



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

A NATUREZA E O CARÁTER DAS LEIS NATURAIS EM POPPER

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CAROLINE SOARES DE ARAUJO

Belém

2018

Caroline Soares de Araujo

A natureza e o caráter das leis naturais em Popper

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia (PPGFIL) da Universidade Federal do Pará (UFPA) como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Filosofia, Linha de Pesquisa: Teoria do Conhecimento, Epistemologia e Filosofia da Linguagem.

Professor Orientador: Dra. Elizabeth de Assis Dias

Belém

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados
fornecidos pelo(a) autor(a)

A658n Araujo, Caroline
 A natureza e o caráter das leis naturais em Popper / Caroline
 Araujo. — 2018
 133 f.

 Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Filosofia
 (PPGF), Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade
 Federal do Pará, Belém, 2018. Orientação: Profa. Dra. Elizabeth
 Assis Dias

 1. Leis naturais. 2. Teoria da ciência. 3. Karl Popper. 4.
 Necessidade física. I. Assis Dias, Elizabeth, *orient.* II. Título

CDD 100



Universidade Federal do Pará - UFPA

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas - IFCH

Programa de Pós-Graduação em Filosofia – PPGFIL

Dissertação intitulada **O caráter e a natureza das leis naturais em Popper**, de autoria de **Caroline Soares de Araujo**, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Profa. Dra. Elizabeth de Assis Dias (UFPA – Orientadora)

Prof. Dr. Pedro Paulo da Costa Corôa (UFPA – Membro interno)

Prof. Dr. Gelson Liston (UEL – Membro externo)

Prof. Dr. Agostinho de Freitas Meirelles (UFPA – Suplente)

BELÉM – PA

2018

*Dedico este trabalho à minha
família.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família, meu marido, meus pais, irmã e avós. Sou eternamente grata por acreditarem em mim e pelo total apoio durante essa jornada, por sempre proporcionarem todos os meios que eu necessitava, incluindo livros, artigos, etc. Obrigada por essa estrutura familiar incrível.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer à professora doutora Elizabeth de Assis Dias, que foi mais que uma orientadora para mim: foi como uma luz me guiando em todos os momentos desta pesquisa. Sem ela para me colocar nos trilhos quando eu me perdia no texto, para corrigir meus incontáveis errinhos, dar sugestões, ter um olhar atento para notas de rodapé, esta dissertação não seria possível. A professora Elizabeth me ensinou muito, não só sobre a filosofia de Popper, mas também que qualquer pesquisa séria é um trabalho em conjunto, de refletir coletivamente sobre um problema e buscar soluções originais. Sou grata por todos esses ensinamentos e pela paciência que ela teve em me orientar.

Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que me agraciou com uma bolsa de pesquisa que permitiu dedicação exclusiva à minha dissertação, e ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da UFPA (PPGFIL) pela oportunidade de participar do programa e desenvolver esta pesquisa.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos Amanda Monteiro, Dilermando Gadelha e Helton Soares. Agradeço à Amanda e ao Dilermando por, lá no comecinho, quando eu ainda escrevia o projeto de pesquisa para a seleção de mestrado, terem conseguido artigos para o meu projeto, e ao Helton por me ajudar com as normas de formatação. Muito obrigada, a ajuda de vocês foi muito importante!

*“As far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain; and
as far as they are certain, they do not refer to reality.”*

Albert Einstein

RESUMO

Popper apresenta, ao longo de uma série de obras e artigos, diferentes caracterizações das leis naturais. Inicialmente, o filósofo define tais leis como enunciados estritamente universais, que, por conta das suas propriedades lógicas, são falseáveis. Em um segundo momento, Popper, a partir das críticas de William Kneale, passa a enfatizar o caráter necessário das leis da natureza. O objetivo desta pesquisa é determinar se as duas caracterizações apresentadas por Popper referentes às leis naturais são divergentes ou se são complementares e se há contradição entre uma dessas concepções e a teoria da ciência estabelecida pelo filósofo. Dessa forma, o problema desta pesquisa estrutura-se em torno da caracterização popperiana das leis naturais e do conceito de necessidade física, em aparente contradição com a natureza falseável que o filósofo atribui a essas leis em obras anteriores ao debate com Kneale. Defendemos a hipótese de que, a ideia de leis como enunciados que expressem necessidade só aparentemente contradiz o falsificacionismo e o conjecturalismo popperiano, na verdade, ela complementa a caracterização inicial de leis como enunciados estritamente universais, sendo consistente, da forma em que foi formulada, com o restante da teoria da ciência proposta pelo filósofo.

PALAVRAS-CHAVE: Karl Popper, leis naturais, universalidade, falsificacionismo, necessidade

ABSTRACT

Popper presents, through a series of works and articles, different characterizations of natural laws. Initially, he defines such laws as strictly universal statements that, due to their logical properties, are falsifiable. In a second moment, as a reply to William Kneale's criticism, Popper starts to emphasize the necessary character of natural laws. The aim of this research is to determine if these two characterizations presented by Popper concerning natural laws are either divergent either complementary and if there is any contradiction between these two conceptions and the theory of science supported by the philosopher. Therefore, the problem of this research is structured around popperian's characterization of natural laws and the concept of physical necessity, apparently contradicting the falsifiable nature that the philosopher assigns to these laws in previous works. We defend the hypothesis that the idea of laws as statements that express necessity just apparently contradicts Popper's falsificationism and conjecturalism. Actually, it completes the first characterization of laws as strictly universal statements, being, the way it was formulated, consistent with popperian theory of science.

KEYWORDS: Karl Popper, natural laws, universality, falsificationism, necessity

LISTA DE SÍMBOLOS

\Box	operador de necessidade
\Diamond	operador de possibilidade
\wedge	operador de conjunção
\vee	operador de disjunção
\neg	operador de negação
\rightarrow	implicação material (condicional)/ se...então...
\leftrightarrow	se e somente se
\forall	quantificador universal
\exists	quantificador existencial
\ni	pertence a
$\not\in$	não pertence a
Σ	soma
\vdash	deduz que, é provado por
\vDash	acarreta

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. CAPÍTULO I: POSSIBILIDADE, JUSTIFICAÇÃO E VERDADE DAS LEIS NATURAIS	16
1.1 A questão da possibilidade de justificação de leis universais e regularidades na natureza	16
1.2 O problema da verdade das leis naturais	33
1.3 Leis naturais como enunciados geneticamente <i>a priori</i>	49
2. CAPÍTULO II: A NATUREZA DÚPLICE DAS LEIS NATURAIS EM POPPER.....	59
2.1 Universalidade estrita e numérica	60
2.2 O caráter necessário das leis	66
2.2.1 Necessidade física e necessidade lógica.....	72
2.3 O caráter falseável e “contingente” das leis naturais.....	79
2.3.1 Crítica popperiana ao essencialismo	86
3. CAPÍTULO III: AS CRÍTICAS À CONCEPÇÃO DE POPPER ACERCA DO CARÁTER DAS LEIS NATURAIS.....	90
3.1 As críticas de autores contemporâneos a Popper	91
3.1.1 O debate Popper x Kneale	91
3.1.2 Circularidade em <i>No</i> : as críticas de Graham Nerlich e Wal Sutching	110
3.2 Críticas de autores mais recentes	120
CONCLUSÃO	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

INTRODUÇÃO

Na obra *A lógica da pesquisa científica*, de 1934, Karl Popper concebe as leis naturais como enunciados estritamente universais que, por conta das suas propriedades lógicas, podem ser falseados por enunciados singulares da experiência. Já no Apêndice X*, publicado em 1959, o filósofo passa a enfatizar o caráter necessário dessas leis, formulando uma definição formal de necessidade física. A partir dessas considerações, levantamos as seguintes questões: A concepção inicial dada pelo filósofo, de leis naturais como enunciados estritamente universais de caráter falseável, pode ser complementada pela ideia de necessidade física ou essas caracterizações são conflitantes entre si? É possível conciliar a ideia de necessidade física com o caráter falseável, no sentido lógico, no pensamento de Popper? O problema desta pesquisa, portanto, está centrado no caráter universal necessário e, ao mesmo tempo, falseável e “contingente” atribuído por Popper às leis naturais. O nosso objetivo é investigar a caracterização que o filósofo desenvolve de tais leis, esclarecendo se há uma relação de contradição ou de complementariedade entre essas diferentes caracterizações.

A hipótese defendida nesta pesquisa é de que não há contradição, mas complementariedade entre a caracterização das leis naturais como enunciados universais, falseáveis e que expressam necessidade física. A introdução deste último conceito, segundo nossa conjectura, tem o papel de aprimorar o entendimento de Popper das leis naturais e esclarecer ideias que já estavam presentes na obra *A lógica da pesquisa científica*, como a perspectiva de que as leis da natureza funcionam como proibições. Defendemos que, a partir da distinção operada por Popper entre necessidade física e necessidade lógica, a concepção de leis naturais como expressando uma espécie de impossibilidade física não é contraditória com o seu caráter falseável e universal, mas converge para uma natureza dúplice, em que sob determinado ângulo as leis naturais são universais e necessárias e, sob um ângulo diferente, são falseáveis e “contingentes”.

Para examinarmos essas questões, no primeiro capítulo, introduziremos a temática das leis naturais no pensamento de Popper a partir da discussão em torno da possibilidade de existência de regularidades na natureza, primeira questão colocada pelo filósofo referente às leis naturais. Temos como foco a abordagem lógico-metodológica adotada por Popper, que, ao se defrontar com o problema da indução, analisa a possibilidade da inferência de enunciados universais, como as leis da natureza, a partir de enunciados particulares. Examinaremos, também, se as leis naturais podem ser verificadas pela experiência ou reduzidas a enunciados singulares, analisando alguns dos argumentos utilizados pelos principais interlocutores de Popper, Moritz Schlick e Rudolf Carnap, no debate acerca da possibilidade de justificação ou verificação das leis naturais. Em seguida, apresentaremos as considerações do filósofo sobre o caráter geneticamente *a priori* das leis naturais e como essa concepção distingue-se do apriorismo kantiano.

No segundo capítulo, analisaremos o caráter dúplice das leis naturais na teoria da ciência popperiana: sob um aspecto, são enunciados universais e necessários e sob outro ponto de vista são “contingentes” e falseáveis. Tomaremos como ponto de partida da nossa análise a distinção entre universalidade estrita e numérica, utilizada pelo filósofo para distinguir leis naturais genuínas de enunciados universais “acidentais”. Em seguida, trataremos do caráter necessário atribuído por Popper às leis naturais, a definição de necessidade física dada pelo filósofo, que emerge do conceito de impossibilidade, de modo que as leis naturais, ao funcionarem como proibições ou prescrições, delimitam aquilo que é possível fisicamente, sendo, nesse sentido, necessárias. Pretendemos ainda esclarecer as diferenças entre necessidade física e necessidade lógica, distinção essa fundamental para sustentar nossa hipótese de que a ideia de necessidade adotada por Popper não contradiz o caráter falseável das leis. Abordaremos também de que modo o filósofo caracteriza as leis naturais como enunciados falseáveis, tratando também do conjecturalismo e falibilismo popperianos. Ao defender uma concepção de leis como conjecturas, Popper opõe-se à tradição epistemológica

que compreende o conhecimento científico como episteme ou crença justificada. Nós jamais poderemos, na visão do filósofo, justificar ou comprovar as nossas teorias científicas, de modo que a certeza ou convicção de que uma teoria ou lei é verdadeira não passa de um sentimento psicológico que não influencia no *status* hipotético destas. A experiência, embora não possa fornecer comprovações conclusivas acerca das leis, pode refutá-las. Por serem enunciados universais, as leis naturais são logicamente equivalentes à negação de enunciados existenciais. A aceitação de um enunciado existencial não permitido pela lei resulta, a partir da aplicação do *modus tollens*, na refutação da lei. Nesse sentido, as leis naturais são falseáveis pela experiência. Com base nessa assimetria lógica entre a verificabilidade e falseabilidade, Popper propõe o falsificacionismo como critério lógico de demarcação e também como procedimento metodológico. O falsificacionismo e o falibilismo são, como diz Mariano Artigas (2001), um dos elementos fundamentais da filosofia popperiana, constituindo não somente a base do método crítico proposto pelo filósofo, como alternativa aos procedimentos indutivos, como também é a solução de Popper ao problema da demarcação científica.

Na sequência, examinaremos a crítica do filósofo à perspectiva essencialista, expondo os principais argumentos que Popper utiliza para defender que as leis naturais não estabelecem explicações supremas acerca dos fatos, relacionando essa crítica às considerações anteriores referentes ao caráter falseável e “contingente” (no sentido de que se opõe à necessidade lógica). O objetivo desse capítulo é, portanto, esclarecer em que sentido o filósofo austríaco compreende tais leis como enunciados estritamente universais e “contingentes”, tendo em vista o falsificacionismo e suas críticas ao essencialismo.

Alguns pensadores, no entanto, foram críticos da caracterização das leis naturais defendida por Popper. No terceiro capítulo deste trabalho, apresentaremos as principais críticas à concepção popperiana das leis naturais e reforçaremos os argumentos utilizados pelo filósofo para responder aos seus críticos. Primeiramente analisaremos as críticas de William Kneale, para o qual

a caracterização das leis naturais como enunciados estritamente universais é insuficiente e inadequada (KNEALE, 1951, p.71). Examinaremos os pontos da crítica de Kneale que não foram aceitas por Popper, demonstrando o porquê do filósofo não aceitar um entendimento do termo “necessário” quando aplicado às leis naturais como equivalente ao da necessidade lógica das tautologias e enunciados analíticos. Em seguida, pretendemos abordar a crítica de Nerlich e Suchting (1967), que detectaram problemas na definição de necessidade física apresentada por Popper no Apêndice X* da obra *A Lógica da Pesquisa Científica*. Segundo os referidos autores, a definição popperiana ou é circular ou não é distinta da posição de Kneale. Além disso, ao admitir uma variação nas condições iniciais, de modo que estas seriam “acidentais”, enquanto as leis naturais seriam “necessárias”, Popper não teria estabelecido claramente um limite para a variação das condições iniciais. Por fim, propomos analisar algumas críticas pontuais feitas por pensadores recentes à concepção de Popper acerca das leis naturais e seu caráter necessário. Analisaremos, por exemplo, a crítica de Artosi e Governatori (2006), que afirmam que a definição popperiana de necessidade física não é diferente do conceito de necessidade lógica.

Pretendemos, dessa forma, demonstrar que não há contradição na caracterização popperiana das leis naturais, mas complementariedade, de modo que a sua concepção converge para uma natureza dúplice das leis naturais. Assim, ao mesmo tempo em que são enunciados estritamente universais que expressam necessidade física, as leis são também falseáveis e sujeitas a mudanças conforme os fatos do mundo, revelando, dessa forma, o seu caráter também “contingente” quando comparadas a tautologias.

CAPÍTULO I: POSSIBILIDADE, JUSTIFICAÇÃO E VERIFICABILIDADE DAS LEIS NATURAIS

Antes de tratarmos do caráter das leis naturais, é necessário examinar a própria possibilidade e justificação das mesmas. Desse modo, este capítulo tem como objetivo introduzir o tema das leis naturais no pensamento de Popper a partir da análise da possibilidade de existência de regularidades na natureza e do problema da justificação lógica dos enunciados que expressam essas leis, na medida em que os empiristas e positivistas modernos defenderam a tese de que elas se originam na experiência e são verificadas pela própria experiência.

Discutiremos, primeiramente, se, na visão de Popper, é possível que existam regularidades na natureza e se podemos, por meio da experiência, derivar leis que expressem essas regularidades. Em um segundo momento, abordaremos a questão da verificação das leis naturais e se essa validade pode ser estabelecida a partir da experiência. Por fim, analisaremos o caráter geneticamente *a priori* atribuído pelo filósofo às leis e de que forma a perspectiva popperiana distingue-se do apriorismo kantiano.

O propósito deste capítulo é, portanto, demonstrar que a concepção positivista de leis naturais como enunciados derivados e validados pela experiência não se sustenta de acordo com Popper. Na perspectiva aqui defendida, o filósofo opõe-se à tradição epistemológica de inspiração indutivista e empirista, de modo a defender um caráter *a priori* das leis naturais, em que a experiência tem o papel de testar e refutar tais leis. Ou seja, os enunciados que expressam leis da natureza, na visão popperiana, são enunciados sintéticos dados *a priori*, mas cuja validade, em um sentido negativo, é estabelecida somente *a posteriori*, ou seja, a partir da experiência.

1.1 A questão da possibilidade de justificação das leis naturais e das regularidades na natureza

Em sua obra *Os Dois problemas fundamentais da teoria do conhecimento*, um conjunto de escritos produzidos nos anos 30, mas publicado em inglês

somente em 1979¹, Popper discute a possibilidade da existência de regularidades na natureza, de modo que a questão que se coloca primeiramente para o filósofo acerca de leis naturais é “se estados de coisas, como representados por enunciados empiricamente universais ou leis naturais, de fato existem.” (POPPER, 2009, p.78, tradução nossa²). Segundo o filósofo, a afirmação de que tais regularidades existem é um enunciado do tipo sintético acerca da natureza:

“De fato, uma asserção ainda mais modesta de que existem realmente leis naturais – ou seja, regras universais que são aplicadas sem exceção e podem servir como base para predições – é, sem dúvida, um juízo sintético; uma vez que não é logicamente inconsistente assumir que não há, nesse sentido, nenhuma lei da natureza, ou seja, que toda regularidade da qual parece não haver exceção, ainda assim é de algum modo incompleta.” (POPPER, 2009, p. 16, tradução nossa³)

Ou seja, tanto é possível que os fenômenos naturais ocorram de modo uniforme por conta de uma propriedade estrutural do mundo, como também é possível que essa uniformidade seja apenas uma antecipação equivocada do pesquisador. Como posteriormente será analisado neste capítulo, tal afirmação acerca da existência de leis pode ser usada para justificar operações indutivas ou generalizações, no entanto, não é possível justificar a própria afirmação de que existem regularidades na natureza sem cair em uma regressão infinita ou que se admita a possibilidade de proposições sintéticas *a priori*.

¹ O original em alemão foi publicado em 1978.

² Texto original: “(...) if such state of affairs, as represented by universal empirical statements or by natural laws, do in fact exist.”

³ Texto original: “Indeed, even the much more modest assertion that there actually are natural laws – that is, universal rules that are applicable without exception and can serve as a basis for predictions – is no doubt a synthetic judgment; for it is not logically inconsistent to assume that there are, in this sense, no natural laws at all, that is, that every regularity for which there seem to be no exceptions, nevertheless is somehow incomplete.”

A questão adquire, portanto, um caráter metafísico segundo o próprio critério de demarcação proposto por Popper, ou seja, não é possível refutar tal afirmação:

“Uma pergunta, por certo, permanece - pergunta que obviamente não pode ser respondida por qualquer teoria falseável, e que é, portanto, ‘metafísica’: como explicar que tão frequentemente alcançamos êxito com as teorias por nós elaboradas - como explicar que existam ‘leis naturais?’” (POPPER, 2013, p.93).

De fato, o filósofo assume que embora essa afirmação expresse fé metafísica na existência de uniformidade dos processos naturais, tal crença torna-se necessária para a prática científica, razão pela qual opta por compreender a busca por leis como uma regra metodológica ao invés de simplesmente adotar um princípio metafísico para sua teoria da ciência (POPPER, 2013b, p.216 e p.222). Essa expectativa por regularidades, que se expressa por meio da fé metafísica na uniformidade dos processos naturais, é entendida por Popper como dada *a priori* pelo entendimento - questão que será vista detalhadamente mais adiante. Essa é uma das formas, portanto, que o filósofo procura explicar a possibilidade de existência de leis naturais. Com efeito, em um adendo à *Lógica da pesquisa científica* publicado em 1972, Popper diz que existem regularidades genuínas no mundo, argumentando que “se as regularidades da natureza não se manifestassem, não poderiam existir observações nem linguagem - não existiria linguagem descritiva nem linguagem argumentativa.” (2013b, p.246).

Muito embora levante essa questão de uma perspectiva metafísica e afirme compartilhar da crença em regularidades na natureza, não é este aspecto que interessa a Popper, cuja preocupação concentra-se na análise se, do ponto de vista lógico, tais leis são possíveis, ou melhor, se é possível justificá-las com base na experiência. De acordo com o filósofo, os enunciados que expressam leis naturais caracterizam-se pela universalidade, o que implica dizer que a possibilidade lógica de validação de leis naturais está atrelada à possibilidade de comprovar-se empiricamente a veracidade de enunciados universais.

Popper, ao analisar esse problema, opõe-se à tese empirista ingênua - que afirma que todo conhecimento tem como base os dados dos sentidos, de modo que as leis naturais universais seriam justificadas a partir da observação de fenômenos da natureza. O filósofo demonstra que tal tese não se justifica logicamente, argumentando que da experiência só é possível derivar enunciados singulares⁴: “nós somos capazes de observar apenas eventos particulares. E, mesmo assim, as ciências empíricas apresentam proposições universais, tais como as leis naturais.” (POPPER, 2009, p.19, tradução nossa⁵). Como, então, podemos conciliar uma ciência que é empírica, ou seja, que se baseia em enunciados singulares extraídos da experiência, com o fato de que esta ciência infere como válidas proposições de caráter universal?

É questionado, portanto, se é válido inferir, com base nesses enunciados singulares, leis universais ou, em outras palavras, se é possível por meio de generalizações justificar logicamente leis naturais. O problema da validade⁶ dos enunciados universais remonta à filosofia cética do escocês David Hume e foi referida por Popper como “o problema da indução”⁷. Os procedimentos indutivos,

⁴ Popper utiliza os termos “singular”, “particular” ou “básico” para exprimir a classe de enunciados de menor grau de universalidade ou, como será visto mais adiante, em oposição ao que Popper determina como universalidade estrita, que abrange todos os casos em todo espaço-tempo. Os positivistas lógicos denominaram esse tipo de proposição como “sentenças protocolares” ou “enunciados atômicos” ou ainda “proposições moleculares”. Todas essas terminologias referem-se, no entanto, a uma mesma classe de enunciados.

⁵ Texto original: “We are only able to observe particular events, and always only a limited number of them. Nonetheless, the empirical sciences advance universal propositions, such as the natural laws.”

⁶ Validade aqui assume o sentido de justificação lógica ou, como Popper coloca na *Lógica*, trata-se de uma *quid juris* em contraposição a uma *quid facti* (questão de fato).

⁷ É importante esclarecer que foi Popper quem denominou o problema da indução como sendo o de Hume. Kant utilizou a mesma expressão, mas referia-se ao problema da causalidade, o qual Popper atribuiu um caráter de menor importância na filosofia de Hume, como afirma a leitura de Dias (2013): “Popper concorda com Kant que há em Hume um problema acerca da conexão causal, mas vê na base deste problema um outro que considera mais fundamental, o da indução.”(DIAS, 2013, p.262). Desse modo, o problema de Hume teria um aspecto duplo, englobando tanto a questão da causalidade, que diz respeito à conexão necessária entre eventos, quanto da indução, que trata da sucessão regular de dois eventos. (DIAS, 2013, p.263)

ao sugerirem a possibilidade de se fazer generalizações, pressupõem que as regularidades na natureza existam e que, portanto, é logicamente válido inferir de enunciados particulares enunciados universais:

“Em termos gerais (e, sendo assim, bem impreciso), os pressupostos da indução a serem examinados devem conter algo mais ou menos nas seguintes linhas : ‘Generalização é admissível’. Este enunciado, no entanto, não deve ser entendido como se implicasse que cada generalização está necessariamente correta. Nós sabemos da experiência que com frequência nós generalizamos de modo bem incorreto (ou seja, quando subseqüentemente a experiência nos prova errados). Nós devemos, portanto, preferir dizer ‘Generalização é possível’, para expressar a ideia de que nosso pressuposto consiste somente no fato de que (com a devida precaução e boa sorte) é possível chegar a generalizações corretas. Essa formulação tentativa, ‘Generalização é possível’, iria então ter que expressar a noção de que generalização pode nos permitir chegar em um enunciado verdadeiro.” (POPPER, 2009, p.77, tradução nossa⁸)

A análise do problema da indução parte de uma investigação da possibilidade lógica de se fazer generalizações tendo por base a experiência. No entanto, antes de tratarmos da abordagem popperiana do problema, é necessário esclarecer alguns pontos da filosofia de Hume, que, na sua obra *Investigação sobre o entendimento humano*, examinou primeiramente essa questão. Hume constrói sua argumentação de modo a demonstrar que a indução não se justifica logicamente como operação do entendimento. Na obra supracitada, o filósofo expõe de que modo se dão as conexões entre ideias

⁸ Texto original: “In the most general (and, for the time being, very imprecise) terms, the assumptions of induction to be examined would have to contain something along the following lines: ‘Generalisation is admissible.’ This statement, however, should not be understood to imply that every generalisation will necessarily be correct. We know from experience that often we generalise quite incorrectly (that is, when subsequently experience proves us wrong). We might, therefore, prefer to say, ‘Generalisation is possible’, to express the idea that our assumption consists only in the fact that (with due caution and good luck) it is possible to arrive at correct generalisations. This tentative formulation, ‘Generalisation is possible’, would thus have to express the notion that generalisation may allow us to arrive at a statement that is true.”

produzidas pelo intelecto, a sua origem e questiona se elas são justificáveis, dividindo o pensamento em duas classes segundo o grau de força ou vivacidade:

“As [percepções mentais] que são menos fortes e vivazes são comumente denominadas pensamentos ou ideias . A outra espécie carece de nome em nossa língua, assim como na maioria das outras, e suponho que isto se dá porque nunca foi necessário para qualquer propósito, exceto os de ordem filosófica, agrupá-las sob algum termo ou denominação geral. Vamos então tomar uma pequena liberdade e chamá-las *impressões*, empregando a palavra num sentido um pouco diferente do usual. Entendo pelo termo *impressão*, portanto, todas as nossas percepções mais vívidas.” (HUME, 2004, p.34, grifo do autor)

Hume, no intuito de justificar a tese empirista de que nosso conhecimento deriva da experiência, chama a atenção para o aparente poder ilimitado do entendimento, afirmando que, embora o pensamento e a imaginação pareçam não ter limites, são as impressões que determinam o conteúdo dessas faculdades. O entendimento, nesse sentido, estaria limitado às operações de “compor, transpor, aumentar ou diminuir os materiais que os sentidos e a experiência nos fornecem.” (HUME, 2004, p.35). Um dos argumentos usados por Hume para sustentar a tese da limitação do entendimento às sensações (e que reitera a tese empirista) é o fato de que pessoas que apresentam alguma deficiência física que as incapacite de experimentar determinadas sensações são também incapazes de formar as ideias correspondentes, como cores no caso da cegueira congênita.

