicado à discussão das abordagens baseadas nas ideias de *estabilidade contrafactual* e *invariância*. Primeiramente, apresentamos a teoria da estabilidade de Marc Lange (2000, 2009), segundo a qual as leis científicas definem o único conjunto de proposições que exhibe estabilidade, isto é, que permanece verdadeira diante de todos os cenários fisicamente possíveis. Sustentamos que a concepção de Lange propõe boas intuições a respeito da dimensão pragmática das leis, ideias que aproveitamos no capítulo 5. Contudo, avaliamos que, de maneira geral, o compromisso de Lange com a semântica de contrafactuais compromete a eficácia de sua teoria. Ainda neste capítulo, analisamos a teoria das generalizações invariantes de Christopher Hitchcock e James Woodward (2003a, 2003b). O grau de invariância de uma generalização é definido pelo domínio de intervenções que podem ser realizadas nas variáveis de uma função de modo a ela permanecer verdadeira. Com efeito, aproveitamos alguns aspectos desta teoria para apresentar nossa concepção, mas

consideramos que um de seus pontos negativos consiste no fato de que os autores substituem o conceito de lei *ceteris paribus* pelo de generalização invariante, o que não consideramos como a melhor opção.

A perspectiva do realismo disposicional é apresentada e discutida no quarto capítulo. Em linhas gerais, o disposicionalismo é baseado na alegação de que ao menos parte das propriedades instanciadas por objetos ou sistemas possui natureza disposicional, isto é, estão intrinsecamente ligadas à disposição para manifestar determinados efeitos nas circunstâncias apropriadas. De fato, há muitas teorias disposicionalistas em formulação na filosofia da ciência atual. Contudo, enfatizamos as propostas de Nancy Cartwright (1989; 1999) e Andreas Hüttemann (2014), tendo em vista que consideramos que estas propostas evidenciam satisfatoriamente aspectos relacionados à metodologia e à prática científica, o que não ocorre em todas as abordagens disposicionalistas. Argumentamos que a principal vantagem do disposicionalismo, no que se refere ao tema das leis *ceteris paribus*, consiste na reconstrução das leis-cp como leis estritas que descrevem as disposições instanciadas por objetos e sistemas de interesse científico.

Em que pese o fato de considerarmos o realismo disposicional como uma perspectiva promissora para compreender as leis *ceteris paribus* no interior de uma abordagem unificada sobre a metafísica da ciência, há lacunas importantes nesta teoria que precisam ser preenchidas. Sustentamos que a principal desvantagem exibida pelas propostas de Cartwright e Hüttemann consiste na incerteza a respeito da identidade das propriedades disposicionais. Por isso, o quinto capítulo é dedicado a elaborar uma reformulação da visão disposicionalista sobre as leis-cp. Isso é feito a partir de considerações pragmáticas, inspiradas na abordagem de Luiz Henrique Dutra (2021b). Nessa perspectiva, formulamos uma versão de realismo disposicional que leva em conta critérios de identificação e de individuação, aplicados pragmaticamente, para o estabelecimento da identidade das propriedades disposicionais. Com isso, apresentamos uma concepção de lei *ceteris paribus* que integra elementos semânticos, metafísicos e epistemológicos.

1 – FALSAS OU TRIVIAIS? O PROBLEMA DAS LEIS *CETERIS PARIBUS*

“For these reasons, it requires much more evidence to establish an exception to one of the most general empirical laws than to the more special ones.”
(MILL, 1974[1843], Book III, Chapter XXII, §8).

1.1 INTRODUÇÃO

Denominamos leis *ceteris paribus* as leis científicas cuja validade e aplicação dependa, em algum sentido, de condicionantes tais como as exemplificadas acima. O objetivo deste capítulo, portanto, é compreender os problemas filosóficos envolvidos nessa denominação. Por isso, a seção 1.2 busca traçar um panorama geral do problema das leis *ceteris paribus*, envolvendo essa temática no debate mais amplo sobre as leis científicas, de maneira geral. Como veremos, um dos problemas salientes dessa discussão é delimitar a abrangência desse tipo de lei. Isto é, seriam as cláusulas *ceteris paribus* um problema presente apenas nas ciências sociais ou na psicologia, ou domínios como a física também devem se ocupar desse problema?

O dito de John Stuart Mill, escolhido como epígrafe para este capítulo, já indica uma resposta para essa questão. O autor chama a atenção para o fato de que decretar a ocorrência de uma exceção para as generalizações mais básicas e gerais da ciência requer evidências robustas, ao passo que as exceções são observadas mais facilmente para as generalizações circunstanciais e pouco estáveis. Seguindo essa linha de raciocínio, não atribuiremos o caráter *ceteris paribus* às leis mais básicas da ciência, isto é, às leis fundamentais da física (ainda que tenhamos algo a dizer sobre a presença de condicionantes na sua aplicação). Por outro lado, no que se refere às leis fenomenológicas da física e às leis das demais ciências, veremos o caráter *ceteris paribus* aparecendo com toda a sua força.

Além de traçar um panorama dos problemas envolvendo leis *ceteris paribus*, buscaremos propor, também, algumas indicações que visem a resolver essas questões. Por isso, a seção 1.3 tem como objetivo definir uma classificação das diferentes leis *ceteris paribus*. Como veremos, existem leis exclusivas e comparativas, sendo que cada uma delas conduz a inquietações particulares. Isso posto, nas seções 1.4, 1.5 e 1.6, discutiremos as contribuições seminais de três autores indispensáveis para compreender a temática das leis *ceteris paribus*, a saber: Nancy Cartwright, Carl Hempel e Marc Lange. Especial ênfase será concedida ao dilema destrutivo proposto por Lange, segundo o qual as teorias filosóficas que

buscam explicar as leis *ceteris paribus* são pressionadas a duas opções indesejáveis: ou bem essas leis são falsas, ou são trivialmente verdadeiras, isto é, vagas.

A última seção do capítulo, pois, terá como objetivo elaborar uma sistematização dos problemas analisados em três grupos de aspectos, quais sejam: aspectos *semânticos*, *metafísicos* e *epistemológicos*.

1.2 FORMULANDO O PROBLEMA

Uma maneira possível de se referir às leis *ceteris paribus* (leis-cp) é denominá-las leis científicas *com exceções*. Dessa forma, as leis-cp são vistas como opostas às *leis estritas*, compreendidas como generalizações que não admitem exceções. É o caso da equação abaixo, pilar fundamental da mecânica clássica:

$$(1) F(x, t) = m(x) \cdot a(x, t) = m \frac{d^2}{dt^2} s(x, t) \quad (\text{segunda lei de Newton})$$

A equação acima, derivada da segunda lei de Newton, estabelece que a força resultante F aplicada a um sistema equivale ao produto entre a massa m do sistema e sua aceleração a , sendo esta obtida a partir da derivada segunda da função horária de posição $s(x, t)$. Trata-se de uma lei estrita, uma vez que pode ser aplicada a qualquer sistema dotado de massa. Naturalmente, alguém poderia argumentar que a lei (1) possui exceções, justamente aquelas descritas pela teoria da relatividade e pela mecânica quântica. Nesse caso, bastaria substituir (1) pelas suas equivalentes nessas teorias, e esta substituta seria uma lei estrita. Sem perda de generalidade, portanto, referimo-nos à lei acima como uma lei estrita para os fins da discussão que ora realizamos.

Associada à distinção entre leis estritas e leis *ceteris paribus*, aparece frequentemente a ideia de que as leis estritas só existem na Física. Assim, as demais ciências – em particular, as chamadas *ciências especiais*, como a psicologia, a epidemiologia ou as ciências sociais – poderiam, no máximo, formular leis-cp. Como veremos ao longo do trabalho, essa visão não é unânime. Por um lado, é possível defender que *todas* as leis científicas (inclusive as da física) são leis-cp. Nessa perspectiva, alguns dos argumentos de Cartwright (1983) e Hempel (1988) fizeram com que ambos fossem considerados representantes dessa visão, embora defendamos que este não seja o caso. Por outro lado, há perspectivas que sustentam a inviabilidade das leis *ceteris paribus* em geral. Nessa linha de raciocínio, as ciências especiais seriam capazes de

formular generalizações com poder explicativo, mas faltaria a elas as características necessárias para merecerem o título de *leis* científicas. Estas, estritas, só seriam encontradas na física fundamental (ver EARMAN; ROBERTS, 1999).

As considerações acima apontam para o fato de que a discussão a respeito das leis-*cp* possui consequências importantes para o modo como são compreendidas as explicações nas ciências especiais.² Podemos dizer que as investigações realizadas por autores como Davidson (1980) e Fodor (1991) a respeito da viabilidade das leis psicológicas moldaram, em alguma medida, o debate sobre leis *ceteris paribus*. O que está em jogo nas análises realizadas por esses autores é o estatuto nomológico de generalizações como “*ceteris paribus*, as ações das pessoas são orientadas a fins” (FODOR, 1987, p. 13)³ ou “*ceteris paribus*, a frustração leva à agressividade” (SCHURZ, 2002, p. 353). Trata-se de enunciados exemplares do tipo de generalização que poderia possuir função explicativa em domínios como a psicologia. No entanto, parece razoável supor que essas generalizações – se interpretadas de modo estrito – admitem exceções, uma vez que a própria psicologia fornece uma série de contraexemplos ao que elas afirmam. O problema que se impõe nesse cenário é o seguinte: seria razoável contar esse tipo de enunciado como lei, já que as generalizações apontadas por eles admitem exceções? Em contrapartida, caso não sejam considerados leis, de que modo compreender o papel explicativo que tais enunciados exercem (ou podem exercer) em seus respectivos domínios?

De modo a responder às questões acima, é preciso arregimentar a forma como se interpreta a cláusula *ceteris paribus* em suas diferentes ocorrências, a fim de determinar as características e os limites das explicações formuladas com base em generalizações desse tipo. Para abordar essa tarefa, vejamos três exemplos de leis científicas (ou generalizações explicativas) em que as cláusulas *ceteris paribus* aparecem com diferentes sentidos.

Em primeiro lugar, consideremos a *lei de Snell-Descartes*, parte importante da explicação da óptica geométrica para os fenômenos de refração da luz e de outras ondas. De

² Como destaca Fodor (1974, p. 97), a expressão “*ciências especiais*” tem origem na tese positivista segundo a qual todas as teorias científicas formuladas pelas diversas áreas da ciência seriam, em última análise, reduzidas à física. No entanto, o uso do termo “*ciências especiais*” pela tradição filosófica tem se distanciado da sua ligação com a tese positivista. De modo geral, essa expressão aparece na literatura, assim como neste trabalho, para designar as especialidades científicas que diferem da física, com especial ênfase nas ciências da vida, na psicologia e nas ciências sociais.

³ A rigor, utilizamos a expressão “ação orientada a fins” para resumir o tipo de generalização *ceteris paribus* formulada por Fodor, a saber: se um sujeito x quer P , se ele acredita que P só ocorre se Q ocorrer e se acredita, ainda, que está em seu poder promover a ocorrência de Q , então x irá (*ceteris paribus*) tentar promover a ocorrência de Q . Fodor comenta que “o senso comum parece claramente considerar que algo nessa linha é verdadeiro e que sustenta contrafactuais.” (1987, p. 13).

acordo com essa lei, caso um raio de luz se propague na interface entre dois meios *isotrópicos* A e B , com índices de refração⁴ n_A e n_B , então a relação entre a direção de propagação do raio luminoso obedecerá à fórmula

$$(2) \frac{\text{sen}\theta_A}{\text{sen}\theta_B} = \frac{n_B}{n_A} \quad (\text{lei de Snell-Descartes})$$

em que θ_A e θ_B são, respectivamente, os ângulos de incidência e de refração do raio luminoso, definidos a partir da direção ortogonal à interface entre os dois meios de propagação.

A lei de Snell-Descartes pode ser descrita como uma lei *ceteris paribus* em razão do requisito de que os meios A e B sejam isotrópicos, isto é, A e B devem ser meios em que a velocidade de propagação da luz seja a mesma para qualquer direção em que a luz se propague. Para casos em que os meios são anisotrópicos – ou seja, a maioria dos casos de refração observados em condições não controladas – o processo de refração produz mais de um raio luminoso, de modo que a equação (2) não pode ser aplicada diretamente. A cláusula *ceteris paribus*, portanto, define limites à aplicação bem-sucedida da lei. Ainda assim, parece que a lei de Snell-Descartes possui alguma função explicativa relevante também para os casos não cobertos por ela. Esse ponto é observado por Cartwright (1983, p. 45-48) em seu extenso exame sobre o papel explicativo dessa lei. Segundo a autora, a ideia de que os ângulos de refração devem ser explicados em termos dos ângulos de incidência é um pressuposto derivado da lei de Snell-Descartes que acaba se aplicando também aos meios anisotrópicos.

O segundo exemplo que consideraremos é um par de leis, a saber, a *lei da oferta* e a *lei da demanda*. Segundo os princípios da econometria,

- (3) se a oferta (demanda) por uma mercadoria for mantida constante e a demanda (oferta) por ela aumentar/diminuir, então os preços de equilíbrio serão mais altos/baixos.

A forma mais precisa dessa lei envolve um sistema linear de duas equações: a primeira incluindo as variáveis oferta e preço; a segunda, demanda e preço. Para que o mercado esteja em equilíbrio, ambas as equações precisam ser solucionadas simultaneamente.

⁴ O índice de refração de um meio óptico é um valor numérico maior ou igual a 1, sendo determinado pela relação $n = (c/v)$, em que c corresponde à velocidade da luz no vácuo e v corresponde à velocidade da luz no meio em questão.

Desse modo, podemos dizer que a lei da oferta e da demanda consiste numa lei reconhecidamente *ceteris paribus*, uma vez que sua aplicação às economias reais exige que haja semelhança entre os casos reais e os pressupostos dos modelos econômicos com respeito a diversos fatores.⁵ Primeiramente, é preciso que os sistemas econômicos estejam em equilíbrio, como dissemos acima. Além disso, os agentes econômicos devem se comportar de modo racional; não pode haver interferências das agências econômicas do governo; dentre outras condicionantes.

Uma primeira comparação entre a lei de Snell-Descartes e a lei de oferta e demanda, com relação à cláusula *ceteris paribus*, mostra algumas semelhanças e diferenças. Em ambos os casos, o uso da cláusula aponta para um conjunto de condições que devem ser satisfeitas para que a lei possa ser corretamente aplicada a casos concretos. Apesar disso, o segundo exemplo, assim como o primeiro, possui papel explicativo relevante em casos não cobertos pela cláusula *cp*. Dessa forma, basta considerarmos o grau de generalidade da lei de oferta e demanda nas ciências econômicas. Entretanto, a diferença entre ambos os exemplos reside no fato de que, para a refração, parece ser mais fácil afastar os casos indesejados, isto é, aqueles que não caem sob o escopo da lei. Já no caso da economia, a lista de fatores que tornariam a lei inaplicável é mais extensa. Em última análise, controlar e prever quais são os meios pelos quais determinado raio luminoso irá se propagar parece uma tarefa com limites mais bem definidos do que controlar e prever o comportamento de agentes econômicos, mercados e incentivos governamentais, que estão sujeitos a uma série de estímulos conflitantes.

Voltaremos a essa discussão mais adiante, quando abordarmos as tentativas de classificação das leis *ceteris paribus*. Por ora, enfatizamos esse aspecto porque ele parece ser uma das razões pelas quais se considera a questão das leis *ceteris paribus* como um problema mais agudo para as ciências especiais do que para a física. Afinal, o grau de dificuldade em listar e controlar os fatores capazes de interferir nas previsões feitas pelas leis de um campo científico pode ser considerado um fator que permite classificar a maturidade de tais leis e, assim, do campo em questão. Logo, a física estaria numa posição privilegiada por ser capaz de fornecer métodos matemáticos para modelar e controlar os fatores interferentes de modo exaustivo (ou, pelo menos, de modo mais completo do que nas ciências especiais).

⁵ A esse respeito, ver a análise empreendida por Cartwright (1989, p. 150-153), que destaca a influência de fatores tais como a propaganda para a implementação dos modelos econométricos que levam em conta a oferta e a demanda por um produto.

Esse contraste é ilustrado por muitas das relações causais que são relevantes no âmbito das ciências especiais. Nesse sentido, o terceiro exemplo que enfatizaremos é o seguinte:

(4) fumar causa câncer de pulmão.

Trata-se de um caso classicamente mencionado nos estudos sobre causalidade e leis *ceteris paribus* (EARMAN; ROBERTS; SMITH, 2002, p. 295; CARTWRIGHT, 2007a, p. 258-260), visto que uma série de fatores podem ser enfatizados a partir de sua análise. Para nossos propósitos, interessa ressaltar o fato de que deve haver uma cláusula *ceteris paribus* implícita ao enunciado (4) a fim de que ele seja verdadeiro. Afinal, parece razoável supor que nem todas as pessoas fumantes cheguem a desenvolver câncer de pulmão. O que se quer dizer com o enunciado acima é que há uma relação causal genuína entre o hábito de fumar e o desenvolvimento de câncer de pulmão, de modo que podemos classificar alguma versão do enunciado acima como uma lei causal. Para retornar à discussão que iniciamos acima, sobre as diferenças entre o uso de cláusulas *ceteris paribus* nas ciências especiais e na física, temos aqui mais um exemplo em que a tarefa de listar todas as condições nas quais o antecedente (*fumar*) não seja seguido pelo conseqüente (*desenvolvimento de câncer de pulmão*) é extremamente difícil e complexa. Pelo menos, devemos dizer que se trata de uma tarefa mais complicada do que a de classificar os casos em que a refração de um raio de luz produz dois raios em vez de um.

O que esses exemplos nos mostram é que a compreensão do papel explicativo das leis *ceteris paribus* nos diferentes campos científicos está envolvida em uma série de problemas. Em primeiro lugar, como definir o *conteúdo empírico* dessas leis, considerando que elas são válidas somente quando ‘tudo o mais é constante’, porém são aplicadas a casos que fogem a esse escopo? Em segundo lugar, é possível determinar uma lista completa das condições de verdade para as leis-cp, particularmente nas ciências especiais? Mais do que isso, seria essa lista uma condição necessária para a compreensão da sua aplicabilidade? Terceiro, as ocorrências da cláusula *ceteris paribus*, em diferentes domínios, significam sempre a mesma coisa? Quais generalizações *ceteris paribus* merecem o estatuto de *lei*? Por fim, seriam as leis-cp um problema exclusivo das ciências especiais?

Como ponto de partida para nossa investigação a respeito das problemáticas elencadas acima, tomaremos como referência as contribuições de Nancy Cartwright (1983),

Carl Hempel (1988) e Marc Lange (1993), autores que moldaram o modo como as questões relativas às leis *ceteris paribus* foram pensadas e discutidas na filosofia da ciência contemporânea. Nas seções 1.3, 1.4 e 1.5, analisaremos as contribuições dos três autores mencionados, com o objetivo de contextualizar a formulação do *dilema destrutivo* de Lange, segundo o qual as leis-cp acabam por se revelar ou falsas ou trivialmente verdadeiras.

Antes de passarmos ao exame das proposições de cada um dos autores supracitados, convém ressaltar as possíveis respostas ao problema da abrangência das leis *ceteris paribus*, já abordado anteriormente. Além disso, cumpre delimitar os diferentes tipos de leis *ceteris paribus*, com o intuito de orientar nossa análise. Os tipos de leis-cp serão discutidos na seção seguinte. Passemos, portanto, à questão da abrangência. Sabemos que é possível considerar que as leis-cp ocorrem somente nas ciências especiais, bem como que elas também ocorrem na física ou, ainda, que sua formulação seja impossível. Tomaremos essas possíveis respostas como ponto de referência para avaliar as teorias que discutiremos mais adiante. Nesse sentido, a tipologia proposta por Markus Schrenk (2007a, p. 10-11) é útil para uma compreensão mais detalhada:

- (A) *Ceticismo radical*: segundo essa visão, as leis fundamentais da física são estritas – isto é, não admitem exceções – e as ciências especiais não são capazes de formular leis, apenas regras explicativas. Nessa perspectiva, pode-se tanto considerar que (i) as ciências especiais não possuem a maturidade suficiente para formular leis ou que (ii) essa formulação não seja condizente com os objetivos dessas ciências. Como veremos, Earman e Roberts (1999) defendem o ceticismo radical.
- (B) *Visão moderada*: também afirma que as leis fundamentais da física são estritas, mas acredita que as generalizações produzidas pelas ciências especiais mereçam o estatuto de leis. Em outros termos, essa visão defende a viabilidade das leis *ceteris paribus* nas ciências especiais. Autores que defendem essa visão são Lange (2002; 2005) e Mitchell (2000).
- (C) *Ceteris paribus até o final*: utilizando a metáfora que organiza as diferentes ciências numa escala vertical, em que o andar mais baixo é ocupado pela física fundamental e os andares superiores pelas ciências sociais, Schrenk denomina essa visão como aquela que considera que todas as leis, desde os andares

superiores até os inferiores sejam leis *ceteris paribus*.⁶ Assim, os autores que defendem essa posição procuram formular teorias capazes de interpretar as cláusulas para as leis de todas as ciências. Como defensores dessa perspectiva, Schrenk menciona autores como Cartwright (1999) e Harré (1993), bem como Pietroski e Rey (1995). Além disso, é possível inferir que a leitura feita por Lange (1993) dos argumentos de Hempel (1988) colocam o último como representante dessa visão. Entretanto, sustentaremos nas seções seguintes que a classificação de Cartwright e Hempel como defensores da visão *ceteris paribus até o final* merece algumas ressalvas.

Essa sistematização será um ponto de referência importante para nosso trabalho. Ela se relaciona intimamente ao problema de determinar se todas as leis-*cp* são iguais, isto é: seria correto afirmar que o significado das cláusulas *ceteris paribus* é sempre o mesmo, nas diferentes leis em que tais condicionantes ocorrem? Discutiremos esse aspecto na próxima seção.

1.3 TENTATIVAS DE CLASSIFICAÇÃO

Os exemplos de (1) a (4), que discutimos anteriormente, mostram leis científicas de diferentes áreas e com distintas aplicações. Enquanto (1) se refere a uma lei fundamental da física (e, portanto, estrita), o caso (2) diz respeito a uma lei fenomenológica, que tem como objetivo a descrição do comportamento de sistemas de um determinado tipo. Dadas as condições que devem ser satisfeitas por esse sistema, (2) requer uma cláusula *ceteris paribus*. De modo análogo, tanto a lei da oferta e da demanda, representada em (3), como a generalização causal sobre a influência do fumo no desenvolvimento de câncer, expressa em (4), exigem condições específicas para sua aplicação. Os exemplos (3) e (4) se referem a generalizações *ceteris paribus* nas ciências especiais, conforme o sentido que demos a esta expressão na seção anterior.

O fato de que as cláusulas *ceteris paribus* ocorrem em âmbitos tão diversos das ciências exige um esforço para sistematizar as semelhanças e diferenças entre cada uma dessas ocorrências. Nesse sentido, esta seção será dedicada à discussão de duas tipologias

⁶ A expressão utilizada por Schrenk é “*ceteris paribus all the way down to fundamental physics*”, de modo que essa visão é muitas vezes referida simplesmente como a visão *all the way down*.

para as leis-cp. A primeira delas, proposta por Earman e Roberts (1999) diz respeito aos diferentes sentidos do uso das cláusulas *ceteris paribus* nas leis, a saber: *redundante*, *impróprio*, *fraco* e *forte*. A segunda tipologia que analisaremos incide sobre as próprias leis-cp, isto é, Schurz (2002) propõe a distinção entre leis-cp *comparativas* e leis-cp *exclusivas*. A análise dessas propostas será útil para sistematizar a discussão que empreenderemos ao longo deste trabalho.

Primeiramente, consideremos a proposta de Earman e Roberts (1999). Cumpre ressaltar que, apesar de estudarem o problema das leis-cp de modo extenso e cuidadoso, os autores consideram este como um *pseudoproblema*. Em linhas gerais, o objetivo deles é demonstrar, por meio da análise pormenorizada dos diferentes usos da expressão *ceteris paribus* – que não é possível formular leis-cp genuínas. Portanto, as explicações científicas ou são realizadas por leis estritas ou, quando um campo não é capaz de formular tais leis, por meio de outro tipo de generalização. Os autores explicam essa postura afirmando que “[...] quando apenas ‘leis *ceteris paribus*’ estão disponíveis, então qualquer propósito científico que esteja sendo cumprido [...] não exige a presença de leis.” (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 470).⁷

Essa constatação nos ajuda a compreender os quatro tipos de uso das cláusulas *ceteris paribus* catalogados pelos autores. Primeiramente, Earman e Roberts propõem um sentido *redundante* (*lazy*)⁸. Numa generalização do tipo “*ceteris paribus*, todos os Fs são Gs”, a cláusula-cp é tida como redundante se ela expressar um conjunto de condições que possa ser descrito de modo explícito, mas que aparece resumido na expressão *ceteris paribus* apenas para fins de síntese ou de conveniência. Para os autores, as leis da física que tratam de sistemas fechados, tais como a lei da dilatação dos sólidos, apresentam cláusulas-cp redundantes. A consequência do uso redundante de uma cláusula-cp é que isso as torna elimináveis, pois os físicos – se quiserem – são capazes de incorporar o conteúdo da cláusula explicitamente no enunciado da lei (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 461). Na seção seguinte, faremos um contraponto a esse entendimento com base nas ideias de Cartwright (1983).

O segundo uso das cláusulas *ceteris paribus* catalogado pelos autores é o *impróprio*. Segundo Earman e Roberts, esse uso ocorre quando se enunciam leis físicas sobre forças

⁷ As citações diretas realizadas ao longo deste trabalho foram traduzidas de Língua Inglesa para Língua Portuguesa por mim. Além disso, todas as citações foram mantidas inalteradas com relação aos grifos, ou seja, todos os grifos, quando aparecem, são grifos que constam nos textos originais.

⁸ A tradução de “*lazy*” por “redundante” segue mais o sentido filosófico da proposta de Earman e Roberts do que o sentido gramatical do termo. Afinal, o caráter distintivo do uso descrito pela expressão “*lazy*” é o fato de que as cláusulas *ceteris paribus* podem ser eliminadas e, nesse sentido, trata-se de um uso redundante.

componentes e se quer atentar para o fato de que, se houver outras forças atuando no sistema, o valor da força total não corresponderá ao valor daquela componente específica. Por exemplo, ao enunciar a Lei de Coulomb com uma cláusula *ceteris paribus* para sinalizar que, caso haja outras interferências, a atração elétrica entre cargas não resultará num movimento de atração entre ambas, o uso da cláusula é tido como impróprio. Segundo os autores, esse uso “[...] está fora de lugar aqui, porque o que os físicos buscam afirmar é a lei estrita não-qualificada de que duas cargas de sinal oposto sempre exercerão uma força elétrica uma sobre a outra da maneira indicada pela equação.” (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 462). Ao longo das seções seguintes, argumentaremos que a ocorrência de cláusulas *ceteris paribus* impróprias nos autoriza a suspeitar da afirmação de que estas leis sejam, elas mesmas, leis-cp. No entanto, percorrendo caminhos não explorados por Earman e Roberts, sustentaremos que a aplicação dessas leis não pode prescindir das cláusulas *ceteris paribus*, o que trará consequências epistemológicas interessantes.

Além dos usos *redundante* e *impróprio*, os autores consideram a possibilidade de dois usos não-redundantes e próprios, quais sejam: um sentido *fraco* e um *forte*. Considerando uma generalização-cp – pertencente a determinada teoria dentro das ciências especiais – com a forma “*Ceteris paribus, p*”, os autores ponderam que este uso da cláusula é *fraco* caso a generalização preencha duas condições, quais sejam: *p* deve ser verdadeira para uma classe relevante de eventos e não deve ser possível produzir sistematicamente eventos que tornem a *p* falsa. Pensando no exemplo (4), discutido anteriormente, teríamos o seguinte: a cláusula-cp em “*Ceteris paribus, fumar causa câncer de pulmão*” possui sentido *fraco* se houver uma classe relevante de eventos que atestem essa relação causal corretamente e se não houver nenhuma maneira sistemática de impedir deliberadamente essa ocorrência, como a administração de uma droga que automaticamente faça os indivíduos fumantes não desenvolverem câncer de pulmão. Para que o uso da cláusula na generalização em questão tenha sentido *forte*, é preciso que, além das condições para o uso *fraco*, *p* seja “[...] aproximadamente verdadeira para a maioria das suas aplicações pretendidas” (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 463).

Consideramos elogiável a tentativa de Earman e Roberts em sistematizar os usos *fraco* e *forte* das cláusulas *ceteris paribus*, mas acreditamos que a vagueza das expressões “aproximadamente verdadeira” e “maioria das aplicações pretendidas” obscurece as boas intenções dos autores. Talvez a análise proposta por Schurz (2002) possa ajudar a jogar luz sobre alguns desses aspectos. De acordo com a tipologia proposta pelo autor, as leis *ceteris*

paribus podem ser *comparativas* ou *exclusivas*. As leis exclusivas, por sua vez, se dividem entre *definidas* e *indefinidas*. Vejamos cada uma delas alternadamente.

As leis-cp *comparativas* são caracterizadas por Schurz como leis funcionais em que determinados fatores externos não são excluídos, mas mantidos constantes. Alguns exemplos citados por Schurz (2002, p. 351) são a lei de Gay-Lussac – que afirma que, para valores de pressão constantes, o aumento (diminuição) da temperatura de um gás leva a um correspondente aumento (diminuição) no volume deste gás – bem como generalizações correlacionando ingestão de álcool e aumento da probabilidade de acidentes. Neste último caso, a lei é comparativa porque a ocorrência da correlação exige que se comparem duas situações em que todos os fatores com exceção da ingestão de álcool sejam mantidos constantes.

Por outro lado, as leis-cp *exclusivas* são definidas da seguinte forma:

Uma *lei-cp exclusiva* afirma que determinado estado ou tipo de evento expresso por um predicado *Ax* (possivelmente complexo) leva a outro estado ou tipo de evento *Cx desde que* influências perturbadoras estejam *ausentes*. [...] Portanto, uma cláusula-cp exclusiva não requer apenas que se mantenham constantes todos os outros fatores causalmente interferentes; antes, ela *exclui* a presença de fatores causalmente *interferentes*. (SCHURZ, 2002, p. 352).

Exemplos de leis-cp exclusivas são as generalizações que citamos no início da seção anterior, tais como “*ceteris paribus*, as ações humanas são orientadas a fins” ou “*ceteris paribus*, frustração leva à agressividade”. Além disso, também caem sob o escopo dessa classificação os exemplos (2) e (4), a saber, a lei de Snell-Descartes, sobre refração, e a lei causal sobre fumar e câncer de pulmão. Já a lei da oferta e da demanda – exemplo (3) – é considerada por Schurz (2002, p. 353) como um caso de lei-cp *mista*, isto é, tanto comparativa quanto exclusiva. Afinal, o caráter comparativo se dá no requisito de que a oferta seja mantida *constante* para que se observe a relação funcional entre demanda e preço. Por outro lado, o evento de aumento na demanda só será seguido pelo evento de aumento no preço se forem *excluídos* outros fatores causalmente interferentes, como uma crise econômica ou um desastre natural.

Dessa forma, são as leis-cp comparativas que correspondem ao significado literal da expressão “todo o mais sendo constante” (“*all else being equal*”), enquanto as leis-cp exclusivas podem ser interpretadas por meio das expressões “todo o mais estando correto”

(“*all else being right*”) (CARTWRIGHT, 1983, p. 45). Por isso, num artigo posterior, Schurz (2014) passa a denominar como leis *ceteris paribus* somente as leis-cp comparativas, enquanto as leis-cp exclusivas passam a ser denominadas leis *ceteris rectis*.⁹ Apesar dessa distinção, boa parte da discussão filosófica em torno das leis *ceteris paribus* se refere às leis exclusivas. Isso se dá pelo fato de que as leis exclusivas são preditivamente mais robustas, além do fato de que a exigência de que sejam excluídos determinados fatores interferentes é mais complexa, o que desperta maior interesse filosófico. Neste trabalho, mantivemos a nomenclatura usual e, ao falar em leis *ceteris paribus*, estaremos nos referindo às leis-cp exclusivas, mencionando a distinção quando necessário.

Outro ponto que reforça o interesse filosófico envolvido nas leis-cp exclusivas é a distinção entre leis-cp exclusivas *definidas* e *indefinidas*. Uma cláusula-cp é definida quando ela pode ser substituída por uma lista finita de possíveis fatores perturbadores que devem ser excluídos do antecedente da lei para que ela seja válida. Dessa forma, as leis definidas correspondem ao uso redundante da cláusula *ceteris paribus*, conforme a classificação de Earman e Roberts, citada anteriormente. De modo análogo, as leis-cp indefinidas, na classificação de Schurz, correspondem ao uso não-redundante e próprio das cláusulas-cp, isto é, trata-se dos casos em que não é possível estabelecer uma lista finita dos fatores interferentes a serem excluídos. Conforme salienta Schurz (2002, p. 360), as leis-cp exclusivas e indefinidas são aquelas que figuram no centro das inquietações filosóficas sobre o assunto, pois trazem os maiores desafios. Com efeito, o dilema destrutivo de Lange (1993), que discutiremos na seção 1.6, tem como alvo justamente as leis-cp exclusivas e indefinidas.

Ao longo desta seção, discutimos a tipologia dos usos das cláusulas *ceteris paribus* proposta por Earman e Roberts, além da classificação das leis-cp apresentada por Schurz. Nas seções seguintes, abordaremos as contribuições de Cartwright, Hempel e Lange para a discussão das leis-cp, o que nos permitirá adentrar algumas questões pendentes, a saber: em que medida os usos classificados por Earman e Roberts como redundante e impróprio implica aceitar que não haja leis-cp na física? Ademais, qual a abrangência das leis-cp exclusivas? Isto é, estariam elas presentes em todos os domínios científicos?

⁹ Há ainda um terceiro tipo de lei-cp exclusiva mencionado por Schurz, qual seja, as leis-cp exclusivas *nórmicas*. Esse termo se refere a formulações do tipo “*Normalmente*, eventos do tipo *A* levam a eventos do tipo *B*”. Naturalmente, a viabilidade desse tipo de lei envolve uma concepção precisa das condições de normalidade de uma determinada generalização, o que exige considerações estatísticas. As teorias da estabilidade e da invariância procuram cumprir essa tarefa, como veremos no capítulo 3.

1.4 NANCY CARTWRIGHT E AS LEIS DA FÍSICA QUE MENTEM

Sabemos que a física está repleta de idealizações que representam somente alguns aspectos da realidade ao mesmo tempo em que desconsideram outros. Por exemplo: massas pontuais sem dimensão; corpos carregados de massas desprezíveis; planos inclinados sem atrito e pêndulos ideais. Esse fato, evidente para todos aqueles que se debruçam a compreender a ciência, é levado às últimas consequências por Nancy Cartwright ao longo dos nove ensaios que compõem a obra *How the Laws of Physics Lie* (1983). Em linhas gerais, a autora argumenta que o alto poder explicativo das leis fundamentais da física requer que elas não sejam verdadeiras. Como evidência para sustentar essa conclusão, Cartwright demonstra que a atividade de explicação científica exige o uso de leis *ceteris paribus*.

Nosso objetivo, nesta seção, é discutir os argumentos de Cartwright a respeito do poder explicativo das leis, com vistas a identificar o impacto de suas ideias no debate acerca dos problemas apresentados nas seções anteriores. De modo particular, veremos que a recepção dos argumentos de Cartwright tem classificado a autora como uma defensora da tese segundo a qual todas as leis científicas são *ceteris paribus* – isto é, a visão (C) enunciada anteriormente (PIETROSKI; REY, 1995, p. 86-87; EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 455-456; SCHRENK, 2007a, p. 10-11). Ao discutir esse tema e elucidar nossa compreensão de que esse entendimento precisa ser mais bem qualificado, nosso objetivo não se limita a um interesse meramente exegético pelo pensamento de Cartwright, mas a um esclarecimento sobre em que consiste, de fato, a discussão sobre leis *ceteris paribus*.

Para compreender a contribuição de Cartwright a esse debate, precisamos ter em mente a distinção proposta por ela entre *leis fundamentais* (ou *teóricas*) e *leis fenomenológicas*. As primeiras consistem em equações basilares que definem objetos e conceitos altamente abstratos de uma teoria física, tais como a equação de Schroedinger ou a segunda lei de Newton – ver equação (1) acima. Tendo em vista que essas leis visam a descrever algum aspecto fundamental do comportamento dos objetos, e que isso as torna ideais, são exigidas mediações teóricas complexas a fim de aplicar as leis fundamentais às situações concretas no mundo. É nesse sentido que a autora afirma que “[...] as equações fundamentais não governam objetos na realidade; elas governam apenas objetos nos modelos.” (CARTWRIGHT, 1983, p. 129). Por outro lado, as leis fenomenológicas possuem objetivos distintos, pois buscam descrever aspectos do comportamento de determinado sistema físico com características bem conhecidas e específicas. Como veremos

posteriormente, a lei de Fresnel, no campo da óptica, é um bom exemplo de lei fenomenológica. Diferentemente das leis fundamentais, Cartwright (1983, p. 4) considera que as leis fenomenológicas podem ser verdadeiras a respeito dos fenômenos concretos, com algum grau de aproximação.

A tese principal de Cartwright sobre as leis é, portanto, que o *poder explicativo* das leis fundamentais da física não corrobora a crença de que tais leis sejam verdadeiras acerca das situações concretas explicadas por elas. Ao contrário, a análise do modo como as leis fundamentais se aplicam às situações reais demonstra que elas são, na realidade, *falsas*. Dado que as leis fundamentais se referem a situações idealizadas descritas pelos conceitos abstratos das teorias, as explicações teóricas em física procedem por aproximações e composições de causas. Em contrapartida, as únicas leis capazes de descrever situações reais satisfatoriamente são as leis fenomenológicas. Estas, por sua vez, são menos explicativas, devido às suas próprias características.

Em última análise, há uma espécie de tensão ou relação inversamente proporcional (*trade-off*) entre o *poder explicativo* e a *verdade* das leis (CARTWRIGHT, 1983, p. 59). Por um lado, as complexas leis fenomenológicas se aplicam apenas a casos muito particulares e, por essa razão, são capazes de descrever o que efetivamente ocorre nessas situações específicas. Por outro lado, as leis teóricas nos ajudam a compreender uma grande variedade de casos concretos. No entanto, se aplicadas diretamente a eles, as leis são literalmente falsas, uma vez que essas leis consistem em “[...] fórmulas abstratas que não descrevem quaisquer circunstâncias particulares” (CARTWRIGHT, 1983, p. 11). Ao afirmar que as leis teóricas da física são falsas, Cartwright se posiciona contra uma longa tradição em filosofia da ciência, representada pelos defensores do chamado modelo explicativo da cobertura por leis (*covering-law model*).¹⁰

Cartwright afirma que muitos filósofos, fascinados pelo alcance do modelo explicativo de cobertura por leis, passaram a defender uma forma de *ultra-realismo* (ainda que não corroborada pelos proponentes originais do modelo nomológico-dedutivo), definido

¹⁰ Trata-se do princípio que rege, por exemplo, o modelo nomológico-dedutivo da explicação científica (*D-N model*) proposto por Hempel (1965). Com efeito, uma explicação nomológico-dedutiva para um fenômeno consiste num argumento dedutivo no qual as premissas (*explanans*) contêm: (i) uniformidades descritas por leis gerais (as leis teóricas), e (ii) enunciados acerca de fatos particulares, i.e. condições de contorno (HEMPEL, 1965, p. 336). Embora Cartwright tome o modelo D-N como exemplar na maioria de seus argumentos sobre as leis, a autora afirma que suas conclusões são válidas também diante de outros modelos de explicação, como o da relevância estatística de Salmon e o modelo probabilístico da causação de Suppes (CARTWRIGHT, 1983, p. 44).

como a afirmação de que a verdade das leis fenomenológicas é *derivada* da verdade das leis mais fundamentais. Nas palavras da autora:

Uma longa tradição distingue entre leis fundamentais e fenomenológicas, favorecendo as fundamentais. As leis fundamentais são verdadeiras em si mesmas; as leis fenomenológicas o são apenas por causa de leis mais fundamentais. Essa visão incorpora um realismo extremo acerca das leis fundamentais de teorias explicativas básicas. Além de serem verdadeiras (ou poderem o ser, caso estejam corretas), elas são, em certo sentido, mais verdadeiras do que as leis fenomenológicas que elas explicam. (CARTWRIGHT, 1983, p. 100).