O filósofo, então, propõe uma classificação das ideias em simples e complexas, sendo que as primeiras correspondem diretamente às impressões, enquanto que as últimas são formadas por uma combinação de ideias simples, como é o caso de uma montanha dourada, que não temos experiência, mas que é uma combinação das ideias simples de montanha e de ouro, das quais temos experiência. O pensador escocês também divide as relações entre ideias a partir de três princípios básicos com os quais o entendimento opera: semelhança,

contiguidade e causalidade⁹. Hume coloca em dúvida tais operações, argumentando que nas relações de ideias regidas puramente pela lógica (como é o caso da matemática) temos um conhecimento demonstrado e necessariamente verdadeiro, mas nas questões de fato, que dizem respeito aos fenômenos naturais, o conhecimento é contingente, pois é possível pensarmos em situações que contradigam a verdade dos enunciados factuais, ou seja, tais enunciados não são necessários, como analisa Carlos Garcia (2006):

“(...) a verdade das questões de fato só pode ser estabelecida por meio de uma experiência concreta e envolve argumentos não demonstrativos, cujo resultado jamais pode ser absolutamente certo. A grosso modo, a alegação de que o sol nascerá amanhã, baseada na nossa generalização indutiva de experiências passadas, não é melhor que a alegação que não nascerá, uma vez que nenhuma dessas alegações implica em contradição.” (GARCIA, 2006, p.10)

O foco de Hume é, no entanto, a relação de causa e efeito, já que segundo o pensador escocês, todos os raciocínios envolvendo as questões de fato (da ciência, portanto) estão baseadas nessa relação. Hume atribui a origem dessa operação não à razão, mas ao hábito a partir da experiência de casos particulares. O filósofo defende a tese de que “todas as leis da natureza e todas as operações dos corpos, sem exceção, são conhecidas apenas por meio da experiência” (HUME, 2004, p. 57), sustentando sua argumentação a partir do exemplo de um objeto físico cujo efeito, caso não possamos recorrer à experiência, torna-se impossível de determinar-se. Hume, conclui, portanto, que “todo efeito é um acontecimento distinto de sua causa. Ele não poderia, por isso

⁹ De acordo com Hume, as relações de semelhança são associações feitas a partir da similaridade na aparência das impressões. O filósofo utiliza o exemplo de um retrato, que imediatamente remete àquilo que é retratado. Já as relações de contiguidade dizem respeito às coisas que estão no mesmo espaço e/ou tempo e que, por isso, o entendimento associa as ideias correspondentes das impressões dessas coisas. O exemplo utilizado por Hume é de que a menção de um cômodo de uma casa leva automaticamente ao pensamento nos demais cômodos. Por último, a relação de causa e efeito, segundo o filósofo, é estabelecida pelo entendimento a partir da frequência com que determinados eventos ocorrem. Hume exemplifica essa relação a partir da ideia de ferimento e a ideia de dor, que sempre aparecem de tal forma que assumimos que o ferimento é a causa da dor.

mesmo ser descoberto na causa, e sua primeira invenção ou concepção *a priori* deve ser inteiramente arbitrária” (HUME, 2004, p.59). Mesmo em casos em que a aritmética ou a geometria auxiliam nos cálculos de grandezas, não é possível estabelecer que as leis da natureza derivam dessas aplicações matemáticas.

A questão da causalidade é, no entanto, considerada por Popper como um problema de menor importância na filosofia de Hume¹⁰ e não será aprofundada neste trabalho. O problema que interessa tanto a Popper quanto a essa pesquisa é colocado de forma resumida por Hume na quarta seção da obra *Investigações*: “Qual é o fundamento de todas as nossas conclusões a partir da experiência?” (HUME, 2004, p.61, grifo do autor). É justamente ao responder essa questão que Hume adota uma postura cética com relação às bases ou princípios que justificam a crença de que podemos com segurança tirar conclusões sobre o futuro a partir do passado:

“Admite-se unanimemente que não há conexão conhecida entre qualidades sensíveis e poderes secretos, e, conseqüentemente, que a mente, ao chegar a uma tal conclusão sobre sua conjunção constante e regular, não é conduzida por nada que ela saiba acerca de suas naturezas. Quanto à experiência passada, pode-se admitir que ela provê informação imediata e segura apenas acerca dos precisos objetos que lhe foram dados, e apenas durante aquele preciso período de tempo; mas por que se deveria estender essa experiência ao tempo futuro ou a outros objetos que, por tudo que sabemos, podem ser semelhantes apenas em aparência?” (HUME, 2004, p.63)

Desse modo, configura-se o problema da justificação do “salto” dado no raciocínio de experiências repetidas passadas para experiências futuras. Tal “salto” é o processo dos procedimentos indutivos, cuja problemática Popper retoma com algumas modificações nos termos usados por Hume, reformulando-a – segundo o próprio filósofo, com uma terminologia “menos subjetivista”

¹⁰ Como observa Dias (2013): “Diferentemente de Kant, Popper não dá importância à questão da causalidade, pois considera a forma como Hume trata esse problema inútil, ao se basear em uma ‘insustentável psicologia empirista’, cujo conteúdo subjetivista pouco contribuiu para se erguer uma teoria do conhecimento objetivo (1975).” (DIAS, 2013, p.263).

(POPPER, 1975, p.18.). Popper substitui algumas das expressões usadas por Hume, como “exemplos que temos de experiência” por “asserções de teste” e “exemplos de que não temos experiência” por “teorias explanativas universais”(1975, p.18), definindo os principais pontos do problema da indução da seguinte forma:

“Em outras palavras, o problema lógico da indução emerge de: (a) a descoberta de Hume que é impossível justificar uma lei por observação ou experimento, já que ‘transcende a experiência’; (b) o fato que a ciência propõe e usa leis o tempo todo’... a isso devemos acrescentar (c) o *princípio do empirismo*, que afirma que na ciência, somente observação e experimento podem decidir acerca da *aceitação* ou *rejeição* de enunciados científicos, incluindo leis e teorias “(POPPER, 1962, p.54, grifos do autor, tradução nossa¹¹)

Na sua obra *Conhecimento Objetivo: uma abordagem evolucionária*, Popper divide o problema da indução de Hume em dois aspectos: o lógico (H_L), que diz respeito à justificação das inferências indutivas, e o psicológico (H_{Ps}), que busca dar uma explicação psicológica para o uso da indução mesmo com suas conclusões problemáticas no aspecto lógico. Popper, na sua reformulação, para tratar de H_L, apresenta uma sequência de questões (denominados L₁, L₂, L₃) referentes à indução e em seguida posiciona-se com relação a elas:

“L₁ – Pode a alegação de que uma teoria explanativa universal é verdadeira ser justificada por ‘razões empíricas’; isto admitindo a verdade de certas asserções de teste ou asserções de observação (que, pode-se dizer, são ‘baseadas em experiência’)?

L₂ – Pode a alegação de que uma teoria explanativa universal é verdadeira, ou é falsa, ser justificada por ‘razões empíricas’; isto é, pode a admissão da verdade de asserções de teste justificar

¹¹ Texto original: “In other words, the logical problem of induction arises from (a) Hume's discovery that it is impossible to justify a law by observation or experiment, since it 'transcends experience'; (b) the fact that science proposes and uses laws 'everywhere and all the time' ... To this we have to add (c) *the principle of empiricism* which asserts that in science, only observation and experiment may decide upon the *acceptance or rejection* of scientific statements, including laws and theories.”

a alegação de que uma teoria universal é verdadeira, ou a alegação de que é falsa?

L₃ – Pode uma preferência, com respeito á verdade ou à falsidade, por algumas teorias universais em concorrência com outras ser alguma vez justificada por tais ‘razões empíricas?’” (POPPER, 1975, p.18)

L₁, segundo Popper, não é possível, já que, com base nas leis de inferência lógica em que a verdade das premissas de um argumento é preservada na sua conclusão, um enunciado singular ou um conjunto desses enunciados – que podem ser em grande número - não implica necessariamente em um enunciado universal. O filósofo concorda com Hume, portanto, que o raciocínio indutivo não possui nenhuma base na lógica clássica:

Ora, está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam estes; com efeito, qualquer conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa: independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos. (POPPER, 2013, p.27)

Já a questão L₂, na perspectiva do filósofo, possui uma resposta positiva, uma vez que a negação de um enunciado universal é um enunciado singular existencial (POPPER, 2013, p.61), podendo, desse modo, a verdade de uma asserção de teste demonstrar como falsa uma teoria universal. L₃, estando conectada com L₂, também possui uma resposta positiva por parte do filósofo, que argumenta que em uma situação em que é necessário escolher entre teorias divergentes que explicam o mesmo fenômeno, é preferível optar pela hipótese que não foi falseada (as questões levantadas por L₂ e L₃ serão melhor abordadas mais adiante neste trabalho e por isso não aprofundaremos nesta seção esse assunto).

A partir da conclusão de que as inferências indutivas não apresentam nenhum fundamento na lógica clássica, surge o segundo problema de Hume: como explicar que pessoas ditas racionais sustentem a crença de que os exemplos das quais não se tem experiência irão conformar-se àqueles dos quais

se tem experiência? A explicação dada pelo filósofo é de que por conta do hábito ou do costume tendemos a supor uma conexão de causa e efeito entre eles (HUME, 2004, p.113). A solução de H_{Ps} traz, no entanto, algumas consequências indesejáveis para a epistemologia, em especial para demarcação da ciência, que torna-se, de acordo com Popper, um empreendimento prioritariamente irracional e indistinguível de outras práticas e crenças:

“Por esses resultados, o próprio Hume – uma das mentes mais racionais que já houve- transformou-se num cético e, ao mesmo tempo, num crente: crente numa epistemologia irracionalista. Seu resultado de que a repetição não tem qualquer força como argumento, embora domine nossa vida cognitiva ou nosso ‘entendimento’, levou-o à conclusão de que o argumento, ou a razão, desempenha um papel menor em nosso entendimento. Nosso ‘conhecimento’ é desmascarado como sendo não só da natureza de crença, mas de crença racionalmente indefensável – de uma fé irracional?” (POPPER, 1975, p.16)

A partir das conclusões de Hume, nos vemos diante de algumas possibilidades: (1) A busca por regularidades na natureza é um empreendimento irracional, devendo a ciência limitar-se aos enunciados singulares empíricos; (2) É possível justificar a indução a partir de um princípio, que pode ser analítico, sintético *a priori* ou *a posteriori* e (3) O método da ciência não é indutivo.

A opção (1), que será vista de modo mais detalhado no tópico seguinte deste capítulo, contraria o próprio conceito de conhecimento científico, que consiste, de acordo com Popper, em “procurar regularidades, mais precisamente, estipular regras e testá-las metodologicamente.” (POPPER, 2013a, p.42). Já a solução (2), que propõe um “princípio da indução”, foi defendida por diversos pensadores indutivista na tentativa de justificar o uso de procedimentos indutivos na ciência, como foi o caso de Reichenbach, para quem tal princípio é necessário por “determinar a verdade das teorias científicas” (REICHENBACH, p.67 apud POPPER, 2013, p.28). Popper critica essa solução a partir da análise das premissas que justificam tal princípio, cuja definição consiste na afirmação de que “existem regularidades do tipo lei (estado de coisas), em outras palavras, estado de coisas do tipo que é representado por

enunciados estritamente universais empíricos – por leis naturais” (POPPER, 2009, p.78, tradução nossa¹²). Se existe um princípio que fundamenta a existência de regularidades, seria possível, em tese, também derivar leis naturais a partir da observação de casos repetidos e o problema da indução estaria resolvido. Por fim, a alternativa (3) é aquela adotada pelo filósofo, de modo que Popper dá uma resposta negativa ao problema da indução, preferindo excluí-lo da lógica da pesquisa científica. É importante, antes de abordarmos a solução (3), esclarecer quais os argumentos utilizados pelo filósofo para criticar a opção (2), ou seja, a adoção de um princípio da indução.

Seria tal princípio capaz de justificar as inferências indutivas? Segundo a sua natureza, o princípio de indução pode basear-se (a) na experiência (sendo, portanto, uma proposição *a posteriori*), ou (b) na análise de conceitos (sendo, desse modo, uma proposição analítica *a priori*) ou ainda (c) ser uma proposição sintética *a priori* (POPPER, 1975, p. 34 e POPPER, 2013, p. 29). Se o princípio de indução for sintético, ele derivou da experiência e precisará ser justificado, havendo a necessidade de se recorrer a um princípio de indução de ordem mais elevada, que também derivou da experiência. Desse modo, a concepção (a) leva aos mesmos problemas que as leis naturais enfrentam com a lógica indutiva: uma vez necessário um princípio da indução para fundamentar o princípio da indução primeiramente inferido e assim sucessivamente, o raciocínio conduziria a uma regressão infinita (POPPER, 1978, p. 81). Popper resume seu argumento da seguinte forma:

“A inferência a partir das nossas observações como forma de validade do princípio da indução, por sua vez, representa uma generalização, uma inferência indutiva. E nessa generalização novamente nós (tacitamente ou explicitamente) fazemos a suposição análoga à primeira suposição formulada no princípio da indução. A única diferença é que dessa vez ela consiste não

¹² Texto original: “There are law-like regularities (states of affairs), i.e, states of affairs of the kind that are represented by strictly universal empirical statements – by natural laws”

na indução de uma lei natural, mas na indução do princípio da indução.” (POPPER, 2009, p.80, tradução nossa¹³)

Segundo Popper, para validar essa segunda suposição, denominada princípio da indução de primeira ordem, é necessária uma terceira suposição ou um princípio da indução de segunda ordem, concluindo-se, portanto, que “todo enunciado universal empírico requer um princípio da indução de um tipo mais elevado do que o *inductum*, se ele possui algum valor de validade *a posteriori* (ou verdadeiro ou falso) como um *inductum*. Assim consiste a regressão infinita.” (POPPER, 1978, p.78, tradução nossa¹⁴)

Já a concepção (b), de acordo com o filósofo, transforma o princípio da indução em um enunciado universal da qual os demais enunciados seriam deduzidos, o que implica na conversão das inferências indutivas em dedutivas:

“Ora, o princípio da indução não pode ser uma verdade puramente lógica, tal como uma tautologia ou um enunciado analítico. De fato, se existisse algo assim como um princípio puramente lógico de indução, não haveria problema de indução, pois, em tal caso, todas as inferências indutivas teriam de ser encaradas como transformações puramente lógicas ou tautológicas, exatamente como as inferências no campo da Lógica Dedutiva. Assim sendo, o princípio da indução há de constituir-se num enunciado sintético, ou seja, enunciado cuja negação não se mostre contraditória, mas logicamente possível.” (POPPER, 2013, p.28)

Por fim, a concepção (c), que é a linha defendida por Kant e que foi denominada “doutrina do apriorismo” pelo filósofo, não reflete, de acordo com Popper, de fato a prática científica (POPPER, 1978, p. 57), concedendo ao racionalismo a possibilidade de proposições sintéticas *a priori*, somente

¹³ Texto original: “The inference from our observations as to the validity of the principle of induction in turn represents a generalisation, an inductive inference. And in this generalisation again we (tacitly or explicitly) make an assumption analogous to the earlier assumption formulated in the principle of induction. The only difference is that this time it consists not in the induction of a natural law, but in the induction of a principle of induction.”

¹⁴ Texto original: “Every universal empirical statement requires a principle of induction of a higher type than the inductum, if it is to possess any a posteriori validity value at all (either true or false) as an inductum. Therein consists the infinite regression.”

restringindo-as ao campo puramente formal. Popper observa que foi Kant um dos primeiros pensadores que, ao reagir ao ceticismo de Hume e apontar a incompatibilidade entre a existência de leis ou teorias na ciência moderna e os problemas do método indutivo, propôs essa solução:

“Foi Kant, convertido ao ceticismo por Hume, quem mais claramente reconheceu o caráter quase absurdo do novo conhecimento. Abismado com o sucesso da teoria de Newton e sob a influência de Hume, cem anos após a *Principia* de Newton, Kant colocou a seguinte questão: ‘Como é possível uma ciência pura da natureza?’ Pela frase ciência pura da natureza (ou ‘ciência pura natural’), ele entendeu primeiramente as leis da mecânica de Newton, assim como a teoria dinâmica-atomística da matéria que o próprio Kant (e Boscovic) desenvolvera.”(POPPER, 2009, p. 19, tradução nossa¹⁵)

A questão posta por Kant, dessa forma, tem a ver com o conflito entre a existência das Leis de Newton como um conhecimento científico válido e o fato demonstrado por Hume de que não é possível derivar da experiência leis ou enunciados universais. Ou seja, como manter o conhecimento científico do modo que o entendemos tendo em vista os problemas apontados por Hume? A solução kantiana foi justamente a adoção de um princípio de caráter sintético *a priori* que estabeleça como válidas *a priori* as inferências relativas às regularidades na natureza.

Na *Dedução transcendental da Crítica da Razão Pura*, Kant tem como objetivo, na interpretação popperiana, “justificar a proposição sintética *a priori* de que ‘regularidades do tipo lei’ existem” (POPPER, 2009, p.112, tradução nossa¹⁶). Partindo da análise dos conceitos de “conhecimento da realidade” e de

¹⁵ Texto original: “It was Kant, converted to scepticism by Hume, who most clearly recognized the almost absurd character of the new knowledge. Astonished by the success of Newton’s theory and under the influence of Hume, a hundred years after Newton’s *Principia*, Kant posed the following question, “How is a pure science of nature possible?” By the phrase pure science of nature (or “pure natural science”), he understood primarily the laws of Newtonian mechanics, and also the dynamic-atomistic theory of matter that Kant himself (and Boscovic) had developed. “

¹⁶ Texto original: “ The task required of the *transcendental deduction*, and the purpose of carrying it out is to justify the synthetic *a priori* proposition that ‘law-like regularities’ exist”

“experiência”, Kant busca, na leitura de Popper, demonstrar que “sem regularidades do tipo-lei, não é possível haver nenhum conhecimento científico” (POPPER, 2009, p.113, tradução nossa¹⁷). Para Popper, o problema da proposta kantiana, no entanto, está em assumir que tal proposição tem o caráter necessário.

O filósofo argumenta que, uma vez que as proposições sintéticas *a priori* exigem justificativa e não é possível utilizar uma outra proposição desse tipo para justificá-las, é impossível provar a sua validade (POPPER, 1978, p.30). Popper também aponta o problema ao assumir a partir do conceito de experiência, que a própria experiência é necessariamente possível (e que, portanto, implica nas regularidades do tipo lei):

“Esse giro sintético *a priori* da *Dedução transcendental* é, no entanto, obviamente inadmissível. Uma vez que é um juízo sintético *a priori*, a pressuposição de que a experiência deve ser incondicionalmente possível deveria ela mesma antes ser provada. Pressupor [a experiência] sem justificção é impermissível segundo os próprios princípios de Kant, já que seria ‘dogmática’.” (POPPER, 2009, p.115, tradução nossa¹⁸)

Popper propõe uma distinção entre dois conceitos que geralmente são entendidos pela mesma expressão (“regularidades do tipo lei”), esclarecendo que essa expressão pode referir-se tanto à ideia rígida de que as leis naturais definitivamente existem, quanto à concepção de que “até o momento, não há exceção para esta lei ou regra” (POPPER, 1978, p.116). O primeiro conceito é *a priori*, enquanto que o segundo expressa uma ideia *a posteriori*, a qual Popper denominou “como-se-fosse lei” (*as-if-law*).

¹⁷ Texto original: “Without law-like regularities there can be no scientific knowledge.”

¹⁸ Texto original: “This synthetic *a priori* turn of the transcendental deduction is, however, obviously inadmissible. For as a synthetic *a priori* judgment, the presupposition that experience must be unconditionally possible would itself first have to be proved. To presuppose it without justification is impermissible according to Kant’s own principles, for it would be ‘dogmatic’.”

A concepção *a posteriori* estaria, segundo o filósofo, de acordo com os conceitos de testabilidade e objetividade científica, pois o *status* verdadeiro de uma lei natural seria sempre provisório, expressando simplesmente que até o momento determina lei não foi refutada pela experiência. De fato, Popper nos diz que se todas as proposições sintéticas *a priori* referentes às regularidades na natureza forem abandonadas e transformadas em enunciados analíticos de um argumento dedutivo, teremos uma concepção de lei natural muito próxima da sua, já que esses enunciados seriam submetidos a testes e uma contradição entre enunciados analíticos indicaria que a lei em questão é falsa. Assim, concluímos que os enunciados só podem ser compreendidos como analíticos na visão de Popper no sentido de que, a partir de um argumento dedutivo, podemos detectar contradições que apontem para a falsidade da lei em questão, não como sendo necessariamente verdadeiros como é o caso de enunciados matemáticos e lógicos também de natureza analítica: “Ao reexaminar a análise conceitual da objetividade ou testabilidade do conhecimento científico com relação a essa questão, nós devemos concluir que esse juízo analítico só pode ser afirmado no sentido de ‘como-se-fosse lei’.” (POPPER, 2009, p.116, tradução nossa).

A ideia de que até o momento determinadas leis naturais não foram contraditas pela experiência não é, no entanto, suficiente para fundamentar *a priori* um princípio da indução, já que a conclusão *a posteriori* de que até o momento a natureza tem operado de modo regular não implica logicamente na validade de um princípio de regularidade da natureza.

Assim, Popper rejeita todas as possibilidades de se justificar as inferências indutivas tendo como base um princípio de indução. Outros pensadores, no entanto, buscaram estabelecer os procedimentos indutivos a partir da probabilidade, substituindo o adjetivo “verdadeira” por “provável” atribuído às leis naturais. Segundo essa concepção, embora os enunciados universais derivados de enunciados singulares - frutos, dessa forma, de inferências indutivas - não sejam verdadeiros, eles são mais ou menos prováveis em uma escala que varia da falsidade até a verdade, sendo que a verdade absoluta não pode ser alcançada pela ciência, mas elevados graus de

confiabilidade conforme o número de instâncias ou enunciados singulares que deram origem ao enunciado universal. Keynes e Reichenbach foram os principais defensores dessa teoria, mas, como será visto nos tópicos seguintes, até pensadores como Carnap e Schlick adotaram ideias similares, associando a probabilidade com a lógica indutiva.

Atribuir graus de probabilidade ao invés de validade às leis naturais, porém, ainda não resolve os problemas da indução apontados anteriormente: o fato de que determinado evento foi observado com uma certa frequência não nos permite inferir que a probabilidade de ele acontecer novamente é maior, sendo necessário um princípio que justifique essa inferência. Nas palavras de Popper:

“(...) as dificuldades mencionadas em nada diminuem se falarmos em probabilidade. Pois, se se deve atribuir grau de probabilidade a enunciados que se fundamentam em inferência indutiva, esta terá que ser justificada pela invocação de um novo princípio da indução, convenientemente alterado. E surgirá a necessidade de justificar esse novo princípio, e assim por diante. Nada se ganha, aliás, tomando o princípio da indução não como ‘verdadeiro’, mas apenas como ‘provável’.” (POPPER, 2013b, p.29)

Dessa forma, mesmo ao recorrer-se à probabilidade visando estabelecer os procedimentos indutivos, somos conduzidos ou à regressão infinita ou ao apriorismo, ou seja, os problemas da indução persistem. Assim, a conclusão de Popper é que “as dificuldades da lógica indutiva são intransponíveis” (POPPER, 2013b, p.29). Pode-se, no entanto, formular o problema da indução a partir de um aspecto diferente da inferência de leis universais a partir de casos particulares: veremos no próximo tópico como Popper responde a essa outra dimensão do problema e de que modo o filósofo conclui que as leis naturais não podem ser validadas a partir da experiência.

1.2 O problema da verdade das leis naturais

Vimos no tópico anterior que não há qualquer possibilidade de se estabelecer segundo a lógica clássica as leis universais a partir de um procedimento indutivo, ou seja, que não é possível justificar logicamente a

passagem de casos particulares para enunciados universais como as leis, nem mesmo recorrendo-se ou a um princípio de indução (seja este de natureza analítica, sintética *a posteriori* ou *a priori*) ou substituindo-se o conceito de verdade pelo de probabilidade. O problema da indução pode, no entanto, também ser formulado a partir da questão acerca da validade ou verdade das leis naturais, tendo por base a experiência (POPPER, 2013b, p.28), trata-se da questão acerca da própria possibilidade de se verificar essas leis por meio de dados empíricos.

Para a tradição epistemológica, a ciência é capaz de comprovar definitivamente suas hipóteses caso estas sejam repetidas vezes “verificadas” pela experiência. Muitos pensadores, inclusive, consideram que certas teorias, devido ao seu alto grau de verificação, devem ser denominadas “fatos científicos” ou “leis”¹⁹, deixando, dessa forma, de ser enunciados hipotéticos. Uma lei natural, nesse sentido, é uma hipótese com um elevado grau de verificação e certeza. O filósofo Gilbert Ryle afirma, por exemplo, que “muitas vezes temos certeza, e com segurança temos uma proposição de lei” (RYLE, 1937, p.38). Popper cita também Hugo Dingler, para quem “o propósito da ciência é a obtenção de enunciados absolutamente certos, irrevogavelmente verdadeiros.” (POPPER, 2013b, p.36), que seriam justamente as leis da natureza.

É, no entanto, com os positivistas lógicos Rudolf Carnap e Moritz Schlick que Popper estabelece um rico debate acerca da possibilidade de verificação de uma lei natural. Na visão desses pensadores, todos os enunciados sintéticos significativos, incluindo-se, portanto, as leis da ciência, além de serem obtidos através da experiência, devem ser empiricamente verificáveis, ou seja, devem ser passíveis de verificação pela própria experiência. Na leitura de David Miller (2011), de modo geral, o positivismo moderno admite somente duas possibilidades de conhecimento: o analítico, justificado por meio de provas formais, e o sintético, justificado por meio de provas empíricas (MILLER, 2011,

¹⁹ Temos, por exemplo, Fitzhugh (2007), que coloca a teoria da evolução como um fato científico.

p.2). Temos, desse modo, que o conceito de conhecimento é entendido pelo positivismo como sempre exigindo justificação ou comprovação, seja empírica, seja formal, dependendo da natureza dos enunciados.