A fim de dissipar possíveis confusões a respeito da compreensão de Cartwright sobre as leis fundamentais e fenomenológicas, convém distinguir a posição defendida pela autora tanto do empirismo construtivo de van Fraassen (2007) quanto do realismo interno de Putnam (1981). No que tange ao realismo interno, Putnam considera que nenhuma proposição pode representar adequadamente fatos acerca da realidade. Em contrapartida, Cartwright alega que embora as leis fundamentais não sejam representativas, as leis fenomenológicas podem ser (CARTWRIGHT, 1983, p. 56). Por outro lado, a posição de Cartwright se afasta do empirismo construtivo de van Fraassen, centrado na ideia de observabilidade, à medida que a autora admite que estejamos justificados a postular a existência de entidades teóricas inobserváveis. Além disso, van Fraassen alega que a aceitação de uma teoria científica não nos compromete com a crença na verdade de suas leis, mas apenas com a crença na adequação empírica de seus modelos. Dito de outro modo, aceitar uma teoria implica, segundo o empirismo construtivo, acreditar que ela possui modelos que representem adequadamente os fenômenos observáveis. Todavia, Cartwright explicita em várias passagens que não considera a observabilidade como um critério relevante nem para o debate realismo/antirrealismo nem para a distinção entre leis fenomenológicas e fundamentais, ponto que nos interessa com mais ênfase (CARTWRIGHT, 1983, p. 2, 56, 100, 159-161).¹¹

Até aqui, abordamos a compreensão de Cartwright a respeito da distinção entre leis fenomenológicas e fundamentais. Para explicitar o que significa dizer que as leis da física mentem, passemos à análise da posição de Cartwright acerca da prevalência das cláusulas

¹¹ Além das diferenças mencionadas, cabe ressaltar que van Fraassen e Cartwright sustentam concepções opostas dos modelos científicos, o que impacta diretamente suas concepções acerca das leis. Enquanto van Fraassen defende a abordagem semântica das teorias, identificando-as a famílias de modelos compreendidos como estruturas conjuntistas, Cartwright sustenta a relativa independência entre as teorias e os modelos, sejam eles compreendidos como *simulacros* (1983) ou – especialmente – como *máquinas nomológicas* (1999). Para uma discussão mais ampla acerca da estrutura dos modelos em ambos os autores, ver Dutra (2021b, cap. 4 e 5).

ceteris paribus na aplicação das leis da física. A autora formula dois argumentos principais acerca desse tema. O primeiro diz respeito à inadequação do modelo explicativo de cobertura por leis e é ilustrado pela análise da lei de Snell-Descartes. O segundo diz respeito ao método explicativo de composição de causas, sendo ilustrado pelo caso da força de atração entre corpos dotados de massa e carga elétrica.

Passemos ao primeiro argumento. De acordo com Cartwright, a insuficiência do modelo de cobertura por leis é corroborada pelo fato de que a maioria dos fatos que possuem boas explicações teóricas em física não são cobertos por quaisquer leis verdadeiras. Um bom exemplo são os fenômenos de refração da luz, explicados pela *lei de Snell-Descartes* (CARTWRIGHT, 1983, p. 46ss), enunciada na seção anterior – ver equação (2). Como vimos, caso seja interpretada literalmente, a lei de Snell-Descartes é falsa para muitos dos fenômenos reais em que ocorre a refração, visto que a lei só funciona para meios *isotrópicos*. Quando a refração ocorre em meios *anisotrópicos*, são produzidos dois raios luminosos, de modo que a lei de Snell-Descartes não se aplica literalmente a esses casos. Logo, a lei de Snell-Descartes só será verdadeira se incluirmos uma cláusula *ceteris paribus* ao enunciado, dando origem a uma versão sofisticada da lei, a saber: “para quaisquer meios ópticos isotrópicos, os valores numéricos dos ângulos de incidência e de refração correspondem à relação expressa na equação (2)”.

O ponto enfatizado por Cartwright é que a inclusão do antecedente *ceteris paribus* faz com que a lei se aplique somente a situações muito específicas, diminuindo seu potencial explicativo. Essa consideração retoma a relação inversamente proporcional entre verdade e explicação, mencionada anteriormente. Ora, se tomarmos a lei de Snell-Descartes literalmente, ela é falsa acerca dos fenômenos. Ainda assim, os cientistas a utilizam para explicar o que ocorre em situações não cobertas pela lei, isto é, situações de refração em meios anisotrópicos. A conclusão de Cartwright é que o modelo de cobertura por leis não demonstra como é possível obter explicações a partir de leis *ceteris paribus*. Afinal, esse modelo depende da admissão do pressuposto de que todos os fenômenos da natureza – mesmo os mais complexos – sejam cobertos por leis verdadeiras (ainda que desconhecidas). Em outros termos, a perspectiva do modelo D-N faz com que a inteligibilidade da atividade explicativa dependa da suposição de que a natureza seja regular.¹² A esse respeito, Cartwright (1983, p. 49) argumenta: “Nós não sabemos se vivemos num universo ordenado ou

¹² No capítulo 4, veremos que, a partir da obra *The Dappled World* (1999), Cartwright passa a denominar essa pressuposição como *fundamentalismo*.

desordenado. Seja qual for o tipo de universo no qual vivamos, a atividade ordinária de fornecer explicações deve fazer sentido”.

O segundo argumento de Cartwright a favor da prevalência das cláusulas *ceteris paribus* na aplicação das leis da física consiste na apreciação do que a autora denomina “explicação por composição de causas” (CARTWRIGHT, 1983, p. 56ss). Trata-se de mais uma razão favorável à tese de que as explicações teóricas são incompatíveis com a verdade das leis fundamentais. Consideremos um sistema composto por dois corpos dotados tanto de *massa* como de *carga elétrica*. Com o intuito de fornecer uma explicação para a força observada entre os corpos, devemos recorrer a duas leis: a lei da gravitação universal – segundo a qual dois corpos massivos se atraem com uma força de magnitude igual a Gm_1m_2/r^2 – e a lei de Coulomb – segundo a qual dois corpos eletricamente carregados se atraem/repelem com uma força de magnitude igual a kq_1q_2/r^2 . Todavia, nenhuma das duas leis é verdadeira a respeito do caso descrito acima, já que o valor da força entre os corpos será o resultado da combinação entre a interação elétrica e a gravitacional. Desse modo, o único modo de tornar verdadeiras ambas as leis é incluindo cláusulas restritivas do tipo: caso não haja *outras* forças interferindo, quaisquer dois corpos dotados de massa (carga elétrica, para o caso da lei de Coulomb) se atrairão com força de magnitude igual a Gm_1m_2/r^2 (ou kq_1q_2/r^2). Embora a adição da cláusula *ceteris paribus* possa salvar a verdade da lei, Cartwright argumenta que isso ocorre às custas do sacrifício do seu poder explicativo:

Vou conceder que esta lei [com a cláusula *ceteris paribus* incorporada] é uma lei verdadeira, ou ao menos que ela é verdadeira dentro de determinada teoria. Contudo, não se trata de uma lei muito útil. Uma das principais funções da lei da gravitação é ajudar a explicar as forças que objetos experienciam em circunstâncias complexas variadas. *Essa* lei pode explicar apenas circunstâncias muito simples ou ideais. Ela pode explicar por que a força ocorre do modo como ocorre quando apenas a gravidade está operando; mas não é de grande ajuda para os casos em que operam tanto a gravidade quanto a eletrostática. Uma vez que o modificador *ceteris paribus* é incorporado, a lei da gravitação se torna irrelevante para situações mais complexas e interessantes. (CARTWRIGHT, 1983, p. 58).

Após realizar essa constatação, Cartwright aborda o tratamento prático de casos em que se utiliza o procedimento matemático denominado como *adição vetorial*. No exemplo estudado, são aplicadas separadamente cada uma das leis – *como se* não houvesse outros fatores interferindo – e, em seguida, são somados vetorialmente os resultados para determinar o valor da força resultante entre os corpos. Embora sejamos capazes de lidar isoladamente

com as duas forças componentes a fim de tratar matematicamente o caso, Cartwright (1983, p. 61) argumenta que, de uma perspectiva empirista, não faz sentido interpretar essas componentes realisticamente (isto é, a força devida à gravidade e a força devida à eletricidade). Isto é, a autora defende um *antirrealismo local* a respeito das forças componentes. Afinal, as supostas forças componentes não são detectáveis por quaisquer instrumentos de mensuração na configuração estudada.¹³ Portanto, o único modo de tornar esse processo explicativo inteligível é negar aquilo que Cartwright denomina a *facticidade* das leis, isto é, a tese de que as leis teóricas enunciam fatos ou regularidades. Em outros termos, esse caso retoma a ideia de que as leis não descrevem objetos reais, mas objetos ficcionais no interior de modelos idealizados. Não obstante, longe de demonstrar uma fraqueza da teoria, esse fato é exatamente o que deveríamos esperar de uma teoria explicativa: “[s]e as leis da física devem explicar como surgem os fenômenos, elas não podem enunciar os fatos” (CARTWRIGHT, 1983, p. 73).

Os argumentos apresentados acima levantam uma série de questões envolvendo o uso das cláusulas *ceteris paribus* na aplicação das leis da física. Nos parágrafos finais desta seção, gostaríamos de enfatizar algumas dessas questões, a saber: as pressuposições metafísicas e as consequências do antirrealismo local defendido por Cartwright, bem como o suposto caráter vago das leis na interpretação da autora.

Para compreendermos os aspectos relativos à tese defendida por Cartwright segundo a qual não devemos considerar reais as forças componentes num processo de adição vetorial, é preciso ter em mente que este é um entendimento controverso (ver FORSTER, 1988; CHALMERS, 1993; ELGIN; SOBER, 2002). Nesse sentido, ao analisar o exemplo do corpo sob influência das forças gravitacional e eletrostática, Earman, Roberts e Smith (2002, p. 286ss) alegam que a reconstrução elaborada por Cartwright está baseada num mal-entendido. Para os autores, a lei da gravitação universal não trata especificamente da descrição de um movimento, já que a descrição do movimento só é obtida por meio de uma equação diferencial que leva em conta todas as forças e as condições de contorno de determinado sistema. Portanto, para o caso analisado, o fato de que os corpos não exibam a aceleração que exibiriam caso somente a força gravitacional estivesse em operação não acarreta o antirrealismo local defendido por Cartwright:

¹³ Em Cartwright (2002, p. 428ss), a autora retoma esse argumento com mais detalhe. No caso da partícula sujeita à ação das forças elétrica e gravitacional, não somente as forças componentes não se encontram presentes, como o efeito esperado (o surgimento de acelerações correspondentes a cada uma das leis) não é verificado, o que basta para refutar a facticidade dessas leis.

A posição de Cartwright não é um antirrealismo completo e abrangente; trata-se de um antirrealismo local sobre forças componentes (que permite que, por exemplo, as forças resultantes existam). Não vemos qualquer motivação viável para esse antirrealismo local. Teorias físicas bem-sucedidas aparentemente quantificam sobre forças componentes, e não parece haver qualquer forma natural de “parafrapear” a referência a tais forças (como há, por exemplo, para as referências ao movimento absoluto na mecânica newtoniana). (EARMAN; ROBERTS; SMITH, 2002, p. 286).

Na visão dos autores, adicionar cláusulas *ceteris paribus* à lei da gravitação universal e a outras leis físicas, além de não solucionar qualquer problema relevante, traz dificuldades incontornáveis, a saber: não há como definir propriamente as condições de testabilidade de leis-cp nem o conteúdo dessas leis (EARMAN; ROBERTS; SMITH, 2002, p. 292). Como as cláusulas *ceteris paribus* são vagas, agregá-las a leis bem definidas tais como a lei da gravitação universal tornaria a lei imprecisa de um modo desnecessário. Afinal, a própria física fornece elementos teóricos e práticos suficientes para que se saiba quais regularidades se seguem dessa lei e exatamente em quais condições. Em última análise, a própria eficácia do procedimento de adição vetorial, discutido acima, é uma evidência em favor desse entendimento, visto que não há vagueza no modo como aplicar a lei da gravitação universal para explicar as regularidades relevantes. Tendo em vista que a lei tem sua aplicação bem definida, a cláusula *ceteris paribus* pode ser interpretada, no máximo, como uma maneira mais simples de se referir a procedimentos complexos de aplicação e testagem. Já que a cláusula pode ser parafraçada em outros termos, a conclusão dos autores é a de que não há leis genuinamente *ceteris paribus* na física nem em qualquer outra ciência, pois caso uma generalização tenha uma cláusula *ceteris paribus* não eliminável, isso significa que se trata de uma generalização não madura o suficiente para ser compreendida como uma lei científica (EARMAN; ROBERTS; SMITH, 2002, p. 297-298).

Com relação à crítica de Earman, Roberts e Smith à interpretação de Cartwright ao problema das forças componentes, de fato, a lei da gravitação universal não trata diretamente sobre o movimento dos corpos, mas é inegável que está relacionada a ele. Nessa perspectiva, o antirrealismo local de Cartwright parece partir de dois pressupostos. O primeiro é a teoria de que os conceitos abstratos da física (tais como o conceito de força) são formulados a partir de conceitos mais concretos (tais como o de movimento).¹⁴ Então, dizer algo como ‘o corpo *A* foi

¹⁴ Essa teoria sobre a formação e o uso dos termos abstratos nas ciências é desenvolvida em detalhes no capítulo “Fables and models” do livro *The Dappled World*, de Cartwright (1999, p. 35-48), e tem como inspiração a

atraído pelo corpo *B* com uma *força* de magnitude *f* é uma maneira mais abstrata de dizer que ‘o corpo *A* se moveu em direção ao corpo *B* percorrendo a *trajetória xyz*’. A descrição realizada em termos do conceito de força está num nível de abstração superior à descrição realizada em termos do conceito de movimento, ainda que ambas possuam conteúdo similar. É por isso que, no caso em tela, Cartwright considera como real somente a força resultante, porque ela consiste numa descrição mais abstrata de um movimento ocorrente, condição que não é atendida pela força componente (por si só). O segundo pressuposto envolvido na interpretação da lei da gravitação é o *realismo de capacidades*, aspecto que será discutido de forma pormenorizada no capítulo 4. Por ora, basta-nos compreender que Cartwright (1989, 1999) defende que a cláusula *ceteris paribus* na lei da gravitação (ou qualquer outra lei científica) deve ser interpretada em termos da capacidade que os corpos dotados de massa possuem para manifestarem os efeitos característicos da interação gravitacional. É por isso que dissemos anteriormente que a classificação de Cartwright como uma defensora da visão de que todas as leis das ciências – da física às ciências especiais – são leis *ceteris paribus* não é totalmente correta. Afinal, o que o realismo de capacidades propõe é que as leis científicas são leis *estritas* sobre capacidades.

Por fim, gostaríamos de tecer algumas considerações conclusivas a respeito da discussão realizada até aqui. Em primeiro lugar, é preciso reconhecer a influência das ideias de Cartwright para o debate acerca das leis *ceteris paribus*. Seus argumentos levam a discussão das leis-cp diretamente para a física, conectando esta ciência às questões geralmente discutidas somente no âmbito das ciências especiais. Em segundo lugar, sua visão da oposição entre verdade e poder explicativo, formulada com auxílio de inúmeros estudos de caso, tem sido inspiradora para novas concepções sobre as leis, como veremos em capítulos seguintes. Em terceiro, ressaltamos que sua visão, ao conjugar o antirrealismo local ao realismo de capacidades, possui tarefas importantes a solucionar, principalmente no que diz respeito à clarificação sobre como as leis sobre capacidades não herdam a vagueza e a indeterminação que são atribuídas às leis *ceteris paribus*.

Na seção seguinte, trataremos do conceito de lei *ceteris paribus* como lei científica com exceções. Faremos isso a partir das contribuições de Hempel ao que denominou problema dos *condicionantes*.

concepção de Ryle (1984 [1949]) sobre o uso dos termos teóricos em filosofia da mente. A esse respeito, ver também Dutra (2021b).

1.5 CARL HEMPEL E O PROBLEMA DOS CONDICIONANTES

Até meados do século XX, o entendimento predominante a respeito das leis científicas era o de que elas correspondiam a regras ou *tickets* de inferência. Esta concepção é muito bem representada pelo modelo nomológico-dedutivo de explicação científica, defendido por Carl Hempel e outros autores.¹⁵ De acordo com sua conhecida definição de explicação, explicar um fenômeno consiste em apresentar um argumento dedutivo capaz de demonstrar que a ocorrência do fenômeno em questão era esperada a partir do conhecimento das leis da natureza (HEMPEL, 1974, p. 68). Ora, as leis científicas são formuladas com base nas regularidades estabelecidas pelo método indutivo e, a partir disso, passam a integrar as premissas das explicações fornecidas pela ciência, ao lado de sentenças sobre as condições iniciais e outras condições de contorno relevantes. Nessa visão, portanto, as leis científicas possuem uma função predominantemente *inferencial*.

Ao longo da seção anterior, discutimos alguns problemas levantados por Nancy Cartwright a respeito das leis *ceteris paribus*. Basicamente, as preocupações da autora dizem respeito ao *uso* dessas leis nas atividades de explicação, predição e intervenção. Mesmo partindo de outros pressupostos, podemos dizer que um caminho similar é trilhado por Hempel, pois sua abordagem dos problemas relacionados às cláusulas *ceteris paribus* ocorre justamente no contexto da aplicação das teorias científicas, isto é, no cumprimento de sua função inferencial. Nesta seção, nosso objetivo será analisar as contribuições de Hempel para a discussão sobre as leis *ceteris paribus*. A fim de cumprirmos esta tarefa, tomaremos como referência principal o artigo “Provisos: a problem concerning the inferential function of scientific theories” (1988), no qual Hempel apresenta alguns inconvenientes teóricos gerados pela prevalência de condicionantes na aplicação das leis científicas.

Primeiramente, cumpre ressaltar que o debate sobre a função inferencial das leis na concepção nomológico-dedutiva da explicação se dá no âmbito da *abordagem sintática* das teorias científicas. Nessa perspectiva, as teorias são definidas como conjuntos de proposições, dentre as quais se destacam seus axiomas e teoremas. Mais precisamente, Hempel (1988, p. 147) define uma teoria *T* como um par ordenado da seguinte forma: $T = \langle C, I \rangle$. O conjunto *C* é composto pelos princípios básicos da teoria (sentenças, definições ou fórmulas), enquanto

¹⁵ O modelo nomológico-dedutivo da explicação científica foi sistematizado no clássico ensaio escrito por Hempel e Oppenheim (1948). Para uma discussão pormenorizada a respeito desse modelo, bem como seus limites e as críticas que ele sofreu, ver a excelente antologia escrita por Wesley Salmon (1989).

I se refere aos enunciados interpretativos, cuja função é traduzir as sentenças formuladas no vocabulário próprio da teoria *T* para sentenças que possam ser compreendidas sem fazer referência a este vocabulário.

Em conformidade com as práticas usualmente adotadas por proponentes da abordagem sintática das teorias, Hempel introduz uma distinção entre dois tipos de vocabulário, quais sejam, o vocabulário anteriormente conhecido V_A e o vocabulário teórico V_C . É importante ressaltar que tais vocabulários não são definidos de modo absoluto, isto é, eles são sempre relativos a uma teoria específica. No caso de uma teoria como o eletromagnetismo, o vocabulário V_C seria composto por conceitos tais como ‘campo elétrico’, ‘corpo diamagnético’ e ‘fluxo magnético’. Esse vocabulário permite a elaboração de sentenças tais como ‘*w* é um corpo diamagnético’ ou ‘caso uma barra ferromagnética seja partida ao meio, as partes terão a polaridade reorganizada de tal modo a manterem suas propriedades magnéticas’. Às sentenças que utilizam os conceitos próprios da teoria, Hempel (1988, p. 148) denomina S_C , pois são as sentenças que integram o conjunto *C* no par ordenado $\langle C, I \rangle$. De modo análogo, o vocabulário que descreve fenômenos empíricos sem fazer referência ao vocabulário teórico em questão (no caso, o léxico do eletromagnetismo), V_A , permite a formulação de sentenças S_A , obtidas a partir dos critérios operativos que integram *I*.

Em projetos de reconstrução sintática das inferências científicas como o de Carnap (1969), é comum a identificação do vocabulário V_A como puramente observacional. Nessa concepção, tal léxico conteria apenas termos e expressões que se referem a fatos do mundo que podem ser verificados e descritos por meio da observação direta ou indireta (isto é, por meio de instrumentos de medida). Hempel, por sua vez, salienta que seus argumentos não requerem o comprometimento com a noção de observabilidade. Em razão disso, o autor exige apenas que “[...] os fenômenos explicados pela teoria sejam descritos por meio de vocabulário ‘disponível de antemão’ V_A , sendo este bem compreendido e utilizado pelos cientistas do campo com acordo intersubjetivo bem estabelecido.” (HEMPEL, 1988, p. 149). Persistindo no exemplo mencionado anteriormente, diríamos que a descrição de um fenômeno como a atração de uma malha de ferro por um ímã, compondo uma sentença S_A , teria de ocorrer em termos da trajetória percorrida pela malha de ferro e de outras características espaço-temporais dos elementos envolvidos no processo. Assim sendo, a descrição resultante utilizaria termos do vocabulário V_A que, embora sejam teóricos, contemplam teorias distintas e anteriores ao eletromagnetismo.

A partir dessa compreensão dos pressupostos que embasam a reconstrução teórica da ciência proposta por Hempel, passemos à formulação do problema que envolve diretamente o caráter *ceteris paribus* das leis científicas, objeto central de nossas preocupações. Hempel descreve o processo de inferência dos enunciados a partir das leis por meio das seguintes etapas. Primeiramente, há uma sentença S_{A1} , formulada no vocabulário anteriormente conhecido e que, com o auxílio das sentenças interpretativas do conjunto I , pode ser traduzida nos termos do vocabulário V_C , dando origem à sentença S_{C1} . No contexto do eletromagnetismo, S_{C1} poderia ser algo como ‘a barra y possui características ferromagnéticas’, enquanto S_{A1} seria a descrição equivalente num vocabulário que não pressuponha os conceitos dessa teoria. Com base na sentença S_{C1} e nos conceitos da teoria, que integram o conjunto C , é possível inferir a sentença S_{C2} . Conforme o modelo nomológico-dedutivo da explicação científica, as leis científicas propostas pela teoria operam justamente na inferência de S_{C1} para S_{C2} . No entanto, Hempel chama a atenção para um problema menos discutido, qual seja, a passagem da sentença S_{C2} para a sua equivalente no vocabulário V_A , a saber, S_{A2} .

Segundo Hempel, a inferência de S_{A2} a partir de S_{C2} não é uma inferência dedutiva completa, pois ela só ocorre de modo válido quando se assumem implicitamente determinados *condicionantes*.¹⁶ Uma vez que esses condicionantes – que Hempel denomina *provisos* – estão comumente relacionados ao afastamento de condições interferentes, eles têm sido interpretados como equivalentes às cláusulas *ceteris paribus* presentes nas leis científicas. Todavia, o problema apontado por Hempel concerne aspectos específicos do uso das leis. Vejamos. Ainda considerando o eletromagnetismo, Hempel (1988, p. 148-149) considera o caso em que S_{C2} equivale ao enunciado ‘se a barra y for quebrada ao meio, então as novas barras y_1 e y_2 terão propriedades magnéticas e seus pólos irão se atrair/repelir’, enquanto S_{A2} é a tradução de S_{C2} num vocabulário em que os elementos teóricos do eletromagnetismo não são pressupostos. Em razão de que a tradução de expressões como ‘força de atração magnética’ demanda a aplicação de critérios operativos para que se defina o que ocorre quando há atração ou repulsão magnética, a inferência de S_{C2} para S_{A2} se torna problemática. Afinal, se tomarmos S_{A2} como ‘as barras y_1 e y_2 irão se aproximar/afastar’ ou algo equivalente, não há garantia de que a verdade de S_{C2} acarrete a verdade de S_{A2} , dado que

¹⁶ A expressão utilizada por Hempel é “*proviso*”, que significa literalmente “cláusula” ou “condição”. Como veremos, há algumas diferenças conceituais entre os *provisos* apontados por Hempel e outras formas de compreender as cláusulas *ceteris paribus*. Por isso, a fim de marcar essa distinção e evitar incompreensões, optamos por traduzir o termo *proviso* por “condicionante”.

diversos fatores interferentes ou inesperados podem fazer com que as barras não se aproximem nem se afastem, ainda que haja força de atração entre elas. No final das contas, a inferência só é válida se for admitida a presença implícita de condicionantes que afastam esses fatores indesejados.

Buscando formular claramente todos os elementos envolvidos no problema dos condicionantes, Hempel recorre a outro exemplo, analisando-o de modo mais pormenorizado. Trata-se de um caso envolvendo a aplicação da lei newtoniana da gravitação universal ao movimento planetário. Será útil discutir este caso, pois já mencionamos a mesma lei na seção anterior, quando tratamos da concepção de Cartwright a respeito do problema envolvendo o uso da lei da gravitação para o caso de corpos dotados de massa e carga elétrica. A ideia fundamental por trás da aplicação da lei da gravitação para a descrição das trajetórias percorridas dos planetas é a seguinte: considerando a configuração inicial do sistema planetário no tempo t_0 , a evolução dos estados do sistema é dada pela soma vetorial das forças atuando em cada um dos corpos que compõem o sistema. Para um corpo específico, são representadas como vetores a serem somados cada uma das forças gravitacionais exercidas pelos outros componentes do sistema, *assegurando* que não haja outras forças interferentes, como explica Hempel (1988, p. 151):

Assim, essa força determina, por meio da segunda lei do movimento ($f = ma$), a mudança resultante na velocidade e na posição do corpo em questão. Mas o valor de f na segunda lei é compreendido como a força *total* agindo nesse corpo; e a aplicação prevista da teoria pressupõe, portanto, um condicionante de que os corpos que constituem o sistema não estão sujeitos a outras forças além de sua atração gravitacional mútua. Esse condicionante afasta não somente as forças gravitacionais que podem ser exercidas por corpos fora do sistema, mas também quaisquer forças de natureza elétrica, magnética ou friccional às quais os corpos no sistema possam estar sujeitos. Certamente, ausência de tais forças não é garantida pelos princípios da teoria de Newton, e é por essa razão que a condicionante é necessária.

O autor sugere, então, que a aplicação da lei da gravitação universal para descrever o *movimento* dos planetas requer a admissão de condicionantes implícitos, com o intuito de garantir que não haja outras forças em operação. Admitir esse fato implica dizer que a lei, ela mesma, deve ser classificada como uma lei *ceteris paribus*? Ainda, se considerarmos a definição de lei-cp como lei científica com exceções, em que sentido se pode dizer que as leis da mecânica clássica (dentre elas a da gravitação) admitem exceções? Com relação à primeira questão, alguém poderia formular uma objeção na mesma linha da crítica de Earman, Roberts

e Smith (2002, p. 286) à posição de Cartwright (abordada na seção anterior), a saber: os condicionantes apresentados por Hempel dizem respeito à descrição do movimento dos planetas, mas a lei da gravitação universal trata de forças, não de movimento. O problema, então, seria o de que a explicação do movimento dos planetas envolveria condicionantes nas equações diferenciais formuladas para descrever tais trajetórias, sem qualquer implicação para o estatuto da lei em si. Do nosso ponto de vista, essa perspectiva é razoável. Ora, os argumentos de Hempel, aqui apresentados, não são suficientes para dizer que a lei da gravitação é uma lei *ceteris paribus*; de fato, nem o próprio autor tinha essa pretensão. No entanto, insistimos que as reconstruções teóricas da aplicação das científicas, realizadas tanto por Cartwright quanto por Hempel, revelam aspectos importantes envolvidos no *uso* dessas leis, que acarretam a presença de cláusulas *ceteris paribus* nos processos de inferência baseados nessas leis. Com efeito, a lei da gravitação universal não trata do movimento dos corpos planetários, porém uma de suas principais aplicações é auxiliar na descrição e explicação de tais movimentos. O que aprendemos com os argumentos de Hempel e Cartwright, portanto, é que a aplicação das leis da física ocorre por meio do uso de determinados condicionantes, que podem não ser intrínsecos às próprias leis, mas fazem parte do seu uso. Nos capítulos que seguem, temos como objetivo explorar as consequências desse entendimento para a discussão sobre a metafísica da ciência.

Por ora, a análise da segunda pergunta mencionada acima exige que salientemos o seguinte: se considerarmos os argumentos acima como evidência de que algumas leis da física são leis-cp e que estas, por sua vez, devem ser classificadas como leis científicas com exceções, então é necessário definir o que significa classificar um evento como uma exceção a uma lei. Se imaginarmos um caso em que a condicionante implícita na inferência de S_{A2} a partir de S_{C2} é violada, este seria um exemplar legítimo de exceção à lei em questão? Retomando o caso da descrição do movimento dos planetas, imaginemos dois casos envolvendo a descrição da trajetória da Terra. No primeiro, não há qualquer interferência externa atuando. No segundo, suponhamos que haja uma perturbação no campo magnético da Terra que mude a sua trajetória, mas que mantenha a força *gravitacional* inalterada. Logo, a sentença S_{C2} será a mesma para os dois casos. Contudo, a inferência para S_{A2} poderá ser feita tranquilamente no primeiro caso, em que não há perturbação, mas será inválida no segundo. Em que medida este segundo caso pode ser considerado uma exceção à lei da gravitação newtoniana?

Convém mencionarmos a distinção entre *exceções reais* e *pseudoexceções*, proposta por Markus Schrenk (2007a, p. 25-28). Em seu livro *The Metaphysics of Ceteris Paribus Laws* (2007a), o autor busca investigar quais as pressuposições metafísicas necessárias para que determinada concepção ontológica das leis da natureza admita a existência de leis *ceteris paribus*. Para cumprir essa tarefa, Schrenk busca se afastar da ideia de *exceção aparente* (ou *pseudoexceção*). Nessa perspectiva, uma exceção aparente a uma lei é qualquer evento que parece frustrar as previsões feitas por outra lei, mas que se torna compreensível a partir da interação com outras leis. Aplicando a lei da gravitação a um corpo em queda livre, por exemplo, a previsão feita por essa lei poderia parecer frustrada pela ação da resistência do ar. No entanto, o efeito observado no corpo em queda é perfeitamente compreensível se levarmos em conta os conhecimentos sobre mecânica dos fluidos, particularmente sobre a ação da resistência do ar. Tanto esse exemplo como aquele do corpo sob ação da força gravitacional e eletrostática, discutido na seção anterior, são considerados por Schrenk como pseudoexceções. Em contraposição a esse conceito, o autor chama de *exceções reais* aqueles casos raros em que uma lei fundamental da física pode deixar de funcionar em uma determinada região do espaço-tempo, como num buraco negro, por exemplo. Isso posto, Schrenk (2007a, p. 25-26) define essas noções da seguinte forma:

Com base nisso, proponho distinguir o que chamarei de ‘*pseudoexceções*’ de *exceções reais*, sendo que as *pseudoexceções* são casos que, do ponto de vista epistêmico dos sujeitos que fazem previsões, podem *se parecer com* violações da lei, mas que na realidade não o são. A consequência estabelecida pela lei é instanciada, mas é diluída, mascarada ou neutralizada por outros eventos que acontecem ao mesmo tempo. Exceções reais são uma questão diferente: aqui as próprias leis têm exceções. As consequências estabelecidas por elas não são de fato instanciadas (nem mesmo parcialmente).

O autor continua sua reflexão argumentando que boa parte da discussão na filosofia da ciência contemporânea apresenta equívocos justamente por não realizar essa distinção entre exceções aparentes e reais. Naturalmente, esse diagnóstico se relaciona com o objetivo central de Schrenk na obra mencionada, a saber, investigar qual base metafísica admite a possibilidade de que existam leis fundamentais da física com exceções em pontos específicos do espaço-tempo. Desse modo, o autor argumenta que as incertezas sobre a natureza das leis *ceteris paribus* possuem origem na ausência de uma distinção clara nos moldes propostos por ele: “[a] distinção entre *exceções genuínas às leis* e *previsões falhas baseadas na ignorância de outras leis* não foi realizada.” (SCHRENK, 2007a, p. 28). Com base nessa distinção, o

autor descarta as exceções aparentes e, no restante de sua investigação, mantém o foco nas exceções reais. Embora consideremos a relevância da sistematização pretendida por Schrenk, há duas ressalvas que gostaríamos de realizar.

Em primeiro lugar, acreditamos que a brevidade com que o autor considera as exceções aparentes não o permite perceber a relevância desse tipo de caso. Para o autor, os exemplos que temos discutido até aqui consistem apenas em situações nas quais os eventos que não caem sob o escopo das cláusulas *ceteris paribus* podem ser explicados por outras leis. No entanto, é preciso compreender que a suposição de que haverá leis para cobrir todos esses casos é uma suposição que carece de fundamentação, como enfatiza corretamente Cartwright (1999, p. 25, 31). Ademais, a análise pormenorizada desses casos revela os limites de aplicação das leis, o que exige, por sua vez, a formulação de uma concepção ontológica e epistemológica da ciência que leve em conta esses fatores, conforme buscamos realizar neste trabalho. Neste ponto, realizamos uma segunda ressalva à classificação proposta por Schrenk. Acreditamos que o termo *pseudoexceção* não faz jus aos problemas que temos discutido neste trabalho, pois pode sugerir que os casos assim classificados por Schrenk não possuem relevância filosófica. Ora, temos defendido que a aplicação de cláusulas *ceteris paribus* às leis científicas não implica necessariamente que todas as leis sejam *ceteris paribus*, mas indica que o *uso* das leis é indissociável de tais condicionantes. Em vez de pseudoexceções, seria mais razoável considerar esses casos como exemplos dos limites de aplicação das leis científicas.

Ao longo desta seção, abordamos os problemas envolvidos na função inferencial das leis científicas, a partir das contribuições de Hempel. Por meio da formulação do problema dos condicionantes, o autor buscou destacar as dificuldades envolvidas no estabelecimento de descrições sobre eventos a partir de leis formuladas numa linguagem própria a uma teoria científica específica. Na próxima seção, veremos que Lange considera os fatos apresentados por Hempel como suficientes para colocar a própria noção de lei *ceteris paribus* diante de um dilema destrutivo, lançando um desafio para as concepções filosóficas que tentem fornecer uma explicação para essas questões.

1.6 O DILEMA DESTRUTIVO DE MARC LANGE

Na seção anterior, vimos que Hempel interpreta a existência de condicionantes como problemática para o cumprimento da função inferencial das teorias científicas. A partir dessa

discussão, extraímos algumas conclusões sobre a prevalência das cláusulas *ceteris paribus* na aplicação das leis científicas. Cumpre ressaltar que, apesar de considerar as leis como parte fundamental do processo de inferência e explicação científica, Hempel não se engaja na tarefa de investigar a *natureza* das leis. Qual concepção de lei estaria pressuposta nas análises do autor sobre os condicionantes? De acordo com Marc Lange (1993), trata-se da visão *regularista* (ou *humeana*) das leis. Ao longo desta seção, discutiremos o modo como Lange coloca sob suspeita a noção de lei advinda do regularismo, argumentando que essa concepção não dá conta de explicar as leis *ceteris paribus*.

Nosso objetivo consiste em mostrar que o dilema formulado por Lange – expresso na disjunção entre falsidade e trivialidade, que dá título a este capítulo – resume os problemas envolvidos na noção de lei-cp, e que estes devem ser enfrentados não apenas por aqueles autores que propõem reformulações à concepção regularista (como veremos no capítulo 2), mas por qualquer outra que pretenda fornecer uma interpretação adequada do uso das leis na atividade explicativa promovida pelas ciências. No artigo “Natural laws and the problem of provisos” (1993), além de apresentar aspectos problemáticos envolvidos na noção de lei *ceteris paribus*, Lange também apresenta e defende sua própria concepção de lei, com vistas a superar tais problemas. Os méritos da visão proposta pelo autor serão analisados no capítulo 3, em que trataremos das teorias baseadas nas ideias de estabilidade e invariância.

Por ora, concentremo-nos sobre os fundamentos da concepção regularista, que Lange alega estar na base da interpretação de Hempel sobre o problema dos condicionantes. Em linhas gerais, o regularismo é a teoria das leis da natureza que se inspira no empirismo humeano, sendo especialmente baseado nas noções de *superveniência humeana* e *mosaico humeano*, tais como foram definidas por David Lewis (1986, p. ix):

[A] Superveniência humeana é nomeada em homenagem ao maior dos críticos das conexões necessárias. Trata-se da doutrina de que tudo o que há no mundo é um vasto mosaico de questões de fato particulares, apenas uma pequena coisa seguida de outra.¹⁷

Ora, o “mosaico de questões de fato particulares” remete à distinção humeana entre raciocínios sobre questões de fato e relações de ideias. Enquanto as últimas estão sujeitas somente ao princípio de não-contradição, as primeiras se referem a constatações verificadas

¹⁷ Neste trabalho, não é nosso interesse avaliar se a apropriação das ideias de Hume realizada pelos defensores do regularismo é pertinente. Sabemos que há diferentes interpretações possíveis a esse respeito, de modo que, para nossos propósitos, quando mencionarmos que determinada ideia é “humeana”, teremos em mente a interpretação de Hume defendida pelos proponentes da teoria do melhor sistema, tal como David Lewis.

por meio da observação. Desse modo, as leis da natureza são formuladas com base nos padrões regulares entre os eventos que compõem o mosaico humeano, isto é, os eventos que se sucedem no espaço-tempo. Diferentemente de outras concepções de lei ontologicamente mais robustas, em que as leis estão fundadas em categorias tais como relações entre universais ou disposições, a abordagem do empirismo humeano impõe uma visão metafisicamente mais modesta sobre o conteúdo das leis. As leis da natureza são supervenientes das regularidades, por isso têm sua contingência derivada dos próprios limites do método indutivo. Trata-se do conjunto de generalizações que melhor cobre as uniformidades observadas na natureza, sendo que, portanto, as leis possuem a seguinte forma:

$$(5) (x) (Fx \rightarrow Gx)$$

Naturalmente, a formulação (5) corresponde a uma reconstrução filosófica limitada das leis, já que, como vimos, os exemplos de leis extraídos das ciências são mais complexos do que consegue captar essa fórmula lógica. Ainda assim, essa caracterização possui interesse filosófico porque destaca o fato de que as leis estabelecem uma relação entre a ocorrência de duas propriedades, a saber, F e G . Considerando o exemplo da lei da dilatação térmica, analisado por Lange (1993, p. 233-234), teríamos a seguinte interpretação: seja a uma barra de metal, o evento Fa seria ‘a barra a , que possui comprimento inicial igual a L_0 , é submetida à variação de temperatura ΔT ’ e o evento Ga , por sua vez, poderia ser descrito da seguinte forma: ‘a variação ΔL no comprimento de a é dado pela equação $\Delta L = L_0.k.\Delta T$, em que k é uma constante ligada às características específicas do metal’. Ora, sabemos que há fatores interferentes, tais como a colisão de determinado corpo b com a extremidade da barra a , que fariam com que o evento Fa ocorresse sem ser acompanhado pelo evento Ga . Então, é necessário reformular (5) de modo a incorporar uma cláusula *ceteris paribus* capaz de excluir eventos interferentes como o mencionado acima. Isso nos leva à seguinte formulação:

$$(6) (x) ((Fx \& Cx) \rightarrow Gx)$$

Na fórmula (6), Cx denota a ausência de eventos cuja ocorrência previne a instanciação de Gx , uma vez que a observação das consequências previstas pela lei científica exige o acréscimo dessa ressalva. A partir dessa análise, uma primeira dificuldade que salta aos olhos é o fato de que nem sempre há uma lista fechada de todos os eventos que caem sob

o escopo de Cx . Por exemplo, para a lei (4) que discutimos anteriormente – a respeito da relação entre ‘fumar’ e ‘desenvolver câncer de pulmão’ – não é trivial delimitar todas as intercorrências que podem fazer com que a relação atestada não se verifique. A inclusão de Cx na fórmula (6) também gera inconvenientes para a interpretação regularista das leis. Afinal, devemos interpretar as leis como relações regulares entre as propriedades (ou entre os tipos de evento) F e G , ou entre F , C e G ? No primeiro caso, há uma relação que não se verifica em todos os casos; no segundo, há uma relação que, para muitas leis, não pode ser expressa claramente, dado o caráter potencialmente vago de Cx . Esses casos correspondem aos dois caminhos do dilema destrutivo formulado por Lange:

Em linhas gerais, Hempel vê a existência de condicionantes como um dilema: dada uma afirmação comumente aceita como lei, ou este enunciado afirma uma relação inexistente, sendo falsa, ou se trata de uma abreviação de um enunciado que não estabelece qualquer relação, sendo vazio. Em qualquer um dos casos, a concepção regularista deve admitir que muitos enunciados comumente aceitos como leis não são enunciados nomológicos completos nem mesmo substitutos coloquiais de enunciados nomológicos completos. (LANGE, 1993, p. 235).

Retornando ao exemplo da lei da dilatação térmica, e confrontando-o com o dilema apresentado acima, temos o seguinte: o primeiro caminho do dilema corresponde à interpretação da lei a partir da fórmula (5), o que nos levaria à atribuição de uma relação entre ‘sofrer variação da temperatura equivalente a ΔT ’ e ‘sofrer dilatação equivalente a $\Delta L = L_0.k.\Delta T$ ’. A rigor, isso nos levaria a uma *lei falsa*, pois essa relação não é observada em todos os casos, isto é, não se trata de uma regularidade genuína. Por outro lado, o segundo caminho do dilema tem como inconveniente o fato de que tornar explícitas as condições *ceteris paribus* é uma tarefa bastante difícil, senão impossível. No limite, a realização dessa explicitação nos levaria a uma *lei trivialmente* (ou *vacuamente*) *verdadeira*, qual seja, ‘eventos do tipo F são seguidos por eventos do tipo G a não ser nos casos em que a ocorrência de F não é seguida pela ocorrência de G ’. Em resumo: caso sejam interpretadas sem a cláusula *ceteris paribus*, as leis são falsas; se adicionarmos as condicionantes, elas se tornam triviais.

Após propor a formulação do dilema, Lange (1993, p. 236-237) busca se afastar de duas possíveis reações que considera apressadas. Em primeiro lugar, o autor alega que uma linha de resposta aparentemente viável seria circunscrever o dilema apresentado acima às ciências especiais para, em seguida, argumentar que estas ciências não são capazes de formular leis genuínas. Todavia, Lange não considera razoável a tese de que as generalizações

empregadas de modo corrente nas ciências deixem de ser tratadas como leis pelo fato de exigirem condicionantes, uma vez que a prática científica deve ser o único parâmetro a guiar a reflexão sobre o assunto. A tese de que não haveria leis nas ciências especiais também é criticada por Pietroski e Rey (1995, p. 85), que o fazem a partir da formulação de outro dilema, a saber: ao negarmos que há leis nas ciências especiais, então: (i) precisaremos explicitar de que modos estas ciências produzem explicações sem mencionar leis, ou (ii) seremos levados a negar que estas ciências são capazes de fornecer explicações plausíveis. Naturalmente, a hipótese (ii) está fora de cogitação. Já o caminho (i) será abordado no capítulo 3, em que trataremos do conceito de *generalização explicativa invariante*, proposto por Hitchcock e Woodward (2003a; 2003b). A alternativa às hipóteses acima é sustentar a tese de que as leis *ceteris paribus* formuladas pelas ciências especiais são leis genuínas, via seguida por Lange (1993), Cartwright (1999), entre outros. Certamente, isso implica obter um entendimento preciso do que significa a expressão *ceteris paribus*, objetivo último da investigação que ora realizamos.

Seguindo a discussão que já realizamos, é possível depreender que o dilema destrutivo envolvendo as leis *ceteris paribus* não traz inconvenientes apenas para as ciências especiais. É por isso que Lange enumera uma segunda reação possível aos seus argumentos (da qual busca se afastar), qual seja, a hipótese de que as cláusulas *ceteris paribus* (especialmente as que figuram nas leis da física) são derivadas de leis mais fundamentais, livres de quaisquer condicionantes. Nessa perspectiva, a lei da dilatação dos sólidos, mencionada acima, seria vista como uma lei secundária, derivada de uma lei mais fundamental. Dessa forma, a cláusula *ceteris paribus* seria eliminada ao se fazer referência à lei fundamental. Formulando a questão nos termos da teoria regularista, Lange alega que essa estratégia apenas desloca o problema das leis específicas para as leis mais fundamentais, sem de fato solucioná-lo. Afinal, ainda será preciso explicar quais regularidades são atestadas por essas leis mais fundamentais e de que modo as condicionantes se aplicam aos casos em questão. Em última análise, podemos recuperar os argumentos de Cartwright (1983), discutidos na seção 1.4, que descrevem a derivação das leis fenomenológicas a partir das leis fundamentais como um processo intermediado necessariamente por cláusulas *ceteris paribus*. Portanto, o mero recurso às leis fundamentais, como maneira de escapar dos inconvenientes trazidos pelo dilema de Lange, não permite solucionar o problema.

Agora, voltemos nossa atenção ao fato de que Lange atribui a Hempel a formulação do dilema sobre as leis-cp. A análise sobre a pertinência dessa afirmação levanta duas

questões, a saber: (i) em que medida Hempel está comprometido com a concepção regularista das leis científicas, como afirma Lange? (ii) o dilema formulado por Lange é equivalente ao problema dos condicionantes, formulado por Hempel e discutido na seção anterior? A discussão desses pontos nos ajuda a esclarecer o que, de fato, está em jogo no debate sobre as leis-*cp*. Com respeito à segunda questão, mostraremos – ainda nesta seção – que há algumas diferenças entre as preocupações levantadas por ambos os autores. Mas, primeiro, vamos nos concentrar na primeira questão. Hempel está realmente comprometido com o regularismo?

A fim de endossar esse entendimento, Lange (1993, p. 239) explora a relação entre o problema dos condicionantes, tal como apresentado por Hempel, e a hipótese de Duhem-Quine. No famoso ensaio “Dois dogmas do empirismo”, Quine critica aquilo que considera como *dogma do reducionismo*, a saber, a ideia de que os enunciados que descrevem fenômenos são testados de maneira isolada. Isto é, Quine rejeita a ideia de que a aferição da verdade ou da falsidade de um enunciado descrevendo fenômenos de interesse científico possa ocorrer tão somente por meio da análise do conteúdo informacional contido neste enunciado. É preciso levar em conta a teoria da qual faz parte esse enunciado, no seu contexto mais amplo, como o autor explica na seguinte passagem:

O dogma do reducionismo sobrevive na suposição de que cada enunciado, tomado isoladamente de seus pares, pode, de qualquer forma, admitir confirmação ou invalidação. Minha contraproposta [...] é que nossos enunciados sobre o mundo exterior enfrentam o tribunal da experiência sensível não individualmente, mas apenas como um corpo organizado. (QUINE, 2011, p. 65).

Em última análise, a confirmação de um enunciado exige o uso de hipóteses auxiliares, pois a ideia de que essa tarefa possa ser cumprida olhando-se apenas para o enunciado isoladamente representa o dogma infundado do reducionismo. Essa ideia tem sido comumente chamada de tese de Duhem-Quine pelo fato de que as preocupações apresentadas por Quine na citação acima se coadunam às ideias do empirismo defendido por Pierre Duhem (1954). Ora, de que maneira essa tese afeta a discussão a respeito das leis *ceteris paribus*, notadamente o problema dos condicionantes, formulado inicialmente por Hempel? Lembremos que o problema apresentado por Hempel corresponde à tradução de uma sentença S_{C2} – formulada numa linguagem que pressupõe determinada teoria – para uma sentença S_{A2} – formulada numa linguagem que não pressupõe a teoria em questão. Como Hempel destaca, esse processo inferencial requer a admissão de condicionantes implícitas. Em outros termos, o

enunciado S_{C2} não consegue legitimar, isoladamente, a inferência para S_{A2} , são necessárias hipóteses auxiliares, de maneira similar ao que preconiza a tese de Duhem-Quine.

A partir desse paralelo, a conclusão extraída por Lange é a seguinte: a única maneira de compreender que o problema apresentado por Hempel não consiste numa mera repetição da tese de Duhem-Quine é admitir que as cláusulas *ceteris paribus* indefinidas não são suficientes para operar como as hipóteses auxiliares requeridas pela referida tese. Isto é, acrescentar à sentença S_{C2} os enunciados “na ausência de outros fatores interferentes” ou “tudo o mais permanecendo constante” não é suficiente para tornar a inferência de S_{A2} dedutiva e não-problemática. Se assim fosse, então esses enunciados seriam tomados como as hipóteses auxiliares para a inferência, e o problema apresentado por Hempel seria uma mera aplicação da tese de Duhem-Quine. Nessa linha de raciocínio, Lange (1993, p. 239) afirma: “[a] existência de condicionantes não adicionaria qualquer novidade ao problema de Duhem-Quine. Portanto, Hempel deve considerar a expressão ‘na ausência de outros fatores relevantes’ como inapropriada para um enunciado nomológico”. O ponto de chegada do argumento proposto por Lange é que a concepção regularista das leis é o que motiva Hempel a considerar os enunciados do tipo “na ausência de outros fatores interferentes” como ilegítimos para comporem as leis científicas. Afinal, o caráter vago desses enunciados não permite que eles se encaixem na definição de uma regularidade.

Esse ponto serve de motivação para a própria concepção de lei defendida por Lange. Em linhas gerais, o autor defende – como abordaremos no capítulo 3 – que as leis não expressam regularidades. Antes, elas representam *regras*, de modo que os condicionantes são interpretados como instruções implícitas para a aplicação dessas regras. Nessa perspectiva, enunciados que contenham cláusulas *ceteris paribus* não são considerados incompletos, uma vez que não se exige que eles expressem regularidades. Como veremos mais adiante, a concepção de lei defendida neste trabalho, baseada no disposicionalismo, também se afasta do regularismo, ainda que mantenha suas diferenças com algumas das ideias sustentadas por Lange. Apesar dessas diferenças, acreditamos que Lange está correto ao apontar a concepção regularista como um dos pressupostos implícitos às formulações de Hempel. De modo análogo, Cartwright (1989, p. 176-177) também identifica como um obstáculo ao empirismo esse traço humeano, que leva à caracterização das leis como regularidades. Na linha do que propõe a autora, buscaremos uma concepção não regularista das leis (ainda que empirista), de modo a incorporar o seu caráter *ceteris paribus* como um fator não-problemático.

Isso posto, passamos à abordagem da segunda questão mencionada anteriormente, a saber: é razoável afirmar que o dilema destrutivo de Lange corresponde ao problema dos condicionantes, mencionado por Hempel? Primeiramente, consideremos a questão da abrangência. O problema colocado por Lange pretende abarcar *todas* as leis científicas, já que todas elas estão sujeitas à cláusula *ceteris paribus*. Além disso, o fator chave que nos empurra à escolha entre falsidade e trivialidade é a dificuldade de formular explicitamente as condições *ceteris paribus*, visto que expressões “todo o mais permanecendo constante” não são claras o suficiente. Se não houvesse vagueza envolvida nessa expressão, não haveria risco das leis se tornarem trivialmente verdadeiras nem falsas. A dificuldade que extraímos do dilema de Lange é, portanto, que parece não ser possível formular qualquer lei de forma completa, pois todas as leis parecem precisar de condicionantes *ceteris paribus*. Em última análise, trata-se do risco de que as leis científicas, elas mesmas, possuam caráter vago, justamente por não poderem ser formuladas de modo estrito.

O problema dos condicionantes, apresentado por Hempel, é diferente. Afinal, o autor não formula as leis como leis *ceteris paribus*. Ele as toma como leis estritas, mas chama a atenção para o fato de que a aplicação dessas envolve condicionantes que não podem ser expressos sem o vocabulário específico introduzido pela teoria em questão (por exemplo: a aplicação da lei da gravitação envolve a suposição que não haja *forças* interferentes, sendo que esta é uma expressão própria desse vocabulário). Logo, o problema apresentado por Hempel concerne o uso das teorias, não os enunciados nomológicos em si, tal como pretende Lange. Uma conclusão análoga é defendida por Earman e Roberts, que analisam as contribuições de Hempel e Lange nos seguintes termos:

Deve ficar claro que os condicionantes de Hempel não são os condicionantes de Lange. Assim como Hempel, Lange defende um aprofundamento do problema de Duhem-Quine, mas seu aprofundamento não é o mesmo realizado por Hempel. De acordo com Lange, as hipóteses auxiliares necessárias para derivar predições empíricas da teoria devem incluir um número indefinidamente grande de pressuposições, que não podem ser tornadas explícitas de uma vez. Em contrapartida, Hempel não sugere que seja impossível enunciar todas as hipóteses auxiliares. [...] Para Hempel, a lição importante não tem qualquer coisa a ver com o tamanho da lista de hipóteses auxiliares necessárias, mas se refere ao fato de que essas hipóteses devem incluir condições que não podem ser enunciadas sem o uso do vocabulário especial da teoria. (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 443).

Os autores argumentam, ainda, que os argumentos de Hempel colocam um problema adicional para aqueles que defendem a tese de que todas as leis científicas são redutíveis ou

supervenientes das leis fundamentais da física. Afinal, caso as leis fenomenológicas da física e as demais leis das ciências especiais sejam redutíveis às leis fundamentais, então o problema de Hempel impõe que a aplicação destas leis só ocorrerá mediante o estabelecimento de condicionantes formulados na linguagem própria dessas teorias (não na linguagem da física fundamental). Nesse sentido, Earman e Roberts chamam essa consequência de *insight de Hempel*, e o formulam nos seguintes termos: “Segue do insight de Hempel que qualquer generalização que estas ciências [ciências especiais ou física fenomenológica] descobrirem não serão verdadeiras sobre os modelos das nossas teorias físicas fundamentais.” (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 447). Cumpre ressaltar que essa formulação menciona os *modelos* das teorias físicas fundamentais, justamente para não pressupor a abordagem sintática das teorias, na qual Hempel formulou os seus argumentos originalmente. Em última análise, o desafio colocado aos projetos reducionistas (ou de superveniência) é explicar como pode haver leis genuínas nas ciências diferentes da física fundamental apesar do insight de Hempel. Retornaremos a esse ponto ao abordar as reformulações à teoria regularista, uma vez que estas assumem que todas as regularidades do mundo são supervenientes das regularidades estudadas pela física fundamental.

Além do desafio colocado às abordagens reducionistas, em especial ao regularismo, que outras conclusões podemos tirar a partir da análise realizada até aqui? Acreditamos que as contribuições de Cartwright, Hempel e Lange são, em alguma medida, complementares. Afinal, os dois primeiros apresentam o problema das leis *ceteris paribus* a partir de seu uso ou aplicação, isto é, destacando que a atividade de extrair conclusões ou explicar fenômenos por meio das leis é mediada por condicionantes que devem ser considerados e cuja eliminação não ocorre de modo simples. Trata-se, portanto, de um enfoque *epistemológico* ao problema das leis-cp. Lange, por outra parte, aborda o problema a partir de um enfoque *semântico*, já que o dilema formulado por ele tem como consequência a impossibilidade de se estabelecer de modo completo as condições de verdade dos enunciados nomológicos, com especial ênfase às leis-cp exclusivas. Além disso, ao abordar lateralmente a teoria regularista, observamos a influência de aspectos *metafísicos* na compreensão do problema das leis *ceteris paribus*, tendo em vista que a concepção de inspiração humeana da causalidade é o que dá base para essa teoria sobre as leis. Dessa forma, procurando integrar esses três aspectos do problema das leis-cp – epistemologia, semântica e metafísica – sistematizaremos, na próxima seção, os aspectos salientes em cada uma dessas áreas.

1.7 CONCLUSÃO: SEMÂNTICA, EPISTEMOLOGIA E METAFÍSICA

Até aqui, discutimos o significado e as consequências de classificar as leis *ceteris paribus* como leis científicas com exceções. Como preconiza o dito de Mill, escolhido como epígrafe para este capítulo, as leis de diferentes domínios científicos possuem características distintas com relação à necessidade de condicionantes. Nesse sentido, procuramos nos afastar de duas visões que consideramos extremadas, a saber: tanto a postura que considera, de modo indistinto, todas as leis científicas como leis *ceteris paribus*, quanto a visão que afirma que só existem leis estritas e que, portanto, as ciências especiais não podem formular leis.

Buscamos, portanto, a posição intermediária, que busca traçar uma diferença de graus entre as leis dos diferentes domínios científicos. Ainda que sustentemos que as leis fundamentais da física sejam leis estritas, reconhecemos que mesmo a aplicação dessas leis precisa, em alguma medida, de condicionantes – conforme os argumentos de Cartwright (1983). Certamente, isso não é suficiente para que essas leis sejam classificadas como leis-cp, mas impõe um desafio importante para as teorias em metafísica da ciência que devem dar conta dessas características. Referindo-se às leis fundamentais da física como leis da natureza, Schurz (2002, p. 367) reforça o mesmo entendimento: “Leis da natureza são *estritamente* verdadeiras, *sem* qualquer cláusula *ceteris paribus* – mas ao custo de não serem *aplicáveis per se* a sistemas *reais*, porque elas não especificam *quais* forças estão ativas.”

Seguindo a distinção de graus, observamos que as leis fenomenológicas – ou leis da física que descrevem sistemas – podem ser classificadas sob a alcunha de *leis-cp exclusivas definidas*, conforme discutimos na seção 1.3. Trata-se de leis como a de Kepler, as leis da queda livre, a lei de Snell-Descartes ou a lei da dilatação dos sólidos. A aplicação dessas leis exige especificações que são derivadas a partir de condições de contorno, por isso elas não dispensam as cláusulas-cp exclusivas. Ademais, o fato de que a física possui métodos rigorosos para identificar as condições nas quais elas são verdadeiras faz com que suas cláusulas possuam um caráter definido e não-vago.¹⁸ As leis-cp comparativas, por sua vez, compreendem leis mais específicas. Sua ocorrência se dá em diversos domínios científicos, sobretudo naqueles em que há relações causais descritas por meio de funções matemáticas. Portanto, as teorias metafísicas sobre as leis, que discutiremos nos capítulos seguintes, devem dar conta dessas diferenças.

¹⁸ Trataremos mais detalhadamente sobre o ponto relativos às metodologias da física no capítulo 4, ao tratarmos sobre a proposta de Hüttemann (2014).

Por fim, as leis-cp exclusivas indefinidas são aquelas que caem sob o escopo do dilema destrutivo de Marc Lange, e que serão tratadas com maior ênfase ao longo deste trabalho. Afinal, o fato de suas condições *ceteris paribus* não poderem ser expressas em uma lista fechada traz a possibilidade de que elas possuam caráter vago. A rigor, a vagueza aparece quando se tenta formular uma lista fechada de condições, que acaba por trivializar o enunciado. Caso lidos sem as cláusulas, vimos que os enunciados são falsos, daí a cogência do dilema destrutivo. Com efeito, o dilema de Lange coloca, num primeiro plano, um problema *semântico*, qual seja: delimitar as condições de verdade de enunciados nomológicos exclusivos e indefinidos sem que isso resulte na sua trivialização. No entanto, as tentativas de solucionar esses problemas por meio de uma abordagem puramente semântica possuem limitações importantes (ver PIETROSKI; REY, 1995; EARMAN; ROBERTS, 1999). Por essa razão, os filósofos da ciência que se dedicam ao tema das leis *ceteris paribus* têm proposto abordagens *metafísicas e epistemológicas* ao problema.

Afinal, uma teoria que defina a natureza das leis (cobrindo o aspecto metafísico), bem como as suas condições de teste (cobrindo o aspecto epistemológico), parece mais promissora para cumprir a tarefa de explicar as leis-cp do que abordagens que foquem aspectos meramente lógico-semânticos. Partindo dessa perspectiva, discutiremos, nos capítulos seguintes, as principais teorias que podem dar respostas aos problemas envolvendo as leis *ceteris paribus*, organizando-as em três grupos: teorias do melhor sistema; teorias da estabilidade e invariância; teorias disposicionalistas. No capítulo final, portanto, proporemos nossa própria abordagem ao problema, que tem como base algumas reformulações do disposicionalismo proposto por Nancy Cartwright (1989, 1999).

Nossa ênfase no enfoque metafísico para a resolução dos problemas envolvendo as leis-cp se dá em razão do fato de que a abordagem adotada neste trabalho leva em conta os reflexos da discussão a respeito das leis *ceteris paribus* para a compreensão mais ampla sobre a ciência e sua atividade explicativa.

2 – MELHORES SISTEMAS

“According to one mode of expression, the question, What are the laws of nature? may be stated thus:
 – What are the fewest and simple assumptions, which being granted, the whole existing order of nature
 would result?”
 (MILL, 1974[1843], Book III, Chapter IV, §1).

2.1 INTRODUÇÃO

Ao longo do capítulo anterior, discutimos os principais problemas filosóficos envolvidos na análise das leis científicas *ceteris paribus*. Em particular, vimos que a tentativa de explicar as condições de verdade das leis-cp exclusivas indefinidas leva ao dilema destrutivo de Lange, isto é, ou essas leis são falsas – uma vez que possuem exceções – ou são triviais – já que o conteúdo da cláusula *ceteris paribus* não parece ser bem definido. Além disso, deixamos claro que este problema é especialmente saliente para as leis científicas das chamadas ciências especiais, embora a questão dos condicionantes também surja na análise das leis da física.

Neste e nos próximos capítulos, nos debruçamos sobre algumas das principais teorias filosóficas sobre as leis científicas, com o objetivo de avaliar o modo como elas se saem diante dos problemas supracitados. A primeira abordagem que analisaremos é a chamada *teoria do melhor sistema* (*best system account*, doravante BSA). Trata-se de uma concepção baseada no regularismo de inspiração humeana, cuja formulação mais famosa se deve a David Lewis (1973, 1983, 1986). Em linhas gerais, a teoria dos melhores sistemas se funda no pressuposto de que parte importante da tarefa de conhecer a realidade consiste na formulação de sistemas dedutivos dos quais se possam extrair as regularidades exibidas pelos fenômenos. Assim, as leis são compreendidas como os axiomas e teoremas do sistema dedutivo que combine idealmente três características, a saber: *simplicidade, força e ajuste*.

A teoria do melhor sistema também é conhecida na literatura filosófica como concepção MRL, uma vez que contou com as contribuições de John Stuart Mill e Frank Ramsey, além do já citado David Lewis. Na seção 2.2, portanto, buscaremos apresentar as características gerais da concepção MRL, bem como os principais problemas enfrentados por ela. De modo particular, veremos que, na tentativa de solucionar o chamado problema das comparações imanentes, Lewis (1983) introduziu na teoria a necessidade de que as proposições do melhor sistema utilizassem somente predicados que se referissem a *propriedades perfeitamente naturais*. Como consequência, o sistema dedutivo ideal parece

contemplar somente as leis da física fundamental, visto que as propriedades descritas pelas demais ciências não se encaixam no requisito proposto por Lewis.

Com o intuito de acomodar as leis das demais ciências na teoria do melhor sistema, alguns autores propuseram reformulações à concepção MRL, dando origem à *teoria dos melhores sistemas melhorados* (*better best systems account*, doravante BBSA), expressão originalmente formulada por Cohen e Callender (2009). Ao longo das seções 2.3 e 2.4, analisaremos duas dentre essas propostas, a saber: (i) a reformulação proposta por Cohen e Callender (2009, 2010), cujo aspecto principal consiste na relativização do conceito de melhor sistema, a fim de englobar diversos melhores sistemas – cada um deles correspondendo a uma área do conhecimento, bem como (ii) a versão da BBSA proposta por Schrenk (2014), em que as condições de verdade das leis com exceções são explicadas com base no conceito de *índice*.

Por fim, na seção 2.5, apresentaremos algumas objeções às teorias mencionadas acima. Em particular, argumentaremos que os elementos fornecidos pelos seus proponentes não são suficientes para superar as dificuldades expressas no dilema destrutivo de Lange para as leis-cp exclusivas indefinidas.

2.2 A TEORIA DO MELHOR SISTEMA

A teoria do melhor sistema é inspirada no entendimento humeano sobre causa e efeito. Nessa perspectiva, o fato de que F causa G é interpretado como a afirmação de que eventos do tipo F são *regularmente* seguidos de eventos do tipo G . Transpondo esse raciocínio para as leis da natureza, os defensores do regularismo consideram que a proposição “É uma lei da natureza que todos os F s são G s” como equivalente à afirmação de que tal associação é observada regularmente. Naturalmente, isso resulta na compreensão de que as leis da natureza são contingentes.

Nessa teoria, não são postuladas quaisquer entidades adicionais para explicar a existência das leis da natureza (tais como propriedades disposicionais, conexões necessárias ou relações entre universais). O único fator que define as leis são as regularidades observadas e catalogadas pelos cientistas, já que a realidade é compreendida a partir da metáfora do *mosaico humeano*, definido por Lewis como “[a] doutrina de que tudo o que há no mundo é um vasto mosaico de questões de fato particulares, apenas uma coisa seguida de outra.” (LEWIS, 1986, p. ix). De modo análogo, a passagem escolhida como epígrafe deste capítulo,

de autoria de J. S. Mill, representa bem a intuição que dá base para o regularismo. A “ordem da natureza” a que se refere Mill corresponde às regularidades observadas entre os fenômenos, de modo que as leis da natureza são simplesmente os princípios ou axiomas cuja adoção permite que se deduza todas as uniformidades relevantes e de interesse científico.

Nessa linha de raciocínio, a procura pelas leis da natureza tem como motivação a sistematização do nosso conhecimento sobre o mundo. Ocorre que essa organização pode ocorrer de diferentes maneiras, ou seja, é possível formular diferentes sistemas para dar conta das regularidades, o que resultaria em conjuntos distintos de axiomas adotados como leis. Como evitar, então, que a formulação dos sistemas – e a conseqüente escolha das leis – ocorra de modo arbitrário? Ramsey (1978[1928], p. 131) sugere que a arbitrariedade pode ser atenuada caso se adote a *simplicidade* como critério para a escolha dos axiomas do sistema dedutivo. Segundo o autor, generalizações mais simples tendem a ser mais abrangentes e, por conseguinte, mais fundamentais, permitindo a dedução das demais generalizações do sistema.

Incorporando e refinando essas intuições, Lewis formula a teoria do melhor sistema nos seguintes termos:

[...] uma generalização contingente é uma *lei da natureza* se, e somente se, ela aparece como um teorema (ou axioma) em cada um dos sistemas dedutivos verdadeiros que realizam o melhor equilíbrio entre simplicidade e força. De modo análogo, uma generalização é uma lei num mundo *W* se, e somente se, ela aparece como um teorema em cada um dos melhores sistemas dedutivos verdadeiros em *W* (LEWIS, 1973, p. 73).

Num artigo posterior, Lewis (1994, p. 480) acrescenta um terceiro item ao lado da simplicidade e da força, a saber: o *ajuste*. O primeiro requisito diz respeito à concisão do sistema e de seus axiomas o segundo se refere ao quão informativo ele é; o terceiro, à necessidade de representação adequada dos fenômenos. A exigência de que o melhor sistema seja aquele que melhor equilibra essas três virtudes se dá pelo fato de que elas operam em contrapartida. Por exemplo, se compararmos um sistema dedutivo que contenha um catálogo completo das posições relativas dos planetas no sistema solar com um sistema que contenha apenas as equações gerais da gravitação, o segundo será mais simples. No entanto, o primeiro terá mais força, visto que, no sistema que contém apenas as equações gerais, é necessário realizar aproximações. Já o requisito de ajuste diz respeito à necessidade de que o sistema dedutivo e suas leis produzam representações empiricamente adequadas, em razão de que essa é uma virtude que não pode ser inteiramente sacrificada em prol das outras duas.

As dificuldades enfrentadas pela teoria do melhor sistema são vastamente discutidas pela literatura filosófica (ver VAN FRAASSEN, 1989, p. 40-64; MUMFORD, 2004, p. 19-49; GHINS, 2013; CANI, 2019). Aqui, concentramo-nos numa questão específica, que traz grandes impactos para o entendimento regularista sobre as leis *ceteris paribus*. Trata-se do problema das *comparações imanentes*, que tem como ponto de partida a constatação de que a virtude da simplicidade depende da linguagem na qual os sistemas dedutivos são formulados. Desse modo, a seleção dos predicados utilizados para descrever as regularidades pode alterar o resultado da comparação entre simplicidade, força e ajuste. Portanto, teremos conjuntos distintos de leis de acordo com o conjunto de predicados escolhidos, o que certamente representa uma conclusão indesejada para os defensores da teoria do melhor sistema.

No limite, o problema das comparações imanentes traz uma ameaça de trivialização para a concepção MRL. É possível conceber um sistema dedutivo composto por apenas um predicado, $F(x)$, que seja aplicável a todos os objetos do mundo. Nesse sistema hipotético, o axioma $F(x)$ seria a única lei da natureza, visto que seria o axioma do sistema que melhor equilibra os três requisitos da teoria. Buscando solucionar essa dificuldade, Lewis (1983) incorporou à teoria a condição de que os predicados que compõem o melhor sistema sejam fixos. Sem a possibilidade de variação dos predicados, a comparação que resulta no melhor sistema teria um resultado unívoco, eliminando a ameaça de relativização representada pelo problema supracitado. Todavia, veremos que a reformulação proposta por Lewis tem como corolário o surgimento de novos problemas envolvendo a acomodação das leis *ceteris paribus* na teoria regularista.

No início deste capítulo, vimos que a teoria do melhor sistema evita inflacionar sua ontologia por meio da postulação de entidades metafísicas que assegurem a existência de leis. Portanto, a estratégia adotada por Lewis para fixar os predicados do melhor sistema não se dá por meio da postulação de universais ou de tipos naturais estritos. Nesse sentido, afirmar que um objeto instancia uma propriedade equivale simplesmente a dizer que ele é membro de determinada classe. Parafraseando Platão, Lewis (1983, p. 346) admite que “[a]s propriedades cortam a realidade nas suas articulações naturais, bem como em todos os outros lugares.” De que modo, então, afastar a ameaça de relativização?

A estratégia de Lewis consiste na afirmação de que as propriedades e classes se encontram divididas em três tipos, a saber: as propriedades *perfeitamente naturais*, as *imperfeitamente naturais* e as *não naturais*. Trata-se de uma proposta naturalista, uma vez que a tarefa de definir quais são as propriedades perfeitamente naturais cabe à investigação

científica, especialmente à Física fundamental. Definidas as propriedades perfeitamente naturais como aquelas que correspondem a distinções reais entre os objetos, tais como representadas pela Física, as demais propriedades são classificadas gradualmente como imperfeitamente naturais ou não naturais, a partir do grau de semelhança ou afastamento das propriedades pertencentes ao primeiro grupo (LEWIS, 1983, p. 347). Com base nessa concepção sobre as propriedades, Lewis refina a teoria do melhor sistema de modo a admitir que o vocabulário primitivo a ser adotado pelo sistema dedutivo ideal seja composto por predicados que se refiram somente a propriedades perfeitamente naturais. Como consequência, “[a]s leis fundamentais, tomadas como axiomas do sistema ideal, devem concernir apenas propriedades perfeitamente naturais.” (LEWIS, 1983, p. 368).

Considerando que as leis da natureza são os axiomas do melhor sistema e que este é composto por predicados que se referem às propriedades categorizadas pela Física fundamental, a única possibilidade de acomodar no melhor sistema as leis pertencentes às demais áreas da ciência é considerá-las como consequências dedutivas das leis fundamentais. Isto é, ou se admite que as ciências especiais não podem formular leis, ou se formula uma concepção de *superveniência*, com o intuito de demonstrar como as leis dessas ciências figuram como teoremas do sistema dedutivo ideal. Entretanto, sabemos que o caráter *ceteris paribus* dessas leis faz com que a dedução delas não se dê de modo automático, conforme discutimos no capítulo anterior, sobretudo nas seções 1.4 e 1.5. Logo, caso se busque acomodar as leis-cp na teoria do melhor sistema, a análise da superveniência se configura como uma dificuldade a ser enfrentada pelos seus proponentes.

Na seção seguinte, discutiremos a teoria de Cohen e Callender (2009), que tem como objetivo reformular a ideia de melhor sistema para incorporar as leis *ceteris paribus* sem a necessidade de recorrer à noção de superveniência.

2.3 MELHORES SISTEMAS MELHORADOS

De acordo com a concepção MRL, as leis da natureza são os axiomas e teoremas do sistema dedutivo que melhor conjuga os requisitos de simplicidade, força e ajuste. A fim de evitar o problema das comparações imanentes, Lewis (1983, 1994) introduziu na teoria a exigência de que os predicados envolvidos nas leis da natureza se refiram a propriedades perfeitamente naturais, identificadas pela Física. Trata-se de uma estratégia que pode ser denominada *fundamentalista* (COHEN; CALLENDER, 2009, p. 11) Nesse cenário, qual é o

estatuto das generalizações que possuem função explicativa em domínios como a biologia, a economia ou as ciências sociais? Generalizações como a lei da oferta e da demanda ou atribuições causais como “fumar causa câncer de pulmão” – discutidas no capítulo anterior – podem ser chamadas de *lei*, segundo essa concepção?

De acordo com os pressupostos da teoria do melhor sistema, contar tais generalizações como leis exige que se explique de que modo elas podem ser *reduzidas* às leis fundamentais da Física. Em outros termos, seria preciso determinar de que modo os predicados envolvidos nessas leis são supervenientes das ou redutíveis às propriedades perfeitamente naturais. Desse modo, seria possível que as leis das chamadas ciências especiais contassem como teoremas do sistema dedutivo ideal. Ocorre que, conforme os argumentos de Hempel e Cartwright, discutidos anteriormente, a dedução das leis das ciências especiais a partir dos princípios básicos da Física é problemática, pois nenhum processo dedutivo é capaz de afastar, por si só, os condicionantes ou fatores interferentes.

A partir desta seção, portanto, investigaremos algumas tentativas de reformulação da teoria do melhor sistema, notadamente as contribuições de Cohen e Callender (2009) e Schrenk (2014). Ambas as propostas rejeitam a hipótese de que não há leis nas ciências especiais, o que seria uma consequência admissível da teoria do melhor sistema de Lewis. Em vez disso, os autores procuram pensar em meios de compreender as leis *ceteris paribus* sem a necessidade de se comprometer com uma visão reducionista.

A primeira contribuição que analisaremos é a de Cohen e Callender, que denominam a sua proposta como *teoria dos melhores sistemas melhorados (better best systems account)*. Os autores destacam que, além da abordagem *fundamentalista* de David Lewis, há outras duas estratégias possíveis para escapar da arbitrariedade na comparação entre sistemas dedutivos. Tais estratégias são a *estipulação* e a *relativização*.

Além das dificuldades já mencionadas, Cohen e Callender (2009, p. 9) argumentam que o fundamentalismo de Lewis enfrenta outro problema, qual seja, a falta de *acessibilidade epistêmica*. De acordo com os pressupostos regularistas, que inspiram a teoria do melhor sistema, as propriedades que distinguem mundos possíveis em que uma generalização conta como uma lei de mundos onde isso não ocorre devem ser epistemicamente acessíveis. A teoria do melhor sistema deve, portanto, apresentar um método para realizar essa distinção de modo válido. Em outros termos, se dois mundos W_1 e W_2 são iguais no que se refere a todas as propriedades e fatos ocorrentes, então W_1 e W_2 devem ter as mesmas leis. Ocorre que a introdução das propriedades perfeitamente naturais faz com que esse requisito não seja

cumprido. Afinal, é possível conceber um mundo W_1 em que determinada generalização conte como uma lei e seus predicados sejam perfeitamente naturais e um mundo W_2 em que a mesma generalização é considerada como uma lei pelos cientistas, mas em que seus predicados não sejam perfeitamente naturais. Para os autores, isso faz com que o fundamentalismo falhe diante dos próprios pressupostos humeanos.

Rejeitada a estratégia fundamentalista, a segunda hipótese a se considerar é a estipulação (COHEN; CALLENDER, 2009, p. 15-21). Nessa perspectiva, as propriedades que compõem os axiomas do melhor sistema são estipuladas de modo que, uma vez assegurada a acessibilidade empírica, não restam questões metafísicas para resolver. Um determinado conjunto X de propriedades é estipulado e, a partir disso, X serve como critério para as comparações relativas aos requisitos de simplicidade, força e ajuste. Por exemplo, poderiam ser estipuladas como membros de X determinadas magnitudes, macrovariáveis e outros aspectos observáveis.

Cohen e Callender criticam essa alternativa porque não há como definir de antemão quais são as propriedades por meio das quais as leis serão formuladas. Afinal, cada sistema científico emprega um conjunto de propriedades e isso dá origem a diferentes conjuntos de leis. Em última análise, a disputa entre sistemas teóricos é a disputa para definir qual deles é o melhor sistema. Exatamente por isso, qualquer escolha das propriedades feita anteriormente possui caráter arbitrário (COHEN; CALLENDER, 2009, p. 18-19). Ainda assim, os autores sinalizam para o fato de que, em princípio, uma saída para as teorias de estipulação seria a de *flexibilizar* a escolha de propriedades e predicados ao contexto, às necessidades explicativas e à evolução dos sistemas teóricos. Essa reflexão dá ensejo à estratégia de *relativização*, defendida pelos autores.

Na relativização, em vez de um sistema dedutivo ideal com axiomas referentes ao nível da Física fundamental, Cohen e Callender sugerem que haja vários sistemas dedutivos ideais, sendo que cada um deles corresponde a determinada área da ciência. É por essa razão que os autores falam em melhores sistemas, no plural. A ideia básica dessa concepção consiste em definir o melhor sistema (e, conseqüentemente, as leis) para um determinado conjunto de propriedades ou predicados K . Portanto, relativamente a determinado sistema, podemos classificar determinada generalização como uma lei em K , sendo que K consiste numa classe de propriedades com notável relevância explanatória num ramo específico da atividade científica (COHEN; CALLENDER, 2009, p. 21).

Os autores enumeram três razões para sustentar a superioridade de sua concepção sobre a versão defendida por Lewis, a saber: (i) a solução mais eficaz do problema das comparações imanentes; (ii) a admissão das leis nas ciências especiais, bem como (iii) a admissão de leis com exceções. Passemos ao primeiro ponto. Como vimos anteriormente, a simplicidade é um termo imanente, uma vez que depende da escolha dos tipos (*kinds*) e dos predicados básicos utilizados em determinado sistema. Isso torna impossível a comparação da simplicidade entre diferentes sistemas que não compartilham do mesmo grupo de tipos e predicados básicos. Um exemplo clássico desse problema foi notado por Goodman (1983) e desenvolvido por Loewer (1996), a saber, os predicados do tipo ‘verzul’. A dificuldade persiste se analisarmos também as noções de força dedutiva e de equilíbrio. Assim como a ideia de simplicidade, elas também são imanentes aos sistemas e seus predicados básicos (COHEN; CALLENDER, 2009, p. 6).

Ainda que Earman (1993) minimize a importância desse problema, apontando que a prática científica real não apresenta exemplos em que a comparação falharia por conta da imanência dos predicados, Cohen e Callender (2009, p. 7) argumentam que o problema das comparações imanentes não pode ser desconsiderado. Mesmo que exemplos tais como aqueles apresentados por Goodman não tenham sido efetivamente observados na prática científica, o ponto destacado por Cohen e Callender é que não há razão suficiente para se escolher uma métrica de simplicidade e rejeitar outra, o que valida a questão mencionada de modo independente dos exemplos nos quais possamos pensar. Dessa forma, como os autores lidam com esse problema? Basicamente, Cohen e Callender (2009, p. 22) defendem o que denominam *realismo explosivo*. Isto é, trata-se de um meio termo entre o relativismo ingênuo e a ideia de que a natureza é dotada de tipos naturais únicos. O critério para definir os tipos e predicados que serão considerados reais (e, portanto, figurarão nas leis) consiste na relevância pragmática e explicativa desses predicados. Assim, a própria investigação científica determinará os membros dos conjuntos de tipo *K*, e a melhor sistematização dessas propriedades originará as leis desse domínio.

O segundo ponto na comparação entre as versões da teoria do melhor sistema diz respeito à ocorrência das leis nas ciências especiais. Conforme Cohen e Callender, conceitos como *entropia* ou *vida* não são trivialmente reduzidos às propriedades fundamentais da Física, de modo que, a princípio, a concepção MRL não admite como leis aquelas generalizações formuladas utilizando predicados desse tipo. Em contrapartida, a versão relativizada dessa concepção, sustentada pelos autores, consegue explicar esse tipo de lei:

A versão relativizada da MRL (quando combinada com o realismo explosivo sobre tipos) nos permite axiomatizar sistemas em termos de quaisquer tipos/predicados que favoreçamos; portanto, ela permite a construção de Melhores Sistemas em botânica, ecologia, economia, dinâmica dos fluidos, física de partículas de alta energia, e muito mais. Qualquer recorte concebível que se faça do mundo, assumindo que as noções de simplicidade, força e equilíbrio sejam aplicáveis a esses tipos, resultará numa competição e haverá um vencedor, um Melhor Sistema, portanto, um conjunto de leis. (COHEN; CALLENDER, 2009, p. 24).

O terceiro ponto da comparação é intimamente conectado ao anterior. Afinal, o fato da concepção de Lewis não acomodar as leis das ciências especiais se deve, principalmente, ao fato de que tais leis possuem caráter *ceteris paribus*. De acordo com Cohen e Callender, as cláusulas *ceteris paribus* não representam um problema para a teoria dos melhores sistemas melhorados. Retomando os termos do dilema destrutivo de Lange, consideremos duas generalizações, quais sejam, (1) “Todos os *Fs* são *Gs*” e (2) “*Ceteris paribus*, todos os *Fs* são *Gs*”. Como discutimos anteriormente, o dilema consiste no fato de que, caso essa seja uma lei com exceções, a generalização (1) será falsa, enquanto (2) será trivial ou vacuamente verdadeira, dado o conteúdo incerto da expressão *ceteris paribus*. De que modo a versão relativizada da concepção MRL lida com esse dilema?

Em linhas gerais, Cohen e Callender concedem que a generalização com cláusula *ceteris paribus* descrita em (2) é verdadeira, ao contrário da generalização estrita descrita em (1). Logo, somente a generalização verdadeira pode ser incluída no melhor sistema, visto que não faz sentido incluir uma proposição falsa como axioma de um sistema dedutivo. Além disso, o fato de que o melhor sistema se baseia nos critérios de simplicidade e força dedutiva fará com que somente as generalizações relevantes (e não as triviais ou vacuamente verdadeiras) sejam adotadas como lei. No que se refere às exceções, os autores alegam que não há problema em conter generalizações com exceções nos melhores sistemas de cada área do conhecimento, pois o que define o estatuto de lei a uma generalização é a contribuição para o equilíbrio entre as virtudes de simplicidade, força e ajuste. Aparentemente, portanto, a concepção relativizada do melhor sistema consegue acomodar as leis das ciências especiais, mesmo que elas possuam exceções. Entretanto, um ponto enfatizado pelos próprios autores é o de que sua concepção não oferece uma análise das condições de verdade das leis *ceteris paribus* (COHEN; CALLENDER, 2009, p. 25).

Diante dessa limitação, os autores enumeram o que consideram ser as vantagens da teoria dos melhores sistemas melhorados. Primeiramente, ela torna possível construir

melhores sistemas em cada uma das diferentes áreas da ciência, sem exigir o abandono do conceito de lei. Em segundo lugar, a concepção reformulada não se compromete com uma visão estritamente reducionista, mas permite que haja reduções pontuais a diferentes conjuntos tomados como básicos (os conjuntos K dos diferentes domínios científicos) (COHEN; CALLENDER, 2010, p. 427). Além disso, a existência de leis não redutíveis às fundamentais não é um problema para a teoria; antes, isso é visto como uma consequência previsível da complexidade do mundo, conforme atestado pelas diferentes ciências (COHEN; CALLENDER, 2010, p. 430).