O filósofo positivista Moritz Schlick (1936) introduz a ideia de verificação de leis naturais e demais enunciados no artigo *Meaning and verification*, afirmando que “enunciar o significado de uma sentença equivale a estabelecer as regras segundo as quais ela deve ser usada, e isso é o mesmo que enunciar o modo em que ela pode ser verificada (ou falseada). O significado de uma proposição é o método da sua verificação.” (SCHLICK, 1936, p.341, tradução nossa²⁰). Nesse sentido, é possível observar que para Schlick verificação e falsificação são operações simétricas, necessárias para a determinação do significado de uma sentença. Essa mesma perspectiva é reforçada no artigo *Positivism and realism*, em que Schlick enfatiza ainda mais a verificação como condição para se estabelecer o significado de uma sentença:

“(...) posso apontar o caminho para a verificação em princípio (...). Enunciar as circunstâncias em que uma proposição é verdadeira *equivale* a enunciar o seu significado, e nada mais. E essas ‘circunstâncias’, como nós já vimos, são encontradas em última análise no dado. Diferentes circunstâncias implicam diferenças no dado. O *significado* de toda proposição é, enfim, determinado somente pelo dado, e por absolutamente nada mais.” (SCHLICK, 1979, p.41, grifos do autor, tradução nossa²¹)

Segundo a interpretação de Popper, essa ideia foi inspirada pela filosofia de Ludwig Wittgenstein (2010), que, na sua obra *Tractatus logico-philosophicus*,

²⁰ Texto original: “Stating the meaning of a sentence amounts to stating the rules according to which the sentence is to be used, and this is the same as stating the way in which it can be verified (or falsified). The meaning of a proposition is the method of its verification.”

²¹ Texto original: “(...) I can also, by this very fact, point out the road to verification in principle (even though, for practical reasons, I may often be unable actually to tread it). To state the circumstances under which a proposition is true is *the same* as stating its meaning, and nothing else. And these ‘circumstances’, as we have now seen, have ultimately to be found in the given. Different circumstances imply differences in the given. The *meaning* of every proposition is ultimately determined by the given alone, and by absolutely nothing else.”

apresenta o conceito de verificação como a relação verdadeira estabelecida entre proposições e fatos, de modo que todas as proposições se reduzem a “sentenças protocolares” (também chamadas de “enunciados atômicos” e “enunciados moleculares”), que são enunciados factuais de registro de observações. Wittgenstein afirma que “uma proposição apresenta a existência e a não-existência de fatos atômicos” e que “a totalidade de proposições verdadeiras é o total das ciências naturais (ou a totalidade das ciências naturais)”(WITTGENSTEIN,2010, p.44, tradução nossa²²). Rudolf Carnap (2005) adota uma concepção similar, admitindo que “verificação significa testar com base na experiência” (CARNAP, 2005, p.289). Todos esses pensadores assumem, portanto, a possibilidade lógica de verificação de enunciados científicos a partir da experiência, considerando os demais enunciados como pseudoenunciados, enunciados sem sentido ou não-científicos. A questão da demarcação científica e do critério de significação não é, no entanto, o foco do nosso trabalho, muito embora essa seja a principal abordagem de Popper ao criticar o verificacionismo positivista. Ao invés de tratarmos esse problema a partir do aspecto da demarcação, interessa para a nossa análise questionar se é possível, na perspectiva popperiana, estabelecer definitivamente a verdade de teorias na ciência, ou, em outras palavras, se é possível verificar as leis naturais.

Popper nos oferece uma resposta negativa para essa questão, fundamentando seu argumento a partir da análise das propriedades lógicas dos enunciados que expressam leis naturais: tais enunciados caracterizam-se por serem estritamente universais, ou, em outras palavras, não se referem a um número finito de casos particulares no espaço e no tempo. A experiência, no entanto, nos fornece apenas esses casos particulares condicionados pelo espaço e pelo tempo, logo, para verificar-se um enunciado universal, é necessário observar todos os casos de ocorrência de determinado evento, em

²² Texto original: “The totality of true propositions is the total natural science (or the totality of the natural sciences).”

todo o Universo e por toda a eternidade, tarefa impossível de ser realizada por prolongar-se *ad infinitum*. Diz-nos Popper:

“Enunciados estritos ou puros, sejam universais, sejam existenciais, não sofrem restrições quanto a espaço e tempo. Não se referem a uma região individual, limitada, espaço-temporal. (...). Precisamente por essa razão, os enunciados estritamente universais não são verificáveis. Não podemos investigar o mundo inteiro para ter a certeza de que nada existe proibido pela lei.” (POPPER, 2013b, p.62)

Um outro aspecto importante da oposição de Popper ao verificacionismo é com relação ao raciocínio circular adotado pelo indutivismo, que afirma derivar as leis naturais da experiência e recorre novamente à experiência para justificá-las (POPPER, 2011, p.407). Embora essa seja uma crítica feita frequentemente contra a própria ciência, de acordo com Popper, o procedimento científico difere em grande medida da “lógica” indutiva, porque a experiência, ao invés de ser usada para verificar as hipóteses, tem o objetivo de refutá-las. Nesse sentido, é a atitude crítica perante as leis e sistemas teóricos que caracteriza a ciência: ao invés de buscarmos formas de verificar nossas hipóteses, que é uma tendência natural segundo o filósofo, devemos criticá-las. A crítica, na visão de Popper, significa submeter as nossas ideias, teorias, tais como as leis naturais, a testes que busquem falseá-las.

Os defensores do verificacionismo, por outro lado, adotam, segundo a perspectiva popperiana, uma postura acrítica, pois sempre tentaram encontrar casos que verifiquem uma hipótese, evitando a refutação e a crítica recorrendo a *ad hocs* e estratégias convencionalistas (até mesmo a pseudociência opera desse modo, sempre encontrando casos que verifiquem as suas alegações). Segundo Popper (2005, p.274), alguns empiristas, como Francis Bacon (2003), tentaram corrigir esse problema a partir da eliminação desses vieses e preconceitos²³: Bacon considera que antes do cientista propor-se a interpretar os fenômenos naturais, ele deve eliminar ou purificar o espírito das falsas noções

²³ Aqui estamos expondo a interpretação que Popper faz da teoria de Bacon, identificando os ídolos baconianos como vieses, antecipações e preconceitos, já que Bacon não utiliza exatamente esses termos.

ou ídolos que o impedem de chegar à verdadeira forma da natureza. (BACON, 2003, p.38). Como será visto no terceiro tópico deste capítulo, tal concepção, além de sugerir uma tarefa impraticável, representa uma restrição à imaginação do cientista na hora de formular suas hipóteses, já que ele é incapaz de derivar puramente da experiência as leis naturais.

Embora defensores do verificacionismo possam alegar que essa acusação é exagerada, segundo Popper, por motivos lógicos, tudo (com exceção da contra-instância ou potencial falseador) pode ser considerado uma confirmação de determinada teoria ou lei (POPPER, 2005, p.276). O filósofo, nesse sentido, parece fazer uma referência crítica ao Paradoxo do Corvo (*Raven's Paradox*), apresentado por Carl Hempel (1945, p.11) para abordar a lógica da confirmação. Segundo esse paradoxo, dependendo de como uma hipótese é formulada logicamente, é possível confirmá-la a partir da observação de um objeto com propriedades que neguem tanto o antecedente quanto o conseqüente da lei universal. Trata-se, portanto, de uma hipótese na forma "Se x for um P, x será Q".

O problema do Paradoxo do Corvo está baseado no princípio de equivalência lógica entre enunciados universais, de modo que uma lei universal como (α) "Todos os corvos são negros" é equivalente a (β) "Todas as coisas não-negras são não-corvos". No caso de (α), um enunciado que expresse a existência de um corvo negro oferece evidência parcial que confirma essa lei e, no caso de (β), um enunciado que trate da existência de qualquer outro objeto cuja cor não seja negra, como, por exemplo, uma maçã vermelha, oferece evidência parcial para (β). Como os enunciados são logicamente equivalentes, as evidências parciais que confirmam (β) também confirmam (α). Assim, todas as outras instâncias em que observamos "não-corvo" e uma cor "não-negra" confirmam a lei (α). (HEMPEL, 1945, p.14). Popper conclui, portanto, que os casos que são compatíveis com uma lei não são de fato interessantes para a ciência, ao contrário das refutações:

"Isso demonstra porquê a verificação, ou instanciação, é muito fraca para ter qualquer significância, e porquê os casos são

interessantes somente quando se tem expectativa por uma contra-instância, a menos que, de fato, a teoria seja verdadeira. Mais precisamente, os casos interessantes serão casos cruciais - casos para os quais a teoria a ser testada prevê resultados que diferem dos resultados previstos por outras teorias significantes, especialmente por aquelas teorias que têm sido aceitas por enquanto.” (POPPER, 2005, p.276, tradução nossa²⁴)

Assim, concluímos que a verificação de uma lei universal não é possível²⁵. Mas seria admissível manter o verificacionismo na ciência, considerando-se a universalidade das leis naturais de uma perspectiva distinta da popperiana? Uma corrente dentro do positivismo lógico, a qual Popper denominou “positivismo estrito” (2013a, p.51), sustentou essa tese. Tendo como principal porta-voz Moritz Schlick, de acordo com essa corrente, as leis da natureza não são enunciados genuínos, mas operam como se fossem funções para a formação de enunciados singulares a partir de relatos condensados.

A universalidade das leis naturais deixa, desse modo, de ser estrita e passa a ser numérica. A distinção entre os tipos de universalidade é de fundamental importância para a teoria da ciência popperiana, como veremos com maiores detalhes no próximo capítulo. A universalidade estrita, segundo o filósofo, não se refere a “uma classe finita de elementos específicos, dentro de uma finita região individual (ou particular do espaço-tempo)” (POPPER, 2013b, p.56), não podendo, dessa forma, ser reduzida a um conjunto de enunciados singulares. Já a universalidade numérica não é de fato universal para Popper, pois é possível reduzir um enunciado numericamente universal a uma conjunção de enunciados singulares. O filósofo considera, portanto, que enunciados

²⁴ Texto original: “This shows why verification, or instantiation, is too cheap to be of any significance, and why only such cases are interesting as might be expected to be counter-instances unless, indeed, the theory is true. More precisely, the interesting cases will be crucial cases—cases for which the theory to be tested predicts results which differ from results predicted by other significant theories, especially by those theories that have been so far accepted.”

²⁵ Como veremos no próximo capítulo, embora a verificação empírica de uma lei seja impossível, é possível falseá-la.

numericamente universais são, na verdade, enunciados básicos ou singulares (2013b, p.55).

Como é possível verificar cada caso de uma conjunção de enunciados singulares, enunciados numericamente universais podem ser verificados pela experiência. E é justamente a partir da verificação de regularidades na natureza que Schlick (1961), no artigo *Causality in contemporary physics*, busca caracterizar as leis naturais e a causalidade. O filósofo reconhece, no entanto, as próprias limitações da verificabilidade, que tornariam, segundo seu sistema, os enunciados que expressam leis universais enunciados não genuínos, como podemos observar nesse trecho:

“Primeiro, eu disse anteriormente que nós podemos reconhecer a ‘verificação’ de uma regularidade como uma característica adequada da causalidade, mas sujeita à limitação. Essa limitação consiste no fato de que a confirmação de uma predição jamais prova de fato a existência de uma causalidade, mas somente a torna provável. Verificação final é, portanto, impossível em princípio. Nós deduzimos daí que um enunciado causal logicamente não tem todas as características de uma proposição, já que uma proposição genuína deve permitir-se ser verificada.” (SCHLICK, 1961, p.188, tradução nossa²⁶)

Nota-se que Schlick já antecipa alguns conceitos que serão utilizados posteriormente por Carnap, como é o caso da completude da verificação e da atribuição de maior probabilidade conforme determinada lei é “verificada”²⁷. Schlick, no entanto, também sugere que as leis naturais são como relatos

²⁶ Texto original: “First, I said previously that we may recognize the 'verification' of a regularity as the adequate characteristic of causality only subject to a limitation. This limitation consists in the fact that the confirmation of a prediction never actually proves the existence of causality but always only makes it probable. Final verification is therefore, so to say, impossible in principle. We deduce there from that a causal statement logically does not at all have the characteristic of a proposition, for a genuine proposition must in the end allow itself to be verified.”

²⁷ Schlick, no mesmo artigo, novamente reforça essa concepção de probabilidade ao afirmar que “at any rate we see that if a formula corresponds to both of the earlier and inadequate criteria we consider it probable that it is really the expression of a law, of an actually existing order, that it will therefore be confirmed. If it has been confirmed, we think it again probable that it will continue to be so.” (SCHLICK, 1961, p.189)

condensados, ou seja, como enunciados numericamente universais. Segundo essa concepção, o problema da indução ou, em outras palavras, de se estabelecer a validade ou justificação do conhecimento científico, desaparece, já que, ao serem reduzidas a um número finito de casos, restritos à circunstâncias espaço-temporais, as leis naturais podem ser verificadas. O positivismo estrito, desse modo, mantém a tese fundamental do empirismo, em que a experiência é capaz de validar os enunciados científicos, tendo, porém, que abrir mão da universalidade estrita das leis naturais.

Ao tomar as leis da natureza como relatos condensados, o positivismo estrito, embora mantenha a consistência lógica do seu sistema, torna-se incompatível com os procedimentos científicos, já que para fazer previsões e testá-las, é necessário irmos além dos casos já observados. O próprio Schlick caracteriza as leis como capazes de expressar regularidades somente se tiverem sucesso nas suas previsões: “Para o físico, como um investigador da realidade, a única coisa importante, decisiva, e essencial é que as equações derivadas de certos dados sejam aplicáveis a outros dados, novos dados. Somente quando isso é verdadeiro ele considera sua fórmula uma lei.”, concluindo, em seguida, que “o verdadeiro critério de uma lei, a evidência essencial da causalidade, é o sucesso das previsões.” (SCHLICK, 1961, p.187, tradução nossa²⁸).

De acordo com Popper, o positivismo estrito acaba sendo irreconciliável com a metodologia científica baseada em testes e previsões, justamente porque “a partir de relatos condensados, não se pode nunca tirar consequências sobre eventos desconhecidos, sobre ‘novos dados.’” (POPPER, 2013a, p.58). Somente leis como enunciados estritamente universais podem logicamente

²⁸ Texto original: “For the physicist, as an investigator of reality, the only important, decisive, and essential thing is that equations derived from certain data be applicable to other, new data. Only when this is true does he consider his formula to be a law. In other words, the true criterion of law, the essential sign of causality, is the success of prediction.”

inferir enunciados singulares futuros, que significa ser capaz de realizar predições.

Um outro ponto importante levantado por Popper é de que mesmo admitindo-se as leis como relatos condensados e predições como extrapolações dos casos observados, ainda assim tal concepção é incompatível com a maioria das leis naturais formuladas na ciência, já que elas estão inseridas em sistemas teóricos que vão muito além de uma simples extrapolação de uma sequência de observações (POPPER, 2013a, p.59): “as leis da natureza mais importantes, mais típicas, são (...) tudo menos extrapolações: elas incluem sempre um pensamento, (...) que é inteiramente novo, um pensamento que vai além do domínio das sequências de observações.” (POPPER, 2013a, p.59). Ou seja, as leis descobertas na ciência sempre propõem soluções teóricas que transcendem a simples observação e delas se pode deduzir diversos outros eventos que ainda não foram observados e não guardam nenhuma relação com possíveis casos observados que produziram a teoria (um exemplo é a dedução da existência do planeta Netuno por meio da teoria de Newton, observação que só seria feita cerca de dois séculos após a formulação das leis newtonianas).

Ainda no *Causality*, Schlick alega que as leis universais (logo, que não podem ser verificadas) devem ser entendidas como enunciados de formação ou transformação. Em outras palavras, as leis seriam como funções que possibilitam a dedução de predições:

“Tem sido, de fato, frequentemente observado que não é possível falar-se de uma absoluta verificação de uma lei, já que nós sempre, por assim dizer, silenciosamente reservamos o direito de modificá-la com base nas experiências posteriores. Se posso acrescentar algumas palavras acerca da situação lógica, a circunstância mencionada significa basicamente que uma lei natural não possui o caráter lógico de uma ‘proposição’, mas representa ‘uma direção para a formulação de proposições’.
“(SCHLICK, 1961, p.190, tradução nossa²⁹)

²⁹ Texto original: “It has indeed been frequently observed that one cannot actually speak of an absolute verification of a law, since we always, so to say, silently reserve the right to modify it on the basis of further experience .If I may in passing add a few words about

Na visão popperiana, a concepção de Schlick alinha-se, de certo modo, com a posição instrumentalista, em que as leis naturais e demais elementos de sistemas teóricos na ciência não são mais que simples instrumentos de cálculo e predição de eventos, tal qual observamos nas ciências aplicadas. Indo em uma direção distinta, a teoria da ciência proposta por Popper, além de conceber as leis naturais como meios para a realização de predição de fenômenos, compreende o papel explicativo dessas leis, sob um ponto de vista realista, distinguindo-as de simples regras de computação de uso técnico para predição de fenômenos (POPPER, 1962, p. 186 e POPPER, 2005, p.155). Ademais, para o filósofo, a perspectiva de Schlick ainda está presa ao ideal de episteme, em que o conhecimento científico deve ser composto por enunciados verificados empiricamente e definitivos. “Abandonando-se essa hipótese”, diz Popper, “torna-se viável resolver, sem dificuldades, a contradição que se manifesta no problema da indução. Podemos, de fato, sem quebra de coerência, admitir que as leis e teorias naturais são enunciados genuínos *parcialmente decisíveis* - isto é, enunciados que, por motivos de ordem lógica, não são verificáveis.” (POPPER, 2013b, p.276-277, grifo do autor).

Enquanto que Schlick propõe manter a tese fundamental do empirismo e a verificação de enunciados científicos, optando por atribuir uma universalidade numérica às leis científicas, Carnap abandona o conceito de verificação, substituindo-o pelo conceito de confirmação. No artigo *Testabilidade e significado*, o filósofo concorda com a tese de Popper de que não é possível verificar definitivamente os enunciados universais, apresentando sua nova definição de confirmação e testabilidade:

“Se por verificação se entende um estabelecimento definitivo e final da verdade, então, como veremos, nenhum enunciado (sintético) é jamais verificável. Podemos somente confirmar, cada vez mais, uma sentença. (...).Distinguimos o teste de uma sentença de sua confirmação, entendendo por isso um

the logical situation, the circumstance mentioned means that basically a natural law does not have the logical character of a 'proposition' but represents 'a direction for the formulation of propositions'.”

procedimento - por exemplo, a realização de determinados experimentos - que conduz à confirmação de algum grau da própria sentença ou de sua negação. Diremos que uma sentença é testável se conhecermos um desses métodos para testá-la; e diremos que é confirmável se soubermos sob que condições a sentença seria confirmada.” (CARNAP, 1985, p.171)

A confirmabilidade refere-se à possibilidade de um enunciado ser redutível a uma classe de predicados observáveis confirmáveis³⁰, distinguindo-se da testabilidade, que diz respeito à existência de métodos de testes que possibilitem a realização da confirmação, sendo, desse modo, a confirmabilidade uma propriedade lógica dos enunciados sintéticos, não uma possibilidade empírica de teste. Carnap retoma a tese fundamental do empirismo, em que os enunciados devem ser reduzidos à experiência, tal qual observamos em Wittgenstein e Schlick. Qual seria, então, a diferença entre a verificação e a confirmação? No artigo em questão, é introduzido o conceito de completude para distinguir grau de confirmação da simples verificação: nem todos os enunciados científicos são completamente confirmáveis, como é o caso das leis universais. A confirmabilidade e a testabilidade completas somente se aplicariam aos enunciados moleculares, que formam a classe de enunciados aos quais as leis são redutíveis de modo incompleto.

Até esse ponto, Carnap parece aceitar as críticas popperianas, adotando, no entanto, uma versão atenuada do verificacionismo positivista. As leis naturais, segundo essa nova perspectiva, não podem ser completamente verificadas ou redutíveis à experiência. Alguns detalhes desse artigo, porém, são considerados problemáticos por Popper, como é o caso da insistência de Carnap em manter um critério de demarcação que coincide com o de significado - e que é insuficiente para distinguir ciência de metafísica - além da ideia de uma

³⁰ Carnap estabelece a redução lógica como expressa simbolicamente nas formas “ $Q1 \rightarrow (Q2 \rightarrow Q3)$ ” e “ $Q1 \rightarrow (Q2 \leftrightarrow Q3)$ ”, em que o enunciado Q3 é reduzido a Q2 e Q1. Ver também CARNAP, 1985, p.177 e p.189.

linguagem formal unificada para a ciência. Essas questões não são, no entanto, o foco desta pesquisa.

Em contrapartida, um ponto relevante para nossa análise do verificacionismo é levantado por Carnap no *Testabilidade e significado* e é questionado por Popper: a ideia de que é possível confirmar completamente enunciados factuais a partir da operação de redução. Nessa perspectiva, os enunciados seriam reduzidos até um nível de confirmabilidade completa. No entanto, como objeta Popper, mesmo enunciados desse tipo possuem termos universais que não podem ser reduzidos à experiência, logo, que não podem ser “verificados” (ou “completamente confirmados” na nova terminologia carnapiana). A tentativa de Carnap de estabelecer uma “ordem” de redução, que vai dos enunciados universais incompletamente confirmáveis para os enunciados moleculares factuais completamente confirmáveis produz um ciclo vicioso impossível de se resolver na visão de Popper, já que, sempre precisamos recorrer a universais para definir conceitos. No próprio exemplo dado em *Testabilidade* para a definição de “solúvel” com base no conceito de “água”, seria necessário um outro conceito universal - possivelmente o de solubilidade - para definir “água”, e assim sucessivamente. Conclui-se, portanto, que mesmo os enunciados moleculares não são conclusivamente confirmáveis, como nos diz o filósofo:

“Existe um bom motivo porque esse ciclo não pode ser quebrado, estabelecendo-se uma ordem definitiva de redução ou introdução. E é esse: nossos testes jamais são conclusivos e sempre são tentativos. Nós nunca devemos concordar com uma regra nos dizendo para pararmos nossos testes em um momento particular - digamos, quando chegarmos em predicados primitivos. Todos os predicados são para o cientista igualmente disposicionais, ou seja, abertos para dúvida, e para testes.” (POPPER, 1962, p.430, tradução nossa³¹)

³¹ Texto original: “There is a very good reason why this circle cannot be broken by establishing a definite order of reduction or introduction. It is this: our actual tests are never conclusive and always tentative. We never should agree to a ruling telling us to stop our tests at any particular point—say, when arriving at primitive predicates. All predicates are for the scientist equally dispositional, i.e. open to doubt, and to tests.”

Embora *Testabilidade e significado* represente um marco no pensamento carnapiano, diversos elementos presentes na obra ainda remetem à lógica indutiva e ao verificacionismo, razão pela qual Popper não concorda com o confirmacionismo defendido por Carnap. O conceito de confirmação empregado por Carnap, na visão popperiana, ainda está substancialmente ligado à ideia de que os enunciados científicos devem ser verdadeiros ou reduzíveis (mesmo que incompletamente) à experiência. Essa concepção de ciência é incompatível com o falibilismo defendido por Popper e mesmo uma versão atenuada do verificacionismo é, nas palavras do filósofo, inaceitável: “eu sou incapaz de aceitar a análise de Carnap de ‘teste’, ou ‘testável’, etc., ou de ‘confirmação’. A razão é, novamente, que esses termos são substitutos para ‘verificação’, ‘verificável’, etc, ligeiramente enfraquecidos para assim escapar da objeção que as leis não são verificáveis.”(POPPER, 1962, p.431, tradução nossa³²). As leis naturais não são, desse modo, nem verificáveis, nem confirmáveis (no sentido carnapiano de confirmação), mas passíveis de falseamento ou corroboração.

Carnap, no entanto, tenta, por meio do seu conceito de confirmação, reavivar explicitamente a indução como procedimento lógico válido a partir da probabilidade. Na sua obra *Logical Foundations of Probability*, o grau de confirmação é empregado no sentido de que quanto mais vezes determinada lei for confirmada pela experiência, maior o grau de confirmação e, conseqüentemente, maior a probabilidade (CARNAP, 1963, p. 570). Todos os procedimentos indutivos, nesse sentido, fazem parte do cálculo de probabilidades, que está relacionado ao grau de confirmação, como resume Carnap:

“A teoria aqui desenvolvida é caracterizada pelas seguintes concepções básicas: (1) todo raciocínio indutivo, no sentido amplo de raciocínio não-dedutivo ou não-demonstrativo, é raciocínio em termos de probabilidade; (2) logo a lógica indutiva,

³² Texto original: “I am unable to accept Carnap’s analysis of either ‘test’, ‘testable’, etc., or of ‘confirmation’. The reason is, again, that his terms are substitutes for ‘verification’, ‘verifiable’, etc., slightly weakened so as to escape the objection that laws are not verifiable.”

a teoria dos princípios de raciocínio indutivo, é o mesmo que lógica de probabilidades; (3) o conceito de probabilidade em que a lógica indutiva é baseada na relação lógica entre dois enunciados ou proposições; é o grau de confirmação de uma hipótese (ou conclusão) com base de alguma evidência dada (ou premissas).” (CARNAP, 1963, p.5, tradução nossa³³)

Segundo a visão defendida nessa obra, embora a certeza seja impossível de ser obtida pelas hipóteses científicas, elas podem ser mais ou menos prováveis, em uma escala que varia de zero a um, sendo zero correspondente à falsidade e um à verdade. É justamente neste ponto que as divergências entre Popper e Carnap acentuam-se, já que, como foi discutido no tópico anterior deste trabalho, mesmo se substituirmos o conceito de verdade pelo de probabilidade, os problemas da lógica indutiva persistem: Não existe nenhum axioma do cálculo de probabilidades que permita a inferência de que a probabilidade de determinada hipótese ser verdadeira aumenta conforme essa hipótese encontra evidências que a confirmem. Mil casos de cisnes brancos não implicam a maior probabilidade de que todos são brancos nem a menor probabilidade de existir um cisne negro. De fato, Popper argumenta que diversos enunciados metafísicos ou pseudocientíficos teriam uma alta probabilidade segundo o modelo de interpretação probabilístico proposto por Carnap, já que sempre é possível encontrar confirmações para enunciados dessa natureza.