Apesar de fornecer uma alternativa interessante para acomodar as leis *ceteris paribus* num sistema dedutivo conforme os pressupostos do regularismo, cumpre ressaltar que a teoria dos melhores sistemas melhorados não fornece uma análise do significado e da aplicação da cláusula *ceteris paribus*. Isto é, essa concepção propõe uma maneira de lidar com elas dentro do regularismo, mas não nos proporciona entendimento a respeito de como essas cláusulas funcionam nem iluminam sua prevalência na prática científica. Disso decorre que não há uma explicação das condições de verdade das leis-cp e, portanto, não é possível dizer que Cohen e Callender respondam ao dilema destrutivo de Lange.

Além disso, consideramos que a concepção proposta por Cohen e Callender enfrenta uma segunda dificuldade, a saber: aparentemente, a estratégia dos autores deixa de fora casos de leis científicas que são formuladas utilizando conceitos advindos de mais de uma área da ciência. Suponhamos que haja dois conjuntos de propriedades, K_1 e K_2 , cada um correspondendo a uma área da ciência, com seu conjunto próprio de leis. Se houver uma subárea que formule leis a partir das propriedades de K_1 e K_2 , não está claro de que forma a concepção dos autores poderia acomodar esse caso. Haveria a formulação de um novo sistema, K_3 , ou a modificação dos sistemas anteriores? Em ambos os casos, como assegurar a manutenção do melhor equilíbrio entre simplicidade, força e ajuste? Tanto a questão sobre as condições de verdade como os casos de leis que utilizam conceitos de diferentes subáreas são deixadas sem resposta pelos autores supramencionados.

Na próxima seção, analisaremos a teoria de Schrenk (2014), que propõe uma análise das condições de verdade para as leis *ceteris paribus*, buscando, assim, preencher a lacuna deixada em aberto por Cohen e Callender.

2.4 ÍNDICES E CONDIÇÕES DE VERDADE

Como vimos, a teoria do melhor sistema baseia-se na ideia de que as leis da natureza são os axiomas e teoremas pertencentes a um sistema dedutivo ideal, capaz de reunir todas as regularidades estudadas pelas ciências. A teoria do melhor sistema melhorado, por sua vez, relativiza a concepção original de modo a admitir a existência de vários sistemas ideais, um para cada domínio científico.

Embora Cohen e Callender explicitem os elementos desta teoria de modo a torná-la uma alternativa promissora para lidar com as leis-cp, cumpre ressaltar que os autores não iluminam as condições de verdade para essas leis, o que torna sua proposta insuficiente. Nesta seção, portanto, analisaremos a proposta de Schrenk, cujo objetivo também é o de reformular a teoria do melhor sistema com vistas a eliminar o requisito de que as leis se refiram a propriedades perfeitamente naturais. Assim como Cohen e Callender, Schrenk defende a possibilidade de fixar o vocabulário das leis em outras bases, a fim de acomodar as leis *ceteris paribus*.

Neste ponto, é salutar retomar a classificação proposta pelo próprio Schrenk (2007a, p. 10-11) em *The Metaphysics of Ceteris Paribus Laws*, que tem como propósito esclarecer as diferentes posições a respeito das leis-cp. Como expusemos na seção 1.2, a *visão moderada* a respeito das leis *ceteris paribus* é aquela segundo a qual as leis fundamentais da Física são consideradas como estritas – ainda que sua *aplicação* possa requerer, em muitos casos, a adoção de cláusulas *ceteris paribus*. Além da visão moderada, há o ceticismo radical – segundo o qual todas as leis são estritas e as leis-cp são inviáveis – e a visão que considera que todas as leis científicas são leis-cp.

Isso posto, cumpre ressaltar que Schrenk defende uma forma de visão moderada a respeito das leis-cp, uma vez que defende que leis fundamentais, como a de Newton, sejam consideradas como leis estritas (SCHRENK, 2007a, p. 32). Em seus estudos, Schrenk argumenta que há dois tipos de *leis com exceções* e, a partir disso, propõe uma solução diferente para cada um dos casos. O primeiro deles concerne às leis fundamentais da Física. Ainda que leis como a de Newton ou a de Schroedinger sejam interpretadas como estritas, o autor formula uma alternativa metafísica para lidar com a possibilidade de que haja regiões espaço-temporais nas quais as leis da Física falhem. Pode ser o caso de buracos negros, por exemplo. Nesse sentido, o autor formula os conceitos de *índice* e de *regularidade indexada* com o objetivo de explicar esse tipo de situação. Essas noções são definidas nos seguintes termos:

(x, y, z, t) é uma região individual excepcional do espaço-tempo (um índice) para uma regularidade R se, e somente se, R possui uma exceção em (x, y, z, t) e existe pelo menos uma outra região do espaço-tempo (x', y', z', t') que seja perfeitamente equivalente em suas circunstâncias – isto é, equivalente nas propriedades intrínsecas e não relacionais – mas em que a regularidade não tenha uma exceção. Uma regularidade indexada é uma regularidade R que possui um índice. (SCHRENK, 2007a, p. 45).¹⁹

A partir da definição dos índices como regiões do espaço-tempo em que determinadas leis fundamentais não possuem validade, torna-se possível formular enunciados nomológicos que excluam tais índices. Dessa forma, a regularidade ‘cp: $F(x) \supset G(x)$ ’ poderia ser interpretada como ‘ $\forall w: (F(w) \wedge \neg(w=(x,y,z,t)) \supset G(w))$ ’. Se aceitarmos o conceito de índice como bem definido, teremos que admitir que a regularidade indexada é clara o suficiente para figurar como axioma ou teorema em algum dos melhores sistemas que compõem a BBSA, o que confere à regularidade o estatuto de lei.

Neste ponto, convém salientar que Schrenk concentra suas análises no que denomina *exceções reais*, conforme definimos no capítulo anterior. Assim, situações envolvendo leis fenomenológicas que precisam de condições de contorno para que suas previsões sejam efetivadas – por exemplo, a lei de Snell-Descartes e os meios isotrópicos – não consistem no escopo da investigação de Schrenk. Esse tipo de situação é denominado por Schrenk como exceção aparente ou *pseudoexceção*, conforme classificação discutida na seção 1.5. Por essa razão, denominamos as regularidades indexadas como leis com exceção, sem empregar o termo leis *ceteris paribus*, pois o temos utilizado em sentido diferente ao longo deste trabalho. Afinal, estamos nos concentrando sobre os problemas envolvidos na *aplicação* das leis, de modo que o escopo deste trabalho não nos permite adentrar a discussão a respeito da possibilidade de as leis fundamentais da Física possuírem, ou não, exceções reais.

Aqui, as noções de índice e de regularidade indexada nos servirão como ponto de apoio para compreender o segundo tipo de lei com exceção apresentado por Schrenk, a saber, as leis *ceteris paribus* nas ciências especiais. O raciocínio de Schrenk (2014) pode ser reconstruído nos seguintes termos: enquanto as leis fundamentais da Física falham em regiões individuais excepcionais, as leis das ciências especiais possuem exceções quando aplicadas a indivíduos específicos. Num exemplo empregado pelo autor, temos que a regularidade ‘Todos os tigres possuem listras pretas e alaranjadas’ pode possuir exceções quando aplicadas a

¹⁹ Índice foi o termo escolhido para traduzir *index*, que é o conceito empregado por Schrenk em língua inglesa. No original, fica evidente a justaposição entre as primeiras sílabas das palavras ‘individual’ e ‘exceptional’ para formação do referido conceito.

indivíduos específicos, que poderiam ser denominados $\{tigre_1, tigre_2, \dots, tigre_n\}$ (SCHRENK, 2014, p. 1795). Desse modo, o autor propõe uma analogia com as regularidades indexadas, em que os índices espaço-temporais são substituídos por indivíduos específicos. Com base nessa constatação, e tomando o exemplo dos tigres como ponto de partida, Schrenk define as leis *ceteris paribus* das ciências especiais nos seguintes termos:

A sentença efetivamente utilizada ‘Tigres possuem listras pretas e alaranjadas, cp.’ é, de fato, uma lei *se, e somente se*, duas condições ligeiramente mais complicadas forem satisfeitas: (1) as propriedades de ser um tigre, preto, amarelo, etc. estejam no conjunto das propriedades (prioritariamente) biológicas que geram o melhor sistema; (2) ‘Tigres possuem listras pretas e alaranjadas, exceto para os indivíduos $tigre_1, tigre_2, \dots, tigre_n$ ’ integra os axiomas desse melhor sistema. De modo geral, estamos justificados em escrever ‘cp: Fs são Gs’ e chamá-la de lei *se, e somente se*, $\forall u: (Fx \wedge \neg(u = a_1) \wedge \neg(u = a_2) \wedge \neg(u = a_n) \supset Gu)$ for um axioma no respectivo melhor sistema melhorado. (SCHRENK, 2014, p. 1797).

Isso posto, podemos constatar que a definição das leis *ceteris paribus* para as ciências especiais – a saber, ‘ $\forall u: (F(u) \wedge \neg(u = \{a_1, a_2, \dots, a_n\})) \supset G(u)$ ’ – depende da identificação adequada dos indivíduos $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ que tornam a lei falsa. Afinal, este requisito é fundamental para que estes enunciados nomológicos tenham condições de verdade bem definidas e, assim, figurem como axiomas de algum dos melhores sistemas. Ademais, isso também é necessário para solucionar o dilema destrutivo de Lange, lacuna deixada em aberto pela sistematização proposta por Cohen e Callender.

Podemos constatar que uma fragilidade da proposta de Schrenk concerne o fato de que o exemplo proposto pelo autor (a regularidade sobre as listras dos tigres) é excessivamente simples e, portanto, a avaliação da pertinência desta concepção exige que ela seja aplicada satisfatoriamente também a outros exemplos. Pensemos na já citada lei da oferta e da demanda. Como sabemos, ela é aplicada somente a sistemas econômicos em equilíbrio e possui, como um de seus requisitos, que os agentes econômicos envolvidos no mercado ajam com razoabilidade. Suponhamos que haja um sistema econômico $S(x)$ e um agente econômico $a(x)$ que, respectivamente, ora esteja em equilíbrio e se comporte de modo razoável e ora não o façam. Basicamente, isso nos levaria a concluir que, num tempo $t = t_1$, tais indivíduos consistiriam em exceções à lei de oferta e demanda, devendo ser excluídos do enunciado nomológico, reconstruído conforme a teoria de Schrenk. Mas isso não seria o caso quando considerarmos um certo tempo $t = t_2$. Como interpretar a lei nesse cenário?

Naturalmente, uma solução possível seria replicar a estratégia das regularidades indexadas, utilizada no caso das leis fundamentais, e incorporar o requisito temporal na definição dos indivíduos a serem excluídos. Dessa forma, os indivíduos $S(x, t_1)$ e $a(x, t_1)$ seriam excluídos incorporados ao antecedente do enunciado nomológico, enquanto não o seriam os indivíduos $S(x, t_2)$ e $a(x, t_2)$. À primeira vista, esse ajuste soluciona o problema, pois as condições de verdade para o enunciado nomológico continuam bem definidas. Mas se levarmos em conta a pragmática da investigação científica – isto é, a utilização dos conceitos de lei, de cláusula *ceteris paribus* e as informações que esperamos obter por meio deles – a solução parece insuficiente. Afinal, a diferença entre o sistema $S(x, t_i)$ e o agente $a(x, t_i)$ em distintos momentos temporais pode se dever a condições de contorno ou a fatores interferentes não intrínsecos aos indivíduos em questão. Desse modo, apenas excluir os indivíduos do antecedente do enunciado nomológico parece pouco informativo a respeito de como os enunciados nomológicos serão, de fato, empregados para estabelecer previsões ou motivar intervenções na realidade. Mesmo que admitamos, para fins argumentativos, que a formulação de Schrenk é adequada do ponto de vista semântico, consideramos que essa concepção é pouco satisfatória quando nos concentramos na aplicação das leis científicas.

As considerações acima, todavia, não indicam a ausência de problemas semânticos na concepção do autor. Ora, não nos parece claro de que modo essa estrutura explicativa para as leis *ceteris paribus* poderia dar conta de exceções que não estão relacionadas a indivíduos específicos. Mesmo em enunciados simples como ‘*ceteris paribus*, aspirinas aliviam dor de cabeça’, é possível conceber situações em que a exceção à regularidade se mostre não por características dos indivíduos em questão – o comprimido de aspirina e o sujeito que toma o comprimido – mas por algum fator concernente à *interação* entre estes indivíduos. Neste caso, que tipo de ontologia seria proposta para dar conta de situações assim, em que não é possível a simples exclusão de ambos os indivíduos do enunciado, sob pena de excluir, também, casos em que a lei de fato é verificada? Talvez, uma alternativa seria adotar algum tipo de ontologia de tropos, em que somente o tropo específico envolvendo a interação entre o comprimido e o indivíduo, naquela situação, seria excluído do antecedente do enunciado nomológico. Entretanto, não está claro se a concepção de Schrenk acomodaria esse tipo de perspectiva ontológica. Dessa forma, parece-nos bastante evidente que, apesar de promissora, a concepção proposta pelo autor requer trabalho adicional.

Ao longo desta seção e da anterior, avaliamos duas das principais concepções conhecidas como teorias dos melhores sistemas melhorados. Ainda que elas representem

avanços bastante nítidos em relação à proposição de David Lewis, especialmente no que se refere à incorporação das leis *ceteris paribus* como centro da discussão, ambas possuem lacunas bastante proeminentes.

2.5 CONCLUSÃO: ATENUANDO A UNIVERSALIDADE

A teoria do melhor sistema tem como ponto de partida a ideia de que é possível sistematizar as regularidades observadas na natureza a partir de um conjunto de axiomas e teoremas. Se levarmos em consideração a epígrafe deste capítulo, de autoria de J. S. Mill, perceberemos que tais regularidades são identificadas com a própria ordem da natureza. Desse modo, podemos afirmar que as reformulações à teoria do melhor sistema atualizam essa pretensão, tendo em vista que assumem a compreensão de que somente a sistematização das regularidades se dá de modo complexo. Isso exige a formulação de diversos sistemas, bem como a incorporação das cláusulas *ceteris paribus* à análise.

Dessa forma, vimos que a *teoria do melhor sistema* (BSA) de Lewis tem como corolário o fato de que as leis-cp só são admitidas caso se conceba uma abordagem reducionista, capaz de explicar o modo como as leis das ciências especiais podem ser formuladas, em última análise, a partir das propriedades perfeitamente naturais. Por outro lado, as *teorias dos melhores sistemas melhorados* (BBSA) evitam o comprometimento com perspectiva reducionista a partir da relativização dos conjuntos de propriedades envolvidos na formulação das leis pertencentes aos diferentes domínios científicos.

Em particular, Cohen e Callender (2009) propõem que as regularidades formuladas no interior de cada domínio científico integram a competição que definirá o melhor sistema – e, por conseguinte – as leis deste domínio. Acreditamos que esta abordagem é muito bem-vinda, visto que pensa as leis científicas fora do esquema reducionista e atenua a pretensão de universalidade estrita, usualmente associada a elas por muitas perspectivas em filosofia da ciência. Entretanto, consideramos que a análise dos autores é insuficiente, pois a não explicitação das condições de verdade dos enunciados nomológicos que figurarão como axiomas e teoremas dos melhores sistemas lança dúvidas a respeito da viabilidade desta concepção.

Embora Schrenk (2007a, 2014) tenha como objetivo avançar na explicitação destas condições de verdade, por meio dos conceitos de índice e de regularidade indexada, observamos que há lacunas importantes envolvendo essa tentativa. A principal delas consiste

no fato de que a estratégia utilizada pelo autor – a saber, a eliminação de indivíduos específicos do antecedente dos enunciados nomológicos – não parece fazer jus à complexidade dos sistemas nos quais são formulados tais enunciados. Isso se dá tanto pelo fato de que as exceções às leis dizem respeito às interações entre indivíduos como pelo fato de que tal abordagem não nos fornece informações a respeito da aplicação e da utilização das leis *ceteris paribus* na prática científica.

Para além das objeções específicas que formulamos às abordagens mencionadas, gostaríamos de encerrar este capítulo com algumas considerações mais amplas acerca da abordagem regularista ao caso das leis-*cp*. Como dissemos no capítulo anterior, a discussão a respeito dos condicionantes envolvidos na aplicação das leis científicas revela aspectos importantes da prática científica, que acabam por ficar em segundo plano quando as cláusulas *ceteris paribus* não são consideradas. Nesse sentido, a concepção dos melhores sistemas melhorados aponta para a tentativa de *evitar* as cláusulas *ceteris paribus*, ou de simplesmente demonstrar que as leis científicas são possíveis *apesar* da ocorrência dessas cláusulas. Desse modo, tal abordagem não nos fornece informações a respeito do funcionamento ou da aplicação dessas cláusulas.

De acordo com a perspectiva assumida neste trabalho, para além de encontrar uma maneira de catalogar as regularidades, é preciso investigar as cláusulas *ceteris paribus* de um ponto de vista metodológico, de modo a formular um entendimento sobre como as regularidades são obtidas. A partir do próximo capítulo, em que trataremos sobre as noções de estabilidade e invariância, esperamos obter elementos que nos auxiliem na formulação dessa compreensão.

3 – ESTABILIDADE E INVARIÂNCIA

“It may happen that the greater causes, those on which the principal part of the phenomena depends, are within the reach of observation and measurement; so that if no other causes intervened, a complete explanation could be given not only of the phenomenon in general, but of all the variations and modifications which it admits of.”
(MILL, 1974[1843], Book VI, Chapter III, §1).

3.1 INTRODUÇÃO

Dedicamos o capítulo anterior à abordagem regularista das leis *ceteris paribus*, com especial ênfase à teoria dos melhores sistemas melhorados. Em suma, vimos que essa perspectiva tem como objetivo *evitar* os problemas relacionados à explicitação das leis-cp; todavia, não obtivemos avanços com relação à tarefa de compreender melhor o funcionamento e a aplicação dos condicionantes às leis científicas.

Neste capítulo, discutiremos duas teorias que reconstroem as leis científicas a partir de sua relação com os enunciados contrafactuais. Trata-se da teoria da estabilidade, proposta por Marc Lange (2000, 2002, 2005, 2009), e da teoria das generalizações explicativas invariantes, apresentada por Christopher Hitchcock e James Woodward (2003a, 2003b). Com efeito, os autores supracitados e outros filósofos da ciência utilizam os termos “estabilidade” e “invariância” como intercambiáveis, em alguns contextos. Contudo, para aclarar nossa investigação, utilizaremos “estabilidade” para nos referirmos à proposta de Lange, e “invariância”, para a teoria de Hitchcock e Woodward.

Em que consistem os enunciados contrafactuais, aspectos fundamentais para as teorias que debateremos neste capítulo? Basicamente, os enunciados contrafactuais relevantes para nossos propósitos são condicionais da forma “Se p , então q ”, em que a proposição p é falsa, isto é, p descreve um estado de coisas possível, mas não atualizado. São exemplos de contrafactuais os seguintes enunciados: “Se eu tivesse deixado minha caneta cair, ela cairia em direção ao chão” ou “Se Hilary Clinton tivesse vencido as eleições de 2016, teria sido a primeira mulher a assumir a presidência dos Estados Unidos”.

Tradicionalmente, filósofos da ciência concordam que sustentar determinados enunciados contrafactuais é uma das funções explicativas das leis científicas. Com efeito, o reconhecimento da relação entre leis e situações contrafactuais também aparece na obra de J. S. Mill, conforme a passagem escolhida para epígrafe deste capítulo. Nesse trecho, Mill argumenta que a compreensão das causas de um fenômeno envolve conhecer as possíveis

alterações ou variações que poderiam ocorrer com este fenômeno. Ora, este tipo de alteração possível, mas não atualizada, é precisamente o que se descreve por meio dos enunciados contrafactuais. Com esse fator como motivação, alguns autores formulam suas concepções de lei com base na centralidade dos contrafactuais.

Isso posto, abordaremos, na seção 3.2, os fundamentos da proposta de Marc Lange, notadamente a ideia de *estabilidade contrafactual*. De modo geral, o autor argumenta que as cláusulas *ceteris paribus* podem ser interpretadas como a enunciação de que a lei em questão permanece inalterada mesmo se determinadas situações contrafactuais ocorressem. A natureza de tais situações contrafactuais é definida pelas circunstâncias relevantes para o domínio de pesquisa ao qual pertence a lei. A partir dessa análise, dedicamos a seção 3.3 para compreender a aplicação da ideia de estabilidade especificamente às leis *ceteris paribus*, o que nos leva a argumentar que a teoria de Lange possui algumas limitações que nos impedem de subscrevê-la.

Como dissemos, a ideia de estabilidade é próxima à noção de *invariância*, a ser discutida na seção 3.4. Este conceito é explorado por Woodward (2000, 2003) e sua relação com as leis *ceteris paribus* é desenvolvida por Hitchcock e Woodward (2003a, 2003b). De acordo com os autores, a explicação científica está fundamentada sobre generalizações invariantes, isto é, generalizações que continuam válidas mesmo sob intervenções realizadas em suas variáveis de interesse.

Ainda que possuam semelhanças, as noções de *estabilidade* e *invariância* possuem particularidades, que serão exploradas ao longo deste capítulo. Em particular, veremos que Hitchcock e Woodward sustentam que o conceito de generalização invariante dispensa a noção de lei *ceteris paribus*, considerada pelos autores como confusa e pouco informativa. Em contrário, argumentaremos que a noção de invariância pode ser aproveitada, com reformulações, para a elaboração de um entendimento adequado a respeito das leis-cp.

3.2 ESTABILIDADE CONTRAFACTUAL: A PROPOSTA DE MARC LANGE

A teoria da estabilidade contrafactual, proposta por Marc Lange (2000, 2002, 2005, 2009), tem como ponto de partida a tentativa de explicar a relação entre leis científicas e enunciados contrafactuais. Em linhas gerais, o autor argumenta que sustentar enunciados contrários aos fatos é uma das três características que definem o papel das leis na investigação

científica. As outras duas qualidades definidoras das leis são a sua função explicativa e preditiva, bem como o fato de que elas são confirmadas indutivamente (LANGE, 2009, p. 3).

Mas o que significa afirmar que uma lei científica *sustenta* um enunciado contrafactual? Primeiramente, cumpre ressaltar a definição de enunciado contrafactual (LANGE, 2000, p. 43): sejam as proposições p e q e o condicional “Se p , então q ”. Caso a proposição p seja falsa, o condicional acima consiste num enunciado *contrafactual*. Em que pese o fato dos enunciados contrafactuais se referirem a situações não realizadas, dada a falsidade do antecedente, é razoável considerar que nosso conhecimento acerca do mundo nos autoriza a classificar alguns desses enunciados como verdadeiros ou como falsos. Por exemplo, o enunciado “Se Maria tivesse saído mais tarde de sua casa nesta manhã, teria chegado atrasada ao trabalho” pode ser considerado verdadeiro se for interpretado num contexto em que certas pressuposições de fundo sejam conhecidas, tais como dados relativos à distância entre a casa de Maria e seu local de trabalho, bem como a configuração do trânsito na referida localidade. Por outro lado, o enunciado “Se meu gato de estimação se alimentasse melhor, ele aprenderia a voar” é evidentemente falso, levando em conta o conhecimento de que dispomos a respeito da fisiologia dos felinos.

Os exemplos acima tornam nítido o fato de que, pelo menos para alguns enunciados contrafactuais, a determinação de seu valor de verdade depende do conhecimento que somos capazes de mobilizar. Ao inferir a verdade do enunciado “Se eu deixasse meu *smartphone* cair de minha mão, ele atingiria o chão”, esse raciocínio tem como uma de suas premissas a lei da gravitação, que descreve o modo como os objetos localizados na superfície terrestre são atraídos pela força gravitacional. É nesse sentido que podemos dizer que uma das características das leis científicas é *sustentar* os enunciados contrafactuais, isto é, evidenciar o seu valor de verdade. Dito de outro modo, as leis científicas geram um espaço de possibilidades físicas, em que são considerados viáveis aqueles estados de coisas consistentes com as consequências das leis. Os enunciados contrafactuais que descrevam tais estados de coisas, portanto, serão tidos como verdadeiros.

Isso posto, Lange passa a elucidar a relação entre leis científicas e contrafactuais, valendo-se dos conceitos de *preservação nômica* e *estabilidade*, que abordaremos a seguir. O objetivo dessas noções é o de estabelecer uma distinção entre lei e generalização acidental, bem como extrair delas um entendimento a respeito do papel dos condicionantes na análise das leis *ceteris paribus*. Faz parte do entendimento comum acerca das leis científicas a ideia de que somente elas – e não as generalizações acidentais – são capazes de sustentar

enunciados contrafactuais relevantes para a investigação científica. Recorrendo mais uma vez ao contraste entre os enunciados já mencionados q_1 : “Todas as esferas de urânio possuem diâmetro menor que 1km” e q_2 : “Todas as esferas de ouro possuem diâmetro menor que 1km”, e supondo as hipóteses p_1 : “Elon Musk deseja fabricar uma esfera de urânio com 2km de diâmetro” e p_2 : “Elon Musk deseja fabricar uma esfera de ouro de 2km de diâmetro”, podemos formular os enunciados contrafactuais c_1 : “ p_1 , então q_1 ” e c_2 : “ p_2 , então q_2 ”. Dadas as propriedades físicas do urânio e do ouro – isto é, ao fato de que q_1 descreve uma lei enquanto q_2 descreve uma generalização acidental – segue que existem contextos em que c_2 é falso, todavia c_1 é verdadeiro em qualquer contexto.²⁰ É essa intuição que Lange procura capturar por meio do conceito de *preservação nômica* – *nommic preservation* (NP):

NP: m é uma lei se, e somente se, m continua a se manter sob qualquer suposição contrafactual (ou subjuntiva) p que seja logicamente consistente com todas as leis (tomadas em conjunto). (LANGE, 2009, p. 13; ver também LANGE, 2000, p. 47).

No exemplo acima, as suposições p_1 e p_2 são logicamente consistentes com as leis, porém q_2 não se mantém diante de p_2 , de modo que a generalização sobre o diâmetro das esferas de ouro não exhibe preservação nômica. De forma alternativa, a preservação nômica também é denominada por Lange como *necessidade física*, uma vez que as proposições que atendem ao critério NP são aquelas que delimitam o espaço de estados de coisas possíveis. Contudo, a definição acima possui um flagrante problema de circularidade, que é admitido por Lange (2000, p. 47-48; 2009, p. 25-28). Afinal, o conceito de lei aparece em ambos os lados do bicondicional. Isto é, para determinar se uma proposição m é uma lei, deve-se analisar os enunciados contrafactuais logicamente consistentes com as leis. Mas isso exigiria que se soubesse, de antemão, se a proposição m é uma lei ou não, a fim de saber quais contrafactuais devem ser analisados. Diante desse problema, Lange afirma que é necessário formular outro princípio capaz de identificar o domínio dos enunciados contrafactuais logicamente consistentes com as leis, sendo esta noção formulada de modo independente da noção de lei. Este princípio é, precisamente, a *estabilidade*.

Primeiramente, cumpre ressaltar que a estabilidade é uma propriedade instanciada por um *conjunto de proposições verdadeiras* (LANGE, 2005, p. 418-419). Seja S um conjunto de proposições verdadeiras. Consideremos, então, todas as suposições logicamente

²⁰ Esta é uma versão modificada do exemplo apresentado em Lange(2009, p. 8).

consistentes com elas (isto é, contrafactuais). Para que S seja estável, é necessário que cada proposição do conjunto permaneça verdadeira diante de cada uma dessas suposições, ou seja, é necessário que os membros de S sejam consistentes com as possibilidades admitidas logicamente a partir delas. Explicitando essa noção, Lange (2005, p. 419) fornece o seguinte exemplo: considere a proposição p^* : “Todas as maçãs na árvore do meu jardim estão maduras”. Para avaliar a estabilidade de um conjunto S^* que contenha p^* , não é possível confrontá-la à suposição “Se houvesse uma maçã não madura na árvore do meu jardim”, já que esta proposição é logicamente inconsistente com p^* . Portanto, deve-se procurar uma proposição logicamente consistente com p^* , mas que torne o conjunto instável. Nesse sentido, Lange cita a proposição q^* : “Se tivesse feito menos sol no último verão”. Ainda que q^* seja logicamente consistente com os membros do conjunto S^* , verifica-se que, factualmente, a suposição q^* torna p^* falsa, o que é suficiente para demonstrar a instabilidade do conjunto S^* .

Antes de avançarmos para a discussão sobre a aplicação da noção de estabilidade ao conceito de lei científica e, sobretudo, de lei *ceteris paribus*, cumpre ressaltar algumas características da estabilidade. Primeiramente, destacamos o fato de que o conjunto de todas as proposições verdadeiras é trivialmente estável, visto que qualquer enunciado contrafactual que invalide um dos membros do conjunto será, automaticamente, logicamente inconsistente com pelo menos um de seus membros. O segundo ponto diz respeito ao fato de que, segundo Lange (2005, p. 420), nenhum conjunto que contenha ao menos uma generalização acidental pode ser estável (exceto o conjunto de todas as proposições verdadeiras). Buscando demonstrar esse fato, o autor recorre ao seguinte caso: consideremos um conjunto que inclua uma generalização acidental p , mas exclua a generalização acidental q . Lange demonstra, então, que a proposição “ $\sim p$ ou $\sim q$ ” é capaz de demonstrar a instabilidade do conjunto. Isso porque embora essa proposição seja consistente com os membros do conjunto, é possível formular contextos conversacionais em que, caso q seja verdadeira, isso acarretará a falsidade de p , violando a definição de estabilidade. O terceiro aspecto a ser destacado consiste no argumento de Lange (2000, p. 100-103) segundo o qual dois conjuntos estáveis devem, necessariamente, ser subconjuntos um do outro. Logo, não é possível que haja dois conjuntos estáveis S e T , tais que S contenha p e não q e T contenha q e não s . A demonstração desse fato se dá por redução ao absurdo, recorrendo a um exemplo análogo ao caso anterior, isto é, analisando a proposição r : “ $\sim p$ ou $\sim q$ ”. Em termos lógicos, r é consistente tanto com os membros de S como com os membros de T . Ocorre que, dada a estabilidade de S (que requer que as proposições consistentes com seus membros sejam verdadeiras, ou seja, requer que r

seja verdadeira), isso implica $\sim q$. Todavia, dada a estabilidade de T , a verdade de r acarreta $\sim s$. Diante dessa contradição, fica demonstrado que dois conjuntos estáveis precisam ser subconjuntos um do outro. Esse fator serve como base para a proposta de Lange segundo a qual as leis da natureza estão organizadas em uma hierarquia bem ordenada (LANGE, 2005, p. 422). Na próxima seção, apresentaremos uma objeção concernente a esse ponto.

Essas três características fazem com que o único conjunto não maximal – isto é, o único conjunto distinto do conjunto contendo todas as proposições verdadeiras – a exibir estabilidade é o *conjunto das leis da natureza*. Dessa forma, Lange conclui que a estabilidade define a relação entre lei científica e contrafactuais de modo não circular, visto que a definição de estabilidade não pressupõe a noção de lei – ao contrário da noção de preservação nômica. Nos termos do autor:

Ao passo que NP utiliza as *leis* para identificar um domínio de suposições contrafactuais contra a qual a invariância de um conjunto será testada, a estabilidade permite a qualquer conjunto identificar um domínio confortável para si. Portanto, ao utilizar a estabilidade para explicar de que forma as leis diferem das [generalizações] acidentais ao possuírem uma relação especial com os contrafactuais, nós evitamos privilegiar de antemão e arbitrariamente as leis; nós evitamos especificar as leis como as [proposições] verdadeiras que continuariam a se manter sob qualquer suposição contrafactual que seja logicamente consistente com as leis. (LANGE, 2009, p. 43).

As leis científicas são caracterizadas, portanto, como membros de um conjunto contendo proposições estáveis. A estabilidade exibida pelas leis é o que explica sua preponderância na atividade científica e o fato de que elas permitem realizar explicações e predições. Na seção seguinte, discutiremos a aplicação da estabilidade às leis *ceteris paribus*, objeto de estudo deste trabalho.

3.3 ESTABILIDADE E LEIS *CETERIS PARIBUS*

Na seção anterior, apresentamos o modo como a noção de estabilidade singulariza o conjunto de proposições cuja verdade não é alterada diante de situações contrafactuais fisicamente possíveis (isto é, consistentes com as leis científicas). Para avaliarmos as vantagens e limitações da concepção de lei *ceteris paribus* derivada do conceito de estabilidade, discutiremos três aspectos da proposta de Lange, a saber: (i) o caráter

pragmático das leis *ceteris paribus*; (ii) a concepção de lei como regra de inferência; (iii) a *autonomia* das ciências especiais, no que concerne às leis.

(I) *O caráter pragmático das leis ceteris paribus*. Vimos anteriormente que as leis, tomadas em conjunto, são definidas como um grupo de proposições verdadeiras que continuam a se manter diante de pressuposições contrafactuais. Entretanto, se recordarmos do dilema destrutivo proposto pelo próprio Lange (1993) a respeito das leis-*cp*, identificamos dois problemas. O primeiro deles consiste no fato de que a verdade das leis com condicionantes não é estabelecida de modo pacífico, especialmente para as leis exclusivas indefinidas. O segundo concerne ao fato de que, exatamente por possuírem condicionantes, o teste das leis “contra” os enunciados contrafactuais também deve levar em conta esse elemento. Tomemos como exemplo a lei da dilatação dos sólidos, segundo a qual o incremento no comprimento de um sólido é dado em função da variação de temperatura, conforme a equação $\Delta L = k.L_0.\Delta T$. Ao analisar a relação dessa lei com os cenários descritos em contrafactuais – isto é, ao analisar as possíveis consequências do antecedente “Se o objeto de comprimento L_0 for submetido à variação de temperatura $\Delta T = y, \dots$ ” – será necessário levar em conta as condicionantes para aplicação da lei, tais como a possibilidade do objeto em questão sofrer trauma físico ou outras intercorrências que modifiquem aquilo que a lei prevê como consequente.

Com o intuito de lidar com essas questões, Lange afirma que a interpretação das leis *ceteris paribus* não requer a formulação de uma lista fechada das condicionantes a fim de que seja possível aferir a veracidade ou atribuir significado à lei. Para o autor, a significância da lei é dada pelos seus *propósitos de aplicação*, ou seja, trata-se de uma concepção pragmática. Comentando a lei de dilatação dos sólidos, Lange descreve sua concepção nestes termos:

Ao procurar esta lei, os cientistas não sabiam ou mesmo suspeitavam de todos os fatores além da alteração de temperatura que poderiam modificar a alteração de comprimento da barra metálica. Mas seu objetivo era encontrar uma lei vinculando ΔL a ΔT que funcionasse para determinados propósitos. Os propósitos pretendidos eram delimitados a certos tipos de aplicação prática (e.g. construção de pontes), e em conexão com estas aplicações, os usos pretendidos da lei poderiam ser posteriormente restringidos a casos em que certos tipos de modelos ou procedimentos matemáticos seriam (ou não) empregados. (LANGE, 2000, p. 170).

Assim, a estabilidade das leis *ceteris paribus* passa a ser testada não contra todas as situações contrafactuais logicamente consistentes com o conjunto das leis, mas contra todas as situações contrafactuais relevantes para os *propósitos de aplicação pretendidos para a lei*.

Isso posto, Lange (2000, p. 170-174) sustenta que há duas regras para definir, de modo preciso, o conteúdo de uma cláusula *ceteris paribus*. Ao afirmar que determinada lei é válida na “ausência de fatores interferentes”, a comunidade científica exige que essa interferência ocorra de modo recorrente o suficiente para que não possa ser negligenciada, sob pena de comprometimento dos resultados da investigação (*regra da não desprezabilidade*). Por exemplo, ao analisar a lei de oferta e demanda, na economia, as consequências econômicas das ações do Ministério da Economia são, certamente, não desprezíveis. Porém, os impactos econômicos gerados por asteroides que venham a atingir a Terra não precisam ser considerados, visto que isso não ocorre com frequência. A segunda regra formulada por Lange é a *regra dos interesses pretendidos pela investigação*. Para elucidar esse ponto, o autor formula um exemplo a partir de uma lei da biogeografia descrevendo a relação entre o crescimento populacional de espécies animais com a área disponível em determinada porção territorial. Naturalmente, se a referida lei fosse aplicada a uma granja de criação intensiva de aves, isso representaria uma exceção à lei. Ocorre que tal situação não seria considerada pelos cientistas como uma condicionante genuína – isto é, o contrafactual correspondente a ela não seria analisado – uma vez que o propósito de aplicação da lei envolve ambientes diferentes do descrito (LANGE, 2002, p. 141ss).

Ao aplicar as leis-cp às situações de interesse científico, os cientistas possuem “entendimento implícito” (LANGE, 2000, p. 172) acerca da abrangência das cláusulas *ceteris paribus*. Desse modo, o autor argumenta que as leis não são falsas – dado que os fatores interferentes são incorporados à análise dos cientistas, ainda que não seja considerado necessário estabelecer uma lista fechada de condicionantes – nem triviais – dado que o conteúdo das leis com condicionantes é dado pela sua aplicabilidade, de modo pragmático: “[...] compreender a lei é saber quando ela deve ser aplicada, e o condicionante é verdadeiro exatamente nas situações em que é adequado aplicar a lei” (LANGE, 2000, p. 161).

(II) *Leis como regras de inferência*. No tópico anterior, vimos que Lange compreende as leis científicas a partir do seu uso. O segundo aspecto que destacamos aqui está estreitamente relacionado ao anterior: trata-se da ideia de que as leis científicas estão associadas não a regularidades factuais, mas a *regras de inferência*.

No capítulo anterior, discutimos o regularismo, visão segundo a qual as regularidades – isto é, a observação reiterada de certos padrões envolvendo a instanciação de propriedades ou a ocorrência de eventos – são o fundamento das leis científicas. Nesse sentido, as leis possuem como função sistematizar a ocorrência de tais padrões uniformes. Entretanto, de

acordo com a perspectiva adotada por Lange, a consideração cuidadosa das condicionantes mostra que não há regularidades associadas a boa parte das leis. Tomando como exemplo a lei de Hooke, segundo a qual, para determinado corpo elástico deslocado de sua posição de equilíbrio, a força restauradora F é proporcional à distância x correspondente a esse deslocamento, de modo que $F = -kx$. Do ponto de vista regularista, essa lei seria uma sistematização do padrão regular observado entre os valores numéricos das variáveis x e F . Ocorre que essa lei depende de condicionantes, que podem variar drasticamente as configurações do sistema e, por conseguinte, os valores de tais variáveis. Assim, Lange não considera correto afirmar que a lei está associada a uma expectativa de regularidade entre os valores supracitados. Antes disso, a lei está associada a determinados padrões metodológicos de raciocínio a respeito das grandezas envolvidas nessa relação. Esses padrões de inferência serão considerados aceitáveis diante dos propósitos da investigação científica em curso. Lange explica esse ponto nos seguintes termos:

Na minha concepção, a lei de Hooke está associada a uma regra de inferência: o comprometimento básico associado à crença na lei de Hooke exige a crença de que, em certas circunstâncias, durante o processo de realização de determinados tipos de predição empírica, uma inferência de k e x para F , realizada de acordo com a lei de Hooke, é um passo aceitável de se dar. *Parte* daquilo que torna esse passo aceitável é o fato de que ele pertence a um procedimento que produz conclusões que são suficientemente próximas da verdade para os propósitos relevantes. (LANGE, 2000, p. 24).

Primeiramente, ressaltamos que a rejeição da centralidade das regularidades na análise das leis científicas, por parte de Lange, possui semelhanças com os argumentos apresentados por Cartwright (1999) – discutidos no capítulo 1 –, para quem as regularidades representam o ponto final do processo de modelização e catalogação de leis, não o ponto de partida. Apesar de ambos rejeitarem a visão regularista, o papel das regularidades é definido de modo mais detalhado por Cartwright do que por Lange, como veremos no próximo capítulo.

Outro aspecto a se destacar a partir da citação transcrita acima é o fato de que Lange considera sua concepção de regra de inferência como distinta da visão defendida por Moritz Schlick (1979), Ernest Nagel (1961) e outros autores ligados à tradição usualmente denominada como empirismo lógico (LANGE, 2000, p. 188-191). Segundo Lange, esses autores divergem entre considerar as leis como premissas dos argumentos dedutivos que operam como explicação científica e considerá-las como *tickets* de inferência que não

possuem valor de verdade. Nagel (1961, p. 66-67) classifica essa distinção como um “problema técnico” de menor importância. Para ele, quando uma lei científica está bem estabelecida e não há exceções a ela, é possível considerá-la apenas como uma regra de inferência, sem necessariamente mencioná-la no argumento. É o caso de inferir que “*a* é um bom condutor de eletricidade” a partir da premissa “*a* é feito de cobre”. Nesse raciocínio, a lei segundo a qual os objetos metálicos são bons condutores de eletricidade figura de modo implícito. Contudo, em casos de leis científicas que ainda não estejam tão bem estabelecidas, ou em casos em que pode haver exceções, Nagel afirma que, na prática, costuma-se empregar a lei como uma proposição universal que figura explicitamente dentre as premissas do argumento, na qualidade de uma generalização empírica.²¹ Em última análise, podemos concluir que a distinção proposta por Nagel entre premissa e regra de inferência tem como base o nível de comprometimento envolvido na aceitação da lei em questão.

Quais pontos tornam distinta a concepção de Lange de regra de inferência? Primeiramente, cumpre salientar que a motivação do autor consiste em demonstrar que o aspecto que identifica as leis é sua relação com enunciados contrafactuais, dada pelo conceito de estabilidade. Em segundo lugar, Lange sustenta que sua visão compreende as regras de inferência associadas às leis científicas como caminhos possíveis de raciocínio, não como rotas obrigatórias. A escolha do percurso inferencial depende dos propósitos da investigação. Por exemplo, ao realizar uma investigação que envolva fenômenos gravitacionais, pode ser suficiente utilizar a mecânica clássica, visto que esta é mais simples. Dependendo da aplicação, isso pode não ser o suficiente, devendo ser utilizada a física relativística, uma vez que ela é mais exata. Em terceiro lugar, enquanto as preocupações do empirismo lógico fazem com que as leis sejam pensadas sobretudo a partir de suas propriedades lógicas, a visão pragmática defendida por Lange faz com que a característica principal das regras de inferência propostas por ele seja a *confiabilidade (reliability)* (LANGE, 2002, p. 135). A confiabilidade das leis consiste no grau de confiança com que os cientistas podem utilizá-las para extrair as conclusões de que precisam em suas investigações, a depender de seus propósitos. Trata-se de uma propriedade testada empiricamente, já que a confiabilidade de uma lei é estabelecida indutivamente.

²¹ Nas palavras de Nagel: “É por isso que a transformação de uma aparente lei empírica em uma regra de inferência usualmente ocorre apenas quando a lei é considerada como tão bem estabelecida que somente evidências extraordinárias poderiam refutá-la.” (NAGEL, 1961, p. 67).

(III) *Autonomia das ciências especiais*. A partir da formulação de leis discutida nesta seção, que temos denominado “concepção pragmática”, bem como da ideia de regra de inferência, é possível compreender o modo como Lange aplica a noção de estabilidade às leis das chamadas ciências especiais, tomados como casos paradigmáticos de leis *ceteris paribus*. Em linhas gerais, a estratégia adotada pelo autor consiste em *delimitar* a abrangência da noção de estabilidade, a fim de fazer com que ela abarque apenas (i) as situações contrafactuais consistentes com o conjunto de leis de determinada ciência e (ii) as situações contrafactuais que se configurem como relevantes para os propósitos de aplicação desta ciência, conforme as regras de não desprezabilidade e de interesses pretendidos, discutidas acima. Referindo-se às ciências especiais como ciências inexatas, Lange explica sua posição nos seguintes termos:

Um conjunto é estável *para os propósitos de determinada ciência inexata* se, e somente se, o conjunto é invariante sob qualquer suposição contrafactual de interesse para a ciência e consistente com o conjunto. (LANGE, 2002, p. 140).

Feito esse ajuste no alcance da estabilidade, as leis de determinada ciência passam a ser identificadas como os membros do conjunto não maximal que alcance a estabilidade. Isso posto, segue que a função das leis *ceteris paribus* consistiria em formular previsões exatas o suficiente para determinado propósito ou aplicação. Em que medida isso confere autonomia às – assim denominadas – ciências especiais? Uma vez que o âmbito de aplicação das leis dessas ciências diz respeito aos seus propósitos de investigação, Lange argumenta que o conjunto de contrafactuais sob os quais essas leis permanecem estáveis pode divergir do conjunto sob o qual as leis da física fundamental exibem de estabilidade. Por exemplo, ao definir o conjunto de leis da econometria, dentre elas a lei de oferta e demanda, não é necessário incluir contrafactuais a respeito de violações da velocidade da luz, pois estes contrafactuais não concernem o âmbito de aplicação pretendido da econometria. Assim, é possível que a lei da oferta e da demanda possua estabilidade para cenários contrafactuais em que haja sinais que se desloquem à velocidade superior à da luz. Ou, mais precisamente, é possível que o conjunto de leis da econometria seja estável perante contrafactuais nos quais as leis da relatividade (e, eventualmente, outras leis da física fundamental) sejam violadas. É nesse sentido que as leis das ciências especiais – definidas por meio da ideia de estabilidade – garantem a autonomia dessas ciências (LANGE, 2002, p. 144; ver também LANGE, 2000, capítulo 8).

A partir do panorama que traçamos até aqui, acreditamos que a concepção de lei científica elaborada por Lange possui três aspectos promissores – que podem ser aproveitados com algumas reformulações – e três desvantagens sérias. Iniciemos pelos pontos positivos. O primeiro deles consiste na desvinculação entre leis científicas e regularidades. Com efeito, restringir as leis à ideia de regularidade pode nos levar a deixar de considerar algumas de suas funções distintivas, pois há mais elementos relevantes no conceito de lei do que a mera catalogação de padrões uniformes. Como temos visto, a análise cuidadosa dos condicionantes envolvidos na aplicação das leis mostra como a associação entre lei e determinadas uniformidades observáveis não ocorre de modo direto. Todavia, cumpre ressaltar que, embora Lange destaque acertadamente que as leis nem sempre estão associadas a regularidades, pouco é dito pelo autor a respeito de como as regularidades são produzidas. Abordamos esse ponto nos próximos capítulos, em que argumentamos que a ocorrência de regularidades é resultado da operação de *máquinas nomológicas*.

A segunda virtude da proposta de Marc Lange corresponde ao reconhecimento da dimensão pragmática das leis científicas. De fato, pensamos que a melhor maneira de compreender a natureza das leis consiste em nos atentarmos para seu uso e aplicação, isto é, para sua dimensão pragmática. Basicamente, o que vimos é que Lange define as leis a partir de sua relação com enunciados contrafactuais, sendo que somente os contrafactuais correspondentes aos propósitos de aplicação das leis são considerados. Daí o caráter pragmático das leis em sua concepção. Vimos algo similar quando abordamos – no capítulo anterior – a teoria dos melhores sistemas melhorados, de Cohen e Callender (2009). Para estes autores, os propósitos da investigação científica de cada ciência determinam o conjunto de predicados a partir dos quais julgamos as generalizações com vistas a identificar a melhor sistematização e, por conseguinte, as leis desta ciência.

Tanto na abordagem de Lange quanto na de Cohen e Callender, o recurso aos “propósitos de aplicação” é utilizado como forma de justificar determinados passos argumentativos em suas análises. Mais precisamente, a menção à dimensão pragmática da investigação científica aparece como meio de evitar acusações de arbitrariedade em determinadas escolhas teóricas, dentre elas a restrição de predicados para a análise dos melhores sistemas (Cohen e Callender) ou a restrição de quais contrafactuais serão levados em conta na aplicação do conceito de estabilidade (Lange). Apesar do recurso ser válido em certa medida, acreditamos que ambas as propostas se beneficiariam de uma investigação mais aprofundada acerca do uso das leis na atividade científica. Isso resultaria em fazer com o que

o caráter pragmático das leis assumisse uma função mais relevante do que a de mero *slogan*, como parece ter sido o caso. Ao longo dos próximos capítulos, procuramos construir um entendimento mais robusto da dimensão pragmática das leis *ceteris paribus*.

Por fim, o terceiro aspecto da teoria de Lange que consideramos promissor concerne a sua interpretação acerca das leis *ceteris paribus* exclusivas indefinidas. No primeiro capítulo, definimos estas leis como aquelas em que os condicionantes excluem determinados fatores interferentes. Por exemplo, a lei de oferta e demanda apresenta condicionante que exclui cenários em que os agentes econômicos ajam de modo irracional. Ademais, trata-se de leis indefinidas em razão de que não é possível estabelecer uma lista fechada com todos os fatores interferentes que devem ser excluídos. Esse fato traz como consequência a ameaça de trivialização ou falsidade dessas leis. Como vimos, a estratégia de Lange parte do pressuposto de que existe entendimento compartilhado entre a comunidade científica acerca de casos exemplares de fatores interferentes, o que torna suficientemente clara a interpretação das cláusulas *ceteris paribus* para estes casos. Logo, os condicionantes passam a ser interpretados como regras metodológicas de inferência, interferindo no alcance das conclusões que se pode tirar a partir da análise de determinada lei. Apreciamos a ênfase na dimensão metodológica das cláusulas *ceteris paribus*, uma vez que buscamos compreender o seu uso e a sua relevância na prática científica. Assim como Lange, consideramos inadequada a exigência de Earman e Roberts (1999) de que a impossibilidade de fornecer uma lista fechada de condicionantes para certas leis acarrete a impertinência do conceito de lei *ceteris paribus*.

Passemos, então, às desvantagens da teoria elaborada por Marc Lange. Na seção anterior, vimos que o princípio de *preservação nômica* (NP) exige que determinada lei *m* permaneça verdadeira sob qualquer suposição contrafactual *p* que seja consistente com o conjunto de leis científicas. De acordo com Heather Demarest (2012), é possível demonstrar que o princípio NP não se sustenta diante de contraexemplos que recorrem à sensibilidade contextual dos enunciados contrafactuals. A fim de sustentar seu argumento, Demarest comenta um exemplo fornecido por Lange (2009, p. 197), a saber: suponhamos que haja leis científicas segundo as quais a injeção de arsênico nas veias de um ser humano leve à sua morte. Para fins de simplificação, consideremos a proposição *m* como denotando essas leis. Suponhamos, agora, que um profissional de saúde, após aplicar uma injeção, acredite que, acidentalmente, tenha administrado arsênico a um paciente. Naturalmente, dado que a crença do profissional de saúde é falsa, o paciente sobrevive. Diante disso, consideremos a proposição *p*: “Se o profissional tivesse administrado arsênico ao paciente, o profissional teria

ficado famoso por descobrir que o arsênico nem sempre é letal a seres humanos”. A rigor, a proposição p é consistente com as leis, inclusive com m . Ocorre que isso contradiz a lei m , a respeito do arsênico, tornando instável o conjunto que contém essa lei. Em sua obra, Lange (2009, p. 197s) reformula o contraexemplo para demonstrar que ele não implica a falsidade de NP. Entretanto, Demarest (2012, p. 336-338) questiona cada uma das reformulações com o intuito de argumentar que o princípio NP é falso.

Sem entrar em detalhes que desviariam o foco da investigação aqui desenvolvida, pontuamos que, na nossa visão, tanto o exemplo escolhido por Lange quanto as ponderações de Demarest podem ser relevantes para a semântica de contrafactuais, mas são inadequados para o estudo das leis científicas. Esse ponto demonstra uma limitação séria da teoria da estabilidade. Vejamos. Primeiramente, cumpre ressaltar que a proposição p é absolutamente problemática. Afinal, os estados de coisas descritos por p_1 : “O profissional administrou arsênico ao paciente” e p_2 : “O profissional teria ficado famoso por descobrir que o arsênico nem sempre é letal a seres humanos” não são causalmente independentes. Portanto, a situação contrafactual descrita por p_1 , caso admitida, altera o fluxo dos acontecimentos que supostamente conduziriam a p_2 . Assim sendo, inferir a falsidade do princípio NP a partir da situação contrafactual descrita por p pressupõe que p seja consistente com as leis científicas, sendo que é exatamente este ponto que o argumento de Demarest visa a avaliar. Não nos parece que a análise do exemplo discutido por Lange e Demarest represente qualquer aspecto relevante para a investigação científica, uma vez que mesmo os experimentos de pensamento, para adquirirem relevância científica, precisam lidar com parâmetros factíveis.

A lição que extraímos dessa discussão é a de que existe uma limitação inerente às teorias que procuram definir certas características das leis científicas a partir das propriedades lógicas ou semânticas de enunciados contrafactuais. Certamente, ferramentas como a semântica de contrafactuais, mundos possíveis ou estruturas conjuntistas são fundamentais para compreender aspectos relevantes da prática científica. No entanto, é preciso levar em conta que a investigação científica possui certos parâmetros que precisam ser adequadamente representados numa teoria das leis. De outra forma, desconsiderar tais aspectos resultará em teorizações acerca de aspectos puramente formais, sem contraparte no objeto de estudo cujas características buscamos entender.

Isso posto, sustentamos que a primeira desvantagem da concepção de Lange concerne à ênfase de sua abordagem em aspectos formais da semântica de contrafactuais, que podem fazer passar despercebidas certas dimensões relevantes da investigação científica. O

segundo aspecto negativo da teoria da estabilidade diz respeito à sua compreensão das leis *ceteris paribus* nas ciências especiais. A rigor, existe uma tensão entre dois argumentos apresentados por Lange, a saber: (i) a ideia de que dois conjuntos estáveis devem ser subconjuntos um do outro, o que resulta numa hierarquia de conjuntos estáveis; (ii) a restrição da abrangência da estabilidade para levar em conta somente as situações contrafactuais de interesse de determinada área da ciência, o que resulta na autonomia das ciências especiais. Diante dessas ideias, qual é a interação entre as leis de diferentes domínios científicos? Se levarmos em conta o princípio (i), podemos pensar em uma estrutura hierárquica em que, no grau máximo de estabilidade, está o conjunto de todas as proposições verdadeiras; em seguida, o conjunto das leis da física fundamental; o conjunto das leis fenomenológicas da física, e assim por diante, até as diferentes ciências especiais. Nesse cenário, cada conjunto de leis seria um subconjunto próprio das leis do nível superior. Entretanto, essa hipótese contradiz a autonomia das ciências especiais, descrita em (ii).

Dessa forma, parece razoável supor que cada ciência possui seu conjunto estável de leis, sendo que estes formarão conjuntos independentes, visto que a estabilidade foi aplicada de forma diferente para cada um desses conjuntos – já que cada ciência delimita de modo distinto as situações contrafactuais contra as quais a estabilidade das leis será testada, de acordo com os propósitos de investigação de cada ciência. Entretanto, esse cenário exigiria renunciar ao princípio descrito em (i), pois cada conjunto aplicará a estabilidade de uma forma diferente e, portanto, os conjuntos serão incomensuráveis. Por um lado, carece esclarecimento o fato de que, mesmo (i) sendo uma decorrência lógica da definição de estabilidade, precise ser relativizado em função de (ii). Por outro, não consideramos este cenário como uma contradição. Trata-se, apenas, de um ponto que demanda explicação adicional, a fim de tornar inteligível a compreensão de Lange a respeito das leis nas ciências especiais, bem como da possível interação (ou não) entre leis de diferentes domínios, ponto que, embora apareça na prática científica, não encontra contraparte em sua teoria das leis. Com efeito, o próprio Lange reconhece que sua teoria deixa esta questão em aberto:

[...] não estou tentando definir previamente se, na realidade, as leis formam uma hierarquia estratificada. A ciência pode ou não revelar, em algum momento, que elas formem. Mas eu penso ser interessante utilizar a noção de estabilidade para tentar compreender como seria se as leis da natureza exibissem esse tipo de estrutura (LANGE, 2005, p. 424).

Além dos problemas decorrentes da ênfase nos aspectos formais da estabilidade e da indefinição a respeito do estatuto das leis das ciências especiais, um terceiro aspecto problemático da teoria de Lange consiste na possível inadequação da noção de estabilidade para acomodar características das leis *ceteris paribus*. Como vimos anteriormente, Lange sustenta que a distinção entre leis científicas e generalizações acidentais corresponde a uma distinção “precisa” (*sharp*), isto é, a estabilidade não é um conceito que se mede em diferentes graus (LANGE, 2009, p. 43-44). Contudo, acreditamos que, à luz da discussão realizada nos parágrafos anteriores, a caracterização das leis *ceteris paribus* seria beneficiada caso a estabilidade fosse definida em graus. Nesse contexto, as leis estritas e as leis-cp poderiam ser pensadas como estáveis em diferentes graus, o que poderia ser interessante para a teoria das leis proposta pelo autor.

Na seção seguinte, abordaremos a noção de invariância proposta por Hitchcock e Woodward (2003a, 2003b). Apesar de próximo da estabilidade, o conceito de invariância possui algumas particularidades, dentre elas a admissão de *graus de invariância*.

3.4 AS GENERALIZAÇÕES INVARIANTES DE HITCHCOCK E WOODWARD

Ao longo das seções anteriores, discutimos a teoria da estabilidade contrafactual de Marc Lange e a concepção de lei *ceteris paribus* derivada a partir dela. Nessa perspectiva, considerar uma lei estável significa dizer que ela se mantém verdadeira mesmo diante de certa classe de suposições contrafactuais. Nesta seção, abordaremos a ideia de *generalização invariante*, proposta por Hitchcock e Woodward (2003a, 2003b). Essa teoria foi elaborada a partir das contribuições de Woodward (2000, 2003) e sistematizada em dois artigos assinados pela dupla de autores. Mais precisamente, trata-se do texto “Explanatory Generalizations” publicado como *Parte I* (2003a) e *Parte II* (2003b).

Embora as noções de estabilidade e invariância sejam próximas, daremos ênfase às distinções entre ambas as abordagens. Em particular, veremos que: (i) diferentemente da proposta de Lange, a concepção de Hitchcock e Woodward compreende as leis como funções, isto é, relações de caráter *quantitativo*; (ii) na teoria da invariância, a interpretação dos enunciados contrafactuais recorre ao conceito de *intervenção*, de modo que os contrafactuais considerados relevantes serão aqueles que alteram os valores das variáveis que aparecem explicitamente nas leis (não das variáveis de fundo); (iii) a definição proposta pelos autores permite estabelecer graus de invariância, o que pode ser útil para explicar o alcance das

generalizações usualmente classificadas como leis *ceteris paribus* (WOODWARD, 2000, p. 198); por fim, (iv) Hitchcock e Woodward defendem que abandonemos o conceito de lei, visto que a ideia de generalização invariante possui as características necessárias para substituí-lo.

O ponto de partida da argumentação elaborada por Hitchcock e Woodward consiste no fato de que as leis científicas são usualmente concebidas como generalizações sem exceções (*exceptionless generalizations*). Ademais, os autores identificam como um ponto pacífico na filosofia da ciência a afirmação de que as leis são fundamentais para a formulação de explicações bem-sucedidas. Entretanto, a partir da constatação da raridade da ocorrência de generalizações sem exceções em muitas áreas da ciência – notadamente nas disciplinas usualmente classificadas como ciências especiais – os autores sustentam que o papel das leis nas explicações precisa ser revisto, sob risco de admitirmos a consequência de que não há explicações genuínas nas ciências especiais. Isso posto, Hitchcock e Woodward argumentam que a característica central das generalizações explicativas é sua *invariância*, fator que independe de sua classificação como leis:

A ideia central é que a explicação bem-sucedida tem a ver com a exibição de padrões de dependência contrafactual que descrevem como o sistema – cujo comportamento desejamos explicar – mudaria sob variadas condições. [...] Uma generalização é invariante caso ela continue válida sob uma classe apropriada de alterações que envolvem *intervenções* nas variáveis que figuram nessa generalização (HITCHCOCK; WOODWARD, 2003a, p. 2).

A dependência contrafactual é descrita, portanto, a partir da ideia de intervenção. Para compreendermos essa noção, tomemos como exemplos (1) a lei da dilatação térmica dos sólidos, descrita pela equação $\Delta L = k.L_0.\Delta T$, e (2) a generalização “fumar causa câncer de pulmão”, assumindo, para fins argumentativos, que ela consiste numa lei científica. Na concepção defendida por Lange, a estabilidade das leis científicas – ou, a rigor, a estabilidade de proposições pertencentes a um conjunto de potenciais leis – é testada contra situações contrafactuais consistentes com os membros deste conjunto. Portanto, o que está em jogo é saber se as generalizações (1) e (2) permanecem verdadeiras diante de suposições como “Se o Brasil não tivesse sido colônia de Portugal” ou “Se todos os brasileiros fossem maratonistas”. Trata-se de suposições acerca de estados de coisas possíveis e consistentes com as leis, mas que não se referem diretamente às variáveis envolvidas nas generalizações (1) e (2).

Para Hitchcock e Woodward, essa não é a maneira adequada de testar a invariância de uma generalização. Com a finalidade de tornar esse procedimento mais claro, os autores formulam as generalizações explicativas em termos funcionais: seja f uma função que relaciona as variáveis X e Y , tal que $Y = f(X)$. Isso posto, a generalização (1) pode ser reconstruída se considerarmos X como a variável referente aos valores de temperatura assumidos por determinado sistema, bem como interpretarmos Y como a variável relativa ao comprimento do sistema, isto é, $\Delta L = f(\Delta T)$. Para a generalização (2) ou para qualquer outra que não seja explicitamente formulada em termos quantitativos, a reconstrução proposta pelos autores permite algumas opções: primeiramente, é possível interpretar os termos “fumar” (variável X) e as ocorrências de câncer de pulmão (variável Y) de modo estrito. Desse modo, atribuiríamos $X = 0$ para indivíduos não fumantes e $X = 1$ para indivíduos fumantes, procedendo de maneira análoga para a variável Y , isto é, $Y = 0$ para indivíduos sem câncer de pulmão e $Y = 1$ para sujeitos acometidos com a doença.²² Outra opção consiste em atribuir valores intermediários entre 0 e 1 de acordo com a frequência do hábito de fumar e com a probabilidade de desenvolvimento de câncer de pulmão. De uma forma ou de outra, não consideramos que a formulação das generalizações em caráter puramente quantitativo implique problemas para a interpretação de casos em que a apresentação usual das leis ocorra de outra maneira.

Retornemos, então, à análise da invariância das generalizações. Em vez de avaliar se as generalizações (1) e (2) permanecem verdadeiras diante de suposições cujas alterações envolvam fatores extrínsecos aos descritos nas próprias generalizações, Hitchcock e Woodward (2003a, p. 17) defendem que a invariância deve ser testada a partir das seguintes *condições de teste de invariância*: seja $Y = f(X)$; f será invariante se, e somente se, houver valores x_1 e x_2 , pertencentes ao domínio da variável X , e valores y_1 e y_2 , pertencentes à imagem da função supracitada, tais que a alteração de $X = x_1$ para $X = x_2$ resulte na alteração de $Y = y_1 = f(x_1)$ para $Y = y_2 = f(x_2)$. Em outros termos, para que uma generalização seja considerada *minimamente invariante*, deve haver ao menos um valor de X diferente do registrado atualmente para o qual a função descrita pela generalização em questão continue válida. Logo, a invariância é mensurada em termos de alterações nos valores das variáveis que

²² Essa estratégia interpretativa é recomendada pelos autores quando estes interpretam uma relação causal entre o tratamento com determinada droga e a recuperação da saúde do paciente (HITCHCOCK; WOODWARD, 2003a, p. 10-11).

aparecem explicitamente nas relações funcionais, não de variáveis de fundo, como se dá na teoria da estabilidade de Lange (WOODWARD, 2000, p. 205-206).

Neste ponto, cabem alguns comentários sobre a caracterização das intervenções. O primeiro deles consiste no fato de que Hitchcock e Woodward (2003a, p. 15) definem as intervenções como “[...] mudanças atuais ou hipotéticas no valor de alguma variável I , em que I é uma variável de intervenção para X com respeito a Y ”. Dito de outra forma, os autores não consideram relevante o modo como a intervenção foi produzida, isto é, se foi causada por interferência humana ou por processos causais de outra natureza. Para o exemplo (1), discutido acima, uma intervenção consistiria em algum fator I que causasse a alteração na temperatura do sólido estudado (variável X). O segundo aspecto que salientamos corresponde ao fato de que os autores impõem a condição de que a variável de intervenção altere somente a variável X , sendo que qualquer alteração na variável Y só possa ocorrer mediante a mesma “rota causal” que passa por X .²³ Aplicando essa condição ao exemplo (2), segue que uma variável I descrevendo alterações na frequência do hábito de fumar pode ser considerada uma intervenção adequada para se testar a invariância de (2), desde que situações de fundo descritas por outras variáveis (prática regular de atividade física, padrões de alimentação, dentre outras) *sejam mantidas constantes*.

Passemos, portanto, à análise do modo como as noções de intervenção e invariância podem auxiliar a compreender as leis *ceteris paribus*. Em linhas gerais, consideramos que a mensuração dos *graus de invariância* das generalizações corresponde a um dos aspectos mais promissores da proposta de Hitchcock e Woodward. A partir da compreensão das intervenções, a invariância de uma generalização é definida nos seguintes termos:

[...] uma relação R entre as variáveis X e Y é invariante caso ela continue sendo verdadeira (ou aproximadamente verdadeira) em ao menos algumas situações hipotéticas ou mundos possíveis em que o valor de X é alterado como resultado de uma intervenção (HITCHCOCK; WOODWARD, 2003a, p. 15).

Como vimos, o grau mínimo de invariância ocorre quando há apenas dois valores da variável X em que a relação se verifica. Por conseguinte, o grau máximo de invariância ocorre, em tese, nas leis científicas sem exceção, em que qualquer valor assumido por X mantém a relação verdadeira. Entre um extremo e outro, há diversos graus de invariância, de acordo com os intervalos de valores que podem ser assumidos por X sem que a generalização

²³ Para mais detalhes, ver a condição $M3$ da definição apresentada por WOODWARD, 2000, p. 201.

deixe de ser verificada. Vejamos algumas consequências dessa compreensão acerca dos graus de invariância.

Em primeiro lugar, cumpre ressaltar que Hitchcock e Woodward consideram o fato de a invariância admitir graus como uma das razões para substituir o conceito de lei científica pelo de generalização explicativa. Afinal, as teorias das leis possuem a tendência a traçar uma distinção de tipo entre generalizações nomológicas e generalizações acidentalmente verdadeiras (é o caso da teoria de Lange, discutida anteriormente). Ora, os autores consideram perfeitamente possível que as generalizações acidentais possuam certo grau de invariância, e até mesmo que sejam consideradas explicativas em alguns contextos. De modo análogo, pode haver generalizações que atendam aos critérios usualmente descritos como próprios das leis – tais como projetabilidade indutiva, caráter universal, dentre outros – mas que falhem ao teste da invariância (WOODWARD, 2000, p. 223), resultando na impossibilidade de traçar uma fronteira entre leis e acidentes, o que tornaria o conceito de lei prejudicial ao entendimento das explicações científicas. Em segundo lugar, Hitchcock e Woodward conectam o poder explicativo ao grau de invariância de uma generalização, isto é, quanto maior o âmbito de intervenções sob os quais uma generalização permanece invariante, mais profundas são as explicações formuladas a partir dela (ver WOODWARD, 2000, p. 214). O grau de invariância corresponde a capacidade de uma generalização ser utilizada para responder perguntas do tipo “[...] e se as coisas tivessem sido diferentes” (HITCHCOCK; WOODWARD, 2003b, p. 191).²⁴

Uma pergunta interessante a se fazer é a seguinte: de que modo podemos mensurar o grau de invariância das generalizações usualmente classificadas como leis *ceteris paribus*, tais como o exemplo (2) “fumar causa câncer de pulmão”? Hitchcock e Woodward (2003b, p. 184-187) descrevem sete estratégias para demonstrar que determinada generalização G' possui grau de invariância superior ao de certa generalização G . A seguir, reconstruiremos os critérios que julgamos mais pertinentes para nossa investigação, com vistas a analisá-los por meio de sua aplicação ao exemplo supramencionado.²⁵ São eles:

²⁴ No original, lemos: “what-if-things-had-been-different questions”.

²⁵ Os critérios não contemplados são os seguintes: (i) A aplicação de G' acarreta valores mais precisos das variáveis a serem explicadas do que G , isto é, G' exibe maior acurácia do que G ; (iv) G será considerada pouco explanatória se seu domínio de invariância for “mau comportado”, isto é, se o domínio das intervenções não seguir determinados padrões matematicamente simples; (v) muitas vezes, pode haver quebra aparente da invariância de uma generalização se o processo de produção das intervenções ocorrer de modo abrupto ou diferente do previsto pela investigação científica.

(ii) G' é invariante diante de intervenções sob as quais G não é invariante, isto é, o domínio de intervenções possíveis de G é um subconjunto do conjunto de intervenções possíveis para G' ;

(iii) Se os domínios de invariância de G e G' consistem em conjuntos distintos, de modo que não se pode realizar a comparação direta, os autores indicam a necessidade de analisar a precisão na região em que os domínios se cruzam, se este for o caso. Ademais, Woodward (2000, p. 222) sugere que, nesses casos, avalie-se qual dos conjuntos de intervenção possui maior relevância prática para a investigação;

(vi) G' é menos sensível a variações nas condições de fundo, uma vez que já incorporou os elementos causalmente relevantes para a relação em questão;

(vii) G' torna explícita a dependência causal entre a variável a ser explicada (isto é, Y) e certa variável Z , enquanto a generalização G compreende Z como meramente uma variável de contorno.

Os critérios (ii) e (iii) apresentam cenários opostos. O item (ii) é facilmente perceptível se compararmos as leis da gravitação da mecânica clássica com as da mecânica relativística. Naturalmente, as intervenções nas quais as primeiras são invariantes correspondem a um subconjunto das últimas. O caso (iii) representa um cenário em que esta comparação não pode ser estabelecida. Contudo, consideramos satisfatória a ponderação de Woodward, segundo a qual os propósitos investigativos devem ser levados em conta a fim de avaliar qual das generalizações é razoável preferir.

Acreditamos que os critérios (vi) e (vii) também possam ser analisados em conjunto. Com efeito, ambas as estratégias correspondem a preocupações centrais para a análise das leis *ceteris paribus*, já que as condicionantes podem ser interpretadas precisamente em termos de variáveis de contorno que são capazes de, em determinadas condições, quebrar a invariância de determinada generalização. Retornando, mais uma vez, ao exemplo (2) a respeito da correlação causal entre tabagismo e desenvolvimento de câncer de pulmão. Certamente, há outros fatores relevantes para a probabilidade de acometimento da referida doença além do hábito de fumar, tais como fatores genéticos, hereditários, estilo de vida e idade. Ora, considerando uma generalização $G: Y = f(X)$ que compreenda X somente em termos do hábito de fumar e outra generalização G' que compreenda X como um conjunto de variáveis $\{X_1, X_2, \dots\}$ que cubra outros aspectos, tais como os mencionados acima, é razoável afirmar que G' possuirá maior grau de invariância, de acordo com os critérios (vi) e (vii). Pode ser, no entanto, que os propósitos específicos de determinada investigação exijam que se utilize a

generalização G . Por exemplo, se um estudo tiver como propósito mapear a incidência de câncer de pulmão entre homens fumantes idosos e sedentários de determinada região do país. Embora haja meios de verificar os distintos graus de invariância, a escolha da generalização a ser utilizada possui caráter pragmático.

Ao longo desta seção, reconstruímos os pontos principais da teoria da invariância proposta por Hitchcock e Woodward. Com efeito, as definições de *intervenção* e *invariância* nos parecem ótimas contribuições para compreendermos os atributos das leis *ceteris paribus*. Ademais, parece-nos que esta teoria não contém limitações tão severas como a proposta de Lange, analisada nas seções anteriores. Agora, gostaríamos de analisar qual compreensão das leis-cp exclusivas e comparativas é possível extrair a partir da teoria da invariância. Lembremos: leis-cp *comparativas* são aquelas nas quais os fatores interferentes de determinada lei são mantidos *constantes*, enquanto as leis *exclusivas* são aquelas nas quais os condicionantes devem estar *ausentes*.

Tendo em vista que os autores interpretam as generalizações explicativas como funções, é possível extrair dessa concepção que as leis-cp exclusivas podem ser reconstruídas como leis comparativas. Por exemplo, consideremos a lei da oferta e da demanda, já mencionada anteriormente, a saber: (3) “se a oferta (demanda) por uma mercadoria for mantida constante e a demanda (oferta) por ela aumentar/diminuir, então os preços de equilíbrio serão mais altos/baixos”. Para que a lei seja válida, é preciso excluir fatores tais como ações irracionais dos agentes econômicos, dentre outros. Definindo a lei como $Y = f(X)$, em que X representa o conjunto de variáveis $\{X_1, X_2, \dots\}$ relevantes para a generalização, a racionalidade dos agentes econômicos poderia ser interpretada em termos de determinada variável X_i , sendo esta mantida constante com o valor $X_i = 0$. Estratégia análoga poderia ser adotada para outros aspectos cuja exclusão seja requerida para a aplicação da lei.

Apesar de bastante promissora, consideramos que a proposta de Hitchcock e Woodward possui algumas limitações. Primeiramente, sustentamos que a invariância constitui uma excelente ferramenta para descrever o alcance e o âmbito de aplicação das leis *ceteris paribus*, mas não consideramos que a invariância possa substituir o conceito de lei, uma vez que ela não parece ser a única característica relevante do ponto de vista explicativo. Se utilizarmos a invariância como parte de um quadro mais amplo que dê conta de acomodar as leis, sua relação com modelos e o uso das cláusulas *ceteris paribus*, acreditamos que teremos maiores ganhos explicativos. Iniciaremos esta tarefa nos próximos dois capítulos. Um segundo aspecto da visão de Hitchcock e Woodward que gera preocupação corresponde à

ausência de distinção entre leis e generalizações acidentais. Concordamos com a afirmação de que há generalizações acidentais que possuem certo grau de invariância, mas sustentamos que a distinção entre leis e generalizações acidentais deve ser traçada, mesmo que em termos pragmáticos, referentes ao seu papel na investigação científica. Por fim, ponderamos que a teoria da invariância apresenta uma limitação análoga à teoria dos melhores sistemas melhorados, discutida no capítulo anterior, a saber: sua base conceitual permite pensar as leis *ceteris paribus* apesar de suas condicionantes, porém não nos fornece elementos suficientes para compreender o papel dessas cláusulas na investigação científica, ponto que abordaremos no capítulo seguinte.

Com efeito, parte das limitações aqui apresentadas se constituem como aspectos problemáticos não por lacunas ou falhas teóricas cometidas pelos seus proponentes, mas em razão dos objetivos perseguidos pela nossa investigação.

3.5 CONCLUSÃO: A CAMINHO DA PRAGMÁTICA

Até aqui, abordamos algumas das teorias que compreendem as leis científicas – ou as generalizações explicativas – a partir da sua relação com situações contrafactuais. Afinal, como afirma J. S. Mill na passagem escolhida como epígrafe para este capítulo, a explicação do comportamento de determinado sistema requer o conhecimento não apenas a respeito da situação atual, mas também o entendimento do que ocorreria nas variações ou alterações que podem acometer o referido sistema. Dito de outro modo, explicar a ocorrência de fenômeno ou o fato deste assumir determinada configuração requer que respondam perguntas do tipo “e se as coisas tivessem sido diferentes?”, conforme discutimos na seção anterior. Ora, a interpretação e a resposta a esse tipo de pergunta envolvem conhecer o conteúdo de certos contrafactuais.

Por um lado, a teoria da estabilidade de Lange caracteriza as leis como o conjunto de proposições que permanecem verdadeiras diante de todas as situações contrafactuais possíveis (isto é, consistentes com as leis da natureza). Em que pese as boas intuições contidas na proposta de Lange – dentre elas a ênfase na dimensão pragmática das leis – observamos que esta teoria se encontra demasiadamente dependente da semântica de contrafactuais. Esse aspecto, além de trazer dificuldades importantes, faz com que o aspecto pragmático das leis *ceteris paribus* não seja explorado em sua plenitude.

Por outro lado, a teoria da invariância, proposta por Hitchcock e Woodward, rejeita a concepção tradicional de lei e, em seu lugar, apresenta a noção de generalizações explicativas, descritas como relações funcionais entre variáveis. Nesse sentido, a invariância é caracterizada em termos da resiliência das generalizações diante de intervenções realizadas nos valores das variáveis situadas no domínio dessas funções. Com efeito, consideramos que a teoria da invariância fornece mais elementos conceituais que podem ser aproveitados do que a ideia de estabilidade contrafactual. Em que pese a rejeição de Hitchcock e Woodward ao conceito de lei científica, acreditamos que podemos utilizar alguns dos conceitos desenvolvidos por eles em nossa concepção de leis *ceteris paribus*, que desenvolvemos nos capítulos seguintes.

4 – DISPOSIÇÕES

“Thus if it were stated to be a law of nature that all heavy bodies fall to the ground, it would probably be said that the resistance of the atmosphere, which prevents a balloon from falling, constitutes the balloon an exception to that pretended law of nature. But the real law is, that all heavy bodies *tend* to fall; and to this there is no exception [...]”
(MILL, 1974[1843], Book III, Chapter X, §5).

4.1 INTRODUÇÃO

Ao longo do capítulo anterior, abordamos a teoria da estabilidade contrafactual, de Marc Lange, e a teoria da invariância, proposta por Christopher Hitchcock e James Woodward. Por um lado, consideramos bem-vindas a ênfase na dimensão pragmática, por parte da primeira teoria, e a concepção de graus de invariância, por parte da segunda. Ainda assim, observamos que ambas as propostas apresentam limitações que nos impedem de endossá-las integralmente.

Neste capítulo, abordaremos o realismo disposicional, concepção segundo a qual as propriedades disposicionais de certos objetos e sistemas – isto é, suas disposições ou tendências para manifestarem determinado comportamento – são irredutíveis. O disposicionalismo esteve, muitas vezes, associado às discussões sobre as leis *ceteris paribus*, seja porque o caráter relacional dessas propriedades faz com que alguns filósofos da ciência o considerem uma alternativa atraente, seja porque seus críticos argumentam que o disposicionalismo apenas desloca o problema das leis-cp, sem o resolver. Em linhas gerais, podemos dizer que os defensores do realismo disposicional sustentam que essa visão fornece uma semântica para as leis *ceteris paribus*, já que ele torna possível definir as leis-cp como enunciados que se referem não ao comportamento atual dos objetos, mas às *tendências estáveis* (MILL, 1843), *potências* (BIRD, 2007) ou *capacidades* (CARTWRIGHT, 1989) dos objetos.

A partir da citação escolhida como epígrafe para este capítulo, identificamos o núcleo fundamental da interpretação disposicionalista das leis, qual seja, as leis-cp não são consideradas leis científicas com exceções, mas leis que tratam de disposições estáveis (isto é, instanciadas permanentemente) presentes em certos objetos. Por exemplo, ao enunciar a lei da dilatação térmica dos sólidos ou a lei da oferta e da demanda, estaríamos nos referindo às disposições intrínsecas dos objetos metálicos ou às disposições associadas a sistemas econômicos em equilíbrio. Consideremos o caso da dilatação térmica. Quando não há

interferência externa, o resultado de um incremento ΔT na temperatura de uma barra de metal de comprimento L_0 é um incremento de magnitude $\Delta L = k.L_0.\Delta T$. Certamente, se houver outras interferências em jogo, o resultado do incremento será diferente, mas tal diferença também pode ser encarada como a manifestação da mesma disposição instanciada pela barra de metal.

A fim de sistematizar as controvérsias e as possibilidades envolvendo o disposicionalismo como uma alternativa de compreensão das leis *ceteris paribus*, discutiremos, na seção 4.2, alguns pressupostos fundamentais do realismo disposicional, bem como algumas das objeções usualmente dirigidas a ele. Na seção 4.3 abordaremos as ideias de Nancy Cartwright (1989, 1999, 2007b), sobretudo as suas concepções de *capacidades* e de *máquinas nomológicas*, que fazem parte de uma compreensão pragmática das leis e modelos científicos. A partir das ideias da autora, as regularidades deixam de ser concebidas como um fato bruto a ser explicado, mas passam a ser entendidas como resultado de um processo que envolve a operação de capacidades e a configuração de eventuais fatores interferentes. Já na seção 4.4, analisaremos a concepção de lei-cp proposta por Andreas Hüttemann (1998, 2007, 2014), para quem as cláusulas *ceteris paribus* devem ser interpretadas como requisitos metodológicos para a aplicação das leis.

Apesar de promissoras, veremos que as abordagens de Cartwright e Hüttemann possuem lacunas, em especial no que se refere às questões ontológicas, isto é, à indefinição a respeito de critérios de individuação e identificação das capacidades. Ademais, será necessário estabelecer o alcance dos argumentos baseados no disposicionalismo, uma vez que eles parecem depender do comprometimento prévio com uma postura metafísica que aceite demandas por explicações em termos de categorias que podem ser legitimamente rejeitadas por pensadores empiristas mais radicais.

A partir dessas ideias e das reformulações que proporemos a cada uma delas, objetivamos apresentar nossa própria concepção disposicionalista das leis *ceteris paribus* no capítulo seguinte.

4.2 REALISMO DISPOSICIONAL E LEIS *CETERIS PARIBUS*

Basicamente, atribuir uma propriedade disposicional a um objeto equivale a dizer que este objeto manifesta determinado efeito sempre que determinadas condições forem verificadas. Exemplos comuns de propriedades disposicionais são a *solubilidade* e a

fragilidade. Afinal, afirmar que o sal é solúvel em água é o mesmo que admitir que, sempre que determinada porção de sal for misturada a determinada quantidade de água, ocorrerá o fenômeno da dissolução. Do mesmo modo, afirmar que uma taça é frágil implica dizer que ela está propensa a quebrar diante de determinados estímulos externos.