Um outro problema que emerge desse modelo é que em um universo infinito (ou seja, cujas evidências que confirmem ou desconfirmem a hipótese são infinitas), a probabilidade dessa hipótese tenderia a zero, questão que o próprio Carnap parece perceber quando apresenta o teorema das inferências universais, em que quanto mais abrangente (ou universal) uma hipótese, menor sua probabilidade: “Esse último resultado pode parecer surpreendente, já que

³³ Texto original: “The theory here developed is characterized by the following basic conceptions: (1) all inductive reasoning, in the wide sense of nondeductive or nondemonstrative reasoning, is reasoning in terms of probability; (2) hence inductive logic, the theory of the principles of inductive reasoning, is the same as probability logic; (3) the concept of probability on which inductive logic is to be based is a logical relation between two statements or propositions; it is the degree of confirmation of a hypothesis (or conclusion) on the basis of some given evidence (or premises);”

não parece estar de acordo com o fato de que cientistas frequentemente dizem de uma lei que é ‘bem confirmada’.” (CARNAP, 1963, p.571, tradução nossa³⁴). Popper também observa que basear a probabilidade de uma lei universal nas evidências representa uma limitação para a ciência, já que desencoraja o pesquisador a especular além das evidências empíricas a fim de não reduzir a probabilidade da sua teoria. Segundo o filósofo, “isso demonstra que uma probabilidade elevada é o prêmio dúbio por dizer muito pouco ou nada. Em outras palavras, a regra ‘obtenha altas probabilidades’ premia hipóteses *ad hoc*.” (POPPER, 2005, p.265, tradução nossa³⁵).

A crítica popperiana ao verificacionismo probabilístico é direcionada principalmente à concepção epistemológica por trás dessa doutrina: segundo o filósofo, a ideia de que a ciência - e, portanto, as leis naturais - devem ser válidas em menor ou maior grau de probabilidade ainda entende o conhecimento científico como episteme. A probabilidade, nesse caso, apenas atenua a noção de certeza presente no verificacionismo tradicional. Como ressalta Popper:

“Ao olhar a probabilidade indutiva como uma medida da razoabilidade das nossas crenças ou da confiabilidade no nosso conhecimento, o devoto da indução probabilística deixa claro que ainda está preso, como Bacon, a uma versão atenuada de episteme. Ele concebe os enunciados evidenciais e como desempenhando um papel análogo aos axiomas auto-evidentes que supostamente devem ‘provar’ nossos teoremas. E ele concebe sua hipótese *h* como desempenhando um papel análogo ao dos teoremas cuja verdade é estabelecida como certa por meio de dedução dos axiomas; a única coisa é que, sendo a indução mais fraca que a dedução, nós agora temos meramente uma certeza: probabilidade vem como um substituto, ou suplente, da certeza - não exatamente ela, mas ao menos

³⁴ Texto original: “The latter result may seem surprising; it seems not in accord with the fact that scientists often say of a law that it is ‘well-confirmed’”

³⁵ Texto original: “this shows that a high probability is the dubious reward for saying very little or, nothing. In other words, the rule ‘obtain high probabilities’ puts a premium on *ad hoc* hypothesis.”

aproximadamente ela, e em algum nível, aproximando-se dela.”
(POPPER, 2005, p.263, tradução nossa³⁶)

Essas considerações não significam que a filosofia da ciência popperiana rejeite por completo a ideia de uma classificação de hipóteses segundo a resistência aos testes e a aceitabilidade das leis naturais com base nessa classificação. A diferença é que, ao invés de um grau de confirmação, Popper propõe falar-se de grau de corroboração, que diz respeito às provas que determinada lei ou teoria passou. O grau de corroboração não permite, porém, fazermos inferências acerca da validade ou da probabilidade da hipótese em questão, já que ele não satisfaz os axiomas do cálculo de probabilidades, além das razões lógicas já apresentadas anteriormente. De fato, o grau de corroboração apresenta uma relação inversa em termos de probabilidade de uma lei científica, uma vez que ele diz respeito à testabilidade, que está diretamente relacionada ao conteúdo de determinada lei. Esse conteúdo engloba os potenciais falseadores de uma teoria. Assim, quanto maior a testabilidade ou grau de corroboração, maior a classe de potenciais falseadores de uma lei e, conseqüentemente, menor será sua probabilidade (POPPER, 2005, p.272).

Temos, a partir dessa análise, a conclusão de que as leis naturais, para explicar os fenômenos da natureza e realizar previsões, devem ser enunciados universais e que, por conta das suas propriedades lógicas, não podem ser estabelecidos definitivamente (ou provavelmente) como verdadeiras a partir da experiência, ou seja, não podem ser válidas. Vimos também que, a depender dos nossos vieses cognitivos, é possível encontrar confirmações ou verificações para qualquer teoria ou lei, seja por meio de *ad hoc*s, seja por meio de afirmações

³⁶ Texto original: “By looking upon inductive probability as a measure of the reasonableness of our beliefs or the reliability of our knowledge, the devotee of probable induction makes it clear that he still clings, like Bacon, to a weakened ideal of episteme. He conceives his evidential statements as playing a part analogous to that of the self-evident axioms supposed to ‘prove’ our theorems. And he conceives his hypothesis *h* as playing a part analogous to that of theorems whose truth is made certain by deduction from the axioms; only that, induction being weaker than deduction, we now get merely an Ersatz certainty: probability comes in as the substitute, or surrogate, of certainty—not quite the thing, but at least the next best thing, and at any rate approaching it.”

suficientemente vagas. Muitos pensadores, como Bacon, ao perceberem essa última questão, propuseram a eliminação desses vieses ou preconceitos a fim de que as verdadeiras regularidades na natureza fossem observadas pelo cientista. Poderiam as leis naturais, dessa forma, ter origem na experiência como defenderam os empiristas? Discutiremos no próximo tópico esse problema, apresentando a posição empirista, em que o cientista deve ser como uma tela em branco (*tabula rasa*), pronto para receber as revelações da natureza, além de examinar a concepção kantiana, na leitura de Popper, em que as leis são dadas *a priori*, ressaltando-se as diferenças entre o apriorismo de Kant e a teoria da ciência popperiana.

1.3 Leis naturais como enunciados geneticamente *a priori*

Tendo em vista os problemas da lógica indutiva expostos anteriormente, Popper não considera a possibilidade das leis naturais derivarem da observação ou de enunciados singulares. Neste tópico, pretendemos aprofundar essa conclusão, analisando de que modo as leis naturais assumem um caráter *a priori* para o filósofo e as consequências epistemológicas dessa caracterização.

Embora Popper rejeite a doutrina do apriorismo kantiano como fundamentação de um princípio da indução, sua teoria da ciência adota a mesma postura de Kant com relação ao caráter *a priori* da formulação de hipóteses ou leis naturais. Segundo o pensador, não existem puras observações da natureza: “Se é possível dizer que a ciência, ou o conhecimento, ‘começa’ por algo, poder-se-ia dizer o seguinte: o conhecimento não começa de percepções ou observações ou de coleção de fatos ou números, porém, começa, mais propriamente, de problemas.” (POPPER, 2004, p.14). É na tentativa de solucionar esses problemas que cientistas desenvolvem suas teorias e hipóteses. As leis naturais não são, portanto, resultado da generalização de uma observação passiva dos fenômenos naturais, mas uma imposição do entendimento ao conteúdo empírico. Como colocou Kant, as grandes descobertas da ciência moderna não se deram de modo aleatório, mas porque os cientistas interrogaram à própria natureza em busca de regularidades:

“Compreenderam [Galileu e Torricelli] que a razão só entende aquilo que produz segundo os seus próprios planos; que ela tem que tomar a dianteira com princípios, que determinam os seus juízos segundo leis constantes e deve forçar a natureza a responder às suas interrogações em vez de se deixar guiar por esta; de outro modo, as observações feitas ao acaso, realizadas sem plano prévio, não se ordenam segundo a lei necessária, que a razão procura e de que necessita. A razão, tendo por um lado os seus princípios, únicos a poderem dar aos fenômenos concordantes a autoridade de leis e, por outro, a experimentação, que imaginou segundo esses princípios, deve ir ao encontro da natureza, para ser por esta ensinada, é certo, mas não na qualidade de aluno que aceita tudo o que o mestre afirma, antes na de juiz investido nas suas funções, que obriga as testemunhas a responder aos quesitos que lhes apresenta. Assim, a própria física tem de agradecer a revolução, tão proveitosa, do seu modo de pensar, unicamente à idéia de procurar na natureza (e não imaginar), de acordo com o que a razão nela pôs, o que nela deverá aprender e que por si só não alcançaria saber; só assim a física enveredou pelo trilho certo da ciência, após tantos séculos em que foi apenas simples tateio.”
(KANT, 2001, B XIII B XIV)

As discordâncias entre os dois filósofos quanto a essa questão restringem-se, portanto, à validade ou justificação *a priori* dessas leis. Na visão de Popper, Kant cedeu ao racionalismo clássico ao assumir a possibilidade desses enunciados serem válidos *a priori* ou de que exista um princípio *a priori* que postula a uniformidade na natureza e da qual se pode derivar as leis naturais. Em suma, Popper opõe-se à ideia de que necessariamente este conteúdo conformar-se-á com as formas atribuídas pelo sujeito, por mais que as leis sejam oposições do intelecto sobre o conteúdo empírico: muitas vezes, a experiência se configura em oposição ao que a lei enuncia, nos fornecendo um sonoro “não”, como afirma Popper. Nesses casos, o filósofo nos diz que a lei, enquanto uma hipótese, foi refutada pela experiência. Assim, há uma clara diferença entre o apriorismo kantiano e a concepção popperiana acerca da origem *a priori* das leis naturais, como o próprio filósofo esclarece:

“Assim, nós nascemos com expectativas; com ‘conhecimento’ que, embora não *válido a priori*, é *psicologicamente* ou *geneticamente a priori*, em outras palavras, anterior à toda

experiência observacional. Uma das mais importantes dessas expectativas é a expectativa de encontrar uma regularidade. Ela está conectada com uma propensão inata de procurar por regularidades, ou com a necessidade de encontrar regularidades, como é possível ver do prazer de uma criança que satisfaz essa necessidade. Essa expectativa 'instintiva' de encontrar regularidades, que é psicologicamente *a priori*, corresponde em grande medida à 'lei da causalidade' que Kant acreditava fazer parte da nossa estrutura mental e ser válida *a priori*. (...). Mas, embora seja logicamente *a priori* nesse sentido de expectativa, não é válido *a priori*. Já que pode falhar: nós podemos facilmente construir um ambiente (seria letal) que, comparado com nosso ambiente ordinário, é tão caótico que nós falharíamos completamente em encontrar regularidades. (POPPER, 1962, p. 47, grifos do autor, tradução nossa³⁷).

Popper, no entanto, ressalta nas suas obras que não é função da lógica do conhecimento reconstruir racionalmente as origens das teorias científicas. Nesse sentido, ela deve ocupar-se somente de questões relativas à “investigação de métodos empregados nas provas sistemáticas a que toda ideia nova deve ser submetida” (POPPER, 2013b, p.30). Portanto, a lógica do conhecimento não trata dos fatos que envolvem uma descoberta científica, que, como o filósofo aponta, não é suscetível à lógica, possuindo elementos irracionais e intuitivos (GARCIA, 2006, p.13; POPPER, 2013, p.30). Questões relativas ao modo como um cientista pensa em uma hipótese ou uma lei natural pertencem ao campo da psicologia empírica, não da lógica. A eliminação do psicologismo da sua filosofia da ciência, nos moldes da crítica de Gottlob Frege

³⁷ Texto original:” Thus we are born with expectations; with 'knowledge' which, although not *valid a priori*, is *psychologically or genetically a priori*, i.e. prior to all observational experience. One of the most important of these expectations is the expectation of finding a regularity. It is connected with an inborn propensity to look out for regularities, or with a *need to find* regularities, as we may see from the pleasure of the child who satisfies this need. This 'instinctive' expectation of finding regularities, which is psychologically *a priori*, corresponds very closely to the 'law of causality' which Kant believed to be part of our mental outfit and to be *a priori* valid. (...). But in spite of being logically *a priori* in this sense the expectation is not *valid a priori*. For it may fail: we can easily construct an environment (it would be a lethal one) which, compared with our ordinary environment, is so chaotic that we completely fail to find regularities.”

ao psicologismo na lógica e matemática, reforça a posição crítica de Popper às conclusões psicológicas de Hume acerca do problema da indução.

De acordo com a tradição epistemológica empirista, os procedimentos da ciência sempre devem iniciar com as observações da natureza, seguidas pela formulação de uma lei geral. O seguinte trecho, apresentado por Popper, ilustra essa concepção de método científico, também presente em alguns artigos científicos e manuais de popularização da ciência:

“(1) [O artigo] primeiramente explica as preparações para nossa observação. A essa seção pertencem, por exemplo, os arranjos experimentais, tais como os equipamentos utilizados, sua preparação para o experimento, e a preparação dos objetos a serem observados. (2) A parte principal do artigo consiste de em uma descrição pura, teoricamente não enviesada, dos resultados experimentais: as observações feitas, incluindo medições (se tiver alguma). (3) Em seguida, um relatório das repetições do experimento, com uma avaliação da credibilidade dos resultados, ou de prováveis erros. (Ultimamente, essa etapa inclui também trabalho estatístico.) (4) Opcional: uma comparação dos resultados com anteriores, ou como aqueles de outros especialistas na área. (5) Também opcional: sugestões de futuras observações, para avanços desejáveis nos equipamentos, e por novas medições. (6) O artigo é concluído (novamente de modo opcional) por um breve epílogo, geralmente com apenas poucas linhas, e algumas vezes com a impressão menor, contendo uma formulação de uma hipótese sugerida pelos resultados experimentais apresentados no artigo. “(POPPER, 2005, p.86, tradução nossa³⁸)

³⁸ Texto original: “(1) It first explains the preparations for our observation. To these belong, for example, the experimental arrangements, such as the apparatus used, its preparation for the experiment, and the preparation of the objects of observation. (2) The main part of the paper consists of a theoretically unbiased, pure description of the experimental results: the observations made, including measurements (if any). (3) There follows a report of repetitions of the experiment, with an assessment of the reliability of the results, or of probable errors. (Lately this may include statistical work.) (4) Optional: a comparison of the results with earlier ones, or with those of other workers in the field. (5) Also optional: suggestions for future observations, for desirable improvements to the apparatus, and for new measurements. (6) The paper is concluded (again optionally) by a brief epilogue, usually of a few lines only, and sometimes in smaller print, containing a formulation of a hypothesis suggested by the experimental results of the paper.”

O pensador Carl Hempel observa, em concordância com Popper, que essa concepção é errônea, já que ao iniciar os procedimentos científicos a partir dos registros de observações, seria necessário ir até o fim dos tempos para coletar absolutamente todos os fatos do universo (HEMPEL, 1966, p.11) a fim de formular-se uma hipótese ou lei natural. Segundo Popper, como na perspectiva empirista o método científico partiria de observações para então formular-se uma lei, a objetividade da ciência só poderia ser alcançada a partir de uma neutralização dos vieses do sujeito que observa (cientista), com o propósito de manter essa observação “pura” ou objetiva e que resulte em um enunciado-lei livre de preconceitos, expectativas e vieses.

Popper argumenta que o que denominamos “observações” ou “base empírica” é, na verdade, uma combinação de teorias com diferentes graus de universalidade (POPPER, 1962, p.41). Não existe, segundo o filósofo, um registro absoluto de todos os fatos, pois é necessária uma teoria que selecione quais fatos são relevantes, quais ângulos serão enfatizados, etc. De fato, todo o trabalho do cientista, seja ele teórico, seja experimental, é permeado por diferentes teorias e conceitos. Nesse sentido, o experimento realizado pelo cientista é construído, tendo como base uma ou mais teorias. Concluimos, assim, que toda observação sempre é dirigida, seja por uma teoria, que estabelece as etapas de construção de um experimento e o foco da pesquisa, seja por formas mais simples e primitivas de expectativas, como preconceitos e mitos:

“O problema ‘O que veio primeiro, a hipótese (H) ou a observação (O),’ é solucionável; assim como é o problema ‘Que veio primeiro, a galinha [hen] (H) ou o ovo (O)’. A resposta para a última é, ‘Uma forma anterior de ovo’; para a primeira questão ‘Uma forma anterior de hipótese’. É verdadeiro que qualquer hipótese particular que nós escolhermos terá sido precedida por observações – as observações, por exemplo, a qual ela é projetada para explicar. Mas essas observações, por sua vez, pressupõe a adoção de um referencial teórico: um quadro de expectativas: um quadro de teorias. Se elas fossem significantes, se elas criaram a necessidade de uma explicação e assim deram origem à formulação de uma hipótese, é porque elas não poderiam ser explicadas a partir do referencial teórico antigo, o antigo horizonte de expectativas. Não há perigo em

uma regressão infinita aqui. Ao retroceder para teorias cada vez mais primitivas e mitos nós devemos no final encontrar o inconsciente, as expectativas inatas.” (POPPER, 1962, p.48, tradução nossa³⁹)

A concepção popperiana de que as leis naturais precedem as observações enfrentou, no entanto, extensa crítica, uma vez que por séculos adotou-se uma perspectiva oposta à sua. Como observa Roberta Corvi (1997), “toda a epistemologia tradicional foi influenciada pelo ‘mito baconiano que toda ciência parte das observações e então, de modo lento e cauteloso, procede para as teorias” (CORVI, 1997, p.31, tradução nossa⁴⁰). Ainda segundo a autora, essa epistemologia tradicional está baseada na ideia da *tabula rasa*, conceito que define o sujeito como uma tela em branco que absorve passivamente conhecimento a partir de observações da natureza. As leis naturais seriam, dessa forma, reveladas ao cientista por meio da experiência.

A metodologia de Bacon, como já mencionamos, buscaria eliminar as fontes de erros – os chamados ídolos – para que a mente do pesquisador estivesse livre de preconceitos que o impedem de ver a verdade que a própria natureza revela. Popper contrapõe-se a essa tese, argumentando que é impossível remover toda a subjetividade do cientista, que é um ser humano com componentes subjetivos e vieses como todos os outros (POPPER, 2004, p.28). As leis universais, sejam das ciências naturais, sejam das sociais, estão repletas

³⁹ Texto original: “The problem 'Which comes first, the hypothesis (*H*) or the observation (*O*),' is soluble; as is the problem, 'Which comes first, the hen (*H*) or the egg (*O*)'. The reply to the latter is, 'An earlier kind of egg'; to the former, 'An earlier kind of hypothesis'. It is quite true that any particular hypothesis we choose will have been preceded by observations-- the observations, for example, which it is designed to explain. But these observations, in their turn, presupposed the adoption of a frame of reference: a frame of expectations: a frame of theories. If they were significant, if they created a need for explanation and thus gave rise to the invention of a hypothesis, it was because they could not be explained within the old theoretical framework, the old horizon of expectations. There is no danger here of an infinite regress. Going back to more and more primitive theories and myths we shall in the end find unconscious, *inborn* expectations.”

⁴⁰ Texto original: “The whole of traditional epistemology has been influenced by ‘the Baconian myth that all science starts from observation and then slowly and cautiously proceeds to theories.”

de preconceitos e antecipações, segundo o filósofo, mas são submetidas a testes e críticas por uma comunidade de especialistas, o que as tornaria objetivas. A questão da objetividade das leis naturais e teorias científicas não é, no entanto, o foco deste trabalho. Buscamos neste tópico esclarecer somente o caráter *a priori* que essas leis assumem para Popper e de que forma essa caracterização encaixa-se em uma dimensão mais ampla: a crítica popperiana à ideia de que as leis naturais derivam da experiência, ou seja, da indução.

A oposição de Popper a esses aspectos do empirismo não significa, no entanto, que o pensador austríaco rejeite por completo o papel da experiência para o conhecimento científico. Como o próprio filósofo afirma em sua obra *Os Dois problemas fundamentais da teoria do conhecimento*, a visão advogada pelo seu sistema filosófico consiste em uma síntese de elementos do racionalismo e do empirismo clássicos (POPPER, 2009, p.50). Popper propõe uma distinção entre o dedutivismo do racionalista clássico e o hipotético-dedutivismo por ele defendido, assim como sustenta que o indutivismo deve ser desvinculado de uma das teses fundamentais do empirismo, que é a afirmação de que a experiência decide a veracidade ou falsidade dos enunciados científicos. O filósofo oferece um esquema, reproduzido na tabela abaixo, que esclarece de que modo sua teoria da ciência distingue-se do racionalismo e empirismo clássico, além de outras possíveis combinações de elementos dessas correntes de pensamento:

	Indutivismo	Dedutivismo
Racionalismo	3	1
Empirismo	2	4

Tabela1: POPPER, 2009, p.56.

A visão (1) representa o racionalismo clássico, em que a partir de sistemas axiomáticos, nos moldes da geometria euclidiana, deduz-se verdades necessárias. Já a posição (2) consiste no empirismo clássico, que afirma a necessidade de fundamentar os enunciados científicos na experiência, de modo que esses enunciados são derivados da experiência, ou seja, tem por base um

modelo indutivista. Popper afirma que a posição (3) é observada em alguns sistemas filosóficos, como aquele proposto por Wittgenstein, mas não aprofunda sua análise nesta concepção. Por fim, a concepção (4), advogada por Popper, assume uma estrutura dedutiva, mas rejeita a verdade *a priori* das teorias científicas:

“Assim como o racionalismo, esta visão assume que os enunciados mais gerais (axiomas) das ciências naturais são (tentativamente) adotados sem justificação lógica ou empírica. No entanto, ao contrário do racionalismo, eles não são pressupostos como verdadeiros *a priori* (em face à sua auto-evidência), mas são adotados somente como problemáticos, como antecipações injustificadas ou pressuposições tentativas [conjecturas]. Elas são corroboradas ou refutadas, de um modo estritamente empirista, somente pela experiência: a partir da dedução de enunciados (predições) que podem ser empiricamente testáveis de forma direta.”(POPPER, 2009, p.56, tradução nossa⁴¹)

De acordo com esse sistema, a ciência assume ou infere enunciados universais (leis naturais) *a priori*, de modo análogo aos axiomas de teoremas matemáticos, mas não considera estes enunciados como verdadeiros *a priori*, de modo que somente a experiência pode determinar se as leis da natureza sugeridas são falsas. Na interpretação de Corvi (1997), ao assumir essa posição, Popper aproxima-se de pensadores como Immanuel Kant:

“Observação, experimento, experiência, de modo geral, deixam de ser a fundação em que a ciência é construída ou como se fossem a matéria-prima da própria ciência; ao invés, elas funcionam como instrumentos de controle ou como garantias de cientificidade, apontando qualquer violação das fronteiras da experiência. É fácil perceber o débito com relação a Kant, e o próprio Popper mais de uma vez reconheceu-o. Para o filósofo, também, nossas hipóteses e nossos conceitos possuem

⁴¹ Texto original: “Like rationalism, this view assumes that the most general statements (axioms) of natural science are (tentatively) adopted without logical or empirical justification. However, unlike rationalism, they are not a priori assumed to be true (in view of their self-evidence), but are adopted only as problematic, as unjustified anticipations or tentative assumptions [conjectures]. They are corroborated or refuted, in strictly empiricist fashion, only by experience: by deducing statements (predictions) that can be empirically tested in a direct manner.”

validade somente nos limites da nossa experiência sensível, mas essa experiência, diferentemente da crítica kantiana, não deve necessariamente submeter-se às nossas formas *a priori*; ela pode inclusive bruscamente e em menor ou maior grau definitivamente desacreditá-las.” (CORVI, 1997, p.28, tradução nossa⁴²)

É justamente a partir da revolução copernicana operada por Kant, como aponta Dias (2013, p.264), que surge a concepção de um caráter *a priori* das leis naturais, de modo que o intelecto impõe essas leis à natureza ao invés de o sujeito passivamente observá-la em busca da revelação de uma regularidade. Para Popper, apesar da *Dedução transcendental* concluir equivocadamente a validade das proposições sintéticas *a priori* relativas à existência de regularidades na natureza, ela traz um importante esclarecimento referente ao conceito de conhecimento científico, que consiste justamente na busca por leis naturais. Essa concepção de ciência, segundo o filósofo, conduz inevitavelmente ao dedutivismo nos moldes do seu método hipotético-dedutivo. Já as observações que não se enquadram nesse esquema, na visão de Popper, não são interessantes para a ciência:

“Observações que não podem relacionar-se a algum tipo de lei não têm significância científica, porque não são objetivas, ou seja, não são testáveis intersubjetivamente: todo teste objetivo consiste, assim, na corroboração ou falsificação de uma predição proposta com base em uma suposta lei.” (2009, p.123).

Assim, mesmo que não sejam válidas ou verdadeiras *a priori*, as leis universais da natureza (ou a busca por essas leis) fazem parte da própria definição de conhecimento científico, sendo uma das premissas da lógica

⁴² Texto original: “Observation, experiment, experience in general are here no longer the foundation upon which science is constructed or, as it were, the raw material of science itself; rather, they function as control instruments or as guarantees of scientificity, by signaling any violation of the frontiers of experience. It is easy enough to see the debt to Kant, and Popper himself more than once recognized it. For the Austrian philosopher, too, our hypotheses and our concepts have validity only within the limits of our sense experience, but this experience, unlike in the Kantian critique, does not necessarily have to be submitted to our *a priori* forms; it may even rudely and more or less definitively discredit them.”

hipotético-dedutiva apresentada por Popper como alternativa aos procedimentos indutivos.

Concluimos, portanto, que para Popper as leis naturais e as regularidades que elas expressam são possíveis, mas não podemos verificar empiricamente uma lei. O papel dos dados empíricos no método proposto por Popper consiste em determinar os casos em que as leis ou hipóteses formuladas pelo cientista podem ser testadas ou refutadas. Ou seja, a experiência não é capaz nem de nos fornecer as leis da natureza, nem de verificá-las, mas pode refutá-las. Nesse sentido, as leis naturais são dadas *a priori* pelo nosso intelecto, mas testadas *a posteriori* pela experiência. Essas considerações iniciais são importantes para a nossa investigação, pois já antecipam algumas questões levantadas pelo problema central desta pesquisa, tais como a falseabilidade das leis naturais. No próximo capítulo deste trabalho, iremos apresentar em que sentido Popper entende as leis como apresentando uma natureza dúplice, pois, ao mesmo tempo em que são universais e necessárias, sob um diferente ponto de vista podem ser consideradas falseáveis e “contingentes”.

CAPÍTULO II: A NATUREZA DÚPLICE DAS LEIS NATURAIS EM POPPER

Ao longo das suas obras, Popper apresenta uma caracterização das leis naturais como enunciados estritamente universais e necessários, mas que ao mesmo tempo, sob um ângulo distinto, são falseáveis e “contingentes”. O próprio filósofo admite essa natureza dúplice das leis por serem simultaneamente necessárias em um sentido e “contingentes” em outro (POPPER, 1987, p. 158), chamando atenção para os diversos problemas filosóficos que emergem dessa duplicidade. O objetivo deste capítulo, portanto, é examinar esses diferentes aspectos que formam a natureza dúplice das leis naturais, de modo a demonstrar como eles se interconectam e formam na perspectiva popperiana uma caracterização consistente das leis naturais.

Tomaremos como ponto de partida a distinção entre universalidade estrita e numérica apresentada em um primeiro momento pelo filósofo na obra *A Lógica da Pesquisa Científica*, mas que também se faz presente no artigo “A note on natural laws and so-called ‘contrary- to-fact-conditionals’”. Pretendemos analisar de que modo as diferentes propriedades lógicas desses enunciados possibilitam estabelecer uma caracterização adequada de leis naturais genuínas em contraposição a enunciados universais ordinários ou “acidentais”.

Em seguida, trataremos do caráter necessário das leis naturais para Popper, tema que é abordado pelo filósofo no Apêndice X* da *Lógica da Pesquisa Científica* como sendo uma propriedade implícita na própria definição de lei universal. Nesse sentido, as leis naturais, ao expressarem propriedades estruturais do mundo, atuando uniformemente em todas as regiões espaço-temporais, delimitam as possibilidades de existência de certos fenômenos, pois funcionam como prescrições ou proibições. O conceito de necessidade empregado nesse caso é, no entanto, distinto daquele da necessidade lógica das tautologias, da matemática e dos enunciados analíticos. Essa distinção é fundamental para compreendermos a posição de Popper, buscaremos, desse modo, esclarecer a diferença entre necessidade física e necessidade lógica para o filósofo.

Por funcionarem como proibições de fenômenos, as leis naturais também negam a existência de determinados eventos e, de acordo com Popper, precisamente por isso são falseáveis (POPPER, 2013, p.61). Examinaremos, desse modo, o caráter falseável das leis, que estão permanentemente sujeitas a rigorosos testes que demonstrem sua falsidade. Objetivamos, assim, demonstrar como emerge desse aspecto também a sua “contingência”, especialmente quando comparadas às tautologias e enunciados analíticos: as leis naturais, por serem conjecturas acerca das propriedades estruturais do mundo, não podem ser reduzidas a truísmos acerca das essências da natureza, pois o objetivo da ciência não é o de encontrar explicações últimas para os fenômenos, como propõe a doutrina essencialista, mas conjecturar leis e teorias de um maior conteúdo explicativo e profundidade. Nesse sentido, buscaremos esclarecer em que medida Popper é, como ele próprio admite, um “essencialista modificado” (POPPER, 1987, p. 155), atribuindo, ao menos em um determinado sentido, um caráter “contingente” às leis naturais.

2.1 Universalidade estrita e numérica

As leis naturais são uma espécie de enunciado utilizado na ciência para expressar regularidades nos processos naturais. Como se trata de uma regularidade, ou seja, de um evento que ocorre sempre (dentro de determinadas condições), os enunciados que expressam leis são “enunciados-todos” ou universais. Caracterizar as leis somente como enunciados sintéticos universais, porém, não resolve o problema de distingui-las de enunciados universais “ordinários” ou “acidentais” (KONINGSVELD, 1973, p.57). Enquanto que enunciados como “Todos os planetas movem-se em elipses” são reconhecidos como leis naturais, enunciados como “Todos os meus amigos falam francês” não são leis, mas universais acidentais.

Percebemos, portanto, que é inadequado atribuir somente a propriedade “universal” a essas leis, já que elas não podem ser caracterizadas simplesmente pela presença do termo “todos” no enunciado. De fato, como afirma Popper, a lógica formal simbólica não fornece uma distinção entre esses enunciados

(POPPER, 2013b, p.55). Como, então, resolver o problema da distinção entre universais “acidentais” e leis? Popper oferece uma solução da questão a partir da diferença entre universalidade estrita e numérica.

Dessa forma, o filósofo propõe uma distinção entre os enunciados universais, como as leis naturais e teorias científicas, e os enunciados denominados pelo filósofo como numericamente universais, que são, na verdade, “equivalentes a certos enunciados singulares ou a conjunções de enunciados singulares” (POPPER, 2013b, p.55). Os enunciados estritamente universais ou puros não são restritos a circunstâncias de espaço e/ou de tempo, não contém conceitos individuais, e referem-se a um número infinito de eventos. Já os numericamente universais referem-se a uma classe finita de elementos (POPPER, 2013b, p.56), além de conterem conceitos individuais e estarem restritos a uma região espaço-temporal. Podemos perceber que esse último tipo de enunciado caracteriza o que chamamos os universais “acidentais”. Mas, por que as leis naturais não podem ser consideradas enunciados numericamente universais? Como vimos anteriormente, para Popper, as leis devem cumprir um papel tanto explicativo quanto preditivo de eventos. Elas não podem, portanto, ser numericamente universais porque destes enunciados não podemos deduzir previsões. Além disso, uma lei da natureza, por definição, refere-se ao comportamento uniforme de determinado fenômeno. Tal uniformidade não pode ser traduzida por um enunciado limitado a um certo número de ocorrências. Como referem-se somente aos eventos neles contidos, os enunciados numericamente universais também não podem explicar fenômenos que extrapolam o seu conteúdo.

De fato, a universalidade das leis é associada por Popper ao seu conteúdo explicativo. É possível observarmos essa concepção quando o filósofo trata da escolha entre teorias rivais e do objetivo da ciência. Segundo Popper, como regra metodológica devemos sempre optar pelas teorias ou leis que apresentam um maior conteúdo explicativo, ou seja, que explicam um maior número de fenômenos e que por isso são mais facilmente testáveis. No caso das leis

naturais, o seu grau de testabilidade é determinado pela classe de potenciais falseadores, que são justamente os fenômenos proibidos pela lei. A riqueza do conteúdo das teorias e leis é, desse modo, definida a partir dos conceitos de universalidade, precisão e testabilidade:

“(...) que o objectivo da ciência é encontrar explicações satisfatórias conduz-nos à ideia (...) do melhoramento do seu grau de testabilidade, isto é, encaminhando-nos para outras mais testáveis, o que significa (...) avançar para teorias de conteúdo cada vez mais rico, teorias com um grau cada vez mais elevado de universalidade, e com um grau cada vez maior de exactidão.” (POPPER, 1987, p.154)

A associação entre a universalidade das leis e seu conteúdo empírico é, inclusive, utilizada pelo filósofo para argumentar contra a ideia de que os enunciados da ciência devem ter uma alta probabilidade: como vimos no capítulo anterior, de acordo com Popper, somente enunciados numericamente universais (que não podem ser leis naturais) ou pouco informativos satisfazem essa exigência, enquanto que as leis naturais e enunciados estritamente universais, por possuírem um elevado nível de universalidade e baixa probabilidade - logo, um alto grau de testabilidade - possuem um rico conteúdo empírico.

A ciência, de acordo com a teoria popperiana, deve sempre buscar formular teorias e leis de um nível de universalidade superior às teorias existentes e, no processo de escolha entre teorias rivais, devemos optar pela teoria que não foi falseada e que possui maior conteúdo explicativo. Tal teoria, além de explicar os fenômenos que a teoria anterior ou rival já explicava, deve explicar novos fenômenos que aquela falhou em explicar. A partir dessa perspectiva, percebemos de modo implícito a própria ideia de progresso da ciência para Popper: a ciência caminha na direção de teorias e leis cada vez mais universais e explicativas.

Na obra *Lógica da Pesquisa Científica*, Popper esclarece de forma mais detalhada o conceito de universalidade e grau de universalidade das leis e teorias: “o que chamo de maior universalidade de um enunciado corresponde,

grosseiramente, ao que a lógica tradicional denominava maior 'extensão' do sujeito" (POPPER, 2013b, p.108). O filósofo associa esse grau de universalidade às relações de deduzibilidade entre enunciados. Assim, na medida em que a operação dedutiva é aplicada, o grau de universalidade dos enunciados decresceria. Ainda de acordo com Popper, podemos analisar o grau de universalidade a partir da relação entre as sub-classes dos termos que formam o enunciado (POPPER, 2013b, p.107). Desse modo, ao compararmos dois enunciados, caso os termos de um deles sejam parte de uma sub-classe do outro, então o grau de universalidade é menor em comparação com o outro enunciado. Podemos compreender melhor essa ideia a partir do exame do exemplo fornecido pelo próprio filósofo: comparando-se os enunciados (α) "Todos os corpos celestes movem-se em círculos" e (β) "Todos os planetas movem-se em círculos", observamos que "planetas" é uma sub-classe de "corpos celestes", logo, (α) é um enunciado de maior grau de universalidade que (β). Do mesmo modo, podemos deduzir (β) de (α). Considerando-se essas relações de deduzibilidade, que para Popper correspondem também ao procedimento metodológico de teste das leis e teorias a partir do método hipotético-dedutivo, é possível concluir que "a um grau mais alto de universalidade ou precisão, corresponde um conteúdo empírico (ou lógico) maior; conseqüentemente, um grau mais alto de testabilidade." (POPPER, 2013b, p.107). Ou seja, quanto mais universal, maior o número de potenciais falseadores deduzíveis de um enunciado, logo, maior sua testabilidade e seu conteúdo empírico.

Alguns pensadores, como é o caso de Frederick Will (1947) e Ernest Nagel (1961), não consideraram satisfatória a solução popperiana da distinção entre tipos de universalidade para diferenciar leis naturais de enunciados "acidentais". Segundo esses autores, tais leis possuem uma maior "força lógica" quando comparadas a outros enunciados universais "acidentais" e o uso de condicionais subjuntivos permite a observação dessa "força lógica". De acordo com essa visão, somente das leis naturais podemos deduzir condicionais subjuntivos, enquanto que de enunciados acidentais essa operação não é

possível. Dessa forma, poderíamos perceber a “maior força” lógica das leis naturais, quando comparadas a universais “acidentais”, ao utilizarmos condicionais subjuntivos ou contrafactuais (NAGEL, 1961, p. 52).

No artigo “A note on natural laws and so-called ‘contrary- to-fact-conditionals’”, de 1949, Popper argumenta que ao invés de ser um aspecto modal observado a partir dos condicionais subjuntivos que confere essa distinção entre leis e enunciados ordinários, é a universalidade e a extensão dos termos que explica essa aparente força lógica das leis naturais (POPPER, 1949, p.63). Observamos que nesse artigo o filósofo busca reforçar a mesma concepção presente na obra *A Lógica da pesquisa Científica*, uma vez que é a distinção entre universalidade estrita e numérica que possibilita uma caracterização adequada das leis naturais em contraposição aos universais “acidentais”.

O filósofo examina o problema levantado por Will a partir das duas formas diferentes em que podemos interpretar o sentido dos condicionais subjuntivos. Dado o enunciado (3.0) “Todos os As são Bs”, podemos deduzir o condicional subjuntivo (3.1) “Se x fosse um A, x seria um B”, mas não podemos interpretar o condicional como sendo (3.2) “Se x fosse adicionado aos As, então seria um dos Bs”. Neste último caso, estamos realizando uma operação não permitida pela lógica extensional, pois estamos adicionando um novo elemento à classe dos “As”. A conclusão de Popper é de que o erro de (3.2) não está relacionado a um aspecto modal, mas à universalidade e extensão dos termos:

“Logo, descobrimos que cometemos um erro porque negligenciamos o aspecto extensional ou de classe dos nossos termos; nós não vimos que, em casos do tipo (3.1), mantivemos nossos termos extensionalmente constante, enquanto que no caso do tipo (3.2) assumimos que a extensão dos nossos termos pode variar (o que é, é claro, impermissível em lógica extensional).” (POPPER, 1949, p. 64, tradução nossa⁴³)

⁴³ Texto original: “We thus find that we made a mistake because we neglected the extensional or class-aspect of our terms; we did not see that, in the cases of type (3.1), we kept our terms extensionally constant, while in the case of type (3.2) we assumed

Desse modo, a diferença entre enunciados como (α) “Todos os planetas movem-se em elipses” e (β) “Todos os meus amigos falam francês”, o primeiro uma lei natural e o segundo um universal ordinário, “acidental”, reside não na sua força lógica ou nos seus aspectos modais, mas no nível de universalidade dos seus termos. (α) é uma asserção que se refere a todas as regiões espaço-temporais, e é, portanto, um enunciado estritamente universal, enquanto que (β) claramente é um enunciado numericamente universal. Como nos diz Popper, no referido artigo, ao esclarecer que as bases para a distinção entre universalidade estrita e numérica encontram-se nos termos utilizados no enunciado:

“Nós também podemos dizer: não há necessidade de se admitir que os dois tipos de enunciados são diferentes em respeito à sua forma lógica, exceto na estrutura dos seus termos, que, no caso das leis naturais, pode se chamar ‘ termos estritamente universais (ou qualitativos ou talvez intensionais)’, e no caso de enunciados numericamente universais, ‘termos numericamente universais (ou enumerativos ou individuais ou singulares ou particulares)’. A ambiguidade em questão emerge do uso da mesma expressão como um nome para termos de ambos os tipos”. (POPPER, 1949, p.65, tradução nossa⁴⁴)

Podemos notar pela forma com que Popper busca resolver essa questão no artigo “A note on natural laws and so-called ‘contrary- to-fact-conditionals’”, que o filósofo associa a necessidade das leis naturais ao seu nível de universalidade, atribuindo a enunciados universais ordinários ou “acidentais” o caráter de numericamente universais, enquanto que enunciados que expressam leis devem ser estritamente universais por não tratarem de fatos “acidentais” ou “contingentes”. Mas seria possível um enunciado estritamente universal ser acidental? Examinaremos no tópico seguinte essa questão, observando em que

that the extension of our terms may vary (which is, of course, impermissible in extensional logic).”

⁴⁴ Texto original: “We can also say: there is no need to admit that the two types of statements are different in import or in logical form, except in the structure of their terms, which, in the case of natural laws, may be called ‘strictly universal (or qualitative or perhaps intensional) terms’, and, in the case of numerically universal statements, ‘numerically universal (or enumerative or individual or singular or particular or perhaps extensional) terms’. The ambiguity in question arises from using the same expression as a name for terms of both kinds.”

sentido Popper compreende o conceito de necessidade quando o aplica às leis naturais.

2.2 O caráter necessário das leis

A definição de necessidade física na teoria da ciência de Popper é desenvolvida inicialmente em torno da análise popperiana do problema da causalidade. Como vimos no capítulo anterior, uma das dúvidas céticas de Hume diz respeito à conexão necessária que atribuímos às relações de causa e efeito. Enquanto que para Hume a resposta à questão da existência da conexão necessária é negativa, para Popper ela é afirmativa (POPPER, 1948, p.148). Na interpretação de Popper, Hume apenas vê determinada condição inicial (I) e certo evento (E), não percebendo que implicitamente o que estabelece a conexão entre essas instâncias é uma lei universal (u). É justamente a conjunção de uma ou mais leis, combinadas com as condições iniciais que permitem formularmos explicações causais, como nos diz o filósofo:

“Uma explicação científica de um certo evento singular E (por exemplo, um evento que acontece em um certo lugar em um certo tempo) sempre consiste de um número de enunciados das quais um enunciado singular e , descrevendo o evento E , pode ser deduzido. Essas premissas ou enunciados explanatórios são de duas espécies, enunciados universais u (ou leis), e enunciados singulares i , que enunciam o que pode ser chamado de condições iniciais.” (POPPER, 1948, p.145-146, grifos do autor, tradução nossa⁴⁵)

É, portanto, da relação dedutiva entre i e E que podemos dizer que há uma conexão necessária entre eles, mas, como alerta o filósofo, a necessidade

⁴⁵ Texto original: “A scientific explanation of a certain singular event E (i.e. an event that happens in a certain place at a certain time) always consists of a number of statements from which a singular statement e , describing the event E , can be deduced. These premises or explanatory statements are of two kinds, universal statements u (or laws), and singular statements i which state what may be called the initial conditions”

nesse caso não pode ser considerada absoluta, mas relativa a u (POPPER, 1948, p. 148). Mesmo que as leis naturais sejam apenas hipóteses, elas implicam em uma relação de necessidade entre dois eventos por conta do seu papel lógico nas explicações causais. Uma vez que essas explicações são estruturadas no formato de argumentos dedutivos, a relação entre as premissas e a conclusão é do tipo necessária.

Podemos também analisar, de acordo com Popper, o conceito de necessidade sob o ponto de vista da universalidade, ou seja, defini-la em termos universais. Nesse sentido, como o próprio filósofo atenta, um enunciado é necessário quando é “deduzível de uma função-enunciado ‘universalmente válida’, ou seja, de uma função-enunciado que seja satisfeita por qualquer modelo (isso quer dizer que ela deve ser verdadeira em todos os mundos possíveis).” (POPPER, 2013b, p.396). Percebemos, portanto, que a caracterização das leis como enunciados necessários não só é consistente com o seu caráter universal, mas também que podemos derivar o caráter necessário do universal. Também podemos notar que segundo essa perspectiva, enquanto que as leis são enunciados universais e necessários, as condições iniciais são variáveis “contingentes” ou “acidentais”. Essa interpretação é reforçada pela própria definição de necessidade física que Popper apresenta no Apêndice X*:

“(No) Dir-se-á que um enunciado é naturalmente ou fisicamente necessário se e somente se ele for deduzível de uma função-enunciado que seja satisfeita em todos os mundos que difiram do nosso, se diferirem, somente no que diz respeito às condições iniciais” (POPPER, 2013b, p.396)

É possível observar que essa definição de necessidade física (No) é estruturada de modo similar à necessidade na lógica modal, pois parte do princípio de que um enunciado é necessário se for verdadeiro em todos os mundos possíveis, mas, como veremos com mais profundidade nos tópicos seguintes, há alguns detalhes importantes nessa definição que a diferencia substancialmente da definição de necessidade da lógica modal: por exemplo,

não se trata somente dos mundos possíveis, mas dos mundos que apresentam as mesmas leis naturais, logo, as mesmas propriedades estruturais, e que variam somente com respeito às condições iniciais.

As condições iniciais permitem uma variação que é acidental, em outras palavras, que depende das circunstâncias de cada caso, apresentando, portanto, um caráter “contingente” quando comparadas às leis naturais. Essa concepção está de acordo com a relação que Popper faz entre universalidade e necessidade: as leis naturais, além de serem enunciados necessários, possuem um grau de universalidade superior (são estritamente universais) ao grau das condições iniciais, que são enunciados singulares e “contingentes”.

Mas seria possível um enunciado estritamente universal ser “acidental”? No mesmo apêndice, Popper nos apresenta o Caso dos Moas (uma referência aos dados de Kneale, como veremos mais adiante), exemplo cujo objetivo é demonstrar que é possível haver um enunciado estritamente universal, mas acidental, logo, que não pode ser uma lei da natureza. De acordo com esse exemplo, se nós tomarmos o caso dos moas, pássaros pré-históricos habitantes da Nova Zelândia e extintos séculos atrás, e afirmarmos que (α) “Todos os moas vivem no máximo cinquenta anos”, apesar de este ser um enunciado estritamente universal verdadeiro, ele poderia ser decorrente de alguma circunstância própria da Nova Zelândia, como um vírus que impediria os moas de viverem mais que cinquenta anos. Dessa forma, não poderíamos derivar de (α) o enunciado (β) “É impossível que um moa viva mais de cinquenta anos”, o que demonstra que (α) não é uma lei da natureza genuína, mesmo sendo estritamente universal. A conclusão que extraímos desse exemplo é de que “a caracterização das leis da natureza como enunciados estritamente universais é logicamente insuficiente e intuitivamente inadequada.” (POPPER, 2013b, p.391).

A partir dessa conclusão, podemos questionar de que modo o conceito de necessidade é, então, introduzido na caracterização popperiana de leis naturais. Como vimos em *No*, algo é fisicamente necessário se for deduzido de leis da natureza, mas mesmo essa definição não nos informa satisfatoriamente o que

Popper quer dizer ao atribuir o caráter necessário às leis. No máximo, como afirma Igor Hanzel (1999), podemos interpretar que há uma exigência de independência com relação a outras condições que não sejam as condições iniciais (HANZEL, 1999, p. 19). Um esclarecimento acerca do conceito de necessidade aparece, na verdade, nos parágrafos anteriores ao postulado de *No*, em que Popper concebe “princípios de necessidade” como “princípios de impossibilidade” (POPPER, 2013b, p.392). Retoma-se, dessa forma, um pensamento que já estava presente na obra *A Lógica da Pesquisa Científica*, em que o filósofo afirma que as leis naturais funcionam como proibições ou prescrições de eventos, negando a existência de determinados fenômenos. Esse caráter proibitivo das leis é derivado da própria universalidade estrita que as caracteriza, como nos diz o filósofo: “As teorias da Ciência Natural e, em particular, aquilo que denominamos leis naturais, têm a forma lógica de enunciados estritamente universais ; podem, assim, ser expressas sob forma de negações de enunciados estritamente existenciais ou, caberia dizer, sob a forma de enunciados de *não existência* (ou enunciados-não-há)” (POPPER, 2013b, p.61, grifo do autor). Ao negarem que certos eventos existem ou que são possíveis, as leis naturais adquirem um caráter necessário, não acidental. Da mesma forma, na lógica modal, o conceito de necessidade pode ser definido nos mesmos termos, tendo como ponto de partida o conceito de possibilidade (CHELLAS, 1980, p.4): de acordo com a lógica modal, algo é necessário a partir da não-possibilidade da sua negação. Do mesmo modo, a definição de possibilidade implica na negação de uma relação de necessidade (CHELLAS, 1980, p.5).

Assim, as leis naturais, na visão de Popper, são necessárias porque implicam em impossibilidades, em uma interpretação desse conceito em termos semelhantes à necessidade da lógica modal. Tais impossibilidades emergem do fato de que leis naturais traduzem propriedades estruturais do mundo (POPPER, 2013b, p. 395), propriedades essas que impedem “a ocorrência de certos eventos singulares logicamente possíveis, a manifestação de certos estados de coisas” (POPPER, 2013b, p. 395.).

Requer certa atenção, para melhor compreendermos o caráter necessário das leis em Popper, a expressão “propriedades estruturais”. O próprio filósofo admite que tal metáfora é vaga (POPPER, 1987, p. 157), já que ao mesmo tempo em que as leis naturais podem ser explicadas através de estruturas, elas impõem certa estrutura ao mundo (POPPER, 1987, p.158). Podemos analisar tal metáfora a partir do dispositivo de “mundos possíveis”, em que se admite a possibilidade de um número infinito de mundos, com estruturas que podem ser similares ou completamente diferentes à estrutura do nosso mundo. Podemos inferir a partir de *No* que se esses mundos possuem as mesmas propriedades estruturais que o nosso, diferindo somente no que diz respeito às condições iniciais, então esses mundos terão as mesmas leis naturais, ou seja, os mesmos fenômenos deixarão de ser possíveis dentro de determinadas circunstâncias. É por isso que o enunciado dos moas não é uma lei da natureza, mas um enunciado accidental: em um mundo com as mesmas propriedades estruturais que o nosso, mas com uma condição inicial diferente (a ausência de um vírus, por exemplo), o enunciado (α) “Todos os moas vivem no máximo cinquenta anos” seria falso. O nosso mundo, dessa forma, possui uma estrutura que admite a possibilidade de um moa viver mais de cinquenta anos, mas as condições específicas da região onde esses pássaros viveram não permitiram tal fato.

A estrutura, nesse sentido, é entendida por Popper como uma metáfora para as propriedades reais existentes no nosso mundo e, a partir do momento em que o nosso mundo é, ou seja, não é apenas um modelo logicamente possível, mas fisicamente possível, essas propriedades implicam na impossibilidade de ocorrência de certos fenômenos. De acordo com a interpretação de Hanzel (1999), “a visão de Popper de 1959 implicitamente contém um novo entendimento para a estrutura das leis científicas” (HANZEL, 1999, p.19, tradução nossa⁴⁶). Segundo o autor, ao invés de Popper conceber as leis naturais como enunciados válidos para todas as regiões espaço-temporais, tais leis são entendidas como sendo válidas apenas nas regiões “em

⁴⁶ Texto original: “Popper’s 1959 view implicitly contains a new understanding of the structure of scientific laws.”

que instâncias dessa estrutura existem” (HANZEL, 1999, p.19, tradução nossa⁴⁷).

As leis naturais continuam, porém, a apresentar uma forma de enunciados de implicação universal material tais como (α) “Todos os As são Bs”, acrescentando-se somente o operador modal de necessidade para indicar que o enunciado não é um universal “acidental”. Segundo Popper, podemos deduzir de (α) um condicional subjuntivo (β) “Se x for um A, então x será um B”, denominado de condicional nômico ou necessário (POPPER, 2013b, p.397). É possível, no entanto, questionar como um condicional é necessário. Para esclarecer essa questão, torna-se importante observarmos a definição de necessidade física apresentada por Popper: segundo o filósofo, “se enunciados condicionais desse tipo são deduzíveis de leis naturais verdadeiras, sua verdade será invariante com respeito a todas as alterações das condições iniciais (...)” (POPPER, 2013b, p.397), ou seja, o condicional é necessário no sentido de expressar uma impossibilidade que independe das condições iniciais, não no sentido tradicional de necessidade. Dessa forma, o caráter necessário do condicional está em conformidade com o da lei da qual é derivado. Ademais, como afirma Hanzel (1999), Popper admite que o caráter necessário do condicional nômico também pode ser entendido em um sentido lógico (HANZEL, 1999, p.19), uma vez que ele é necessário em relação à lei natural da qual ele foi deduzido. Segundo Hanzel, podemos perceber uma similaridade entre esse entendimento dos condicionais nômicos e a análise popperiana do problema da conexão necessária entre causa e efeito: novamente são as leis naturais (e podemos realizar essa operação somente fazendo-se referência a leis) que permitem a atribuição de uma conexão logicamente necessária a um condicional, já que essa conexão deriva da própria estrutura do argumento dedutivo.