As disposições estão associadas, portanto, à *manifestação* de determinado efeito e a determinado *estímulo* que desencadeia tal efeito. Entretanto, uma disposição não pode ser reduzida à manifestação e ao estímulo que lhe são característicos (CHAKRAVARTTY, 2003, p. 400). Por exemplo, se caracterizarmos a solubilidade a partir do estímulo – qual seja, a mistura entre sal e água – bem como de sua manifestação – o fenômeno da dissolução em si – é possível haver situações em que o estímulo ocorra, mas a manifestação seja impedida por fatores interferentes. É o caso de ocorrer a mistura de sal em água em proporções ou em condições de temperatura e pressão inapropriadas para a dissolução. Ora, ainda que a ocorrência do estímulo não tenha levado à manifestação do efeito esperado, continuaremos a dizer que a amostra de sal é solúvel em água, o que demonstra que a identidade da propriedade disposicional não se reduz ao estímulo e manifestação característicos.

Trata-se do que os defensores do disposicionalismo consideram como a natureza *tripartite* das propriedades disposicionais. Isto é, há três estados de coisas distintos envolvendo a atribuição de uma disposição a um objeto, quais sejam: (a) a disposição é *instanciada* por um objeto, o que o torna propenso a manifestar determinado efeito nas circunstâncias apropriadas; (b) a disposição *manifesta* o seu efeito característico ou canônico (e.g. a dissolução); (c) a disposição é *exercida* pelo objeto, mas o efeito produzido difere do efeito característico, devido a outras interações causais ou à presença de fatores interferentes.

A seguir, discutiremos brevemente algumas consequências desta tripartição entre instanciação, manifestação e exercício das disposições, enfatizando três aspectos relevantes para nossa investigação, a saber: (i) a irredutibilidade das propriedades disposicionais; (ii) a interpretação das leis *ceteris paribus* derivada desta concepção; (iii) algumas das principais objeções usualmente dirigidas à visão disposicionalista.

(I) *Irredutibilidade das disposições*. Em primeiro lugar, cumpre ressaltar que as disposições têm sido estudadas tanto por filósofos da ciência como da linguagem há bastante tempo. Com efeito, a discussão acerca da interpretação de enunciados disposicionais aparece em Gilbert Ryle (1984[1949]) e Rudolf Carnap (1936). De modo análogo, autores que não defendem uma metafísica disposicionalista também abordam a natureza dessas propriedades, tais como David Lewis (1973) e David Armstrong (1997). Ocorre que, em todas essas

perspectivas, os enunciados ou as propriedades disposicionais são reduzidas a outras categorias mais básicas ou fundamentais, sejam elas linguísticas ou ontológicas. Segundo Armstrong, por exemplo, a atribuição da propriedade de solubilidade a determinado sal pode ser explicada em termos das propriedades categóricas do sal – isto é, suas características qualitativas ou estruturais – acrescidas das leis da natureza – dentre as quais figuram as leis que explicam os fenômenos de dissolução. Nesse sentido, as únicas propriedades entendidas como básicas ou primitivas são as denominadas propriedades categóricas.

Há diferentes perspectivas que podemos denominar ontologias não disposicionalistas, porém o aspecto comum a todas elas consiste no fato de que a conexão entre uma propriedade e as disposições associadas a ela se dá de modo contingente. Tomemos como exemplo a perspectiva regularista, de inspiração humeana, estudada no capítulo 2. Nessa linha de raciocínio, se um objeto instancia a propriedade “possuir carga negativa”, esse fato está contingentemente associado à disposição para exercer força de repulsão a outros objetos negativamente carregados. Isso porque a lei que descreve esse fenômeno é contingente, logo pode haver mundos possíveis em que objetos negativamente carregados não exerçam força de atração tal como descreve a lei de Coulomb.²⁶

O aspecto distintivo das ontologias disposicionalistas, portanto, consiste na defesa da tese segundo a qual as propriedades – algumas ou todas elas – são *intrinsecamente* disposicionais. Em outros termos, faz parte da identidade da propriedade “possuir carga negativa” que o objeto que a instancie também instancie a disposição de exercer força de atração elétrica, conforme descrito pela lei de Coulomb. Nesse sentido, Alexander Bird (2007) sustenta que as propriedades possuem *essências* disposicionais, enquanto Brian Ellis (2001, 2002) denomina sua visão como *essencialismo científico*. Cartwright (1989, 1999), conforme veremos na próxima seção, prefere se referir às disposições (ou capacidades, na terminologia empregada por ela) como *naturezas*, em homenagem ao pensamento de Aristóteles.

A irredutibilidade das propriedades disposicionais consiste, portanto, no núcleo da proposta disposicionalista. Denominamos essa linha de pensamento como *realismo disposicional* justamente porque suas diferentes versões estão comprometidas, em alguma medida, com a tese de que as disposições são primitivas e, por conseguinte, constituem-se como componentes indispensáveis para compreender a realidade. Do ponto de vista

²⁶ O mesmo exemplo se aplica à concepção necessitarista das leis, defendida por Dretske (1977), Tooley (1977) e Armstrong (1983, 1997). Embora as leis sejam consideradas, nessa concepção, como relações de necessitação que conectam propriedades universais, quais relações existem no mundo é um fato contingente, portanto as disposições associadas a cada propriedade também são contingentes.

ontológico, o realismo disposicional pode assumir uma postura *monista*, isto é, defender que todas as propriedades são disposições. É o caso de Bird, para quem todas as propriedades fundamentais são *potências*, que podem ser analisadas conforme o seguinte enunciado condicional (BIRD, 2007, p. 36):

$$D_{(S,M)}x \leftrightarrow Sx \& Cx \square \rightarrow Mx.$$

Nessa fórmula, a instanciação de uma disposição *D* faz com que, necessariamente, diante do estímulo apropriado *S* e em circunstâncias *C* em que nada interfira na operação da disposição, seja observada a manifestação *M*. Com efeito, a análise condicional tem sido um mecanismo bastante utilizado por disposicionalistas para explicitar a identidade das propriedades disposicionais e capturar o seu caráter modal.²⁷ Veremos, a seguir, que o uso dessa análise para identificar as disposições dá margem a objeções a respeito da relevância explanatória das propriedades disposicionais. Outro problema enfrentado pelo monismo disposicional consiste na ameaça de regresso, visto que, se todas as propriedades são disposições, então a manifestação de uma disposição envolve outra disposição para manifestação de um novo efeito, o que pode gerar circularidade viciosa (ver ARMSTRONG, 1997, p. 80; CANI, 2020).

Diante dessas fragilidades, a versão de realismo disposicional defendida por autores como Brian Ellis (2001) e Michel Ghins (2013) corresponde a uma *ontologia mista*. Nessa perspectiva, parte das propriedades são consideradas categóricas (estruturais) e parte delas são consideradas disposicionais. Com isso, os autores esperam escapar da ameaça de regresso por meio da fixação de uma base categórica para as disposições. Contudo, essa estratégia conduz a outras dificuldades, especialmente relacionadas à tarefa de explicitar o vínculo modal entre as disposições e sua base categórica (ARMSTRONG, 1997, p. 76)

Até aqui, apontamos o caráter irreduzível das disposições como elemento central do realismo disposicional. Sublinhamos, também, que há diferentes modos de conceber a identidade das disposições e suas relações com outras propriedades. Com efeito, veremos que a identificação e individuação das propriedades disposicionais consiste no elemento mais

²⁷ Adotar a análise condicional não é um requisito necessário para sustentar o realismo disposicional. Um exemplo disso é a concepção de Barbara Vetter (2014), que define a identidade das disposições somente em termos de sua manifestação característica, sem a necessidade de recorrer a contrafactuais.

sensível dessa forma de realismo. Passemos, agora, às consequências do realismo disposicional para a interpretação das leis *ceteris paribus*.

(II) *Disposições e leis ceteris paribus*. A ideia central da interpretação disposicionalista das leis consiste em defender que as leis científicas não tratam do comportamento atual dos objetos, mas das disposições instanciadas por eles. Esse entendimento é uma consequência natural do realismo disposicional. Por exemplo, vimos que, para considerarmos como uma lei o enunciado “O aumento da oferta de um bem diminui a demanda por ele, *ceteris paribus*”, é preciso nos posicionarmos diante do conteúdo da cláusula *ceteris paribus*, de modo a não tornar o enunciado falso ou trivialmente verdadeiro. Trata-se do dilema de Lange (1993), que discutimos no primeiro capítulo. Entretanto, numa interpretação disposicionalista, o enunciado acima – que descreve uma lei-cp exclusiva – pode ser convertido para “O aumento da oferta de um bem possui a *disposição* de diminuir a demanda por ele”. Assegurando que as propriedades disposicionais estejam bem definidas, a lei *ceteris paribus* passa a ser convertida numa lei *estrita* sobre disposições, de modo essa estratégia parece eliminar a necessidade da cláusula *ceteris paribus* e, assim, afastar a ameaça posta pelo dilema de Lange.

No início desta seção, contudo, vimos que a cláusula *ceteris paribus* reaparece na análise condicional das disposições, uma vez que o vínculo entre o estímulo e a manifestação que caracterizam a disposição também está sujeito a fatores interferentes. Vejamos de que modo isso ocorre. A primeira parte do dilema de Lange consiste na ameaça de que as leis-cp sejam falsas. Em sua defesa do disposicionalismo, Peter Lipton (1999, p. 157) define essa dificuldade como *problema da instanciação*. De acordo com ele, tendo em vista que os estados de coisas dificilmente são “iguais” ou “constantes”, conforme exigem as condicionantes, há determinadas leis para as quais não há, na natureza, objetos ou eventos que a instanciem. O exemplo escolhido pelo autor consiste na generalização segundo a qual “Todos os planetas se movem em órbitas elípticas, *ceteris paribus*”. Visto que sempre há interferências que fazem com que os planetas possuam órbitas distintas de uma elipse perfeita, a lei supracitada careceria de instâncias, o que a tornaria falsa. Isso posto, Lipton argumenta que o disposicionalismo pode eliminar essa dificuldade:

Este problema praticamente desaparece quando mudamos nossa perspectiva de uma lei-cp como descrição de comportamento, sob condições que podem nunca se realizar, para a descrição de disposições estáveis que estão

presentes mesmo quando não são manifestadas, ou quando não são manifestadas isoladamente (LIPTON, 1999, p. 164).

As observações de Lipton são pertinentes para a caracterização das leis, mas não podemos dizer que elas afastam o problema da instanciação. Afinal, a dificuldade pode ser recolocada no âmbito das disposições. Se admitimos que nenhum dos planetas exibe uma órbita perfeitamente elíptica, qual seria nossa base evidencial para atribuir a disposição correspondente aos planetas? Se, por outro lado, assumirmos que as órbitas dos planetas são suficientemente próximas à elipse para que a referida propriedade disposicional seja atribuída a eles, então o mesmo critério pragmático de proximidade precisará ser aplicado às leis *ceteris paribus*. Desse modo, a reconstrução disposicionalista não corresponderia a uma vantagem para a interpretação das leis-cp.

A segunda parte do dilema de Lange corresponde à ameaça de trivialidade, denominada por Lipton (1999, p. 157) como *problema do conteúdo*. Isto é, dada a impossibilidade de explicitar a lista das condições interferentes que precisam ser afastadas para assegurar a verdade das leis-cp exclusivas indefinidas, isso resulta na sua trivialização: “Todos os *Fs* são *G* se, e somente se, todos os *Fs* forem *G*”. Sobre esse aspecto, Lipton (1999, p. 166) afirma que a vantagem de reconstruir as leis-cp em termos disposicionalistas consiste no fato de que não é necessário conhecer a lista completa de fatores interferentes para aplicar a lei, visto que a estabilidade das disposições – isto é, o fato de que ela está presente nos objetos em todos os cenários, pois se trata de uma propriedade intrínseca das coisas – garante que elas serão exercidas em todos os cenários, independentemente dos resultados observados. Veremos, na seção seguinte, que Cartwright também recorre à persistência ou estabilidade das disposições para fundamentar sua proposta. Assim como no caso anterior, também se pode afirmar que o problema do conteúdo não é propriamente solucionado pelo realismo disposicional, sendo apenas deslocado, já que o defensor das disposições assume o ônus de argumentar em favor de sua persistência ou estabilidade, o que não é trivial.

Consideremos, então, algumas das objeções usualmente dirigidas ao realismo disposicional, especialmente no que se refere à sua capacidade de interpretar as leis científicas com exceções.

(III) *Algumas objeções*. Até aqui, destacamos as linhas norteadoras da ontologia disposicionalista, bem como a interpretação das leis *ceteris paribus* que se pode extrair a partir dela. Ao longo da discussão, salientamos alguns aspectos que precisam de esclarecimento por parte do realista disposicional. No final desta seção, gostaríamos de

sublinhar outros problemas, que dizem respeito a três noções, a saber: a *estabilidade* das disposições, o *poder explicativo* do realismo disposicional e seus supostos ganhos para a compreensão das leis *ceteris paribus*.

No que se refere à noção de *estabilidade*, vimos que ela é considerada uma característica fundamental para conceber o funcionamento das disposições. Afirmar que uma disposição é estável acarreta admitir que ela permanece no objeto tanto nos casos em que ela é instanciada como nas situações em que manifesta seu efeito característico ou quando é exercida, produzindo outro efeito por interferência de fatores perturbadores. Essa constatação é fundamental para interpretar a prática científica em termos disposicionais. No entanto, Markus Schrenk argumenta que não é possível estabelecer uma distinção clara entre o caso em que uma disposição é instanciada – sem se manifestar – e o caso em que uma disposição é perdida. No segundo caso, não é possível interpretar adequadamente a cláusula *ceteris paribus*, em função da instabilidade da disposição (SCHRENK, 2007b, p. 226).

A fim de corroborar seu ponto de vista, Schrenk apresenta um exemplo com base nos fenômenos de neutralização de ácidos e bases, estudados pela Química. Nessa perspectiva, as disposições de um ácido são perdidas quando ele é neutralizado por uma base, o que demonstraria a instabilidade das disposições associadas ao ácido e criaria problemas para interpretar as leis-cp ligadas a essas disposições:

O ácido e a base neutralizam um ao outro. Cada um deles destrói os poderes químicos do outro, e os efeitos químicos peculiares de ambos são eliminados. Esse não é o mesmo caso da partícula estacionária, que permanece em sua posição pela resultante das forças em direções opostas. Quando um ácido e uma base se misturam, seus efeitos não se combinam; nem mesmo podem operar para produzir efeito algum (SCHRENK, 2007b, p. 245-246).

De fato, a interação entre ácido e base faz com que as suas propriedades disposicionais sejam perdidas. Entretanto, não consideramos que a objeção levantada por Schrenk traga sérias preocupações ao disposicionalista, apenas que ela põe em evidência aspectos que o realismo disposicional deve explicar. Primeiramente, é plenamente razoável considerar que as naturezas das disposições instanciadas por ácidos e bases contemplem o fato de que elas serão perdidas em casos de neutralização. Em segundo lugar, a objeção de Schrenk parece pressupor que todas as disposições sejam estáveis na mesma medida. Contudo, é possível incorporar ao realismo disposicional a tese de que as disposições

possuem diferentes graus de invariância. No capítulo seguinte, aplicaremos a estratégia de Hitchcock e Woodward (2003b) – que descrevem o grau de invariância das generalizações explicativas – com vistas a tornar mais claro os diferentes níveis de estabilidade das disposições. Nesse sentido, a perda das disposições em casos de neutralização – e em outros casos análogos – passa a ser uma consequência esperada do perfil disposicional das propriedades envolvidas.

Em relação ao *poder explicativo* do realismo disposicional, a objeção usualmente dirigida ao disposicionalismo é a de que elas não são explicativas, tendo em vista que uma propriedade disposicional pode se manifestar ou não. Voltemos ao exemplo da lei de oferta e demanda. Imaginemos um cenário em que a oferta de determinada mercadoria cresça, porém a demanda por ela não diminua, tendo em vista a ocorrência de fatores interferentes. Embora o incremento na oferta de um bem possua a *disposição* de diminuir a demanda, é preciso explicar de que modo a disposição contribui com a explicação do cenário em questão, no qual o efeito esperado não foi observado. A esse respeito, Earman e Roberts pontuam:

Portanto, se aquilo que desejamos explicar é um exemplo *real*, de que modo citar uma tendência – que, até onde se sabe, pode ou não ser dominante e, portanto, pode ou não produzir algo parecido com o que se observou no exemplo – serve para explicar *esse* exemplo. (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 451-452).

Um raciocínio análogo é apresentado por Stathis Psillos, quando ele nomeia um de seus textos como “O que as disposições fazem quando não são manifestadas?” (PSILLOS, 2006). Assim como Earman e Roberts, Psillos enfatiza que, a partir de uma perspectiva empirista, não há como distinguir casos em que a disposição é instanciada, mas não se manifesta, de casos em que a disposição está ausente, ou seja, não é instanciada pelo sistema sob investigação. Ademais, Psillos (2006, p. 164-165) levanta uma preocupação adicional a respeito do poder explicativo das disposições. Segundo ele, uma vez que são mencionados condicionais contrafactuais para estabelecer a identidade das disposições e, assim, explicitar as condições em que seus efeitos característicos são manifestados, o poder explicativo dessas propriedades passa a ser exercido, na verdade, pelos enunciados contrafactuais. Ora, se é possível compreender os fenômenos tão somente com base nas suas propriedades (categóricas) e em enunciados contrafactuais, as disposições tornam-se explicativamente irrelevantes.

Com efeito, consideramos as objeções com relação ao poder explicativo das disposições como os elementos mais preocupantes para o realismo disposicional. Na seção seguinte, veremos o modo como a proposta de Cartwright, baseada na compreensão do papel das capacidades na prática científica, fornece elementos úteis para respondermos a esses questionamentos. Basicamente, sustentaremos que é possível avançar nessa compreensão por meio da análise da relação entre as capacidades e os modelos científicos, compreendidos como projetos de máquinas nomológicas.

Por fim, no que se refere à *resposta disposicionalista ao dilema de Lange*, a dificuldade que se apresenta ao realismo disposicional consiste no fato de que a possível indeterminação das leis *ceteris paribus* reaparece quando abordamos a tarefa de definir a identidade das disposições, isto é, suas condições de manifestação. Em outros termos, o fato de que as disposições não eliminam as cláusulas *ceteris paribus* – visto que as incorporam à própria identificação das propriedades disposicionais – faz com que elas herdem os mesmos problemas das leis e, em última análise, tornem-se redundantes (SCHRENK, 2007b, p. 227). Com efeito, adiantamos esse ponto no início desta seção. Ao tratar do assunto, Lipton (1999, p. 166-168) denomina esse problema como “a vingança de Hume”, isso porque o realismo disposicional é compreendido como uma ontologia não-humana, devido à postulação de entidades causalmente mais robustas do que aquelas admitidas pela teoria do melhor sistema, conforme vimos no capítulo 2.

Ao longo das próximas seções, analisaremos as propostas de Nancy Cartwright e Andreas Hüttemann, que fornecem elementos importantes para respondermos a essas incertezas que pairam sobre a reconstrução disposicionalista das leis *ceteris paribus*. A solução que buscaremos construir tem como base a consideração de aspectos metodológicos e pragmáticos envolvidos no uso das cláusulas *ceteris paribus*, sendo esta a razão pela qual optamos por nos basearmos nas ideias de Cartwright e Hüttemann, dado que esses autores enfatizam tais aspectos em suas discussões.

4.3 CAPACIDADES E PROJETOS DE MÁQUINAS NOMOLÓGICAS

Até aqui, discutimos o modo como o realismo disposicional fornece uma interpretação para as leis *ceteris paribus* que as compreendem como leis estritas a respeito de propriedades disposicionais dos objetos. Vimos, também, que essa estratégia não está imune a problemas, que dizem respeito a pontos que carecem de esclarecimento conceitual. Nesta

seção, abordaremos a proposta de Nancy Cartwright, que também adota a estratégia de reconstruir as leis-cp como leis estritas sobre as capacidades dos objetos. Entretanto, o fator distintivo de sua proposta é o fato de que a autora articula sua visão das capacidades a duas outras ideias, quais sejam: (i) a noção de *mundo fragmentado* (*dappled world*), por meio da qual Cartwright rejeita as visões reducionistas sobre as leis científicas; (ii) a concepção de modelos científicos como projetos de máquinas nomológicas, por meio da qual a autora se contrapõe à visão regularista das leis. Antes de discutir especificamente as capacidades, trataremos desses dois pontos.

(I) *A noção de mundo fragmentado* (*dappled world*). Conforme vimos no capítulo 1, Cartwright considera que muitos filósofos que sustentam uma posição realista tradicional se comprometem com a visão de que tudo o que ocorre na natureza seja “governado” por algumas leis fundamentais básicas. Em contrapartida, o argumento principal do livro *How the Laws of Physics Lie* (1983) consiste em demonstrar que o poder explicativo das leis fundamentais requer a sua falsidade. Em *The Dappled World* (1999), Cartwright alega que, mesmo admitindo, para fins argumentativos, a verdade de certas leis consideradas básicas, isto não garante que elas sejam universais, ou seja, que elas sejam válidas para além das condições específicas a que se referem (CARTWRIGHT, 1999, p. 24).

Diante disso, Cartwright procura determinar qual imagem de mundo é mais compatível com a evidência fornecida pela prática científica. Por meio da análise das teorias e dos modelos empregados na física e nas ciências econômicas, a autora alega que o modo como são conduzidas as investigações científicas nessas áreas corrobora o que ela denomina *mundo fragmentado* (*dappled world*), em detrimento de uma visão de mundo em que todos os fenômenos sejam governados por um pequeno grupo de princípios fundamentais. Na introdução da obra supracitada, Cartwright (1999, p. 1-19) define o mundo fragmentado como um mundo composto por uma variedade de objetos, de naturezas distintas, exibindo comportamentos irregulares. Em oposição ao ideal de mundo onde reinaria certa “ordem universal”, a imagem fornecida pelas ciências é a de um mundo mais bem descrito por uma “miscelânea de leis” (*patchwork of laws*). Ao defender a estrutura das leis como *patchwork*, Cartwright (1999, p. 31) sustenta que as leis válidas em diferentes domínios científicos não são necessariamente relacionadas de uma maneira uniforme. Isso implica a rejeição de certo tipo de compreensão da unidade da ciência, aquela em que todos os conceitos e leis seriam redutíveis às leis e propriedades da Física fundamental.

A título de exemplo, Cartwright (1999, p. 12) menciona que, ainda que admitamos (para fins argumentativos) que as evidências experimentais acerca de partículas como bósons e férmions se ajustem perfeitamente ao Modelo Padrão, isto conta como evidência em prol da afirmação de que o Modelo Padrão seja verdadeiro acerca de bósons e férmions *apenas* em circunstâncias similares àsquelas dos experimentos em questão. A possibilidade (ou impossibilidade) da aplicação destas mesmas teorias a circunstâncias diferentes daquelas descritas pelos experimentos controlados em laboratório é um assunto a ser determinado pela investigação empírica. Contudo, os defensores do realismo tradicional – que Cartwright chama de fundamentalistas – estabelecem *a priori*, por meio de uma pressuposição metafísica, que as mesmas leis serão válidas em todos os âmbitos, seja em condições diferentes daquelas nas quais elas foram testadas ou em esferas que dizem respeito a outras áreas da ciência. A autora critica essa posição nos seguintes termos:

Talvez sintamos que não poderia haver diferença real entre um e outro tipo de circunstância, e, portanto, não haveria razões suficientes para restringir nossos raciocínios indutivos às paredes de nossos laboratórios. Mas há uma diferença: algumas circunstâncias se parecem com os modelos que temos; outras não. E a atividade científica é justamente a de construir modelos que incorporem, sob a cobertura das leis em questão, todas e apenas aquelas circunstâncias que as leis governam. Os fundamentalistas querem mais. Eles querem leis; querem leis verdadeiras; mas principalmente, querem que suas leis favoritas operem em todo lugar. Eu considero urgente resistir ao fundamentalismo. A realidade pode muito bem ser apenas uma miscelânea de leis (*patchwork of laws*). (CARTWRIGHT, 1999, p. 34).

Cartwright (1999, p. 27s) explica sua posição anti-fundamentalista por meio de um exemplo originalmente formulado por Otto Neurath. O exemplo contrasta a capacidade preditiva da mecânica clássica em descrever com precisão a trajetória de um corpo esférico no vácuo à suposta incapacidade da mesma teoria em prever o local onde cairá um pedaço de papel (digamos, uma nota de mil dólares) lançado numa praça num dia com muito vento. Segundo Cartwright, o defensor do fundamentalismo afirmaria que há, em princípio, um modelo para descrever a ação do vento sobre a nota de mil dólares. Esse modelo trataria da interferência do vento em termos de forças mecânicas. Naturalmente, o fundamentalista concederia que tal modelo poderia ser excessivamente complicado e até mesmo impossível de ser construído. No entanto, essa limitação seria prática, não teórica. De acordo com Cartwright, no entanto, o sucesso preditivo da mecânica clássica em fornecer modelos para tratar de casos que caem sob seu escopo (casos em que as variáveis podem ser corretamente

descritas como funções de força) não corrobora a crença fundamentalista de que ela seja aplicada a quaisquer casos. Ainda que forneçamos uma descrição detalhada das variáveis envolvidas no caso da nota de mil dólares, não parece óbvio a Cartwright (como parece ao fundamentalista) que a mecânica disponha dos conceitos adequados para tratar deste e de outros casos envolvendo variáveis alheias aos conceitos normalmente empregados por ela.

Com efeito, as críticas de Cartwright ao fundamentalismo expressam uma visão de ciência na qual cada área de investigação compreende seu próprio conjunto de leis e teorias, com aplicabilidade limitada. Em outros termos, o caráter *ceteris paribus* das leis científicas é enfatizado a partir de seu âmbito de aplicação. Vejamos de que modo isso se coaduna com sua concepção de modelos científicos.

(II) *Modelos científicos como projetos de máquinas nomológicas*. Cartwright admite que há vários tipos de modelos científicos, definidos de acordo com seus propósitos de aplicação. Dentre eles, a autora destaca dois principais: os *modelos representativos* e os *modelos interpretativos*. Os modelos representativos, para ela, são construídos com a ajuda das teorias, com o intuito de representar aspectos do que ocorre no mundo, em determinadas circunstâncias. Apesar de enfatizar o papel dos modelos, Cartwright é uma crítica tanto da abordagem sintática das teorias – que as caracteriza como conjuntos de axiomas – como da concepção semântica das teorias – segundo a qual as teorias científicas são classificadas como *classes de modelos*.²⁸ Há, segundo a autora, uma distinção entre teorias e modelos: “teorias em física geralmente não representam o que ocorre no mundo; apenas modelos representam deste modo, os modelos que o fazem já não fazem parte de qualquer teoria.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 180).

Os modelos representativos adquirem particular importância na proposta de Cartwright precisamente porque são eles que dão origem às regularidades que interessam aos cientistas para variadas aplicações. A autora argumenta que a ocorrência de regularidades não consiste num fato bruto da natureza, mas é o resultado da operação repetida de certos sistemas, a saber, as *máquinas nomológicas*. Cartwright fornece a seguinte definição da ideia de máquina nomológica:

²⁸ A ênfase de Cartwright no uso dos modelos científicos, bem como suas críticas à concepção de modelo derivada da abordagem semântica, fez com que a autora seja considerada uma das proponentes daquilo que se convencionou chamar *abordagem pragmática* das teorias científicas. Para uma discussão mais detalhada acerca das contribuições da autora para a abordagem pragmática e acerca da controvérsia com a abordagem semântica, ver DUTRA, 2005; 2021a; 2021b.

Trata-se de um arranjo (suficientemente) fixo de componentes, ou fatores, com capacidades (suficientemente) estáveis que, em determinado tipo de ambiente (suficientemente) estável, irão, mediante operação repetida, dar origem ao tipo de comportamento regular que representamos nas nossas leis científicas.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 50).

As capacidades, neste trecho, correspondem às propriedades disposicionais. Veremos, ao final desta seção, que a noção de capacidade guarda algumas distinções com a noção de propriedade disposicional, que discutimos na seção anterior. Agora, no entanto, cumpre ressaltar que, por meio do conceito de máquina nomológica, Cartwright se opõe a uma tradição filosófica que compreende o conhecimento das leis científicas (ou das leis da natureza) como o conhecimento científico mais básico de que dispomos. Ora, a autora considera que as leis da natureza – definidas como a associação regular entre propriedades ocorrentes (CARTWRIGHT, 1999, p. 49) – são apenas secundárias, visto que são obtidas por meio da operação de sistemas com capacidades conhecidas. Um exemplo de lei derivada de uma máquina nomológica é a lei da gravitação universal (já mencionada no primeiro capítulo), que iguala a força gravitacional entre dois corpos de massas m_1 e m_2 e localizados à distância r um do outro à quantidade Gm_1m_2/r^2 . Sabemos que a validade desta lei implica a delimitação de condicionantes que afastem fatores interferentes (e.g. que não haja outras forças atuando, que os efeitos provocados por outros corpos sejam desprezados etc.). Disso decorre que a regularidade só será efetivamente observada nas condições *ceteris paribus*, o que equivale a dizer que as leis não possuem escopo irrestrito, em razão de que sua validade está condicionada à operação de uma máquina nomológica (CARTWRIGHT, 1999, p. 59). Em última análise, a *capacidade gravitacional* manifestará seu efeito característico somente se a operação da máquina nomológica permitir que isso ocorra. É nesse sentido que Cartwright (1999, p. 180) define os modelos representativos como *projetos de máquinas nomológicas (blueprints for nomological machines)*.

O segundo tipo de modelo enfatizado por Cartwright são os modelos interpretativos. Estes modelos são utilizados para construir modelos representativos (projetos de máquinas nomológicas) com base nos conceitos abstratos das teorias científicas. Em outros termos, trata-se dos princípios-ponte que permitem ligar conceitos abstratos de uma teoria – tal como o conceito de *força* – a descrições mais concretas desse conceito. A fim de explicar o caráter abstrato da ideia de *força*, Cartwright (1999, p. 39-40) compara o que ocorre com o uso da palavra “trabalho” na vida cotidiana. Se um sujeito, numa determinada manhã, lava a louça, escreve um texto e checa seus e-mails, podemos dizer que as três atividades consistem no

“trabalho” realizado pelo sujeito nesta manhã. Trata-se de níveis diferentes de descrição. No nível mais abstrato, dizemos que o sujeito trabalhou. No nível mais concreto, enumeramos as três atividades realizadas por ele. Entretanto, não considerariamos correto afirmar que ele realizou quatro atividades, pois o “trabalho” não é algo que se soma às descrições concretas.

Segundo Cartwright, algo semelhante ocorre com a ideia de “força”, compreendida pela autora como um conceito abstrato relativo às descrições mais concretas de situações envolvendo massas, posições e outras propriedades do tipo. Assim, os conceitos abstratos da ciência – notadamente, os da física – não existem separadamente das situações particulares descritas nos modelos, mas sobrepostos a estas descrições (CARTWRIGHT, 1999, p. 45). Cada um dos seguintes casos equivale a um modelo interpretativo que *ajusta* o conceito abstrato “força” a uma descrição mais concreta: (1) num sistema de dois corpos dotados de massa, a força equivale a Gm_1m_2/r^2 ; (2) para duas partículas carregadas, a força entre elas assume a forma kq_1q_2/r^2 ; (3) no caso do oscilador harmônico, temos uma força de magnitude $-kx$. Por meio dos modelos interpretativos, é possível construir modelos para representar situações concretas. Nesse sentido, os modelos descritos em (1)-(3) são claramente projetos de máquinas nomológicas, já que sua operação repetida dá origem a regularidades.

Em linhas gerais, o conceito de força descreve uma capacidade, pois o exercício de uma força envolve a possibilidade de manifestação de diferentes efeitos, conforme as condições em que isso ocorrer. Caso as condições sejam estáveis o suficiente, a manifestação dessa capacidade poderá ser descrita por uma máquina nomológica, que tem como resultado a instanciação de uma regularidade. Nessa perspectiva, podemos concluir que a função dos modelos interpretativos consiste em delimitar o *perfil disposicional* das capacidades estudadas pelas ciências, isto é, identificar as suas possíveis manifestações. Passemos, portanto, à análise mais detida da ideia de capacidade.

(III) *O realismo de capacidades*. As linhas gerais do realismo de capacidades defendido por Cartwright foram delineadas na obra *Nature's Capacities and their Measurement* (1989). Nesse livro, a autora defende as seguintes teses: (i) capacidades são propriedades reais e mensuráveis de certos objetos ou sistemas, semelhantes às “tendências” descritas por J. S. Mill; (ii) a postulação de capacidades reais é o único modo de tornar inteligíveis determinadas práticas e métodos empregados pelas ciências (CARTWRIGHT, 1989, p. 178); (iii) o conhecimento das capacidades é mais fundamental que o conhecimento acerca das chamadas leis da natureza, sendo que as leis são derivadas de determinados

arranjos de capacidades. Para a autora, “[o] que faz com que as coisas aconteçam na natureza é a operação das capacidades.” (CARTWRIGHT, 1989, p. 36).

Para compreender a primeira tese, a saber, a de que as capacidades são propriedades reais e mensuráveis, voltemos ao conceito abstrato de força, discutido anteriormente. Por se tratar de um conceito abstrato, a força corresponde a um nível descritivo mais geral acerca de situações variadas que caem sob o escopo dessa noção. Logo, “força” é um termo que “[...] descreve a capacidade de um corpo de mover outro em direção a si, uma capacidade que pode ser usada em diferentes configurações para produzir uma variedade de tipos diferentes de movimentos.” (CARTWRIGHT, 1999, p. 52). Suponhamos que, num experimento controlado, mensuramos a força de repulsão entre duas partículas negativamente carregadas, aproximadamente isoladas de quaisquer interferências. Nesse caso, o que estamos mensurando é a capacidade – associada à carga elétrica – que um corpo possui para atrair/repelir outros corpos. Em condições ideais, a manifestação dessa capacidade é aquela descrita pela lei de Coulomb. No entanto, em situações mais complexas, tal capacidade pode se manifestar de variadas maneiras, dependendo de que outras capacidades estejam atuando nessas circunstâncias (CARTWRIGHT, 1999, p. 53-54).

Sendo as capacidades reais e mensuráveis, elas são fundamentais para compreender as leis *ceteris paribus* e, de modo geral, o uso e a aplicação dos modelos científicos. Na seção anterior, discutimos que a identificação das identidades das capacidades é um dos elementos fundamentais para o realismo disposicional. Nesse sentido, a proposta de Cartwright diverge daquela apresentada por outros autores, como Bird (2007) e Ellis (2001). O principal ponto de divergência consiste no fato de que as capacidades postuladas por Cartwright não estão vinculadas somente a uma manifestação específica. Nos termos da autora:

O resultado que ocorre quando a capacidade gravitacional opera é indefinidamente variado, mas existe algo fixo. A primeira massa está sempre *tentando* trazer outras massas para mais perto; dizemos que a massa sempre *atrai* outras massas não importando quais massas realmente se movem. Capacidades são modeladas nas *tendências* de John Stuart Mill; utilizei a palavra ‘capacidade’ para sublinhar que as tendências discutidas por mim são tendências para *causar* acontecimentos, não apenas tendências gerais para se comportar de determinado modo (e.g. sempre se mover em uma linha reta) (CARTWRIGHT, 2007b, p. 197).

À primeira vista, a estratégia de Cartwright parece promissora, uma vez que a não vinculação das disposições – compreendidas como capacidades – a um único tipo de

manifestação evita alguns problemas, dentre eles o de explicar o que ocorre quando as disposições não são manifestadas. Afinal, nessa visão, as capacidades sempre são manifestadas, independentemente do resultado observado. Entretanto, essa abordagem gera outros questionamentos, a saber: se o resultado da manifestação das capacidades é “indefinidamente variado”, de que modo a menção às capacidades pode ser considerado como algo explicativo? Essa dificuldade consiste numa consequência do problema das tendências não dominantes, posto por Earman e Roberts (1999, p. 451-452), que comentamos na seção anterior. Ademais, uma questão relacionada a esta é a de determinar de que forma a investigação científica – notadamente, a experimentação – poderá diferenciar os casos em que uma disposição, ou outra, está atuando (PSILLOS, 2008).

De fato, concedemos que a questão da identidade das capacidades constitui um problema para a proposta de Cartwright, mas acreditamos que é possível estabelecermos uma solução metodológica e pragmática para essa questão, utilizando alguns dos elementos fornecidos pela própria autora, em sua concepção de modelos. Voltaremos a essa tarefa no capítulo seguinte. Passemos, agora, à segunda tese a respeito das capacidades, qual seja, a ideia de que elas são *indispensáveis* para compreender a prática científica.

No primeiro capítulo, discutimos o exemplo de um par de corpos dotados tanto de massa como de carga elétrica, o que faz com que estejam sujeitos tanto à força eletrostática quanto à gravitacional. Vimos que o tratamento desse caso envolve o procedimento denominado adição vetorial, em que a lei da gravitação e a lei de Coulomb são utilizadas para derivar, matematicamente, a força observada entre os corpos. A questão colocada por Cartwright é a seguinte: qual o *fundamento* da aplicação dessas leis – testadas em condições ideais – a casos não-ideais, como o do exemplo descrito? De que razões dispomos para crer que os efeitos manifestados com ou sem isolamento serão os mesmos? Segundo a autora, o único modo de responder a essa indagação – tornando inteligíveis as nossas práticas científicas – é a postulação de capacidades estáveis e, portanto, reais. O conhecimento acerca das capacidades relativas à massa e à carga – e, conseqüentemente, o conhecimento das leis correspondentes – é o que nos permite construir um modelo – um projeto de máquina nomológica – capaz de explicar o que ocorre na situação concreta em questão. Naturalmente, o exemplo tratado nessa passagem é apenas ilustrativo, devido à sua simplicidade, mas ilustra bem o argumento central de Cartwright, a saber: sem as capacidades, não há como tornar inteligível os métodos aplicados nas ciências. A esse respeito, a autora afirma:

[A] lógica que utiliza o que ocorre em circunstâncias ideais para explicar o que ocorre em circunstâncias reais é a lógica das tendências ou capacidades. O que é uma situação ideal para estudar um fator particular? É uma situação em que todos os outros fatores ‘perturbadores’ estejam ausentes. E o que há de especial a respeito disso? *Quando todas as interferências estão ausentes, o fator manifesta seu poder [power] explicitamente no seu comportamento.* Quando nada mais ocorre, você pode observar quais tendências um fator possui por meio da observação do que ele faz. Isto lhe diz algo acerca do que ocorrerá em circunstâncias muito diferentes e variadas – mas apenas se você assumir que o fator possui uma capacidade fixa que ele carrega com ele ao longo das diferentes situações. (CARTWRIGHT, 1989, p. 190-191).

Em última análise, Cartwright alega que as capacidades são necessárias para explicar os procedimentos mais básicos da ciência, tais como a abstração, a experimentação e a aplicação de leis. A partir da ideia de que as regularidades ocorrem muito raramente na natureza, constata-se que sua observação requer a operação repetida das máquinas nomológicas. No entanto, a construção de uma máquina nomológica requer que suas partes possuam estabilidade, sendo a postulação de capacidades a melhor justificativa para esse requisito (CARTWRIGHT, 1999, p. 87). Desse raciocínio, decorreria a validade da terceira tese defendida por Cartwright, a saber, a de que o conhecimento das capacidades (e não o das regularidades) se constitui como o conhecimento fundamental buscado na investigação científica.

O raciocínio elaborado por Cartwright corresponde ao que Anjan Chakravartty denominou *argumento da indispensabilidade* a favor do realismo disposicional (CHAKRAVARTTY, 2017, p. 112-120). Trata-se de um argumento cuja estrutura inferencial se assemelha à inferência para a melhor explicação: as afirmações “A investigação científica apresenta a característica *x*” e “A postulação de disposições é a melhor explicação para a ocorrência de *x*” são admitidas como premissas do argumento, sendo que *x* corresponde às práticas de experimentação, abstração, idealização e aplicação das leis *ceteris paribus* a contextos diferentes dos quais as leis foram originalmente testadas. A partir disso, a conclusão é a de que não se pode evitar o comprometimento com o realismo disposicional.

Chakravartty (2017, p. 127-131) destaca o alcance limitado dos argumentos de indispensabilidade, uma vez que sua aceitação depende de algumas predisposições, a saber: primeiramente, é preciso concordar que as características descritas como *x* carecem de explicações, fato que é negado por autores que adotem uma postura deflacionista. Em segundo lugar, mesmo que se considere que esses fatores carecem de explicação, é preciso admitir como viáveis explicações que apelam para elementos não observáveis, tais como as

capacidades. Este ponto é negado por pensadores que subscrevem posturas empiristas estritas. Por fim, mesmo que se admita a possibilidade de explicações que envolvam a postulação de entidades inobserváveis, subscrevendo, então, uma postura metafísica, ainda assim será necessário demonstrar que o realismo disposicional supera as ontologias concorrentes.

Ao longo desta seção, abordamos os pontos centrais do realismo de capacidades proposto por Nancy Cartwright, visto que ele fornece elementos fecundos para a construção de um entendimento acerca das leis *ceteris paribus*. A partir dessa perspectiva, é possível compreender as leis-cp, sejam elas exclusivas ou comparativas, como leis estritas acerca das capacidades que operam em determinados sistemas. Mais precisamente, as cláusulas *ceteris paribus* descrevem a interação entre as diferentes capacidades que compõem os sistemas de interesse das investigações científicas. Como pontos fortes da proposta de Cartwright, salientamos a articulação das capacidades e das leis com os modelos científicos, identificados como projetos de máquinas nomológicas, bem como a tese anti-fundamentalista e antirreducionista do mundo fragmentado.