2.2.1. Necessidade física e necessidade lógica

⁴⁷ Texto original: “A scientific law does not make a statement about all regions of space and time, but only about all those regions where instances of that structure exist.”

A partir dos pontos já expostos nesta seção, é tentador afirmar que o conceito de necessidade física apresentado por Popper não é distinto do de necessidade lógica, uma vez que o filósofo utiliza um dispositivo formal muito similar ao utilizado na lógica modal (necessário como algo verdadeiro em todos os mundos possíveis e também como sinônimo de impossibilidade), além de admitir uma conexão logicamente necessária entre condicionais nômicos derivados de leis naturais. Essas similaridades são, porém, apenas superficiais no exame da caracterização popperiana de leis naturais: uma análise mais profunda nos revela que para Popper é fundamental estabelecer uma linha divisória entre os dois tipos de necessidade. Enquanto que Kneale não atribuiu grande importância para diferença entre a necessidade lógica e a necessidade física, como veremos no próximo capítulo de modo mais detalhado, Popper compreende que sem distinguir apropriadamente os dois conceitos corremos o risco de adotar uma posição “essencialista clássica”, que contradiz em grande medida a sua teoria da ciência. Consideradas essas questões, vamos primeiramente analisar o conceito de necessidade lógica e de verdades necessárias para então apontarmos as diferenças entre esse conceito e o de necessidade física na perspectiva de Popper.

A necessidade lógica, tendo como base a lógica modal, pode ser definida de três modos: como um enunciado que é (α) verdadeiro em todos os mundos possíveis; (β) impossível que não seja verdadeiro, e (δ) cujo contrário implica em contradição, sendo, portanto, inconcebível. (α) remonta à teoria dos mundos possíveis de Leibniz e, assim como (β), foi incorporada à lógica modal na definição formal de necessidade (CHELLAS, 1980). Já (δ) é uma definição das verdades lógicas e matemáticas que são necessárias justamente a fim de não se violar o princípio lógico de não-contradição. Vemos (δ), por exemplo, em Hume, que afirma que “o contrário de toda questão de fato permanece sendo possível porque não pode jamais implicar contradição” (HUME, 2004, p.54), enquanto que o contrário de uma relação de ideia, como um enunciado matemático, é falso justamente porque não é possível concebê-lo sem cair em uma contradição.

A mesma distinção é observada no pensamento de Leibniz (2004), que afirma que “há dois tipos de verdades, as de raciocínio e as de fato. As verdades de razão são necessárias e seu oposto é impossível; e as de fato são contingentes e seu oposto é possível.” (LEIBNIZ, 2004, p.137). Ainda segundo o filósofo, quando uma verdade é necessária, podemos por meio da análise determinar a sua razão (LEIBNIZ, 2004, p.137), enquanto que tal procedimento não é possível nas verdades de fato. É justamente por conta desse aspecto que a autora Sybil Wolfram (2005) afirma que a distinção entre verdades contingentes e necessárias se aproxima, do ponto de vista conceitual, da distinção entre enunciados analíticos e sintéticos, *a priori* e *a posteriori*. Foi o filósofo Immanuel Kant quem introduziu esses conceitos na filosofia. Segundo Kant, os enunciados sintéticos são aqueles em que o predicado não está contido no sujeito, de modo que a ligação entre os conceitos não se dá por meio da identidade como é o caso dos enunciados analíticos:

“Em todos os juízos, nos quais se pensa a relação entre um sujeito e um predicado (apenas considero os juízos afirmativos, porque é fácil depois a aplicação aos negativos), esta relação é possível de dois modos. Ou o predicado B pertence ao sujeito A como algo que está contido (implicitamente) nesse conceito A, ou B está totalmente fora do conceito A, embora em ligação com ele. No primeiro caso chamo *analítico* ao juízo, no segundo, sintético.” (KANT, 2001, B 10)

Já *a priori* e *a posteriori* são expressões que dizem respeito à forma de obtenção do conhecimento: conhecimento *a priori* não exige investigação do mundo, enquanto que *a posteriori* exige uma investigação empírica para que sua verdade seja determinada. Desse modo, todos os enunciados analíticos são dados *a priori*, independente da experiência, enquanto que os enunciados sintéticos são *a posteriori*. Podemos perceber pela definição de analítico que este é muito próximo da definição de logicamente necessário, já que independe das circunstâncias (mundos possíveis) e é inevitavelmente verdadeiro, além disso, a sua verdade é baseada somente no princípio de não-contradição, dispensando-se uma investigação empírica do mundo (*a priori*).

De acordo com a leitura de Wolfram (2005), existem três principais perspectivas acerca das verdades necessárias e dos enunciados analíticos e sintéticos (*a priori* ou *a posteriori*): convencionalismo, ceticismo e essencialismo. Para o convencionalismo, “todas as verdades necessárias derivam sua verdade das ‘convenções de linguagem’” (WOLFRAM, 2005, p. 83). Dessa forma, somente os enunciados analíticos, por conta do significado que nós atribuímos às palavras, são necessários. A única forma de necessidade admitida é, portanto, a lógica.

A posição cética “disputa a existência de uma distinção entre analítico, necessariamente verdadeiro e *a priori*, de um lado, e sintético, contingente e empírico do outro” (WOLFRAM, 2005, p. 83). Segundo Wolfram, essa visão é associada especialmente ao pensamento de Quine, para o qual o conceito de analiticidade é um “pseudo-conceito”, supérfluo para a filosofia. Nesse sentido, não podemos atribuir necessidade lógica a nenhum enunciado, seja ele sintético, seja ele analítico, e a própria divisão entre enunciados sintéticos e analíticos é questionável. Para Quine, não existe “uma categoria especial de necessidade, matemática ou lógica” (QUINE, 1966, p.55), de modo que o único conceito de necessidade que se admite é o da necessidade natural, que, na visão de Quine, não é mais do que as “regularidades de Hume, culminando aqui e lá no que se passa por um traço explanatório.” (QUINE, 1966, p.56, tradução nossa⁴⁸).

Por fim, a perspectiva essencialista afirma que o conceito de necessidade lógica pode ser aplicado tanto para enunciados analíticos quanto para os sintéticos. O filósofo Saul Kripke (2001), de acordo com Wolfram, enquadra-se nessa categoria. Kripke propõe sua análise a partir da distinção entre designadores rígidos e não-rígidos, sendo que os primeiros expressam identidades verdadeiras e são, portanto, necessários (KRIPKE, 2001, p.4).

Feitos esses esclarecimentos, podemos examinar de modo mais detalhado a separação que Popper propõe entre necessidade lógica e

⁴⁸ Texto original: “I see only Hume’s regularities, culminating here and there in what passes for an explanatory trait...”

necessidade física ou natural. Em primeiro lugar, se utilizarmos a definição de verdade necessária da lógica modal (α), veremos que não é possível aplicar esse conceito às leis naturais: um enunciado fisicamente necessário, como vimos em *No*, não é verdadeiro em todos os mundos possíveis, mas somente nos mundos que possuem as mesmas propriedades estruturais do nosso. Se, ao invés, utilizarmos a definição (β), em a necessidade é definida em termos de possibilidade, nos aproximamos muito do conceito de necessidade física popperiano, mas enfrentamos problemas na definição de “possibilidade”, que, por mais que seja o mesmo termo utilizado tanto para falarmos de necessidade lógica quanto física, produz ambiguidades por conta das diferenças entre ambas. Afinal, o que seria algo logicamente possível? A resposta para essa questão se encontra em (δ), que nos apresenta uma definição de necessidade lógica com base no princípio de não-contradição: a negação de um enunciado logicamente necessário é necessariamente falsa, do contrário, será autocontraditório. Podemos observar que esse não é o caso das leis naturais, já que não existe contradição lógica na sua negação. Assim, a possibilidade lógica difere em grande medida da possibilidade física, embora usemos o mesmo termo para expressar ambas as ideias. Como enfatiza Popper, “uma pressuposição será logicamente possível quando não for autocontraditória; será fisicamente possível, se não contradisser as leis da natureza. Os dois sentidos de ‘possível’ têm muito em comum, o que explica o uso da mesma palavra; esquecer a diferença, entretanto, só pode levar a confusões” (POPPER, 2013b, p. 393).

Com efeito, as leis naturais, do ponto de vista metodológico e lógico, devem admitir a possibilidade de se conceber a sua negação, ou seja, os seus contraexemplos devem ser logicamente possíveis: como já foi exposto, elas são logicamente equivalentes à negação de certos enunciados existenciais, que formam o conjunto dos seus potenciais falseadores. De acordo com Popper, para uma teoria ou lei ser falseável, ela deve admitir “pelo menos, um falsificador potencial - pelo menos um enunciado básico possível que esteja logicamente em conflito com ela.” (POPPER, 1987, p.20). Embora esteja em contradição com determinada lei natural, o enunciado básico falseador potencial deve descrever

“um acontecimento logicamente possível, o qual é logicamente possível que possa ser observado” (POPPER, 1987, p.20). Em outras palavras, embora tal enunciado básico seja fisicamente impossível, pois contradiz uma lei natural, ele deve ser logicamente possível.

Um outro ponto que aprofunda as diferenças entre necessidade física e necessidade lógica é que as leis naturais, na concepção popperiana, não são enunciados analíticos, mas sintéticos: “[nosso sistema teórico] deve ser sintético, de modo que possa representar um mundo não contraditório, isto é, um mundo possível” (POPPER, 2013b, p.37). Logo, o conceito de necessidade física proposto pelo filósofo não pode ser o mesmo da necessidade lógica, ainda que se admita a posição convencionalista ou até mesmo a essencialista como válidas, já que as leis naturais para Popper não são nem enunciados analíticos e nem enunciados sintéticos que apresentam designadores rígidos. É possível, porém, questionar a premissa de que as leis naturais são enunciados sintéticos, como pensa Popper, considerando-as meras construções lógicas. Esse questionamento foi feito principalmente por pensadores da escola convencionalista⁴⁹, como Hugo Dingler. De acordo com essa perspectiva, as leis naturais formariam um sistema de definições implícitas, seriam meras convenções. Consequentemente, o convencionalismo não considera as leis naturais falseáveis pela experiência (POPPER, 2013b, p.70). Podemos, então, aplicar a mesma necessidade da lógica às leis, já que essas são como as outras tautologias.

Como decidir, então, se as leis naturais são enunciados sintéticos ou analíticos? Como nos diz Popper, a doutrina convencionalista é uma filosofia consistente, não podendo, desse modo, a crítica a essa doutrina ser baseada em contradições internas do sistema. Podemos, entretanto, apontar alguns problemas, do ponto de vista epistemológico e metodológico, na concepção convencionalista. Segundo Popper, uma das teses implícitas do

⁴⁹ Essa é a nomenclatura dada por Popper a essa doutrina. Não confundir com a divisão de Sybil Wolfram com relação aos enunciados analíticos e sintéticos.

convencionalismo é de que a ciência deve ser um sistema alicerçado em bases definitivas (POPPER, 2013b, p.70). Nesse sentido, o objetivo da ciência seria a construção de um sistema teórico absolutamente certo e conclusivo. Para o filósofo, essa concepção pode até angariar adeptos em períodos de lento desenvolvimento da ciência, mas em épocas de crise, quando novos experimentos podem ser interpretados como falseamentos de uma teoria, o convencionalismo tenderá a conservar o sistema, “sugerindo a adoção de certas hipóteses auxiliares *ad hoc* ou, talvez, de certas correções nos instrumentos de medida.” (POPPER, 2013b, p.71). Assim, um evento que é interpretado pelo falsificacionista como uma oportunidade para a formulação de novas e melhores teorias, é visto pelo convencionalista como um total colapso da ciência (POPPER, 2013b, p.71). Essa perspectiva torna impossível a ideia de um progresso da ciência em direção à verdade, ou seja, em direção de teorias melhores que as anteriores. Essa é uma crítica ao convencionalismo que Popper observa na fala de Black, para o qual a adaptação das hipóteses por meio de *ad hocs* a fim de criar-se um sistema infalível e irrefutável pode agradar a imaginação, “mas não fará avançar o nosso conhecimento” (POPPER, 2013b, p.71). Além do problema do progresso da ciência, o convencionalismo também adota, de acordo com Popper, uma postura equivocada com relação ao caráter do conhecimento científico, entendendo-o como episteme, ou seja, conhecimento justificado e definitivo. Como vimos no capítulo anterior, a ideia de que a ciência é capaz de revelar conhecimento absolutamente certo e conclusivo não passa de um mito, um resquício do pensamento baconiano: o que caracteriza a ciência é, ao invés, a sua capacidade de sujeitar suas teorias e leis a testes, aperfeiçoando-as (em outras palavras, formulando novas e melhores teorias caso elas não passem nos testes) de acordo com novos experimentos e evidências.

Apesar de Popper apresentar essas objeções ao convencionalismo, o filósofo admite que “o único meio de evitar o convencionalismo é tomar uma *decisão*: a decisão de não aplicar-lhe o método” (POPPER, 2013b, p.72, grifo do autor). A partir dessa decisão metodológica, as leis naturais deixam de ser

compreendidas como enunciados analíticos ou tautologias e passam a ser vistas como enunciados sintéticos. Desse modo, o seu caráter necessário não pode ser confundido com a necessidade da lógica. O oposto de uma lei natural é logicamente possível, já que não se produz uma contradição ao negá-la. Além disso, do ponto de vista metodológico, para Popper, é fundamental que essa contradição seja logicamente possível, já que, como veremos adiante, essa possibilidade permite a formulação de uma hipótese falseadora e a realização de testes que busquem falsear uma lei ou teoria. É justamente a contradição de uma lei por um enunciado singular que nos permite concluir, por meio do *modus tollens*, que uma lei natural é falsa. Assim, no contexto da teoria da ciência popperiana, torna-se de suma importância estabelecer uma clara distinção entre necessidade física e necessidade lógica. A primeira é entendida pelo filósofo como um rótulo, útil para que possamos distinguir adequadamente as leis naturais de enunciados universais “acidentais”. Enquanto que a segunda é relevante para que se mantenha a consistência de um sistema - um sistema autocontraditório não é informativo, como nos diz Popper na obra *A lógica da pesquisa científica* (POPPER, 2013b, p.79) - de modo que o progresso da ciência se dá porque as teorias e leis naturais falsas são eliminadas por produzirem uma contradição com enunciados básicos considerados verdadeiros.

A atribuição de um caráter necessário às leis, dessa forma, não afeta a metodologia falsificacionista defendida por Popper, já que o conceito de necessidade física é distinto em grande medida do de necessidade lógica. Como o próprio filósofo ressalta:

“nenhuma alteração se faz necessária no que diz respeito à metodologia. A alteração ocorre exclusivamente a nível ontológico, metafísico. Cabe descrevê-la dizendo que, se imaginarmos que *a* é uma lei natural, estaremos imaginando que *a* expressa uma *propriedade estrutural do nosso mundo* - propriedade que impede a ocorrência de certos eventos singulares logicamente possíveis, a manifestação de certos estados de coisas.” (POPPER, 2013b, p.395)

Comparadas, portanto, às tautologias e aos enunciados analíticos, as leis naturais apresentam um caráter “contingente”. Esclareceremos a seguir o que significa essa “contingência” para Popper e de que modo esta se relaciona com o caráter falseável das leis naturais.

2.3 O caráter falseável e “contingente” das leis naturais

Como vimos anteriormente, as verdades contingentes, em contraste com as verdades logicamente necessárias, dependem do real estado de coisas (*state of affairs*), ou seja, dos fatos do mundo, para a determinação do seu valor de verdade. Nesse sentido, como as leis naturais, no entendimento de Popper, não são *a priori* verdadeiras, podemos dizer que elas possuem um caráter “contingente” quando vistas sob este ângulo particular. A “contingência” das leis é, portanto, um aspecto ligado à “dependência” do seu valor de verdade com relação à experiência. As leis naturais, como parte das ciências empíricas não são absolutamente verdadeiras, segundo o filósofo, nem *a priori* nem *a posteriori*, ou seja, depois que uma hipótese resistiu a diversos testes empíricos, só podemos atribuir-lhe uma verdade provisória. O conceito de verdade é, desse modo, negativo, já que equivale à não-falsidade de uma lei natural.

Ao mesmo tempo, é importante ressaltar que o filósofo define-se como um realista (POPPER, 1987, p.106), de modo que compreende as hipóteses científicas como tentativas de se explicar de forma mais aproximada possível o mundo tal como ele é. Embora do ponto de vista lógico a sua teoria da ciência seja independente de uma metafísica realista, segundo Popper, uma perspectiva realista perpassa sua teoria, já estando presente desde a obra *A lógica da pesquisa científica*:

“a discussão racional, isto é, a argumentação crítica com o interesse de nos aproximarmos da verdade, seria vazia sem uma realidade objetiva, um mundo que empreendemos descobrir, desconhecimento, ou em parte desconhecido (...).” (POPPER, 1987, p.106)

Assim, ao assumir essa concepção, o filósofo está também admitindo a possibilidade de que o mundo nos surpreenda, de que contradiga as nossas teorias ou leis, em oposição a uma perspectiva solipsista ou idealista, em que a realidade é produto da mente do sujeito. É justamente essa possibilidade de as leis naturais serem refutadas pela experiência e da verdade dessas leis ser sempre provisória, que confere o seu caráter “contingente”. A refutabilidade ou falseabilidade das leis naturais advém da estrutura lógica dos enunciados científicos, já que estes podem, de acordo com Popper, entrar em conflito com ao menos um enunciado básico possível (POPPER, 1987, p.20). Tais enunciados básicos consistem nos eventos proibidos pela lei. Logo, ao mesmo tempo em que as leis naturais são necessárias por expressarem impossibilidades físicas, já que proibem a ocorrência de certos eventos (representados pelos enunciados básicos existenciais), elas também são falseáveis. Enunciados básicos não podem, dessa forma, verificar ou confirmar uma lei de caráter universal. Eles podem, no entanto, contradizer essa lei, refutando-a por meio de um argumento de natureza dedutiva. É justamente com base na assimetria entre a verificabilidade e a falseabilidade que Popper propõe o falsificacionismo em oposição ao verificacionismo defendido pelos positivistas lógicos:

“Minha posição está alicerçada numa assimetria entre verificabilidade e falseabilidade, *assimetria* que decorre da forma lógica dos enunciados universais. Estes enunciados nunca são deriváveis de enunciados singulares, mas podem ser contraditados pelos enunciados singulares. Conseqüentemente, é possível através de recurso a inferências puramente dedutivas, (com auxílio do *modus tollens*, da lógica tradicional), concluir acerca da falsidade de enunciados universais a partir da verdade de enunciados singulares.” (POPPER, 2013b, p.39, grifos do autor)

Podemos perceber que, ao analisarmos a questão sob esse ângulo, o caráter fisicamente necessário e logicamente “contingente” das leis naturais está de acordo com a metodologia popperiana. Como afirma o filósofo, embora seu conceito de necessidade física seja limitado, não sendo possível um critério

positivo dessa necessidade, podemos formular um critério negativo de necessidade física (de modo similar ao critério de verdade de Popper):

“Todavia, apesar de a definição proposta excluir a possibilidade de obter um critério positivo de necessidade natural, podemos, na prática, aplicar a definição de necessidade natural em versão negativa: determinando condições iniciais, a cuja ocorrência a suposta lei se mostra não válida, estaremos demonstrando que ela não é necessária, ou seja, que não é uma lei da natureza” (POPPER, 2013b, p.396).

Uma vez que não é possível determinar conclusivamente a verdade de um enunciado estritamente universal, jamais saberemos, de acordo com Popper, se uma suposta lei é genuína. A “contingência” das leis, na visão do filósofo, é o que torna o empreendimento científico um constante aprendizado, já que uma lei ou teoria antes considerada como verdadeira pode vir a ser refutada pela experiência: “Parte da grandeza e beleza da ciência está em podermos aprender através de nossas próprias investigações, que o mundo é inteiramente diverso do que imaginávamos - até nossa imaginação ter sido despertada pela refutação das teorias por nós elaboradas anteriormente.” (POPPER, 2013b, p. 394-395).

Dessa forma, as leis naturais jamais deixam de ser apenas hipóteses. Segundo Popper, “não apenas porque não podemos pesquisar todo o nosso mundo para nos certificar de que não existe contraexemplo, mas ainda pela razão mais forte de que não podemos pesquisar todos os mundos que difiram do nosso com respeito a condições iniciais” (POPPER, 2013b, p.396). Ou seja, a atribuição de um caráter necessário às leis reforça o seu caráter conjectural e falseável.

A definição que o filósofo apresenta de falseabilidade (no sentido lógico-técnico do termo), como vimos, corresponde a “uma relação lógica entre a teoria em questão e a classe dos enunciados básicos (ou os falsificadores potenciais descritos por estas).” (POPPER, 1987, p. 22). Essa relação é justamente a contradição, que teoricamente falsearia uma lei. Porém, como o filósofo alerta na obra *Realismo e objetivo da ciência*, falseabilidade também pode ser

entendida em outro sentido: como possibilidade da teoria ou lei em questão ser conclusivamente falseada (POPPER, 1987, p.21.). Essa interpretação do termo, no entanto, confunde a falseabilidade com falsificação ou falseamento. Enquanto que o primeiro conceito trata de um critério puramente lógico de classificação de enunciados, o segundo diz respeito aos testes aos quais as teorias são submetidas.

A falsificação conclusiva é discutida por Popper já na obra *A lógica da pesquisa científica*: o filósofo concorda com certos aspectos da tese de Thomas Kuhn de que sempre é possível incluir hipóteses *ad hoc* às teorias científicas, de modo a evitar a sua falsificação. Popper, porém, defende a adoção de regras metodológicas e de uma ética que excluem tal prática da ciência. Assim, quando uma hipótese, tal como uma lei natural, é submetida a testes e falha, é sempre possível corrigi-la a partir da introdução de hipóteses *ad hoc*, mas esse procedimento não está de acordo, na visão popperiana, com a ética científica.

Além da possibilidade de incluir-se hipóteses *ad hoc* a fim de evitar a falsificação de uma lei ou teoria, a própria aceitação do enunciado básico falseador é uma questão que não pode ser resolvida simplesmente por meio de testes. Para evitarmos uma regressão infinita com respeito à falsificação de uma hipótese, é necessário, novamente, segundo Popper, adotar regras metodológicas (POPPER, 2013b, p.76). Essas regras devem determinar as condições em que um enunciado básico será aceito pela comunidade científica para que uma hipótese seja considerada falsa.

A partir dessa concepção, a verdade das teorias jamais é estabelecida definitivamente devido a sua universalidade estrita, nem mesmo em termos probabilísticos como propôs Carnap, mas a sua falsidade pode ser estabelecida levando-se em consideração certas regras metodológicas. Podemos concluir, assim, que as leis naturais possuem o caráter hipotético ou conjectural.

Segundo o comentador Mariano Artigas (2001), o conjecturalismo e falibilismo popperiano estão em uma posição oposta ao verificacionismo

positivista, que defende a possibilidade de apresentar razões positivas ou justificativas para o conhecimento científico (ARTIGAS, 2001, P.138). Popper, portanto, opõe-se à qualquer possibilidade de estabelecer-se certezas no campo da ciência. O filósofo afirma que “a ciência não é um sistema de enunciados certos ou bem estabelecidos, nem é um sistema que avance continuamente em direção a um estado de finalidade. Nossa ciência não é conhecimento (episteme) (...)” (POPPER, 2013b, p.243). Segundo essa perspectiva, o conhecimento científico não progride por meio do acúmulo de experiências ou teorias justificadas, mas através de conjecturas e refutações, ou seja, da aplicação de testes cada vez mais rigorosos e da formulação de teorias ou leis cada vez mais ousadas. Não aprendemos nada de novo com a corroboração de nossas hipóteses, diz Popper, mas podemos aprender com nossos erros, já que as refutações de teorias estimulam o cientista a desenvolver novas hipóteses e a propor soluções inovadoras para determinado problema.

Como para ser falseável um enunciado deve possuir ao menos um enunciado básico na classe dos seus potenciais falseadores, o grau de falseabilidade (número de potenciais falseadores) é diretamente proporcional ao poder explicativo das leis. Nesse sentido, quanto mais as leis naturais proibem a ocorrência de certos fenômenos, maior é o seu poder explicativo. É por isso que, na visão de Popper, o progresso da ciência se dá na direção de leis que proibem mais, logo, que apresentam uma maior possibilidade de serem falseadas e que explicam um maior número de fenômenos.

A teoria da ciência proposta pelo filósofo, nesse aspecto, rompe com a tradição epistemológica, vigente desde Platão, que encara o conhecimento científico como sinônimo de episteme ou de crença verdadeira justificada⁵⁰. “A

⁵⁰ Sobre isso, Popper também escreve que “o velho ideal científico da episteme - do conhecimento absolutamente certo, demonstrável - mostrou não passar de um ‘ídolo’. A exigência de objetividade científica torna inevitável que todo enunciado científico permaneça provisório para sempre. Pode ele, é claro, ser corroborado, mas toda corroboração é feita com referência a outros enunciados, por sua vez provisórios. Apenas em nossas experiências subjetivas de convicção, em nossa fé subjetiva, podemos estar ‘absolutamente certos’” (POPPER, 2013b, p.245)

certeza é um equívoco na visão de Popper”, diz Artigas (2001, p.125), que considera o conjecturalismo uma das principais ideias da filosofia popperiana, estando relacionada não somente à impossibilidade lógica de se estabelecer a verdade conclusiva das leis naturais, mas ao fato da ciência ser um sistema teórico desenvolvido por seres humanos, que são falíveis e imperfeitos. Assim, as hipóteses conjecturadas pelos cientistas estão sempre sujeitas a erro. O falibilismo, no entanto, antes de ser um ponto fraco da ciência, é uma vantagem, porque é o elemento que possibilita o contínuo aperfeiçoamento das teorias científicas. Uma ciência que não é falível não tem espaço para melhorar suas teorias e leis ou trazer novas hipóteses.

A perspectiva falibilista das teorias defendida por Popper faz parte do seu racionalismo crítico, cuja atitude pode ser resumida, nas palavras do filósofo, como “eu posso estar errado e você pode estar certo e se nos esforçarmos, nós podemos nos aproximar da verdade.” (POPPER, 2011, p.380). O racionalismo, no entendimento popperiano, caracteriza justamente essa atitude em que se deseja compreender o mundo através da discussão crítica (POPPER, 1987, p.40). Ou seja, nossas teorias e leis podem estar erradas e, a partir da crítica racional (que inclui a aceitação de argumentos e da evidência empírica), podemos fazer um esforço para torná-las mais próximas da verdade, além de mais explicativas e abrangentes, em outras palavras, teorias e leis que são melhores em relação às que foram falseadas. Como diz Artigas, “o conjecturalismo tem sentido se o interpretarmos como a possibilidade de alcançar sempre um conhecimento melhor e como a atitude de buscá-lo.” (ARTIGAS, 2001, p.128, tradução nossa⁵¹).

Assim, a ciência, no contexto de uma tradição crítica, jamais pode tomar seus enunciados como definitivamente comprovados, embora propor leis e

⁵¹ Texto original: “(...) el conjecturalismo tiene sentido si lo interpretamos como la posibilidad de alcanzar siempre un conocimiento mejor y como la actitud de buscarlo.”

teorias e submetê-las a testes seja uma tarefa necessária para que a ciência cumpra seu objetivo fundamental de explicar o mundo, como afirma Popper:

“Nós encaramos, então, uma situação estranha que, enquanto as ciências naturais devem propor e testar leis naturais, a verdade dessas leis não pode em princípio jamais ser provada cientificamente. Esses enunciados empíricos universais não podem, em princípio, jamais perder o caráter de asserções não comprovadas ou de hipóteses. Nós nunca podemos atribuir a essas leis o valor de verdade (nem *a priori* nem *a posteriori*)” (POPPER, 2009, p.124, tradução nossa⁵²)

Essa “situação estranha” a que se refere Popper é justamente a natureza dúplice das leis naturais: tais enunciados incorporam aspectos “contingentes” devido ao seu valor de verdade jamais ser determinado conclusivamente ao mesmo tempo em que, quando comparados a enunciados acidentais, adquirem aspectos “necessários”. Como é possível concluir das palavras do filósofo, torna-se relevante considerar o aspecto “contingente” das leis naturais, do contrário temos como consequência uma epistemologia não crítica, incompatível, portanto, com uma perspectiva falibilista das teorias e leis da ciência.

2.3.1. Crítica popperiana ao essencialismo

Para Popper, a concepção segundo a qual as leis naturais não são “contingentes” em nenhum sentido “é uma forma extremada de essencialismo” (POPPER, 2013b, p.394), doutrina que o filósofo critica duramente ao longo das suas obras. O essencialismo, como veremos a seguir, é incompatível com a perspectiva de Popper com relação à ciência e, em especial, com o caráter falseável e conjectural das leis naturais.

Na obra *Conjecturas e Refutações*, são discutidas as três principais perspectivas acerca do conhecimento do ponto de vista popperiano:

⁵² Texto original: “We are, then, faced with the strange situation that, while the natural sciences must propose and test natural laws, the truth of these laws can in principle never be scientifically proved. These very important universal empirical statements can, in principle, never lose the character of unproven assertions or of hypotheses. We must never assign them the value true (neither *a priori* nor *a posteriori*).”

instrumentalismo, essencialismo e a concepção do próprio Popper, que combina elementos das doutrinas anteriores com outros aspectos originais do seu pensamento. Para compreendermos melhor a perspectiva popperiana, que interessa a essa pesquisa, torna-se necessário analisarmos em que medida a teoria da ciência de Popper adota elementos do essencialismo e em que medida outros elementos são descartados pelo filósofo. As razões para que certos elementos não sejam incorporados são particularmente importantes para esclarecermos a natureza dúplice das leis naturais, já que na interpretação empregada nesta investigação há uma incompatibilidade entre o essencialismo tradicional e o falsificacionismo popperiano, motivo pelo qual é possível se questionar uma aparente contradição entre o caráter falseável e necessário das leis naturais.

O essencialismo tradicional é identificado por Popper como correspondente à filosofia da ciência de Galileu, que parte do princípio de que na ciência é possível apresentar-se explicações últimas ao descrever a “natureza essencial das coisas”. Essa doutrina, de acordo com Popper, pode ser dividida em três dimensões: a primeira postula que é dever do cientista procurar uma lei ou teoria verdadeira, que descreva o mundo (POPPER, 2008, p. 131). Já a segunda dimensão afirma que “o cientista é capaz de demonstrar a verdade dessas teorias além de qualquer dúvida razoável” (POPPER, 2008, p. 131). Por fim, a terceira dimensão da doutrina essencialista afirma que as verdadeiras teorias e leis naturais descrevem essências das coisas. Nesse terceiro aspecto, as leis naturais não necessitam de explicações adicionais por serem explicações finais, supremas.

Como podemos perceber, o primeiro aspecto do essencialismo é incorporado à teoria da ciência popperiana, uma vez que é um realista e compreende como objetivo da ciência a busca por teorias e leis que melhor descrevam a realidade. O próprio filósofo admite que “um realista que crê em um ‘mundo externo’ necessariamente acredita na existência de um cosmos ao invés

do caos; ou seja, em regularidades.” (POPPER, 1974, p. 14, tradução nossa⁵³). Desse modo, a busca por leis naturais é consistente com uma perspectiva realista da ciência, assim como a primeira dimensão do essencialismo.

O segundo aspecto, no entanto, torna-se incompatível com o caráter falseável das leis, já que para o filósofo “todas as teorias são e permanecem hipóteses: são conjecturas (doxa), em contraposição ao conhecimento indubitável (episteme)” (POPPER, 2008, p. 131). Como vimos no capítulo anterior, esse caráter permanentemente hipotético ou conjectural das leis naturais advém para Popper das propriedades lógicas dos enunciados estritamente universais: tais enunciados não podem ser reduzidos a um ou mais enunciados singulares. As leis, portanto, não podem ser conclusivamente justificadas pela experiência. Além disso, um outro ponto do pensamento do filósofo que reforça esse caráter hipotético é que as teorias e leis naturais, como produtos humanos, são sujeitas a erros, falhas. Estaria, nesse sentido, além da capacidade humana formular teorias científicas que sejam infalíveis.

Da mesma forma, a terceira dimensão do essencialismo é criticada por Popper tendo em vista essa perspectiva. O filósofo argumenta que, do ponto de vista lógico e metodológico, não podemos encontrar nas ciências empíricas explicações definitivas, finais. Ou seja, os testes empíricos não podem ser exaustivos (POPPER, 2008, p.132) a ponto de permitir uma conclusão positiva à respeito do valor de verdade de uma lei natural, de modo que sempre existe a possibilidade de um novo experimento ou evento contradizer as conjecturas de uma teoria.

Como podemos notar, Popper adota alguns aspectos do essencialismo, aspectos estes que estão ligados à sua perspectiva realista da ciência. É por essa razão que o filósofo atribui à sua concepção o rótulo de “essencialismo modificado”. Essa forma de essencialismo ainda compreende que as leis

⁵³ Texto original: “...a realist who believes in an ‘external world’ necessarily believes in the existence of a cosmos rather than a chaos; that is, in regularities.”

naturais e as teorias científicas, de modo geral, devem descrever propriedades estruturais do mundo (e por isso, como vimos, implicam em uma necessidade física). A diferença entre essa necessidade e a necessidade lógica é que o valor de verdade das leis naturais não pode ser conclusivamente estabelecido a partir da experiência:

“O nosso ‘essencialismo modificado’ é, julgo eu, útil quando se levanta a questão da forma lógica das leis naturais. Ele sugere que as nossas leis ou teorias devam ser universais, isto é, que tenham que de fazer asserções acerca de todas as regiões espacio-temporais do Mundo. Sugere, além disso, que as nossas teorias façam asserções acerca das propriedades estruturais ou relacionais; e que as propriedades descritas por uma teoria explicativa devam ser, nalgum sentido, mais profundas do que as que há que explicar.” (POPPER, 1987, p. 157)

Ou seja, a partir desse “essencialismo modificado”, Popper busca conciliar o caráter necessário das leis naturais com uma postura realista e falsificacionista, admitindo implicitamente também a própria “contingência” dessas leis, já que seu valor de verdade não é estabelecido conclusivamente nem *a priori* nem *a posteriori*. Além disso, o próprio filósofo aponta que sua crítica ao essencialismo não visa, como é o caso do argumento instrumentalista, estabelecer a inexistência das essências (POPPER, 2008, p. 133). Podemos, inclusive, especular que a ideia de “essências” pode ser interpretada como as propriedades estruturais do mundo que Popper diz que é dever das leis naturais tentar descrever. A crítica popperiana ao essencialismo, em contraste com a crítica dos pensadores instrumentalistas, é direcionada principalmente à ideia de que uma teoria ou lei não exija explicações adicionais (POPPER, 2008, p. 133). Como foi discutido anteriormente, a ideia central do falibilismo é justamente admitir a possibilidade de que as leis e teorias da ciência são falíveis, logo, sempre é possível formular novas explicações quando uma teoria falha. Ademais, a objeção de Popper ao essencialismo tradicional também encontra-

se nos “obstáculos ao pensamento” que essa doutrina pode impor ao cientista, já que não estimula o pesquisador a postular novos problemas (POPPER, 2008, p.135). Desse modo, o essencialismo tradicional é incompatível com o falibilismo e com o falsificacionismo popperiano.

3. CAPÍTULO III: AS CRÍTICAS À CONCEPÇÃO DE POPPER ACERCA DO CARÁTER DAS LEIS NATURAIS

A concepção que Popper desenvolve acerca do caráter das leis naturais, especialmente a sua definição de necessidade física, foi objeto de crítica de diversos pensadores na época da sua publicação. A solução que o filósofo apresenta para o problema da distinção entre enunciados nômicos (leis naturais) e enunciados acidentais foi considerada por muitos autores insatisfatória e/ou contraditória com o restante da sua teoria da ciência. Nos últimos anos, a perspectiva popperiana foi revisitada por alguns estudiosos, que novamente apontaram problemas na caracterização sustentada por Popper a respeito das leis naturais. O objetivo deste capítulo é examinar as principais críticas a essa caracterização, identificando os argumentos utilizados pelos críticos de Popper e analisando se estas críticas procedem ou se são fruto de uma interpretação equivocada do pensamento do filósofo.

Para fins de organização, este capítulo será dividido em duas partes seguindo uma ordem cronológica: a primeira será dedicada aos autores contemporâneos a Popper, em que houve uma discussão real entre esses pensadores, enquanto que a segunda irá propor uma análise das críticas de autores recentes.

Teremos como ponto de partida o debate entre William Kneale e Popper. Kneale foi o principal interlocutor de Popper nesse tema e, para esclarecer com maior profundidade as diferenças entre os dois filósofos, nós pretendemos apresentar alguns pontos centrais da *Theory of Natural Necessity* (Teoria da Necessidade Natural, em tradução livre), que foi desenvolvida por Kneale na obra *Probability and induction*. Analisaremos os questionamentos e críticas levantados por Kneale à concepção popperiana do caráter das leis naturais, além de examinar as réplicas empreendidas por Popper na época.

Em seguida, nossa análise será direcionada à crítica de Graham Nerlich e Wal Sutching à definição de necessidade física (*No*) apresentada por Popper

no apêndice X* da obra *A lógica da pesquisa científica*. Tal crítica recebeu uma resposta do filósofo no artigo intitulado “A revised definition of natural laws” e publicado no mesmo periódico e ano do texto de Nerlich e Sutching. Nesse artigo, Popper propõe uma redefinição formal do seu conceito de necessidade física. Abordaremos, desse modo, a resposta dada pelo filósofo e avaliaremos se ela foi satisfatória. Ainda tratando-se dos críticos contemporâneos a Popper, faremos uma breve menção aos comentários de Imre Lakatos, que dedica um capítulo do segundo volume do livro *Mathematics, science and epistemology* à análise do debate entre Kneale e Popper e do problema da caracterização adequada das leis naturais.

Por fim, na segunda parte deste capítulo apresentaremos de modo resumido alguns pontos de críticas recentes dirigidas à caracterização popperiana das leis naturais, destacando-se os artigos de Artosi e Governatori (2006), Igor Hanzel (1999) e Norman Swartz (2000). Pretendemos, desse modo, examinar as principais linhas argumentativas defendidas por esses autores, avaliando a qualidade dos seus argumentos a fim de defendermos nossa hipótese de que não há contradição na concepção de Popper acerca do caráter das leis naturais.

3.1 As críticas de autores contemporâneos a Popper

3.1.1 O debate Popper x Kneale

Como vimos ainda no primeiro capítulo deste trabalho, o problema da caracterização das leis naturais emerge de uma questão anterior levantada por David Hume: como é possível a aplicação dos conceitos de necessidade e universalidade a questões de fato? Para Hume, somente podemos conhecer aquilo que nos é fornecido pelos dados dos sentidos, de modo que tanto a universalidade quanto as conexões necessárias não são derivadas da experiência, que oferece somente o particular e contingente. O ceticismo humeano problematiza, dessa forma, o próprio conceito de lei natural nas ciências empíricas, já que não é possível reduzi-las à experiência.

Em contraposição à perspectiva de Hume, o filósofo William Kneale formula a sua Teoria da necessidade natural (Theory of natural necessity, em tradução livre) no sentido de resgatar a aplicação do conceito de necessidade a questões de fato. Segundo Kneale, as leis naturais são definidas como princípios que expressam necessidade (*principles of necessitation*). O ponto de partida para a teoria knealeana, como nos diz Nandita Chaudhuri (2015), é de que a distinção entre verdades necessárias e contingentes da tradição filosófica ocidental está equivocada. Kneale propõe, ao invés, uma distinção entre questões de fato e princípios de modalidade (CHAUDHURI, 2015, p.12). Para o autor, enquanto que um enunciado que afirma que uma caneta é verde é uma questão de fato, um enunciado que afirme que algo não pode ser verde e vermelho ao mesmo tempo é um princípio de modalidade.

Outro ponto da teoria de Kneale que diverge da tradição filosófica ocidental é a concepção de que a questão das verdades necessárias/contingentes não está diretamente relacionada com a distinção entre enunciados analíticos e sintéticos ou entre *a priori* e *a posteriori*: enquanto que a necessidade e contingência são consideradas propriedades ontológicas, enunciados *a priori* e *a posteriori* dizem apenas respeito à epistemologia, ou seja, à possibilidade de se conhecer determinada coisa. Assim, por se tratarem de aspectos filosóficos distintos das leis naturais, Kneale admite a aplicação do conceito de necessidade a enunciados sintéticos *a posteriori*, o que parece ser contra-intuitivo, mas é resumido por Chaudhuri (2015) como a diferença entre os enunciados “p é uma verdade necessária” e “é sabido com certeza que p” (CHAUDHURI, 2015, p. 44).

Nesse sentido, podemos perceber que o pensamento de Kneale é semelhante ao de John Locke (2004), para qual há a possibilidade de existência de uma necessidade física, mas, por conta das nossas limitações cognitivas, mesmo que haja uma forma de necessidade na natureza, não seremos capazes de conhecê-la (LOCKE, 2004, p.124). Locke, no entanto, aponta que se houvesse uma mente capaz de conhecer a essência das coisas, então ela

também seria capaz de conhecer essa necessidade, que para o filósofo é equivalente à necessidade lógica e matemática.

“Não duvido que se nós pudéssemos descobrir a figura, o tamanho, a textura e o movimento das pequenas partes constituintes de dois corpos quaisquer, nós deveríamos saber, sem provação, diversas das suas operações, uma após a outra; como nós sabemos atualmente as propriedades de um quadrado ou de um triângulo.” (LOCKE, p.135, tradução nossa⁵⁴)

O argumento utilizado por Hume para criticar a perspectiva lockeana, como já foi explicado anteriormente, baseia-se na possibilidade de se conceber o contrário de uma lei natural, uma vez que tal operação não conduz a uma contradição. Em contraposição, ao tentarmos conceber o contrário de enunciados matemáticos e tautológicos violamos o princípio da não-contradição. Já que seria possível concebermos o contrário de uma lei natural, isso significa que ela não é, na interpretação de Hume, necessária, mas contingente. Assim, segundo essa interpretação o conceito de necessidade estaria restrito ao raciocínio demonstrativo. Kneale afirma que o critério humeano não é satisfatório, uma vez que em certas condições é possível conceber o contrário de um enunciado da matemática, como é o caso da Conjectura de Goldbach. Kneale nos diz: “Se a possibilidade de se conceber o contraditório não deve ser encarada como uma refutação da necessidade na matemática, em que as provas são obtidas por meio de raciocínio *a priori*, por que essa possibilidade deveria fornecer tal refutação nas ciências naturais?” (KNEALE, 1952, p.80, tradução nossa⁵⁵).

⁵⁴ Texto original: “I doubt not but if we could discover the figure, size, texture, and motion of the minute constituent parts of any two bodies, we should know without trial several of their operations one upon another; as we do now the properties of a square or a triangle.”

Texto original: “If the conceivability of the contradictory is not to be taken as a disproof of necessity in mathematics, where proof is attainable by *a priori* reasoning, why should it be supposed to furnish such a disproof in natural science?”

Esse é um dos primeiros elementos do argumento de Kneale que é criticado por Popper, que assinala que a questão enfatiza demasiadamente o sentido da palavra “concebível”. Em matemática, dizer que algo é inconcebível significa que leva a uma contradição óbvia. Kneale, na visão popperiana, estaria usando o termo em outro sentido, de modo que o argumento sobre contingência na matemática é fraco para sustentar sozinho sua Teoria da Necessidade Natural: o fato de que existem conjecturas na matemática que atualmente não levam a uma **óbvia** contradição não significa que essas conjecturas são contingentes e muito menos que devemos aceitar a aplicação do conceito de necessidade a questões de fato.

Popper, de certa forma, ainda segue a perspectiva de Hume de que necessidade, num sentido mais estrito do termo, só existe na lógica, como podemos ver de um trecho do Apêndice X* em que o filósofo diz concordar com a paráfrase de Hume feita por Wittgenstein acerca da aplicação do conceito de necessidade a questões de fato (POPPER, 2013b, p.400). Podemos perceber que essa concepção está presente inclusive no artigo de 1949, “A note on natural laws and so-called contrary to fact conditionals”, em que Popper ressalta, como vimos no capítulo anterior, que a questão da dedução dos contrafactuais de leis naturais diz mais respeito à extensão dos termos, ou seja, à sua universalidade, do que a aspectos modais. É por isso que, na visão do filósofo, podemos deduzir de leis naturais condicionais subjuntivos ou contrafactuais, enquanto que de outros enunciados universais de extensão limitada (enunciados numericamente universais) essa operação não é possível. Seguindo-se esse raciocínio, não haveria diferença entre leis naturais e implicação universal material: uma implicação universal material com termos intensionais ou irrestritos permite a inferência de condicionais subjuntivos.

Kneale, porém, apresenta diversas objeções ao argumento popperiano. Se nós entendermos as leis naturais como implicações universais materiais da forma $\varphi(x) \rightarrow \psi(x)$ e contrafactuais como $\neg \varphi(x) \wedge \varphi(x) \rightarrow \psi(x)$, nós podemos convertê-las na seguinte fórmula: $\neg \exists (x) \wedge \varphi(x) \wedge \neg \psi(x)$. O filósofo defende que

se, por exemplo, utilizarmos o caso dos corvos negros, tal fórmula não nos informa se a não existência de corvos negros se trata de uma lei natural ou de um acidente, embora a implicação universal material comporte ambos os casos (e aqui observamos o uso de termos irrestritos ou extensionais como Popper recomenda). Isto porque, argumenta Kneale, é possível que a cor desses pássaros ocorra sempre de uma forma simplesmente devido à sua preferência por ambientes que não nevam. Assim, o enunciado “todos os corvos são negros”, embora seja composto de termos universais irrestritos, além de não haver nenhuma contingência de espaço ou de tempo, não é uma lei da natureza:

“O fato, se for um fato, de que nenhum corvo habitou regiões de muita neve pode ser apenas um acidente da história, e também o é o fato, se for um fato, que nunca houve um corvo que não fosse preto. Mas dizer isso é apenas dizer, mesmo que se nós pudéssemos saber o segundo fato (*por impossibilidade*), nós ainda não poderíamos afirmar contrafactuais tais como ‘Se alguns habitantes de regiões de muita neve fossem corvos, eles seriam negros.’” (KNEALE, 1950, p.123, tradução nossa⁵⁶)

Podemos observar que esse aspecto da crítica de Kneale foi aceito por Popper em certa medida na sua formulação de *No*, uma vez que de acordo com essa definição, leis naturais possuem uma certa independência com relação a certas condições. No caso dos corvos negros, a região em que habitam é uma condição que afetaria a verdade da lei, assim como um vírus na Nova Zelândia seria uma condição que influenciaria a expectativa de vida dos moas. É por isso que não podemos dizer que tais enunciados são leis naturais: suas proibições não são absolutas, mas dependentes de certas condições possíveis. O argumento de Kneale contra a ideia de leis naturais como implicações universais materiais, no entanto, levanta uma série de questões: o que nos garante que

⁵⁶ Texto original: “The fact, if it is a fact, that no ravens have lived in very snowy regions may be only an accident of history, and so too the fact, if it is a fact, that there has never been a raven that was not black. But to say this is just to say that, even if (*per impossible*) we could know the second fact, we should still not be entitled to assert such contrary-to-fact conditionals as ‘If some inhabitants of snowy regions were ravens, they would be black’”.

todos os enunciados considerados leis naturais também não sejam universais acidentais? Podemos falar de leis naturais como uma série de acidentes que eventualmente vão ser contraditos no futuro? Kneale nos diz que filósofos que mantem a concepção segundo a qual leis naturais são implicações universais materiais afirmam que não existem acidentes históricos em uma escala cósmica (KNEALE, 1950, p.123). Só haveria, dessa forma, duas possibilidades no caso dos corvos: (1) ou é uma lei da natureza que corvos são negros ou então (2) haverá em algum lugar algum dia um corvo que não é negro.

É interessante analisarmos essas duas possibilidades sob o ponto de vista da metodologia proposta por Popper, já que o falsificacionismo deve admitir para todos os enunciados científicos a possibilidade de (2), ou seja, que uma lei seja falsa em algum momento. Seria, nesse sentido, incompatível essa concepção de leis naturais (1) com a metodologia popperiana? A questão é respondida pelo próprio filósofo no Apêndice X*: a ciência não é capaz de provar que determinado enunciado é de fato uma lei da natureza, por isso a possibilidade de (2) sempre existe no contexto científico. Em outras palavras, sempre é possível que a ciência descubra que determinado enunciado, na verdade não é uma lei da natureza. Dessa forma, Kneale parece confundir a perspectiva de Popper com a de que as leis naturais são meros acidentes, generalizações. Porém, de acordo com *No*, não ser acidental faz parte da própria definição de uma lei. A questão principal é de que na metodologia popperiana nós não podemos saber se um enunciado é de fato uma lei da natureza ou se estamos diante de acidentes. O falsificacionismo apenas nos fornece ferramentas para que os enunciados que não são leis naturais, logo, que se demonstrarem falsos, sejam eliminados da ciência. Como nos diz Popper: “Nunca podemos saber, é claro, se uma suposta lei é uma lei genuína, ou se apenas parece uma lei” (POPPER, 2013b, p.396).

Voltando ao contraexemplo de Kneale (o enunciado sobre os corvos negros), poderíamos questionar o que é afinal uma impossibilidade física para o filósofo. Se nesse exemplo podemos especular que seria possível um corvo não

negro surgir caso esses pássaros habitassem regiões com muita neve, e com relação aos demais eventos que nós consideramos impossíveis fisicamente? Não seriam essas impossibilidades também relativas às leis da física, química e biologia que conjecturamos no momento? Não poderíamos também especular, como fizemos com os corvos negros, que talvez a estrutura do mundo seja diversa do que pensamos e aquilo que consideramos fisicamente impossível seja também um acidente? Essas questões nos levam a concluir que há, em certa medida, uma imprecisão no conceito de impossibilidade física proposto por Kneale, e, conseqüentemente, no de necessidade física, já que para estabelecer um enunciado como fisicamente necessário deveríamos conceber a impossibilidade da sua negação. No caso dos corvos, é possível concebermos que um acidente histórico levou ao fato de que até o momento todos os corvos são negros, por isso o enunciado “Todos os corvos são negros” não é necessário, logo, não é uma lei da natureza. Mas o que nos impede de aplicar o mesmo raciocínio a outras leis da natureza, como o limite da velocidade da luz na Relatividade Geral? Existe a possibilidade de que tal limite seja verdadeiro apenas devido a um “acidente”, assim como os corvos são negros no exemplo de Kneale. Apenas consideramos o limite da velocidade da luz uma impossibilidade física porque tomamos como referência a teoria de Einstein. Como essa teoria é hipotética e falseável, é possível que no futuro aquilo que atualmente consideramos uma lei da natureza seja, na verdade, um acidente.

Percebemos, portanto, que essa imprecisão no conceito de impossibilidade física representa um problema para o argumento do filósofo. Podemos questionar qual o critério de Kneale para distinguir entre o que é uma impossibilidade física e o que é um acidente, já que a partir do seu exemplo dos corvos podemos transformar todas as leis da natureza em acidentes. O conceito de impossibilidade física é sempre dado com referência a uma lei da natureza que assumimos no momento como verdadeira e da sua independência com relação a determinadas condições, como podemos depreender da definição de necessidade física proposta por Popper.