Como fragilidades, identificamos a permanência de alguma indeterminação na individuação e identificação das capacidades, o que pode ser problemático. Além disso, observamos que o argumento da indispensabilidade em favor do realismo de capacidades pode não ter a cogência pretendida por Cartwright, o que exige recalibrar a argumentação em defesa do realismo disposicional. No próximo capítulo, buscaremos traçar algumas linhas para uma defesa do realismo disposicional que não recorra ao argumento da indispensabilidade. Essa defesa, contudo, terá alcance restrito, dado que depende da adoção prévia de uma postura aberta aos questionamentos metafísicos.

Antes disso, abordaremos a proposta de Andreas Hüttemann, que destaca o papel metodológico das cláusulas *ceteris paribus* em sua abordagem disposicionalista, ponto que consideramos muito oportuno.

4.4 FATORES INTERFERENTES E O MÉTODO CIENTÍFICO

A interpretação das leis *ceteris paribus* proposta por Andreas Hüttemann possui uma série de convergências com as ideias defendidas por Nancy Cartwright. Com efeito, o autor menciona Cartwright como uma de suas fontes de inspiração (HÜTTEMANN, 1998, p. 122; 2014, p. 1717). Em linhas gerais, Hüttemann sustenta que as leis-cp descrevem as disposições instanciadas por determinados sistemas. A característica fundamental dessas propriedades

consiste no fato de que elas se manifestam em isolamento, isto é, nas condições controladas em que são realizados os experimentos científicos, no âmbito dos quais se assegura a ausência de fatores interferentes. Nessa perspectiva, a estabilidade das disposições seria o fator responsável por explicar a prática de utilizar as mesmas leis tanto para descrever o que ocorre em ambientes controlados quanto para tratar de casos em que há fatores interferentes em operação.

A proposta de Hüttemann é articulada em termos de duas noções centrais: (i) a distinção entre *descrição* e *aplicação* das leis, fator que, segundo o autor, é desconsiderado pelos teóricos do melhor sistema (ver o capítulo 2), bem como (ii) o método de *abstração*, por meio do qual a ciência explica o funcionamento de um sistema complexo por meio do comportamento de seus subsistemas. Trataremos de ambas as ideias conjuntamente. Antes disso, um ponto importante a se considerar é o fato de que as discussões levadas a efeito por Hüttemann dizem respeito, prioritariamente, à presença das leis *ceteris paribus* na Física. Avaliaremos em que medida suas sugestões podem ser aplicadas ao caso de leis-cp em outras áreas da ciência.

Hüttemann considera que a equivalência entre leis científicas e regularidades está na raiz de muitas das dificuldades em se estabelecer uma compreensão adequada das leis *ceteris paribus*. Da visão regularista, decorre o que Hüttemann denomina *condição de instanciação*, isto é, trata-se da ideia de que a aplicação das leis científicas está restrita a casos que caem sob o escopo da regularidade que define a lei (HÜTTEMANN, 1998, p. 123). Por exemplo, se o conteúdo da lei da dilatação dos sólidos consiste na associação regular entre aumento de temperatura e incremento do tamanho de um sólido, então cada evento em que tal associação seja observada funciona como uma instância da lei. Ocorre que a lei da dilatação dos sólidos também é utilizada para explicar o que ocorre em situações nas quais há a presença de fatores interferentes. Estas situações não caem sob o escopo da regularidade, de modo que, a rigor, não podem ser consideradas instâncias da lei. Logo, o problema de se assumir a condição de instanciação consiste no fato de que ela não distingue corretamente a *descrição* da lei – que se dá em ambiente isolado, com o controle de fatores interferentes ou indesejados – e a sua *aplicação* – que pode ocorrer em ambientes nos quais operam fatores interferentes (HÜTTEMANN, 1998, p. 129).

A situação é a seguinte: as leis descrevem o que ocorre em ambientes controlados, porém são aplicadas para explicar o que ocorre em ambientes nos quais há fatores interferentes. Diante disso, Hüttemann (1998, p. 135) se pergunta pelos pressupostos

ontológicos da aplicação das leis *ceteris paribus* em tais condições. Sua conclusão é a de que a explicação para essa característica da prática científica reside no fato de que as disposições de que tratam as leis são estáveis o suficiente para fundamentar a aplicação das leis a casos concretos. O autor expressa essa ideia nos seguintes termos:

Leis descrevem como sistemas físicos se comportam quando isolados. Todavia, sua aplicação não está restrita a esses casos. A questão, portanto, é a seguinte: quais são as condições em que uma lei pode ser aplicada a um sistema físico? Observando o modo como a física é praticada, a sugestão mais razoável é que as leis podem ser aplicadas sempre que o sistema físico possuir as disposições continuamente manifestáveis para se comportar da maneira prescrita pela lei (HÜTTEMANN, 1998, p. 133).

A linha de raciocínio apresentada por Hüttemann é bastante similar à estratégia adotada por Cartwright, conforme discutimos na parte final da seção anterior. Trata-se da tentativa de demonstrar que a postulação de disposições estáveis é indispensável para compreendermos práticas científicas tais como o método da abstração. Este método consiste em estudar os fenômenos da realidade a partir de sua divisão em subsistemas, o que exige que se isole algumas de suas variáveis ou características, a fim de identificar sua contribuição ao resultado observado. Com o intuito de corroborar esse raciocínio, Hüttemann (1998, p. 130-132) apresenta como exemplo a determinação do calor específico do fluoreto de lítio.²⁹ Segundo o autor, é praticamente impossível encontrar cristais puros de fluoreto de lítio, uma vez que, nas amostras disponíveis na natureza, sempre há a presença de impurezas. Entretanto, o seu calor específico pode ser determinado de forma indireta, isto é, a partir dos valores de calor específico dos compostos de fluoreto de lítio com quantidades distintas de impureza, é possível extrapolar esses resultados e obter o valor do calor específico do fluoreto de lítio puro. Segundo Hüttemann, esse exemplo evidencia a estabilidade das disposições – ou o fato delas serem “continuamente manifestáveis”, conforme lemos na citação acima – o que fundamenta o chamado método da abstração. Ademais, esse caso também apoia a tese, sustentada tanto por Hüttemann quanto por Cartwright, de que as propriedades disposicionais são mensuráveis.

Outra evidência levantada por Hüttemann para comprovar a indispensabilidade da postulação de disposições consiste na análise de explicações científicas que operam na direção da parte para o todo, isto é, trata-se da prática de explicar o comportamento de um

²⁹ O calor específico é uma propriedade que depende da estrutura física de determinado composto, metal ou elemento. É comumente admitido que o calor específico possui uma natureza disposicional, uma vez que sua magnitude determina as relações entre calor e mudança na temperatura.

sistema complexo por meio do funcionamento de seus subsistemas. Um dos exemplos estudados pelo autor consiste na determinação dos níveis de energia do monóxido de carbono (HÜTTEMANN, 2014, p. 1718-1722). Esse processo envolve a representação da molécula de monóxido de carbono como um sistema complexo composto por dois subsistemas, a saber: um *oscilador* e sistema de *rotação*. Cada um desses sistemas tem seu comportamento descrito por leis específicas, definidas por funções chamadas *hamiltonianos* do sistema. A obtenção dos valores dos níveis de energia para o monóxido de carbono requer que se recorra a leis de composição – que adicionam as contribuições do oscilador e do rotor – e a leis de interação – que definem as interações desses subsistemas com eventuais fatores interferentes. De acordo com Hüttemann, a necessidade de postular disposições para explicar fenômenos como esse advém do fato de que, para explicar o resultado, recorreremos ao comportamento que os subsistemas teriam caso estivessem em isolamento, ou seja, a manifestação da disposição. Ademais, pressupomos que cada subsistema fará sua contribuição de maneira estável, mantendo seu perfil disposicional nas suas várias aplicações. Nos termos de Hüttemann:

Em resumo: nas explicações da parte para o todo, o comportamento de sistemas compostos é explicado em termos do comportamento que as suas partes *manifestariam* caso elas estivessem isoladas. Esse comportamento não se manifesta porque há outras partes ou fatores. O comportamento que atribuímos às partes é, portanto, um comportamento que se torna manifesto desde que certas circunstâncias sejam o caso – a ausência de fatores perturbadores. Nesse sentido, explicações da parte para o todo pressupõem que as propriedades das partes do composto sejam propriedades disposicionais. *A fortiori*, possuímos boas razões para interpretar essas leis que descrevem o comportamento dos sistemas que fazem parte de outros sistemas como a atribuição de disposições aos sistemas físicos (HÜTTEMANN, 2014, p. 1721).

A partir dessa perspectiva, é possível estabelecer uma linha de resposta a algumas das objeções ao disposicionalismo mencionadas nas seções anteriores. Como vimos, uma das acusações ao realismo disposicional consiste na afirmação de que a menção às disposições não pode ser considerada explicativa, uma vez que disposições podem ou não ser manifestadas (EARMAN; ROBERTS, 1999, p. 451s). Em resposta, Hüttemann alega que as disposições não são completamente manifestadas, porém elas contribuem para o resultado manifestado pelo sistema composto. Essa contribuição é precisamente mensurável e quantificável a partir das leis de composição e interação. Além disso, essas leis conferem precisão à noção de manifestação parcial ou contribuição de uma disposição para o resultado

observado. Nesse sentido, os sistemas são pensados por Hüttemann de modo similar às máquinas nomológicas descritas por Cartwright, isto é, o sistema composto é formado por subsistemas que possuem capacidades (disposições) específicas, sendo que o comportamento efetivamente observado advém das manifestações parciais de cada uma das disposições. Em última análise, a manifestação parcial de uma disposição ocorre quando ela contribui para o comportamento do sistema composto na presença de outras disposições, que também se manifestam parcialmente (HÜTTEMANN, 2014, p. 1723).

Como dissemos no início da seção, os exemplos estudados por Hüttemann correspondem a casos da física, cujas características metodológicas envolvem o estabelecimento de leis que descrevem sistemas em isolamento e a posterior elaboração de leis de composição e interação. É possível que, dadas as particularidades de outras áreas da ciência, não faça sentido falarmos em leis de interação ou de composição para elas. No entanto, consideramos que esta argumentação funciona também para as demais ciências, tendo em vista que o fator relevante não é a forma das leis de composição ou interação, mas a sua *função metodológica*. Quer dizer, a função das leis de composição e interação na física consiste em determinar o modo como cada elemento do sistema contribui para o comportamento resultante do sistema. Trata-se de regras para a aplicação das cláusulas *ceteris paribus*, que orientam os cientistas na aplicação das leis-cp.

Para retomar um exemplo já analisado em outros capítulos, consideremos a afirmação de que “Fumar causa câncer de pulmão”. Naturalmente, a metodologia de testagem desta lei causal consiste na elaboração de ensaios controlados randomizados (ECR).³⁰ Ora, os ECRs possuem como objetivo isolar experimentalmente, para determinada população, a contribuição do fator causal “fumo” para o surgimento do efeito “câncer de pulmão”. Testes clínicos mais complexos poderão, certamente, mensurar a interferência positiva ou negativa de outros fatores para o surgimento desta doença, e isso permitirá estabelecer a contribuição do hábito de fumar para a produção do efeito mencionado em cada um desses cenários. A realização desses estudos dependerá dos interesses teóricos e práticos envolvidos na investigação. Todavia, eles fornecerão regras suficientemente precisas (de acordo com os interesses de pesquisa) para a aplicação da lei ligando tabagismo e câncer pulmonar. Ademais, uma vez realizado o ECR nas condições de isolamento, continuaremos mantendo a pressuposição de que o fumo manterá algum tipo de contribuição para o surgimento de câncer

³⁰ Os ensaios controlados randomizados são mais comumente mencionados por meio da expressão em língua inglesa *randomized controlled trials* (RCT).

de pulmão, mesmo que isso apareça de formas variadas nos testes que versam sobre cenários distintos. Esse processo de testagem estabelecerá o perfil disposicional associado ao fumo, bem como delimitará os limites de aplicação da lei *ceteris paribus* em questão.

Com relação à Física ou às demais ciências, concordamos com a ideia de Hüttemann, segundo a qual é precisamente a metodologia científica de confirmação (ou falsificação) das leis que fornece regras para a sua aplicação. Considerando o caso das leis-cp exclusivas indefinidas – isto é, aquelas leis que requerem a exclusão de fatores interferentes que não são totalmente conhecidos ou enumerados no escopo da lei – ponderamos que o conteúdo das cláusulas *ceteris paribus* referentes a essas leis pode ser determinado *metodologicamente*. Isso significa que não há necessidade de que haja uma lista fechada de fatores interferentes para que as leis com condicionantes façam sentido. A partir das contribuições de Hüttemann e Cartwright, extraímos dois fatores que sustentam essa nossa conclusão, a saber: (i) o fato de que a física – e as demais ciências, acrescentamos – é capaz de fornecer métodos para testar as leis em condições ideais, permitindo a determinação do que ocorreria na ausência de fatores interferentes (HÜTTEMANN, 2014, p. 1725); (ii) a constatação de que aquilo que ocorre em condições de isolamento permanece como uma contribuição nos casos em que há fatores interferentes, sendo que cada um desses fatores se soma para a produção do resultado observado (HÜTTEMANN, 2014, p. 1726; ver também CARTWRIGHT, 1989, p. 190-191).

Antes de concluirmos esta seção, gostaríamos de discutir a resposta de Hüttemann (2014) ao dilema destrutivo de Lange (1993) – que coloca uma tensão entre a vacuidade e a falsidade das leis *ceteris paribus*. Para explicitar o seu ponto de vista, Hüttemann recupera a contribuição de Pietroski e Rey (1995), que propõem que a não vacuidade das leis *ceteris paribus* exige que se possa fornecer uma explicação independente a respeito de cada um dos fatores interferentes que, em tese, corresponderiam a uma exceção para a lei. Como dissemos no primeiro capítulo, a proposta de Pietroski e Rey não logra êxito devido ao fato de que a interpretação das leis proposta por eles se baseia numa reconstrução puramente lógica e semântica das leis, o que não cobre aspectos importantes da prática científica que são mencionados pelas demais perspectivas que apresentamos ao longo deste trabalho. Entretanto, Hüttemann busca recuperar o requisito da explicação independente e melhorá-lo, a partir de sua reconstrução disposicionalista das leis. De fato, as reflexões dos parágrafos anteriores convergem com as ponderações apresentadas por Pietroski e Rey, uma vez que afirmamos que os fatores interferentes são, eles mesmos, descritos como disposições capazes de contribuir para os efeitos resultantes. Essa concepção parece cobrir o requisito dos autores de

que haja explicações independentes para os fatores interferentes – essas explicações independentes serão definidas pelo perfil disposicional das propriedades. Isso posto, Hüttemann apresenta sua concepção de leis *ceteris paribus* nos seguintes termos:

Portanto, uma lei *ceteris paribus* $cp(A \rightarrow B)$ é epistemicamente aceitável se as seguintes condições forem satisfeitas:

1. Para todo x , se Ax , então (ou Bx ou existe um fator independentemente confirmável que explica por que $\neg Bx$).
2. Existe evidência para a afirmação de que, na ausência de fatores interferentes, A é nomologicamente suficiente para B , isto é, $(A \rightarrow B)$ é uma lei. Esta evidência pressupõe que a influência quantitativa de fatores interferentes pode ser determinada, de forma que se conhece o modo como o sistema se comporta na ausência desses fatores. (HÜTTEMANN, 2014, p. 1728).

Consideramos que os requisitos apresentados por Hüttemann são razoáveis e funcionam como um bom ponto de partida para a constituição de uma interpretação disposicionalista das leis *ceteris paribus*. Entretanto, algumas questões ainda precisam de esclarecimento. Primeiramente, destacamos a necessidade de estabelecer critérios para individuar e identificar as propriedades disposicionais. Essa problemática já foi levantada em seções anteriores, e consideramos que sua resolução seja fundamental para a possibilidade de aplicação dos requisitos (1) e (2) apresentados por Hüttemann. Em segundo lugar, cumpre ressaltar que o requisito (2) exige que a influência de fatores interferentes seja determinada de modo *quantitativo*, o que pode gerar inconvenientes para a interpretação de leis nas chamadas ciências especiais. Discutiremos, no capítulo seguinte, maneiras de contornar esse potencial problema.

Por fim, salientamos que, mesmo que consigamos esclarecer os aspectos ontológicos das propriedades disposicionais, tais como sua identidade, ainda assim os argumentos disposicionalistas possuirão alcance limitado, já que dependem da aceitação prévia de certas demandas por explicação que podem ser dispensadas caso se adote uma postura empirista mais radical. Retornaremos a esse ponto no capítulo seguinte, em que mobilizaremos algumas das ideias de Cartwright e Hüttemann para propor um entendimento unificado a respeito das leis-*cp*.

4.5 CONCLUSÃO: LEIS DESCREVEM DISPOSIÇÕES

O realismo disposicional tem como pressuposto fundamental a ideia de que as disposições instanciadas por objetos e sistemas são irredutíveis às suas propriedades qualitativas. Isto é, descrever as entidades relevantes para a investigação científica requer que se mencionem as capacidades que essas entidades possuem para produzir determinados efeitos e se comportarem de determinadas maneiras. No que se refere à temática das leis científicas, o corolário dessa concepção consiste na visão de que as leis não tratam do comportamento atual dos sistemas, mas tratam das tendências de comportamento que podem ser manifestadas por estes sistemas, conforme o entendimento de J. S. Mill na passagem escolhida como epígrafe para este capítulo.

As leis *ceteris paribus*, portanto, delimitam o comportamento de sistemas quando não há fatores interferentes em operação. Tendo em vista que os fatores considerados interferentes também possuem naturezas disposicionais, a combinação de diferentes capacidades permite que sejam projetadas máquinas nomológicas. A partir da análise das ideias de Nancy Cartwright, ao longo deste capítulo, compreendemos as máquinas nomológicas como arranjos suficientemente estáveis de capacidades que, quando operadas nas circunstâncias corretas, dão origem a regularidades que possuem relevância científica. Nessa perspectiva, os projetos que permitem a elaboração dessas máquinas nomológicas são identificados como modelos representativos. Vimos que a prioridade das capacidades sobre as regularidades permite a Cartwright articular uma concepção não reducionista acerca da presença das leis (e dos modelos) nos diferentes ramos da ciência, visão que consideramos muito útil para compreendermos o uso e a aplicação das leis *ceteris paribus* na investigação científica.

Também consideramos como bem-vindas as ideias apresentadas por Andreas Hüttemann, visto que sua concepção disposicionalista das leis-cp possui caráter eminentemente metodológico. Segundo o autor, o que confere sentido às cláusulas *ceteris paribus* é o fato de que elas compreendem regras metodológicas para que seja possível extrapolar aquilo que é testado em condições de isolamento para situações concretas. A partir dessas reflexões, parece ser possível fornecer uma resposta disposicionalista e pragmática para o dilema destrutivo elaborado por Marc Lange (1993). Outra contribuição de Hüttemann, destacada ao longo do capítulo, consiste na afirmação de que as disposições precisam ser estáveis para figurarem em leis-cp. No capítulo seguinte, investigaremos como as estratégias

elaboradas por Hitchcock e Woodward (2003b) – que visam a definir o grau de invariância das generalizações explicativas – podem ser aplicadas para melhor compreensão do grau de estabilidade das disposições.

O realismo disposicional permite, portanto, compreender as leis-cp para além do rótulo usualmente aplicado de “leis com exceção”. Conforme aponta Mill, na passagem escolhida como epígrafe para este capítulo, não há exceções se as leis dizem respeito às disposições, já que elas são continuamente presentes nos sistemas que as instanciam, independentemente de se manifestarem da forma típica ou não. Entretanto, observamos que a identidade das propriedades disposicionais requer esclarecimentos adicionais, a fim de delimitar critérios para sua identificação e individuação. Além disso, é preciso estabelecer o alcance dos argumentos disposicionalistas a respeito das leis, uma vez que eles parecem depender da aceitação prévia de demandas por explicações que podem ser legitimamente rejeitadas por posturas empiristas estritas. No capítulo seguinte, procuraremos lidar com os problemas aqui mencionados.

5 – REALISMO DISPOSICIONAL E PRAGMÁTICA

“If we could determine what causes are correctly assigned to what effects, and what effects to what causes, we should be virtually acquainted with the whole course of nature.”
(MILL, 1974[1843], Book III, Chapter VI, §3).

5.1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos capítulos anteriores, discutimos diferentes interpretações das leis científicas com condicionantes. Ou, como as temos chamado, leis *ceteris paribus*. Sumarizamos os problemas filosóficos levantados pela análise das leis-cp por meio da referência ao dilema destrutivo de Marc Lange (1993), segundo o qual a tentativa de estabelecer as condições de verdade das leis-cp acarreta ou a admissão da falsidade dos enunciados nomológicos, ou a constatação de que eles sejam trivialmente verdadeiros.

Até aqui, sustentamos que todas as alternativas abordadas possuem limitações importantes. Em primeiro lugar, argumentamos que a teoria dos melhores sistemas melhorados apresenta uma visão demasiadamente estreita das leis, visto que tem como base a perspectiva regularista. Além disso, embora a visão de Cohen e Callender (2009) tenha como ponto positivo o fato de defender uma concepção de leis não reducionista – isto é, contrária à tese de que as leis das ciências especiais precisem ser reduzidas às leis da física fundamental – suas considerações não são suficientes para esclarecer as condições de verdade das leis com condicionantes.

Nesse sentido, as teorias baseadas nos conceitos de estabilidade e invariância apresentam, como ponto positivo, a superação da visão regularista das leis. Afinal, a estabilidade e a invariância são características que dizem respeito ao uso das leis, o que corrobora a construção de um ponto de vista pragmático acerca das leis *ceteris paribus*. Entretanto, mostramos que a concepção de estabilidade de Lange fia-se profundamente na semântica de contrafactuais, o que conduz sua teoria a dificuldades que comprometem sua eficácia. Apesar disso, mostramos que a ideia de generalizações explicativas invariantes pode ser aproveitada em combinação com outra perspectiva metafísica, com o intuito de construir um entendimento das leis-cp.

A metafísica disposicionalista, como proposta de interpretação das leis *ceteris paribus*, foi discutida no capítulo anterior. Argumentamos que o realismo disposicional consiste numa perspectiva promissora à medida que reconstrói as leis-cp como leis científicas estritas que tratam das propriedades disposicionais dos objetos e sistemas descritos pela

investigação científica. No entanto, classificamos como uma de suas principais desvantagens a falta de clareza a respeito da identidade das disposições, o que dá ensejo a objeções de que as disposições não são explicativas. Nessa linha de raciocínio, a reconstrução disposicionalista das leis-cp apenas recolocaria os mesmos problemas em termos distintos, sem a capacidade de fornecer soluções.

Por essa razão, neste capítulo, nosso objetivo é articular as bases para uma interpretação pragmática e disposicionalista das leis *ceteris paribus*, com a finalidade de superar as dificuldades mencionadas acima. Compreendemos a abordagem pragmática a partir da perspectiva defendida por Dutra (2021b), isto é, o tratamento pragmático dos conceitos em filosofia da ciência não se dá exclusivamente por meio da realização de estudos de caso, mas pela consideração do *uso* dado a eles na prática científica.

Para articularmos nosso ponto de vista, discutiremos, na seção 5.2, os elementos centrais da concepção pragmática dos modelos científicos, defendida por Dutra (2021b), a fim de buscarmos conceitos capazes de reformular o entendimento disposicionalista das leis-cp. Na seção 5.3, portanto, elaboramos uma resposta pragmática às objeções de que a identidade das disposições está mal formulada, com base nos conceitos de identificação e individuação. A partir dessas reflexões, apresentamos nossa concepção disposicionalista e pragmática das leis-cp na seção 5.4.

5.2 PRAGMÁTICA, NORMAS E LEIS

Neste ponto de nossa investigação, convém reforçar o que compreendemos como interpretação pragmática das leis científicas. Conforme temos enfatizado ao longo deste trabalho, utilizamos o conceito de pragmática da mesma maneira que Dutra (2021b) o faz em sua investigação acerca da natureza dos modelos científicos. Nas palavras do autor:

Uma análise *pragmática* dos modelos científicos deve se concentrar na *utilização dos modelos na investigação científica*, mas de forma abstrata, almejando resultados comparáveis com aqueles buscados pelas análises axiomáticas e semânticas das teorias científicas (DUTRA, 2021b, p. 17).

Desse modo, a caracterização dos modelos científicos proposta por Dutra em *Pragmática de Modelos* tem como ponto de partida as funções desempenhadas por eles na prática científica. A partir da análise das funções interpretativas e representativas dos modelos, bem como de seu papel na elaboração de simulações, experimentos mentais e em

formas de intervir no curso dos fenômenos, Dutra constrói sua concepção de modelos como *máquinas nomológicas abstratas*. Ainda que não seja nosso objetivo abordar os detalhes da visão de Dutra sobre os modelos neste momento, cumpre ressaltar a ligação entre os modelos e as leis, uma vez que isso será útil para nossa investigação.

No capítulo anterior, tratamos da descrição dos modelos como projetos de máquinas nomológicas, elaborada por Nancy Cartwright. Basicamente, um projeto de máquina nomológica corresponde a determinada configuração das capacidades de um sistema, cuja operação dá origem a comportamentos regulares que podem ser sistematizados em leis científicas, desde que as condições de contorno adequadas sejam observadas. Analisando a concepção de modelos de Cartwright, Dutra (2021b, p. 167) aponta que o termo “projeto” costuma designar formas materiais de representação como os modelos icônicos, que possuem caráter concreto.³¹ Assim, com o intuito de enfatizar a natureza *abstrata* dos modelos científicos, Dutra prefere falar somente em *máquinas nomológicas*.

Outro aspecto a se considerar consiste no fato de que Dutra descreve as entidades abstratas a partir de duas características fundamentais: a *autonomia* e a *institucionalidade*. Em primeiro lugar, a autonomia é compreendida nos termos da independência exibida pelas entidades do *Mundo 3*, conforme a definição de Karl Popper (1995). De modo geral, o *Mundo 3* circunscreve o conjunto de objetos que, apesar de criados pelos seres humanos, não possuem sua existência dependente da mente humana, da maneira como ocorre com as entidades descritas pelas abordagens cognitivistas. Isso significa dizer que os modelos científicos possuem autonomia com relação aos interesses subjetivos, aspecto que os qualifica como objeto de interesse das investigações científicas.

Já a institucionalidade das entidades abstratas – e dos modelos científicos, em particular – é compreendida por Dutra a partir da analogia entre instituições e outros tipos de sistemas abstratos. Numa instituição, cada integrante tem seu papel definido por *normas* específicas. Por exemplo, o dirigente de uma repartição pública *deve* agir de acordo com as normativas que orientam os procedimentos do setor dirigido por ele, e assim por diante. Existe, portanto, certa previsibilidade nas ações dos integrantes que compõem uma instituição. Naturalmente, sabemos que há casos em que os membros das instituições não agem da maneira como se espera. Um servidor de determinado órgão público, por exemplo, ao presenciar uma irregularidade, deve comunicá-la à sua chefia imediata. Entretanto, é

³¹ Exemplos de modelos icônicos são a maquete de uma construção ou a representação física de um modelo atômico. Tais modelos são usualmente empregados com finalidades ilustrativas e didáticas.

possível que ele não faça isso. Logo, a previsibilidade envolvida na descrição do comportamento dos integrantes das instituições é limitada. Em última análise, podemos dizer que ela depende de condicionantes, isto é, de assumirmos que “tudo mais esteja igual”. Ademais, cumpre ressaltar que, mesmo nos casos em que o comportamento dos integrantes das instituições não se dá conforme o esperado, pode haver elementos normativos que impõem outras condicionantes capazes de nos informar a respeito do desenrolar futuro dos acontecimentos. No exemplo supramencionado, espera-se que o servidor público que não reporte à chefia imediata das irregularidades que tomou conhecimento esteja sujeito à investigação por improbidade administrativa.

De que modo essa breve análise do funcionamento das instituições nos pode ajudar a compreender o uso de modelos e leis *ceteris paribus* na investigação científica? Segundo Dutra, a institucionalidade dos modelos científicos é, em alguma medida, comparável àquela que observamos nas línguas, isto é, ainda que as línguas sejam criações humanas, elas funcionam de acordo com normas específicas. Ainda que não sejam imutáveis, alterações nessas normas exigem um processo complexo de institucionalização e acordo entre seus usuários. Ou seja, o ponto de comparação entre os modelos científicos e as instituições é que ambos consistem em estruturas cujos componentes se comportam de acordo com determinadas *normas*, feitas as ressalvas apontadas acima, a saber, de que a descrição desse comportamento está sujeita às cláusulas *ceteris paribus*. Para os modelos científicos, as normas que regulam o comportamento de seus componentes são, precisamente, as leis científicas, daí a pertinência de evocarmos esta comparação neste ponto de nossa investigação. Dutra descreve essa relação nos seguintes termos:

Frequentemente, [...] a maneira de explicar o que é determinada instituição consiste em apontar as formas de comportamento das pessoas ligadas a ela. Tais formas de comportamento podem estar expressas em um código, no sentido jurídico, isto é, em normas formuladas explícita e claramente. Tais normas regulam ou normatizam o comportamento dos indivíduos supostamente pertencentes à instituição em questão. Ora, os enunciados nomológicos que descrevem determinado modelo científico relatam o comportamento de partes de tal sistema (DUTRA, 2021b, p. 240).

Dessa forma, consideremos um modelo científico que descreve o comportamento de um sistema econômico, com base na lei de oferta e demanda. Seguindo a concepção pragmática de modelos defendida por Dutra e Cartwright, esse sistema será composto por determinadas componentes dotadas de capacidades específicas. Por exemplo, a variável que

descreve a demanda por certa mercadoria possuirá a capacidade de influenciar os preços praticados no sistema, assim como a variável descrevendo a disponibilidade da mesma mercadoria. Se quisermos descrever o comportamento dos agentes econômicos envolvidos no sistema, bem como determinar os possíveis valores assumidos por suas variáveis, precisaremos analisar as leis científicas (notadamente a lei de oferta e demanda), bem como as cláusulas *ceteris paribus* associadas a elas. Vimos que essas leis são, em alguma medida, comparáveis às normas que regulamentam o funcionamento de determinadas instituições.

Até aqui, analisamos a analogia entre os esquemas instituição/norma e modelo/lei tendo em vista a tarefa de descrever o comportamento dos elementos pertencentes aos respectivos sistemas abstratos descritos por esses esquemas, isto é, os membros das instituições ou os elementos do modelo, dotados de capacidades. Todavia, há outro sentido em que a institucionalidade é explorada por Dutra, a saber, a influência das normas institucionais sobre o comportamento daqueles que *agem* sobre as instituições.

No ensaio “O poder normativo dos modelos” (DUTRA, 2021b, p. 353-375), Dutra explica a maneira como os modelos científicos — e as entidades abstratas, de forma geral — possuem influência sobre o mundo e sobre o comportamento humano. A escolha pela categoria de normatividade se dá pelo fato de que ela permite explicar essa interação sem a necessidade de recorrer à problemática ideia de causação descendente (DUTRA, 2021b, p. 354).³² Assim como as normas e regulamentações que descrevem o funcionamento das instituições influenciam as ações daqueles que operam sobre elas, também os modelos e as leis científicas possuem influência normativa sobre aqueles que interagem com esses sistemas. Nesse sentido, Dutra sustenta que a influência normativa dos modelos sobre o mundo se dá por meio da mediação dos objetos da cognição, isto é, do *Mundo 2* popperiano. A construção de um modelo concreto a partir de um modelo abstrato ou o planejamento de experimentos ou simulações a partir da interação com o modelo científico são situações que tornam evidentes que os modelos abstratos definem *estruturas para a ação* daqueles que operam sobre eles. Nos termos do autor:

³² Em determinadas perspectivas ontológicas, notadamente em teorias da filosofia da mente, o problema da causação descendente surge a partir da tentativa de explicar a influência causal entre diferentes níveis ontológicos. Trata-se, por exemplo, da questão de explicar a correlação causal entre a instanciação de determinados estados mentais e suas consequências no mundo físico. Uma vez que é comumente admitido que os estados mentais possuem contrapartes no mundo físico, os fenômenos de causação descendente trazem consigo a ameaça de sobre-determinação.

Quando compreendemos as coisas desta maneira, vemos que não há nenhum mistério na relação que pode haver entre uma realidade abstrata, como um modelo, e uma situação concreta, por exemplo, fazer coisas e interferir nos objetos materiais segundo a prescrição do modelo, como construir uma casa, uma máquina ou um experimento de laboratório. O modelo é a representação mais abstrata da ação. (DUTRA, 2021b, p. 373).

A partir dessas considerações, sustentamos que a analogia entre os esquemas instituição/norma e modelo/lei pode ser estendida para considerar a influência normativa das cláusulas *ceteris paribus* para os agentes que operam sobre as leis e os modelos na prática científica. Ora, ao utilizar determinadas leis para realizar previsões ou para planejar intervenções sobre determinados sistemas, os cientistas levam em conta os condicionantes envolvidos em cada uma dessas leis, bem como o comportamento das capacidades instanciadas pelos componentes desse sistema. É nesse sentido que compreendemos as cláusulas *ceteris paribus* em perspectiva pragmática.

Em nossa visão, as teorias apreciadas nos capítulos anteriores – sobretudo a teoria dos melhores sistemas melhorados (capítulo 2) e as teorias baseadas na estabilidade contrafactual (capítulo 3) – não fornecem os elementos necessários para compreendermos essa dimensão pragmática das leis *ceteris paribus*. Basta lembrarmos que, na teoria dos melhores sistemas melhorados, o esforço argumentativo busca demonstrar a viabilidade de uma concepção de lei científica nas ciências especiais *apesar* das condicionantes. Isto é, o caráter *ceteris paribus* das leis é visto como um obstáculo a ser superado, não como um traço distintivo das leis com relevância pragmática. De modo análogo, embora a teoria da estabilidade contrafactual incorpore alguns elementos relativos à pragmática, argumentamos que isso se dá de modo insuficiente. Por isso, na perspectiva adotada neste trabalho, o realismo disposicional se apresenta como a proposta mais promissora para abordar as leis *ceteris paribus* em seu uso. Afinal, o perfil disposicional das propriedades que compõem os sistemas representados pelos modelos, bem como o fato de que modelos mais complexos incorporam o resultado das relações entre diferentes capacidades constituem elementos explicativos essenciais para entender, de modo mais robusto, as leis-cp.

Na seção seguinte, exploraremos os aspectos centrais de nossa concepção pragmática e disposicionalista das leis *ceteris paribus*, levando em conta as controvérsias envolvidas na definição das identidades das disposições.

5.3 IDENTIFICAÇÃO E INDIVIDUAÇÃO

De que modo a perspectiva pragmática sobre os modelos científicos, cujas bases esquematizamos na seção anterior, nos ajuda a reformular o entendimento disposicionalista das leis *ceteris paribus*? No capítulo anterior, vimos que a falta de clareza a respeito da identidade das propriedades disposicionais é o elemento que motiva boa parte das objeções dirigidas ao realismo disposicional. Em particular, trata-se do problema das tendências não dominantes, isto é, a menção às disposições não parece ser relevante, do ponto de vista explicativo, quando estamos diante de situações nas quais a manifestação característica de determinada disposição não é observada. Diante desse cenário, acreditamos que uma compreensão pragmática das disposições – isto é, concentrada no seu uso – pode trazer bons resultados.

No quarto capítulo, discutimos o exemplo – amplamente debatido por Cartwright (1999) – de um sistema de partículas dotado tanto de massa como de carga elétrica. Nesse sistema, como vimos, a resultante relacionada à força é obtida por meio da adição vetorial das contribuições devidas à força elétrica e à força de atração gravitacional. Cada contribuição corresponde à manifestação de uma dessas duas capacidades. Sem perda de generalidade, denominemos tais capacidades como *capacidade gravitacional* e *capacidade eletrostática*. Cada uma dessas capacidades pode ser manipulada de diferentes maneiras, a partir do conhecimento de suas interações com outras capacidades, para a elaboração de sistemas cada vez mais complexos, que serão representados por máquinas nomológicas. Isso significa que as disposições e as condicionantes associadas a elas são *utilizadas* para a compreensão do funcionamento de sistemas complexos. Nos termos da abordagem pragmática apresentada por Dutra, podemos dizer que as capacidades desse sistema possuem influência normativa sobre o comportamento daqueles que operam sobre o sistema, a fim de estudá-lo e planejar intervenções em suas variáveis.

Parece razoável admitir que o comportamento dos componentes de um sistema complexo (um subsistema) pode não corresponder ao comportamento desse mesmo subsistema quando ele se encontra em isolamento. A capacidade gravitacional, quando analisada isoladamente, pode se manifestar por meio de uma força de atração entre corpos dotados de massa. Porém, caso a configuração do sistema seja tal que a ação da capacidade eletrostática seja mais relevante, a manifestação da capacidade gravitacional ou será desprezível ou terá uma contribuição menor ao resultado obtido. Ora, sabemos que é

justamente esse fator que dá ensejo às objeções dirigidas ao realismo disposicional, pois a identidade das disposições seria supostamente aberta demais, permitindo consequências divergentes entre si, a depender do sistema no qual a capacidade opera. Entretanto, acreditamos que a aplicação da distinção entre critérios de *identificação* e critérios de *individuação* nos permite compreender a identidade das disposições sem que estejamos sujeitos à objeção mencionada.

Em linhas gerais, defendemos que uma disposição é identificada por meio de sua manifestação característica, que é observada quando o subsistema em questão se encontra em isolamento. A identificação, portanto, consiste em mensurar e quantificar o efeito produzido por ela nas condições ideais – isto é, ideais a partir dos propósitos relevantes para a investigação. Logo, a definição da identidade das disposições, em contextos de isolamento, requer *critérios de identificação*, o que nos permite distinguir a capacidade eletrostática da capacidade gravitacional e de outras propriedades disposicionais, associadas a subsistemas específicos. Para mencionar outro exemplo estudado anteriormente, o da dilatação dos sólidos, a identificação da disposição associada a determinado metal ocorre nas condições em que a fórmula $\Delta L = L_0.k.\Delta T$ é verificada.

Em que pese o fato de que as disposições sejam identificadas por meio da análise das condições ideais nas quais elas são testadas, é preciso reconhecer que a relevância explicativa dessas propriedades consiste em definir suas contribuições para casos em que outras propriedades e condicionantes estão em operação. Nesse caso, os critérios de identificação atuam apenas para quantificar o resultado obtido, que tem como base a interação entre diferentes capacidades e condicionantes. Para compreender a contribuição de uma capacidade específica ao resultado, no contexto em que várias capacidades operam, é preciso aplicar *critérios de individuação*. A aplicação desses critérios resulta em compreender de que modo, por exemplo, a capacidade eletrostática contribui para o resultado obtido num sistema complexo, que tem outras capacidades em operação. Esses critérios compreendem técnicas metodológicas que, quando disponíveis, permitem distinguir a contribuição de uma capacidade das contribuições das demais.

Formulando a questão dessa maneira, não nos parece haver espaço para argumentar (i) que a identidade das disposições esteja mal formulada ou (ii) que a menção às disposições seja irrelevante ou redundante, do ponto de vista explicativo. No que se refere ao primeiro ponto, a análise do uso das disposições e de suas condicionantes nos leva a compreender que, em casos de isolamento e em casos de sistemas complexos, as perguntas pela identidade das

disposições são distintas, o que exige a aplicação de critérios diferentes. No que se refere ao segundo aspecto, cumpre ressaltar que a aplicação dos critérios de individuação para distinguir a contribuição de um tipo específico de disposição conduz a um conhecimento mais robusto dos fenômenos e, portanto, possui relevância explicativa.

Mesmo que se aceite essa concepção pragmática das disposições e se compreenda que o uso das leis *ceteris paribus* requer a distinção entre critérios de identificação e individuação, é possível antecipar uma possível objeção a esse entendimento. Alguém poderia argumentar contrariamente à nossa concepção com base em casos cuja aplicação dos critérios de *individuação* não seja possível, devido à complexidade do cenário. Por exemplo, suponhamos que, em determinado estudo, desejemos quantificar a contribuição do hábito de fumar para o aparecimento de câncer de pulmão em determinada população. Sabemos que a *identificação* da disposição associada ao tabagismo ocorre por meio de ensaios controlados randomizados, por meio dos quais é possível aferir a correlação causal entre tabagismo e surgimento da enfermidade. Entretanto, num estudo envolvendo determinada população, pode ser difícil individuar a contribuição do tabagismo e distingui-la da contribuição de outros fatores, tais como idade e predisposição genética. Com efeito, consideramos admissível que haja casos na prática científica em que os critérios de individuação não sejam completamente aplicáveis. Entretanto, não consideramos que isso revele uma limitação da proposta apresentada aqui. Acreditamos que esse seja um problema prático que requer o aprimoramento das técnicas metodológicas aplicadas pela investigação científica em questão.

Na seção seguinte, reuniremos as ponderações realizadas até aqui para sistematizar nossa compreensão disposicionalista e pragmática das leis *ceteris paribus*.

5.4 REVISITANDO A INTERPRETAÇÃO DISPOSICIONALISTA DAS LEIS-CP

Ao longo deste trabalho, temos construído uma concepção de leis *ceteris paribus* que unifique aspectos semânticos, epistemológicos e metafísicos. Isto é, por meio da metafísica disposicionalista – reformulada a partir da abordagem pragmática – buscamos definir as condições de verdade das leis científicas (aspecto semântico), bem como iluminar as suas condições de teste e aceitação epistêmica (aspecto epistemológico). Com o intuito de sistematizar nossos argumentos, retomaremos a distinção entre leis *comparativas* e leis *exclusivas*, proposta por Schurz (2002), conforme discutimos no primeiro capítulo. Nosso

objetivo, nesta seção, é compreender de que modo a versão de disposicionalismo proposta por nós trata esses dois tipos de lei.

De acordo com a tipologia apresentada por Schurz, que discutimos no primeiro capítulo, as leis-cp *comparativas* consistem em relações funcionais cuja verificação depende de que se mantenham constantes os valores de variáveis de contorno. O exemplo apresentado anteriormente foi o da lei de Gay-Lussac, que trata das transformações isobáricas de gases, isto é, para uma transformação em que é mantido constante o valor da pressão de um gás, há uma relação proporcional entre temperatura e volume. Consideremos os valores $\{p_1, V_1, T_1\}$ e $\{p_2, V_2, T_2\}$ como os valores para pressão, volume e temperatura antes e depois da transformação. Neste ponto da discussão, a linguagem utilizada por Hitchcock e Woodward (2003a; 2003b) para descrever as generalizações explicativas invariantes pode ser útil para nossa análise. Nesse sentido, a lei de Gay-Lussac pode ser expressa por meio da seguinte relação funcional: $Y = f(X)$, em que as variáveis X e Y assumem os valores $T_1 = f(V_1)$ e $T_2 = f(V_2)$. O aspecto comparativo dessa lei *ceteris paribus* consiste na pressuposição de que $p_1 = p_2$, isto é, os valores da pressão são mantidos constantes, condição sem a qual a relação funcional não se sustenta.

De que forma podemos interpretar essa lei comparativa à luz da abordagem disposicionalista? Como vimos, o realismo disposicional interpreta as leis *ceteris paribus* como leis estritas a respeito das disposições instanciadas por objetos ou sistemas. Logo, dado um sistema em que há um gás mantido à pressão constante, a lei de Gay-Lussac descreve a disposição que esse sistema possui para produzir determinados efeitos a partir de determinados estímulos. Dado que a temperatura de um gás está relacionada ao grau de agitação de suas moléculas, conforme a mecânica estatística, então os estímulos a que poderá passar esse sistema consistem em modificações no grau de agitação dessas moléculas. A esses estímulos, o sistema responderá conforme os valores consistentes com a lei $T = f(V)$. As condições *ceteris paribus* – notadamente o fato de que os valores de pressão são mantidos constantes – são essenciais para a aplicação dos critérios de identificação das disposições, como discutimos na seção anterior. Os critérios de individuação, por sua vez, serão aplicáveis quando essa lei for utilizada para compreender um sistema mais complexo, no qual se queira definir a contribuição das alterações na temperatura e no volume do gás, quando da produção de um determinado efeito.

Um exemplo de lei-cp comparativa probabilística é a correlação entre a ingestão de bebida alcoólica com o aumento da probabilidade de ocorrência de acidentes de trânsito.

Trata-se de uma lei comparativa porque ela requer que outros fatores que podem influenciar a probabilidade de acidentes sejam mantidos constantes, para que a lei se verifique (por exemplo, questões relacionadas ao tráfego ou à qualidade da rodovia em questão). Sem perda de generalidade, podemos reconstruir esta lei como a relação funcional $Y = f(X)$, em que a Y representa uma variável probabilística, de modo que $Y = p(A)$, isto é, a probabilidade da ocorrência de acidentes. Analogamente ao exemplo anterior, esta lei também pode ser reconstruída como uma lei estrita a respeito das disposições associadas à ingestão de álcool, que tem como efeito causal o aumento da probabilidade de ocorrência de acidentes. Os critérios de identificação desta disposição implicam a realização de ensaios controlados randomizados. Os critérios de individuação, por sua vez, serão aplicados quando se quiser determinar a contribuição da ingestão de álcool a uma alteração da probabilidade de acidentes que pode ter múltiplas causas.

Diante do exposto, apresentamos a seguinte concepção das leis *ceteris paribus* comparativas, em termos do realismo disposicional.

Definição 1:

Seja um sistema S composto por elementos representados pelas variáveis (ou conjuntos de variáveis) X e Y . Definimos uma lei *ceteris paribus comparativa* como a relação funcional que satisfaz às seguintes condições:

1. Existe um conjunto de variáveis W tal que, se $i = \{1, 2, \dots\}$ e $W_1 = W_2 = \dots = W_i = W$, segue que a relação $Y_i = f(X_i, W_i)$ é corroborada experimentalmente.
2. Dizemos que S instancia uma disposição D_S se existem valores X_i, X_j, Y_i e Y_j tais que, ao alterar o valor de X_i para X_j como resultado de uma intervenção³³, segue que $Y_i = f(X_i, W)$ e $Y_j = f(X_j, W)$. Nesse sentido, dizemos que a identidade da disposição D_S é dada pelo domínio de valores de X, Y e W que satisfazem essa condição.

Passemos, agora, àquelas que consideramos serem as vantagens da concepção aqui apresentada. Primeiramente, cumpre ressaltar que essa definição das leis-cp comparativas é compatível com os requisitos de mensuração do grau de invariância das generalizações,

³³ O sentido de *intervenção* tomado aqui é o mesmo proposto por Hitchcock e Woodward (2003a), que discutimos no terceiro capítulo. Intervenções consistem meramente em alterações no valor de uma variável, por meio de certo processo causal. Não se trata, necessariamente, de uma intervenção mediada pelo ser humano.

conforme apresentados por Hitchcock e Woodward (2003a; 2003b). Por exemplo, a relação funcional $T = f(V)$ permanece invariante ante intervenções realizadas nas variáveis de temperatura ou volume, desde que a pressão seja mantida constante. Em termos disposicionalistas, a identidade de uma disposição, que envolve determinar as condições nas quais sua manifestação característica será observada, é determinada por seu grau de invariância.

Em segundo lugar, destacamos o fato de que, ao definir as intervenções nas variáveis da lei comparativa como estímulos para a ocorrência de manifestações das disposições instanciadas pelos sistemas, enfatizamos o caráter pragmático das leis. Como vimos, essa abordagem acarreta compreender as leis como consequências da operação de máquinas nomológicas, contribuindo para a elaboração de uma perspectiva unificada da investigação científica.

Por fim, ressaltamos o fato de que, embora tenhamos incorporado as contribuições de Hitchcock e Woodward, nossa concepção não exige o abandono do conceito de lei *ceteris paribus* em detrimento da ideia de generalização explicativa invariante, como o fazem os autores. Tendo em vista que o conceito de lei científica é de uso corrente na prática científica, consideramos que sua manutenção, ainda que com refinamento conceitual, é benéfica para a melhor explicitação da atividade científica.

Retornando à tipologia proposta por Schurz (2002), tratemos das leis-cp *exclusivas*. Como vimos, as leis-cp exclusivas requerem não apenas que determinadas variáveis de contorno permaneçam constantes, mas exigem que determinados fatores causalmente interferentes sejam excluídos. No caso da lei de Snell-Descartes, que descreve a refração de raios de luz, são excluídos os meios de propagação anisotrópicos. Já na lei da oferta e demanda, são excluídos cenários de crises econômicas ou calamidades naturais, uma vez que são elementos que causam perturbações causais à lei em questão. Ainda de acordo com Schurz, há leis-cp exclusivas *definidas* e *indefinidas*. No primeiro caso, é possível formular uma lista fechada de fatores interferentes a serem excluídos. No segundo, o conjunto de fatores a excluir é indeterminado.

Sem perda de generalidade, trataremos somente das leis-cp exclusivas indefinidas, pelas seguintes razões: primeiramente, vimos que as leis-cp exclusivas definidas podem ser formuladas em termos de leis estritas, desde que se incluam os fatores interferentes possíveis no escopo da generalização. Trata-se do que Earman e Roberts (1999, p. 461) denominam uso impróprio e redundante das cláusulas *ceteris paribus*. Além disso, vimos que as leis-cp

exclusivas indefinidas são aquelas que dão ensejo ao dilema destrutivo de Marc Lange, tendo, assim, recebido maior atenção nas discussões filosóficas sobre a temática. Por fim, argumentaremos que a adoção dos critérios relacionados à *não desprezabilidade* e à *relevância investigativa* – conforme discutidos na seção 3.3 – permitem diminuir, pragmaticamente, a indeterminação das leis-cp exclusivas indefinidas. Portanto, aquilo que concluirmos acerca dessas leis também será aplicável às leis definidas.

Antes de propormos uma definição para as leis-cp exclusivas indefinidas, convém realizar algumas considerações, com o intuito de motivar a concepção a ser apresentada. Em primeiro lugar, vimos que, do ponto de vista epistemológico, as leis são testadas em condições de isolamento. Essas condições são dadas por diferentes estratégias metodológicas: seja por meio do ambiente controlado de um laboratório, por meio de abstrações realizadas em experimentos mentais ou pela realização de ensaios controlados randomizados, que visam a isolar a contribuição causal de determinado fator. Logo, podemos dizer que, para leis científicas bem estabelecidas, as condições nas quais elas são verificadas são conhecidas. Em termos disposicionalistas, podemos dizer que existem técnicas de metodologia científica capazes de produzir contextos de isolamento nos quais as capacidades de um sistema exibem suas manifestações características. Quando tais manifestações são regulares o suficiente para receberem o título de lei científica, podemos dizer que esse sistema consiste numa máquina nomológica.

Em segundo lugar, lembremos que, no capítulo anterior, argumentamos que os interesses de investigação científica envolvendo as leis *ceteris paribus* envolvem o fato de que, embora testadas em condições ideais, a *aplicação* dessas leis se dá em contextos em que esse isolamento não ocorre. Trata-se, pois, de situações em que podem operar diversos fatores interferentes. Analisando a situação de um ponto de vista pragmático, segue que o uso dessas leis – e das capacidades associadas a ela – requer o controle dos fatores interferentes indesejados. Mas de quais fatores estamos falando? Neste ponto, convém retomar os critérios pragmáticos defendidos por Lange (2002), a saber, a não desprezabilidade dos fatores interferentes e sua relevância investigativa. Esses critérios permitem atenuar a indeterminação associada às leis-cp exclusivas indefinidas. Por exemplo, ao investigar a aplicação da lei de oferta e demanda, na Economia, existem fatores interferentes que podem ser desprezados – por exemplo, a cor dos olhos dos agentes econômicos – pois não impactam os resultados obtidos. De modo análogo, há fatores que, embora possíveis, não exibem relevância pragmática, tal como a queda de um asteroide sobre a Terra. Isso, se ocorresse, certamente

influenciaria a macroeconomia mundial, mas se trata de um evento tão raro que não vale a pena considerá-lo seriamente na maioria das investigações científicas no campo da Economia. A aplicação da lei, por conseguinte, se dá em contextos abertos, distintos das circunstâncias de isolamento, mas é possível restringir, pragmaticamente, a amplitude de tais contextos.

Um terceiro elemento a considerarmos, por fim, são os casos em que as previsões obtidas a partir da aplicação de uma lei não são verificadas, em virtude da ação de fatores interferentes. Isto é, suponhamos que, numa aplicação pretendida, deseje-se diminuir a incidência de câncer de pulmão em uma população por meio da suspensão do tabagismo entre essa população, mas que não se obtenha sucesso. Se considerarmos que a correlação causal entre tabagismo e aumento da incidência de câncer de pulmão está bem fundamentada, então atribuiremos o insucesso da aplicação a algum fator interferente, por exemplo: a alta incidência de sedentarismo entre os membros da população, manifestação de predisposições genéticas ou a ocorrência de outros fatores de risco relacionados ao desenvolvimento de câncer. Idealmente, será possível mapear o fator interferente e delimitar sua influência, o que se faz por meio de ensaios controlados randomizados.

Certamente, há casos em que possivelmente não se obtenha êxito em tal determinação, isto é, o efeito pretendido (diminuição da incidência de câncer de pulmão) não é obtido e não se consegue mapear a causa da falha na aplicação. Em um caso ou em outro, parece razoável concedermos que a pressuposição de que a lei em questão está bem fundamentada acarreta a consequência de que sua não verificação se deve a fatores interferentes, cujo mapeamento consiste numa tarefa de interesse pragmático. Em outros termos, a falha na intervenção dificilmente será considerada como uma evidência contrária à existência de uma correlação causal entre tabagismo e câncer de pulmão. Nesse sentido, o mapeamento dos fatores interferentes e a quantificação de sua influência consiste numa tarefa de interesse pragmático, que continuará a ser perseguida.

Feitas essas ressalvas, apresentamos nossa interpretação disposicionalista e pragmática das leis-cp exclusivas indefinidas, com base numa reformulação da proposta de Hüttemann (2014, p. 1728).

Definição 2:

Seja um sistema S composto por elementos representados pelas variáveis (ou conjuntos de variáveis) X e Y . Sejam as variáveis $Z^k = \{Z^1, Z^2, \dots, Z^k, \dots\}$ denominadas variáveis

interferentes. Definimos uma lei *ceteris paribus exclusiva* como a relação funcional que satisfaz às seguintes condições:

1. Existe um conjunto de *técnicas metodológicas* capazes de fixar os valores de $Z^k = \{Z^1, Z^2, \dots, Z^k\}$ em $Z^k = 0$, de tal modo que, se $Z^k = 0$, então a relação $Y_i = f(X_i)$ é corroborada experimentalmente, para $i = \{1, 2, \dots\}$.
2. Nessas condições, dizemos que S instancia uma disposição D_S , associada à variável X , cuja identificação se dá pela aplicação das técnicas metodológicas supracitadas.
3. Existem contextos em que, para algum valor de k , se $Z^k \neq 0$, então a relação $Y_i = f(X_i)$ não é corroborada experimentalmente, para ao menos algum valor de i .

Na definição acima, a diferença entre leis-*cp* exclusivas definidas e indefinidas pode ser acomodada por meio da caracterização do conjunto de variáveis Z^k . Leis definidas delimitarão um conjunto finito de variáveis, enquanto os conjuntos referentes às leis indefinidas permanecerão infinitos, indicando sua abertura para pesquisas ulteriores, capazes de identificar outros fatores interferentes de interesse investigativo. Sem perda de generalidade, o corpo da definição acima tomou o conjunto de variáveis interferentes como um conjunto infinito.

Entretanto, é importante salientar que, seja para as leis definidas ou para as indefinidas, a condição (1) da definição acima *não requer* que conheçamos todos os possíveis fatores capazes de interferir na aplicação da lei. Além de tornar a definição inviável, um requisito de tal natureza não é necessário para compreendermos as condições de verdade, de testagem e de uso das leis *ceteris paribus* exclusivas. Afinal, argumentamos que é possível restringir pragmaticamente o âmbito das interferências que serão consideradas relevantes para os propósitos da investigação. Ademais, as condições de testagem da lei e as suas condições de verdade são definidas *metodologicamente*, por meio das estratégias referentes à formulação de experimentos controlados ou ensaios controlados randomizados. Tais estratégias definem o âmbito dos critérios de identificação, responsáveis por fixar a identidade das propriedades disposicionais associadas à lei, cuja manifestação característica ocorre em ambientes controlados. Portanto, o que é requerido pela condição (1) é que, nas condições em que a lei é testada, sejam conhecidas as variáveis interferentes pragmaticamente relevantes, cuja manipulação é exigida para a adequada realização da experimentação.

Outro ponto relevante de nossa concepção, que compreendemos como uma vantagem, é a formulação das leis-cp exclusivas em analogia às leis-cp comparativas. A adoção das relações funcionais como forma de representação dos enunciados nomológicos não implica prejuízo com relação às formulações que utilizam quantificadores, da forma $(x)(Fx \rightarrow Gx)$, uma vez que leis não quantitativas que descrevem relações entre eventos também podem ser representadas por meio das relações funcionais. Basta que o domínio de uma variável seja restringido aos valores $\{0,1\}$, por exemplo. Acreditamos que a uniformização da representação das leis comparativas e exclusivas conduz a uma visão unificada das leis *ceteris paribus*, sendo, assim, vantajosa para nossos propósitos.

A condição (3) da definição acima expressa o requisito proposto por Hüttemann (2014, p. 1728), bem como por Pietroski e Rey (1995), de que as exceções às leis *ceteris paribus* sejam metodologicamente explicáveis por fatores independentes. Em nossa concepção, os fatores interferentes são descritos pelas variáveis Z^k , cada uma das quais delimitando uma propriedade disposicional, cujos efeitos envolvem a produção de exceções à lei em questão. Nesse sentido, as ocasiões em que alguma das variáveis Z^k possui valor não nulo se refere a casos em que as previsões de uma lei são frustradas por interferências. Por exemplo, na aplicação da lei de oferta e demanda, uma das variáveis Z^k pode corresponder a variações cambiais abruptas, situação nas quais as previsões esperadas a partir desta lei não serão observadas. Analogamente ao que dissemos anteriormente, nossa definição não requer que haja explicações disponíveis para todo e qualquer desvio das previsões estabelecidas pela lei. Entretanto, exige que este requisito seja atendido para alguns fatores desviantes, notadamente aqueles que correspondem aos propósitos de investigação pretendidos. Se esse requisito não for atendido, entendemos que não há base suficiente para se atribuir o estatuto de lei a determinada relação funcional.

Tomadas conjuntamente, as variáveis X e Z^k delimitam as capacidades cuja manipulação e operação conduz ao surgimento de uma regularidade, que, por sua vez, será descrita pela relação funcional $Y = f(X)$. No que se refere a este ponto, alguém poderia lançar mão da objeção de que o vocabulário disposicional não é explicativo a respeito do funcionamento da lei-cp, visto que as relações funcionais, em si, podem ser interpretadas e compreendidas sem a referência à metafísica disposicionalista. No entanto, sustentamos que há pelo menos duas vantagens relevantes advindas da adoção da metafísica disposicionalista.

Em primeiro lugar, a representação das variáveis interferentes como disposições incorpora as cláusulas *ceteris paribus* em sua dimensão pragmática, dado que o uso dessas

condicionantes envolve a manipulação experimental das possíveis variáveis interferentes para a produção dos efeitos desejados. Consideremos, por exemplo, a lei de Snell-Descartes, a respeito da refração da luz. Nas condições em que a lei é testada, são aplicadas estratégias metodológicas para anular o efeito das variáveis interferentes, isto é, a refração em meios isotrópicos será representada como uma variável Z^k de valor nulo. Vimos que tais técnicas metodológicas definem os critérios de identificação da capacidade associada à lei de Snell-Descartes, instanciada por sistemas de refração de raios luminosos. Em aplicações da lei realizada em contextos mais complexos – por exemplo, em meios de propagação anisotrópicos – a variável em questão não possuirá valor nulo. Logo, a contribuição da capacidade associada à lei de Snell-Descartes precisará ser analisada em composição com a contribuição causal dos fatores interferentes descritos pela variável Z^k . Como descrevemos, isso corresponde à aplicação de critérios de individuação, por meio dos quais se determinará a contribuição de cada capacidade interferente ao resultado observado.

Nessa perspectiva, a atividade científica é compreendida a partir da investigação a respeito das diferentes capacidades em operação em cada sistema. Ou seja, as cláusulas *ceteris paribus*, quando associadas a disposições específicas, que se combinarão para produzir os efeitos de interesse científico, deixam de ser vistas como obstáculos à formulação do conceito de lei, mas passam a integrar uma visão pragmática da atividade científica. É nesse sentido que não consideramos a referência ao vocabulário disposicional como irrelevante, uma vez que ele ajuda a iluminar aspectos da prática científica que, de outra maneira, estariam encobertos, tal como na teoria dos melhores sistemas melhorados.

A segunda vantagem que atribuímos à adoção da metafísica disposicionalista consiste na possibilidade de respondermos adequadamente ao dilema destrutivo de Marc Lange. Como temos discutido, este dilema acarreta a ameaça de que as tentativas de definir as condições de verdade das leis científicas resultam ou na admissão de que as leis sejam falsas ou na admissão de que sejam trivialmente verdadeiras. Cumpre ressaltar que este dilema se torna especialmente relevante para as leis *ceteris paribus* exclusivas e indefinidas.

De acordo com a *Definição 2*, que trata desse tipo de lei, as leis *ceteris paribus* são interpretadas como leis estritas que descrevem as disposições associadas aos elementos dos sistemas investigados pela ciência. Uma vez que essas disposições são identificadas a partir de relações funcionais cuja verificação se dá em condições de teste delimitadas por *estratégias metodológicas*, isso nos parece suficiente para argumentar que, por um lado, as leis não são falsas nem trivialmente verdadeiras. Não são falsas porque descrevem relações

funcionais capazes de passar por testes experimentais, em condições de isolamento, nas quais as disposições são identificadas. Por outro lado, não se trata de relações funcionais trivialmente verdadeiras, porque o seu âmbito de aplicação é definido por critérios de individuação das disposições, que implicam a manipulação experimental das variáveis interferentes a partir de estratégias metodológicas.

Em última análise, o âmbito de aplicação das leis *ceteris paribus* é definido metodológica e pragmaticamente, o que impede a sua trivialização.

5.5 CONCLUSÃO: REPENSANDO AS EXCEÇÕES

Ao longo deste capítulo, discutimos alguns elementos da concepção pragmática de modelos, defendida por Dutra (2021b), de modo particular a institucionalidade dos modelos científicos e a sua influência normativa sobre os agentes que operam sobre eles. Em seguida, estendemos a analogia entre o que denominamos esquemas instituição/norma e modelo/lei, com vistas a construir um entendimento pragmático das leis científicas *ceteris paribus*. Partindo desse entendimento pragmático, defendemos que o uso das disposições e das leis *ceteris paribus* na prática científica envolve a aplicação de critérios de identificação e de critérios de individuação das disposições, o que permite definir mais claramente a sua identidade e, com isso, superar as objeções usualmente dirigidas ao disposicionalismo.

Por fim, procuramos articular as contribuições discutidas até aqui na construção de uma interpretação disposicionalista e pragmática das leis *ceteris paribus* comparativas e exclusivas. Em nossa perspectiva, essa concepção unifica os aspectos metafísico, semântico e epistemológico das leis, o que faz com que ela exiba vantagens em relação às demais concepções discutidas ao longo deste trabalho. Ademais, a visão disposicionalista coloca as capacidades causais dos objetos e sistemas como elemento fundamental da investigação científica, no espírito da citação de Mill que escolhemos como epígrafe para este capítulo. As leis definem regularidades importantes para a atividade científica, mas as relações causais descritas pelas disposições são o elemento fundamental que nos permite compreender os fenômenos e intervir sobre eles.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência é, seguramente, um dos mais admiráveis empreendimentos realizados pelo ser humano. A investigação filosófica sobre a ciência é, em última análise, uma tentativa de ampliar nossa compreensão a respeito do ser humano e de suas produções. Em particular, a metafísica da ciência busca lançar um olhar a respeito da natureza da atividade científica, em todas as dimensões. De acordo com o tipo de abordagem empreendida neste trabalho, as discussões a respeito das teorias, das leis, dos modelos e das metodologias científicas têm como intuito a construção de um entendimento unificado a respeito da investigação científica. Desse modo, sustentamos que a argumentação elaborada ao longo deste trabalho admite que o estudo das leis científicas *ceteris paribus* consiste numa parte de uma tarefa mais ampla, qual seja, a obtenção de uma compreensão sólida da natureza da investigação científica.

De forma específica, a meta perseguida ao longo dessa tese foi a de fornecer respostas para os seguintes questionamentos: (i) pode a ciência formular leis estritas, ou todas as suas leis possuem caráter *ceteris paribus*? (ii) quais as condições de verdade dos enunciados que expressam leis-cp? (iii) como esse tipo de lei é testado? Para isso, optamos por empreender uma abordagem pragmática ao problema das leis-cp, centrada no uso das leis e das condicionantes na tarefa de compreender os fenômenos e de intervir sobre eles.

Ao longo deste trabalho, percorremos o seguinte caminho: a partir das contribuições de Cartwright (1983) e Hempel (1988), argumentamos que nem todas as leis científicas se enquadram na definição de lei *ceteris paribus*, uma vez que as leis da Física fundamental possuem caráter estrito. Entretanto, defendemos que a aplicação de todas as leis envolve, em alguma medida, as condicionantes que caracterizam as generalizações como *ceteris paribus*. Isso se dá pelo simples fato de que a aplicação das leis se dá em contextos diferentes daqueles nos quais elas são testadas.

Com base no dilema destrutivo formulado por Lange (1993), passamos à apreciação de diferentes alternativas de resposta aos questionamentos sumarizados por meio das perguntas (i)-(iii). A primeira teoria estudada foi a concepção dos melhores sistemas melhorados. De nossa perspectiva, a maior fraqueza dessa visão reside em sua pressuposição de que as leis científicas são, apenas, regularidades. Ora, uma vez que compreendemos que a regularidade expressa em uma lei resulta de um processo de configuração e arranjo das capacidades de um sistema complexo, passamos a considerar o entendimento regularista das leis como excessivamente restritivo. Afinal, não compreendemos as cláusulas *ceteris paribus*

como um elemento a ser superado ou escamoteado, visto que corresponde a parte integrante da atividade científica. Nesse sentido, compreendemos que a concepção elaborada neste trabalho possui vantagens com relação às teorias baseadas na ideia de melhor sistema, uma vez que nossa abordagem é capaz de responder um leque mais amplo de perguntas relacionadas ao uso das leis *ceteris paribus* na prática científica.

Analisamos, também, as teorias organizadas em torno dos conceitos de estabilidade e invariância. Com efeito, aproveitamos alguns elementos dessas concepções na proposta elaborada ao longo deste trabalho. O primeiro deles corresponde aos aspectos pragmáticos evidenciados por Lange (2000), no que se refere à delimitação de quais condicionantes ou fatores interferentes são efetivamente levados em conta pela investigação científica. O segundo diz respeito aos critérios de aferição do grau de invariância das generalizações, conforme a perspectiva de Hitchcock e Woodward (2003a, 2003b). Apesar de iluminar aspectos importantes da aplicação das leis-cp na prática científica, avaliamos estas concepções como menos completas do que aquela fornecida a partir do realismo disposicional.

A versão de disposicionalismo defendida neste trabalho coloca grande ênfase sobre as questões metodológicas. Por essa razão, nos debruçamos especialmente sobre a filosofia da ciência de Nancy Cartwright (1989, 1999). Defendemos que o realismo disposicional, ou realismo de capacidades, fornece uma estrutura conceitual robusta o bastante para explicar os diferentes aspectos envolvidos na compreensão e, sobretudo, no uso das cláusulas *ceteris paribus* pelos cientistas. Identificamos, todavia, o problema da identidade das disposições como um ponto fraco dessa perspectiva metafísica. Por isso, procuramos aliar ao disposicionalismo considerações advindas do campo da pragmática de modelos, com base em Dutra (2021), com o intuito de elucidar critérios para identificar e individuar as propriedades disposicionais.

Nessa perspectiva, a concepção disposicionalista das leis que procuramos defender constitui um elemento que precisa ser articulado com outras reflexões a respeito de diferentes aspectos da prática e da metodologia científica, tais como: a representação científica, o uso de modelos abstratos, os fenômenos de causação, o problema da confirmação das hipóteses, dentre outras dimensões. Assim, acreditamos que as conclusões obtidas a partir da investigação ora realizada apontam para pesquisas futuras que visem a articular nossa concepção disposicionalista das leis-cp às diversas dimensões que compõem a investigação científica.

Outra linha de pesquisa que permanece em aberto, a partir de nossas conclusões, consiste em análises mais detalhadas de leis científicas dos diferentes domínios científicos. Como sabemos, cada área da ciência possui particularidades metodológicas, que precisam ser levadas em consideração. Ainda que a concepção que tenhamos defendido possua caráter geral, é necessário confrontá-la aos casos concretos de diferentes domínios, a fim de testar sua viabilidade. Como hipótese de trabalho, sustentamos que nossa concepção, por apresentar requisitos mínimos, pode acomodar reformulações que atendam às particularidades de cada área da ciência, e assim dar origem a entendimentos pormenorizados de cada âmbito de aplicação. Na qualidade de hipótese, sua verificação certamente exige estudos ulteriores.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, David Malet. *A world of states of affairs*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- ARMSTRONG, David Malet. *What is a law of nature?* Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- BIRD, Alexander. *Nature's metaphysics*. Oxford: Clarendon Press, 2007.
- BORGE, Bruno. Realismo Científico y leyes de la naturaleza: de la Filosofía General de la Ciencia a la Metafísica de la Ciencia. *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 20.40, p. 11-20, 2020.
- BORGE, Bruno; CANI, Renato. Laws of Nature: Metaphysics and Epistemology. *Principia: an international journal of epistemology*, v. 23, n. 3, p. 367-372, 2019.
- CANI, Renato Cesar. Entre o nomológico e o acidental: objeções à teoria regularista das leis da natureza. *Princípios: Revista de Filosofia (UFRN)*, v. 26, n. 49, p. 247-273, 2019.
- CANI, Renato Cesar. Entre poderes e leis: três objeções ao disposicionalismo. *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 20.40, p. 129-158, 2020.
- CANI, Renato Cesar. *Realismo nomológico e os problemas da identificação e da inferência*. Curitiba, PR. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2017, 125p.
- CARNAP, Rudolf. Testability and Meaning. *Philosophy of Science*, v. 3, p. 419-471, 1936.
- CARNAP, Rudolf. *The logical structure of the world; and, Pseudoproblems in philosophy*. Translated by Rolf A. George. California: University of California Press, 1969.
- CARTWRIGHT, Nancy. *How the laws of physics lie*. Oxford: Clarendon Press, 1983.
- CARTWRIGHT, Nancy. *Hunting Causes and Using them*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007a.
- CARTWRIGHT, N. What makes a capacity a disposition? In: KISTLER, M.; GNASSOUNOU, B. *Dispositions and causal powers*. Hampshire: Ashgate, 2007b, p. 195-205.
- CARTWRIGHT, Nancy. In favor of laws that are not *ceteris paribus* after all. *Erkenntnis*, v. 57, n. 3, Ceteris paribus laws, p. 425-439, 2002.
- CARTWRIGHT, Nancy. *Nature's Capacities and their Measurement*. Oxford: Oxford University Press, 1989.
- CARTWRIGHT, Nancy. *The Dappled World. A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

- CHAKRAVARTTY, Anjan. *Scientific Ontology: Intregrating Naturalized Metaphysics and Voluntarist Epistemology*. Oxford: Oxford University Press, 2017.
- CHALMERS, Alan. So the Laws of Physics Needn't Lie. *Australasian Journal of Philosophy*, v. 71, n. 2, p. 196-205, 1993.
- COHEN, Jonathan; CALLENDER, Craig. A better best system account of lawhood. *Philosophical Studies*, 145, p. 1-34, 2009.
- COHEN, Jonathan; CALLENDER, Craig. Special Sciences, Conspiracy and the Better Best System Account of Lawhood. *Erkenntnis*, v. 73, p. 427-447, 2010.
- DAVIDSON, Donald. *Essays on Actions and Events*. Oxford: Clarendon Press, 1980.
- DEMAREST, Heather. Do Counterfactuals Ground the Laws of Nature? A Critique of Lange. *Philosophy of Science*, v. 79, p. 333-344, 2012.
- DRETSKE, Fred. Laws of nature. *Philosophy of Science*, v. 44, n. 2, p. 248-268, 1977.
- DUHEM, Pierre. *The Aim and Structure of Physical Theory*. Princeton: Princeton University Press, 1954.
- DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. Os modelos e a pragmática da investigação. *Scientiae Studia*, v. 3, n. 2, p. 205-232, 2005.
- DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. *Pragmática da investigação científica*. 3. ed. rev. ampl. Ribeirão Preto: Agrya, 2021a.
- DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. *Pragmática de modelos: natureza, estrutura e uso dos modelos científicos*. 3. ed. rev. ampl. Ribeirão Preto: Agrya, 2021b.
- EARMAN, John. In defense of laws: Reflections on Bas van Fraassen's Laws and Symmetry. *Philosophy and Phenomenological Research*, v. LIII(2), p. 413-419, 1993.
- EARMAN, John; GLYMOUR, Clark; MITCHELL, Sandra. *Ceteris Paribus Laws*, *Erkenntnis* (Special Issue), 2002.
- EARMAN, John; ROBERTS, John. Ceteris Paribus, There Is No Problem of Provisos. *Synthese*, v. 118, n. 3, p. 439-478, 1999.
- EARMAN, John; ROBERTS, John; SMITH, Sheldon. "Ceteris Paribus Lost". *Erkenntnis*, v. 57, n. 3, p. 281-301, 2002.
- ELGIN, Mehmet; SOBER, Elliott. "Cartwright on Explanation and Idealization". *Erkenntnis*, v. 57, n. 3, p. 441-450, 2002.
- ELLIS, Brian. *Scientific Essentialism*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

ELLIS, Brian. *The Philosophy of Nature: a guide to new essentialism*. Chesham: Acumen, 2002.

FODOR, Jerry Alan. Special Sciences (Or: The Disunity of Science as a Working Hypothesis). *Synthese*, 28(2): 97–115, 1974.

FODOR, Jerry Alan. *Psychosemantics: The Problem of Meaning in the Philosophy of Mind*. Cambridge: MIT Press, 1987.

FODOR, Jerry Alan. You Can Fool Some People All of the Time, Everything Else Being Equal; Hedged Laws and Psychological Explanations. *Mind*, v. 100, p. 19-34, 1991.

FORSTER, Malcolm R. Unification, Explanation, and the Composition of Causes in Newtonian Mechanics. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 19, p. 55-101, 1988.

GOODMAN, Nelson. *Fact, Fiction and Forecast*. Cambridge: Harvard University Press, 1983.

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

HARRÉ, Rom. *Laws of Nature*. London: Duckworth, 1993.

HEMPEL, Carl Gustav. *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free Press, 1965.

HEMPEL, Carl Gustav. *Filosofia da Ciência Natural*. 2. ed. Zahar: Rio de Janeiro, 1974.

HEMPEL, Carl Gustav. Provisos: a problem concerning the inferential function of scientific theories. *Erkenntnis* 28: 147-164, 1988.

HEMPEL, Carl Gustav; OPPENHEIM, Paul. “Studies in the Logic of Explanation” *Philosophy of Science*, v. 15, n. 2, p. 135-175, 1948.

HITCHCOCK, Christopher; WOODWARD, James. “Explanatory Generalization, Part I: A Counterfactual Account”. *Noûs*, v. 37, n. 1, p. 1-24, 2003a.

HITCHCOCK, Christopher; WOODWARD, James. “Explanatory Generalization, Part II: Plumbing Explanatory Depth”. *Noûs*, v. 37, n. 2, p. 181-199, 2003b.

HÜTTEMANN, Andreas. Causation, Laws and Dispositions. In: KISTLER, M.; GNASSOUNOU, B. *Dispositions and causal powers*. Hampshire: Ashgate, 2007, p. 207-219.

HÜTTEMANN, Andreas. Laws and Dispositions. *Philosophy of Science*, v. 65, n. 1, 121-135, 1998.

HÜTTEMANN, Andreas. Ceteris Paribus Laws in Physics. *Erkenntnis*, v. 79 (S10), 1715-1728, 2014.

LANGE, Marc. "Laws and their Stability". *Synthese*, 144: 415–432, 2005.

LANGE, Marc. "Who's Afraid of Ceteris Paribus Laws? Or: How I Learned to Stop Worrying and Love Them". *Erkenntnis*, v. 57, n. 3, p. 407-423, 2002.

LANGE, Marc. *Laws and Lawmakers: Science, Metaphysics, and the Laws of Nature*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

LANGE, Marc. Laws and their stability. *Synthese*, v. 144, p. 415-432, 2005.

LANGE, Marc. Natural laws and the problem of provisos. *Erkenntnis* 38: 233-248, 1993.

LANGE, Marc. *Natural Laws in Scientific Practice*. New York: Oxford University Press, 2000.

LEWIS, David. *Counterfactuals*. Cambridge: Harvard University Press, 1973.

LEWIS, David. Humean Supervenience Debugged. *Mind*, New Series, v. 103, n. 412, p. 473-490, 1994.

LEWIS, David. New work for a theory of universals. *Australasian Journal of Philosophy*, v. 61, n. 4, p. 343-377, 1983.

LEWIS, David. *Philosophical papers Vol. II*. Oxford: Oxford University Press, 1986.

LOEWER, Barry. Humean Supervenience. *Philosophical Topics*, v. 24, n. 1, p. 101-127, 1996.

MILL, J. S. *A System of Logic Ratiocinative and Inductive: Being a Connected View of the Principles of Evidence and the Methods of Scientific Investigation*. Toronto: University of Toronto Press, 1974[1843]. (Collected Works of John Stuart Mill, Vols. VII and VIII).

MITCHELL, Sandra. Dimensions of Scientific Law. *Philosophy of Science*, 67: 242–265, 2000.

MITCHELL, Sandra. Ceteris Paribus – An Inadequate Representation for Biological Contingency. In: EARMAN, John; GLYMOUR, Clark; MITCHELL, Sandra. *Ceteris Paribus Laws*, *Erkenntnis* (Special Issue), 2002, p. 329-350.

MUMFORD, Stephen. *Laws in Nature*. New York: Routledge, 2004.

NAGEL, Ernest. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York: Harcourt, Brace & World, 1961.

PEMBERTON, John; CARTWRIGHT, Nancy. Ceteris paribus laws need machines to generate them. *Erkenntnis*, v. 79(S10), p. 1745-1758, 2014.

- PIETROSKI, Paul; REY, Georges. When Other Things Aren't Equal: Saving *ceteris paribus* laws from vacuity. *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 46, n. 1, p. 81-110, 1995.
- PSILLOS, Stathis. Cartwright's Realist Toil: From Entities to Capacities. In: HARTMANN, Stephan; HOEFER, Carl; BOVENS, Luc. (ed.). *Nancy Cartwright's Philosophy of Science*. New York/London: Routledge, 2008, p. 167-194.
- PSILLOS, Stathis. What do powers do when they are not manifested? *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. LXXII, n. 1, p. 157-176, 2006.
- PUTNAM, Hilary. *Reason, Truth and History*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- QUINE, Willard Van Orman. Dois dogmas do empirismo. In: _____. De um ponto de vista lógico: nove ensaios lógico-filosóficos. Tradução Antonio Ianni Segatto. São Paulo: Unesp, 2011.
- RAMSEY, Frank. Universals of Law and of Fact. In: MELLOR, D. H. (Org.) *F. P. Ramsey, Foundations: Essays in Philosophy, Logic, Mathematics and Economics*. London: Routledge, p. 128-132, 1978[1928].
- REICHENBACH, Hans. *Nomological Statements and Admissible Operators*. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1954.
- REUTLINGER, Alexander; UNTERHUBER, Matthias. Thinking about Non-Universal Laws: Introduction to the Special Issue *Ceteris Paribus Laws Revisited*. *Erkenntnis*, v. 79(S10), p. 1703-1713, 2014.
- RYLE, Gilbert. *The Concept of Mind*. Chicago: The University of Chicago Press, 1984 [1949].
- SALMON, Wesley. Four decades of scientific explanation. In: KITCHER, Philip; SALMON, Wesley. *Scientific explanation*. Minnesota studies in the philosophy of science, v. 13, 1989, p. 1-219.
- SCHRENK, Markus. *The Metaphysics of Ceteris Paribus Laws*. Frankfurt: Ontos, 2007a.
- SCHRENK, Markus. Can Capacities Rescue us from *Ceteris Paribus* Laws? In: KISTLER, M.; GNASSOUNOU, B. *Dispositions and causal powers*. Hampshire: Ashgate, 2007b, p. 221-247.
- SCHRENK, Markus. Better Best Systems and the Issue of CP-Laws. *Erkenntnis* 79, p. 1787-1799, 2014.
- SCHURZ, Gerhard. "Ceteris Paribus Laws: Classification and Deconstruction". In: EARMAN, John; GLYMOUR, Clark; MITCHELL, Sandra. *Ceteris Paribus Laws*, *Erkenntnis* (Special Issue), 2002, p. 351-372.

- SCHLICK, Moritz. Law and Probability. In: MULDER, Henk; VELDE-SCHLICK, Barbara. *Philosophical Papers (Volume II)*. Dordrecht: D. Reidel, 1979, p. 446-455.
- SCHURZ, Gerhard. Ceteris Paribus and Ceteris Rectis Laws: Content and Causal Role. *Erkenntnis* 79: 1801-1817, 2014.
- SOTO, Cristian; RODRÍGUEZ, Pascal. Capacidades y leyes fenomenológicas: el disposicionalismo experimental. *Revista de Filosofía*, Volumen 76, p. 185-201, 2019.
- SPOHN, Wolfgang. The Epistemic Account of Ceteris Paribus Conditions. *European Journal for Philosophy of Science*, v. 4(3), p. 385-408, 2014.
- TOOLEY, Michael. The nature of laws. *Canadian Journal of Philosophy*, v. 7, n. 4, p. 667-698, 1977.
- VAN FRAASSEN, Bas C. *A Imagem Científica*. Tradução de Luiz Henrique de Araújo Dutra. São Paulo: Ed. UNESP/Discurso Editorial, 2007.
- VAN FRAASSEN, Bas C. *Laws and Symmetry*. Oxford: Clarendon Press, 1989.
- VETTER, Barbara. Dispositions without Conditionals. *Mind*, v. 123, p. 129-156, 2014.
- WOODWARD, James. Explanation and Invariance in the Special Sciences. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 51, p. 197-254, 2000.
- WOODWARD, James. *Making Things Happen: A theory of causal explanation*. New York: Oxford University Press, 2003.