A imprecisão do conceito de necessidade física, no entanto, parece não incomodar Kneale, já que o autor afirma que o termo “necessidade” é o menos problemático em toda a discussão:

“Então, uma vez que homens indubitavelmente falam de necessidade na natureza, somos levados a dizer que a palavra ‘necessidade’ deve ter um significado especial nesse contexto e ‘batemos nossas cabeças’ para analisá-la. De fato, a palavra ‘necessidade’ é a menos problemática com que nós temos que lidar nessa parte da filosofia, uma vez que ela tem o mesmo sentido aqui como em qualquer outro lugar. Um princípio que expressa necessidade é um limite de possibilidade, e nós sabemos muito bem como uma possibilidade é limitada, considerando-se certos casos como a incompatibilidade de vermelhidão e ‘verdeza.’” (KNEALE, 1952, p.80, tradução nossa⁵⁷)

Também podemos notar nesse trecho que parte da imprecisão do conceito knealeano se deve à confusão entre necessidade física e necessidade lógica, que o autor não parece dar importância. No caso apresentado, embora “vermelhidão” e “verdeza” sejam conceitos empíricos, afirmamos a sua incompatibilidade com base no princípio lógico de identidade, logo, não é uma questão de necessidade física, mas lógica. Como bem assinala Popper, esse truísmo reflete uma forma de essencialismo similar ao cartesiano, em que todas as leis naturais derivam necessariamente de um princípio analítico (POPPER, 2013b, p.394). Tal princípio implicaria que dois corpos não podem ocupar a mesma extensão, ou seja, o mesmo lugar no espaço, da mesma forma que para Kneale algo não pode ser totalmente vermelho e totalmente verde ao mesmo tempo. Tais truísmos, na visão popperiana, jamais podem atingir a profundidade de uma teoria científica, já que princípios analíticos são bem limitados no que

⁵⁷ Texto original: “Then, since men undoubtedly speak of necessity in nature, we find ourselves driven to say that the word ‘necessity’ must have a special meaning in this context and cudgel our brains to give an analysis. In fact, the word ‘necessity’ is the least troublesome of those with which we have to deal in this part of philosophy. For it has the same sense here as elsewhere. A principle of necessitation is a boundary of possibility, and we know quite well how possibility is bounded from consideration of such cases as the incompatibility of redness and greenness.”

tange a explicação de fenômenos. No próprio caso da abordagem cartesiana, a teoria de Newton provou sua superioridade ao explicar muito mais fenômenos da física do que qualquer princípio analítico. Esse aspecto também é destacado por Popper quando o filósofo critica a perspectiva de Carnap com relação à probabilidade de teorias científicas. Como vimos no primeiro capítulo, restringir a formulação de teorias a um alto grau de probabilidade significa sacrificar o seu poder explicativo e incentivar o uso de *ad hoc*s, convertendo tais teorias a meros truísmos (já que enunciados analíticos possuem probabilidade 1). Embora princípios lógicos sejam importantes para que haja um discurso coerente no contexto das teorias científicas e, conseqüentemente, a possibilidade de crítica racional intersubjetiva, truísmos são irrelevantes para compreendermos com profundidade o mundo.

Ademais, como Popper aponta no Apêndice X*, a própria interpretação de Kneale acerca dos contrafactuais é problemática, já que interpretá-los como $\neg \varphi(x) \wedge \varphi(x) \rightarrow \psi(x)$ é equivalente a simplesmente afirmar $\neg \varphi(x)$, já que não se deduz necessariamente $\neg \varphi(x)$ de $\varphi(x) \rightarrow \psi(x)$ (POPPER, 2013b, p. 397). Os contrafactuais, na perspectiva popperiana, são na realidade condicionais derivados de leis naturais cuja necessidade é relativa ao enunciado universal da qual é deduzida (POPPER, 2013b, p.397). Logo, se uma lei natural é verdadeira, o condicional dela deduzido deve ser necessariamente verdadeiro. Esse pensamento, como vimos, já estava presente desde 1948, quando Popper afirma que a conexão necessária entre um evento (o efeito) e as condições iniciais (a causa) se dá com base em uma lei natural como premissa.

Um outro ponto da caracterização popperiana das leis naturais que é objeto da crítica de Kneale é a definição de necessidade física com base na universalidade. Observamos essa divergência entre os autores desde a solução apresentada por Popper em 1949 para distinguirmos leis naturais de enunciados acidentais. Enquanto que o filósofo busca uma solução a partir da análise da

universalidade ou intensionalidade dos termos⁵⁸, Kneale enfatiza a modalidade e a dedução de contrafactuais como critérios melhores para operarmos essa distinção.

No artigo “Universality and necessity”, Kneale alega que é no pensamento de Hume que se origina uma definição de necessidade causal ou física em termos de universalidade (KNEALE, 1961, p.90). Segundo o filósofo, alguns autores modernos modificam determinados aspectos da teoria humeana, de modo que “ao invés de dizer que a ideia de necessidade é uma projeção dos nossos sentimentos no mundo, eles dizem que ela emerge em conexão com o uso de leis naturais como premissas para inferências (...)” (KNEALE, 1961, p.90, tradução nossa⁵⁹). Como já foi tratado no capítulo anterior, essa é justamente uma das abordagens de Popper com relação à conexão necessária entre causa e efeito. Kneale aponta que, apesar de Popper adotar uma posição semelhante à de Hume, toma como referência a teoria de Tarski sobre necessidade e universalidade. Tal teoria, de acordo com Kneale, é incompatível com o entendimento humeano, pois torna a implicação universal formal equivalente à implicação universal material. Extraíndo o trecho a seguir do artigo “Sobre o conceito de consequência lógica” de Tarski, Kneale busca sustentar a sua tese de que a necessidade não pode ser definida em termos de implicação universal material:

“Subjazendo a toda nossa construção, está a divisão de todos os termos da linguagem discutida em lógicos e extra-lógicos - divisão que certamente não é arbitrária. Se, por exemplo, fôssemos incluir entre os sinais extra-lógicos o sinal de implicação, ou o quantificador universal, então, nossa definição do conceito de consequência conduziria a resultados que obviamente contradizem o uso comum. Por outro lado, não é de meu conhecimento nenhum fundamento objetivo que permita traçar uma fronteira precisa entre os dois grupos de termos.

⁵⁸ A distinção entre enunciados estritamente universais e numericamente universais, como já foi exposto neste trabalho.

⁵⁹ Texto original: “Instead of saying that talk of necessity is projection of our feelings on the world, they say it arises in connection with the use of natural laws as premises for inference (...)”

Parece ser possível incluir entre os termos lógicos alguns que são usualmente vistos pelos lógicos como termos extra-lógicos sem chegar a consequências que estejam em franco contraste com o uso comum. No caso extremo, poderíamos considerar todos os termos da linguagem como lógicos - o conceito de consequência formal iria então coincidir com o da consequência material, e a sentença X seguir-se-ia, nesse caso, da classe K se ou X fosse verdadeira ou ao menos uma sentença da classe K fosse falsa.” (TARSKI, 2007, p.245)

Kneale tem como ponto de partida as considerações de Tarski para enfatizar as dificuldades em se estabelecer uma diferença fundamental entre necessidade natural e lógica. Segundo o filósofo, uma lei natural é mais do que uma generalização expressa por $(x) F(x) \rightarrow G(x)$:

“Embora nós possamos não utilizar nenhum termo modal, tais como ‘deve’ ou ‘necessariamente’, nós assumimos que nosso pronunciamento nos compromete em não somente afirmar que tudo o qual na verdade foi ou será F foi ou será G, mas também em afirmar que se qualquer coisa que de fato não é F fosse F, também seria G.” (KNEALE, 1961, p.97, tradução nossa⁶⁰).

Como vimos anteriormente, no Apêndice X* Popper modifica a fórmula de implicação universal material para leis naturais, incluindo um componente modal a qual ele chamou de condicional nômico, distinguindo, portanto, implicações materiais universais derivadas de enunciados universais acidentais das implicações ou condicionais subjuntivos derivados de leis naturais.

Embora a definição de *No* seja aceitável para Kneale, o autor destaca duas passagens que ele considera inconsistentes no Apêndice X*. Na primeira passagem, Popper afirma que está de acordo com a explicação do conceito de necessidade em termos de universalidade da teoria de Tarski (POPPER, 2013b, p.395), enquanto que na segunda admite seguir a perspectiva de Wittgenstein e Hume com respeito à concepção de necessidade em um sentido mais estrito,

⁶⁰ Texto original: “Although we may not use any modal word such as ‘must’ or ‘necessarily’, we assume that our pronouncement commits us not only to asserting that everything which actually has been or will be F has been or will be G but also to asserting that if anything which is not as a matter of fact F were F it would also be G.”

que só seria possível no campo da lógica (POPPER, 2013b, p.400), reforçando as diferenças entre necessidade física e lógica. Como podemos notar da citação feita por Kneale, Tarski não adota a mesma posição de Wittgenstein, demonstrando um certo ceticismo acerca da possibilidade de se estabelecer uma diferença entre necessidade física e lógica. Em suma, o argumento de Kneale é de que ao definir-se necessidade em termos de universalidade, como na teoria tarskiana, torna-se impossível distinguir a necessidade física da necessidade lógica, assim como torna-se impossível determinar de modo objetivo que não podemos aplicar um princípio de necessidade formal a questões de fato, como sugerem Wittgenstein e Hume. Kneale também nota que a teoria tarskiana fala de necessidade em termos de uma função-enunciado que é “satisfeita em todos os modelos”, não em todos os mundos possíveis: “De fato, se o programa de Tarski for o que Popper afirma no começo do parágrafo, isto é, explicar necessidade lógica em termos de universalidade, ele não está autorizado a falar de mundos possíveis.”(KNEALE, 1961, p.101, tradução nossa⁶¹).

Analisando-se o argumento de Kneale, podemos perceber alguns problemas: em primeiro lugar, quando Popper fala da explicação do conceito necessidade a partir da universalidade tal como propõe a teoria de Tarski, o esquema em questão não é simplesmente transposto para a definição popperiana de necessidade física, já que para o filósofo há uma diferença conceitual clara entre necessidade física e lógica. Essa diferença, como vimos no capítulo anterior, manifesta-se em diversos níveis no sistema popperiano: em termos de mundos possíveis, de probabilidade e da sua negação implicar em contradição. Por esse motivo, Popper adapta o esquema de Tarski ao substituir o conceito de “modelo formal” pelo de mundos possíveis e, em *No*, postula que só são necessários os enunciados que são verdadeiros nos mundos possíveis com a mesma estrutura que o nosso. É, portanto, válido quando Popper fala de

⁶¹ Texto original: “Indeed, if Tarski’s programme is what Popper says at the beginning of the paragraph, namely to explain logical necessity in terms of universality, he has no right to speak of possible worlds at all.”

mundos possíveis, pois essa substituição de conceitos é proposital: sem adaptar o esquema de Tarski (que é formal), não há como distinguir as implicações universais formais das materiais. Ademais, como o próprio Popper admite em um adendo ao Apêndice X*, a sua intenção não é substituir completamente um conceito modal como o de necessidade a partir da universalidade como havia compreendido Kneale (POPPER, 2013b, p.403).

Em segundo lugar, diferentemente de Wittgenstein e Hume, Popper admite a ideia de que as leis naturais são necessárias em determinado sentido. Apenas se entendermos a necessidade física como equivalente à lógica elas seriam consideradas “contingentes” e é justamente neste ponto que o pensamento popperiano estaria mais alinhado às posições de Hume e Wittgenstein. Como o próprio filósofo afirma no Apêndice X*, conceber as leis naturais como necessárias em todos os sentidos é uma forma de essencialismo e Kneale falha em mostrar argumentos que sustentem que a sua teoria da necessidade natural não conduzam a uma forma de essencialismo. De qualquer modo, Kneale afirma que se Popper aceitasse a sua proposta de um princípio não-formal de necessidade veria que tal princípio “seria exatamente o que ele [Popper] permitiu uma lei da natureza ser, isto é, uma generalização que é válida para todos os mundos possíveis de algum tipo (...)” (KNEALE, 1961, p.102, tradução nossa⁶²). No mesmo trecho, em seguida, Kneale alega ser paradoxal Popper sugerir que não há mais do que uma conexão linguística entre necessidade lógica e natural, isto é, o uso dos mesmos termos (“necessidade” e “possibilidade”) para tratarmos de questões diferentes. Nessa passagem, Kneale parece não compreender a definição de necessidade lógica a partir de mundos possíveis. Ele próprio admite que as leis da natureza são válidas para todos os mundos possíveis que possuem a mesma estrutura, ou seja, não para absolutamente todos os mundos possíveis, como é o caso dos enunciados logicamente necessários. Logo, na verdade quem está sendo paradoxal é

⁶² Texto original: “a non-formal principle of necessitation would be exactly what he has allowed a law of nature to be, namely a generalization which holds for all possible worlds of some kind (...)”

Kneale, já que seu princípio não-formal de necessidade, se for como postulado por *No*, não é idêntico a um princípio formal.

Com tantos pontos de divergência e convergência em torno deste tema, é relevante para a nossa análise identificar o que talvez seja o cerne do debate entre Popper e Kneale. Nos parece que a questão posta por Kripke no parágrafo a seguir pode contribuir para um melhor entendimento de qual aspecto de fato coloca os dois filósofos em posições opostas:

“Nós questionamos se algo pode ter sido verdadeiro ou pode ter sido falso. Bem, se algo é falso, obviamente não é necessariamente verdadeiro. Se é verdadeiro, poderia ter sido diferente? É possível que, a esse respeito, o mundo fosse diferente do que é? Se a resposta for ‘não’, então esse fato sobre o mundo é necessário. Se a resposta for ‘sim’, então esse fato sobre o mundo é contingente.” (KRIPKE, p.36, 2001, tradução nossa⁶³)

Para Popper a resposta à questão levantada por Kripke seria ‘sim’, já que a estrutura do mundo poderia ser diferente (essa perspectiva está implícita na definição de *No*). Nesse sentido, tais leis são “contingentes”, já que não são verdadeiras em todos os mundos possíveis. Observamos novamente essa ideia no Apêndice X*, em que Popper sugere uma analogia entre a necessidade física e a musical: “o artista escolhe livremente uma forma, e, com a escolha, restringe voluntariamente a própria liberdade: ele impõe, à criação, certos princípios de impossibilidade (...)” (POPPER, 2013b, p.393). Já para Kneale a resposta deve ser ‘não’, uma vez que a sua posição é contrária à qualquer distinção entre necessidade física e necessidade lógica. As leis naturais, portanto, operariam do mesmo modo que as tautologias e enunciados analíticos: seriam válidas em todos os mundos possíveis e não poderia ter sido de outro modo.

⁶³ Texto original: “We ask whether something might have been true, or might have been false. Well, if something is false, it’s obviously not necessarily true. If it is true, might it have been otherwise? It is possible that, in this respect, the world should have been different from the way it is? If the answer is ‘no’, then this fact about the world is a necessary one. If the answer is ‘yes’, then this fact about the world is a contingent one.”

Para Lakatos (1997), a querela entre Kneale e Popper pode ser interpretada a partir de uma analogia teológica: na concepção knealeana, “Deus pode ter confrontado a escolha entre criar um mundo físico ou não, mas uma vez que essa escolha foi feita, Ele não é mais livre para escolher a forma ou estrutura do mundo (...)” (LAKATOS, 1997, p.121, tradução nossa⁶⁴), enquanto que a concepção popperiana pode ser resumida como “Deus era completamente livre para escolher qualquer lei da natureza que Lhe ocorreu no momento. (...), mas deixou seus anjos brincarem com as condições iniciais, contanto que elas não sejam proibidas por alguma Lei Natural” (LAKATOS, 1997, p.121, tradução nossa⁶⁵). A brincadeira dos anjos com as condições iniciais levaria, desse modo, a enunciados universais verdadeiros, mas não necessários.

Podemos, como aponta Lakatos, reformular a perspectiva popperiana a partir da própria definição de necessidade física apresentada pelo filósofo (que é o postulado *No*). *No* entanto, *No* acaba sendo uma definição circular se analisarmos detalhadamente seus termos, pois um enunciado é uma lei da natureza se for satisfeito em todos os mundos que diferem do nosso, se diferirem, somente com respeito às condições iniciais. Isto é, se for satisfeito em todos os mundos que possuem as mesmas leis naturais que o nosso. Dessa forma, um enunciado é uma lei da natureza se for uma lei da natureza (LAKATOS, 1997, p.122). Como veremos com mais profundidade no próximo tópico, a circularidade de *No* é um fato que o próprio Popper assinala ainda no Apêndice X*. Lakatos afirma que mesmo que seja ignorada a circularidade da definição popperiana, permanece um problema, que é o da existência de leis naturais. “E se o mundo foi criado somente pelos anjos caprichosos?⁶⁶”, questiona Lakatos. Essa é justamente uma das questões que nós levantamos

⁶⁴ Texto original: “God may have faced the choice between creating a physical world and not creating a physical world, but once this choice was made, He was no longer free to choose the form or the structure of the world (...)”

⁶⁵ Texto original: “God was completely free to choose any law of nature which occurred to Him at that moment. (...) but left it to his angels to play around with initial conditions, insofar as they were not prohibited by some Natural Law.”

⁶⁶ Tradução nossa. Texto original: “What if the world was created by the whimsical angels only?”

contra o argumento de Kneale, a saber, a possibilidade de todos os enunciados que consideramos leis naturais serem apenas acidentes. Podemos ceticamente questionar não somente se o enunciado “Todos os corvos são negros” é um enunciado acidental, mas todas as leis da natureza. Nesse ponto, Lakatos afirma concordar em grande medida com a perspectiva popperiana, já que Popper deixa em aberto essa possibilidade⁶⁷.

A divergência de Lakatos com a caracterização popperiana diz respeito ao “comprimento” das leis da natureza: “Eu penso que as Leis Naturais prescritas por Deus são de um comprimento infinito.” (LAKATOS, 1997, p.122, tradução nossa⁶⁸). Mas o que Lakatos quer dizer com “comprimento” de uma lei natural? No parágrafo seguinte, o autor explica melhor essa expressão a partir do exemplo da lei da física “para todos os gases $PV=RT$ ”, que tomada de modo estrito, seria falsa, uma vez que é válida somente para gases ideais. O argumento de Lakatos seria, desse modo, que toda lei da natureza necessita de adições posteriores para ser mantida, do contrário será falsa. Essas adições tenderiam ao infinito. “Uma vez que o universo é infinitamente variado, é bem provável que somente enunciados de comprimento infinito possam ser verdadeiros.” (LAKATOS, 1997, p.123, tradução nossa⁶⁹). Ora, tais adições, como podemos perceber, são *ad hocs*, modificações *a posteriori* de uma teoria científica. Sabemos que *ad hocs* não são aceitos nas regras metodológicas propostas por Popper, principalmente quando a sua introdução tem por objetivo dificultar o falseamento de uma hipótese (POPPER, 2013b, p.71). Um outro problema da caracterização de Lakatos é de que a adição de “qualificações”, como o filósofo as denomina, tem por consequência a redução da universalidade das leis naturais. Se o “comprimento” das leis naturais tende ao infinito, a sua universalidade também seria reduzida a ponto de torna-se um enunciado

⁶⁷ Além das observações nesse sentido no Apêndice X*, no ensaio “” da coletânea *Conjecturas e Refutações* Popper afirma que é possível concebermos um mundo sem regularidades, ou seja, sem leis da natureza (POPPER, 2008, p.78).

⁶⁸ Texto original: “I think that the Natural laws uttered by God were of an infinite length.”

⁶⁹ Texto original: “As the universe is infinitely varied, it is very likely that only statements of infinite length can be true”

singular. Tais enunciados, além de não nos informarem nada sobre o mundo, não são, por definição, leis naturais ou teorias científicas. A questão do universo ser infinito e da probabilidade das leis naturais já é abordada por Popper na sua discussão com Carnap. As leis naturais têm, portanto, uma probabilidade que tende zero e essa é uma conclusão que o próprio Carnap faz na sua obra sobre indução e probabilidade. Como vimos no primeiro capítulo deste trabalho, a tentativa de restringir os enunciados científicos a enunciados certos ou de alta probabilidade premia *ad hoc*s e enunciados não informativos. Assim, conceber as leis naturais como enunciados que precisam, para manter-se verdadeiros, de constantes adições é equivalente à transformá-las em enunciados singulares não-informativos. É claro que a probabilidade tender a zero não significa que as leis naturais são nomeadamente falsas, como afirma Lakatos, no caso de compreendermos o seu “comprimento” como finito. O mesmo argumento lakatosiano é levantado pelos filósofos Nancy Cartwright e por Norman Swartz. Nesse caso, poderíamos utilizar um contra-argumento do próprio Kneale assinalado por Chaudhuri (2015): a falsidade é um valor atribuído a proposições, mas no caso de proposições sintéticas, ela só pode ser dada *a posteriori*. Não é possível assumir que as leis naturais são categoricamente falsas se elas não passaram por determinado procedimento de teste. Ademais, no caso de Cartwright, as leis naturais nem mesmo são proposições, mas instrumentos. Como aponta Chaudhuri, ao afirmar que “todas as leis da física são falsas”, Cartwright está atribuindo um valor que só pode ser atribuído a proposições (CHAUDHURI, 2015, p.255). Da mesma forma, Lakatos e Swartz não estão autorizados a assumir *a priori* que todas as leis naturais são falsas caso não se introduza hipóteses *ad hoc*. Em termos de possibilidade de conhecimento das leis da natureza, se nós compreendermos o conceito de conhecimento como crença justificada ou *episteme*, tanto Kneale quanto Popper concordam não ser possível obter o conhecimento sobre a verdade das leis naturais. A falsidade das leis só é determinada a partir dos procedimentos metodológicos ou testes, que implicam na aceitação de certos enunciados singulares.

De qualquer modo, Lakatos também busca outros pontos de convergência entre Kneale e Popper e identifica uma concordância com respeito ao interesse em discussões metafísicas (isto é, acerca do caráter ontológico e da existência de leis naturais), diferentemente dos pensadores positivistas que considerariam tal debate sem significado. Além disso, Lakatos classifica ambos os filósofos como realistas metafísicos ou materialistas: “Eles acreditam que existem um mundo real, independente da nossa mente e governado por algum tipo de leis naturais.” (LAKATOS, 1997, p.124, tradução nossa⁷⁰). Uma terceira plataforma comum do pensamento de Popper e Kneale identificada por Lakatos é a epistemologia: como foi exposto anteriormente, ambos concordam que não podemos ter certeza se estamos diante de uma lei da natureza genuína ou não, além disso, Lakatos considera ambos os filósofos como otimistas epistemológicos: “Eles crêem que nós podemos de algum modo explorar as leis naturais e formar ou uma ideia exata ou aproximada delas.” (LAKATOS, 1997, p.124, tradução nossa⁷¹). Justamente pelo fato de tanto Popper quanto Kneale serem realistas metafísicos e otimistas epistemologicamente é que o seu debate sobre necessidade natural se torna possível na perspectiva de Lakatos.

Embora existam essas plataformas comuns entre Kneale e Popper, uma diferença crucial, identificada por Lakatos, entre ambos os filósofos diz respeito a alguns aspectos das suas epistemologias. Mesmo sendo otimistas quanto à epistemologia, Kneale e Popper defendem perspectivas diferentes com respeito ao conhecimento científico e à matemática/lógica. “Popper é um falibilista estrito com respeito ao conhecimento científico e um infalibilista rígido, em particular um convencionalista, com relação ao conhecimento matemático e lógico” (LAKATOS, 1997, p.124, tradução nossa⁷²). Já Kneale, na interpretação de

⁷⁰ Texto original: “They believe that there is a real world, independent of our mind and governed by some sort of natural laws”

⁷¹ Texto original: “they believe that we can somehow explore the laws of nature and form either an exact or at least an approximate idea of them.”

⁷² Texto original: “Popper is a strict fallibilist about scientific knowledge and a rigid infallibilist, and in particular a conventionalist, about mathematical and logical knowledge.”

Lakatos, acredita que parte do conhecimento científico (leis naturais) é sintético *a priori*, de modo que o seu infalibilismo é mais abrangente que o popperiano, além de não ser derivado de um convencionalismo:

“Ele [Kneale] parece pensar que a lógica e a matemática são certas e referem-se à realidade; e ele pensa que existem alguns princípios de necessidade triviais, tais como ‘nada pode ser ao mesmo tempo totalmente vermelho e verde’, que possuem o mesmo caráter. Mas ele é um falibilista acerca dos axiomas de fato de qualquer teoria física; assim como Descartes, ele não alega que ‘nós podemos derivar leis da natureza algum dia somente de verdades auto-evidentes’. A alegação de Popper de que Kneale quer reduzir todas as leis naturais a ‘princípios de necessidade verdadeiros’ - a truísmos é provavelmente baseado em algum equívoco na leitura.” (LAKATOS, 1997, p.125, tradução nossa⁷³)

Essa interpretação de Lakatos é, no entanto, equivocada. Como mostra Chaudhuri (2015), para Kneale as leis naturais não são enunciados sintéticos *a priori*, mas ainda assim são princípios de necessidade. Como já foi abordado neste trabalho, a teoria da necessidade natural knealeana propõe que os conceitos de analítico/sintético fazem parte de uma dimensão distinta dos conceitos necessário/contingente. Nesse aspecto, tanto Popper quanto Kneale concordam que não podemos conhecer *a priori* as leis naturais. A divergência maior reside na forma como cada um dos filósofos concebe a ideia de necessidade quando aplicada às leis naturais. Para Popper, é apenas um rótulo útil para distinguirmos enunciados acidentais de leis da natureza. Já para Kneale é a mesma necessidade da lógica e da matemática.

3.1.1 Circularidade em *No*: as críticas de Graham Nerlich e Wal Sutcliff

⁷³ Texto original: “He seems to think that logic and mathematics are certain and refer to reality; and he thinks that there are some trivial principles of necessitation, like ‘nothing can be both red and green all over’, that have the same character. But he is a fallibilist about the actual axioms of any physical theory; like Descartes he does not claim that ‘we can hope to derive laws of nature some day from self evident truths alone’. Popper’s claim that Kneale wants to ‘reduce all the laws of nature to be true principles of necessitation - to truism’ is possibly based on some misreading.”

Embora seja possível identificar inúmeras divergências entre Popper e Kneale, o último não apresenta objeções à definição de necessidade física (*No*) proposta por Popper no Apêndice X*. De fato, o filósofo considera *No* compatível com a sua teoria da necessidade natural. Os autores Graham Nerlich e Wal Sutching, no entanto, não compartilham da mesma posição de Kneale. No artigo “Popper on law and natural necessity”, publicado em 1967, Nerlich e Sutching apontam problemas na estrutura de *No*, destacando-se a circularidade e a inadequação da solução popperiana para o problema da distinção entre enunciados acidentais e leis da natureza. Tomando o exemplo popperiano dos Moas (o enunciado “Todos os moas vivem até os 50 anos” é referido como *M* por Nerlich e Sutching), os autores argumentam que os mundos não diferem somente com relação às condições iniciais, mas também com relação a universais acidentais tais como *M*:

“Mas essa definição [*No*] não pode ser interpretada literalmente, já que da forma como está posta, não fornece uma base para qualquer diferenciação entre as proposições universais verdadeiras no nosso mundo. O mecanismo de um intervalo [*range*] de mundos serve para eliminar algumas dessas proposições universais, ou seja, certas proposições estritamente universais, mas não fisicamente necessárias, porque são falsas em ao menos um desses mundos do intervalo [*range*]. Ainda assim, os limites desse intervalo são especificados como aqueles que ‘diferem do nosso mundo, se diferirem, *somente* com respeito às condições iniciais’ (grifo nosso). Mas um mundo que difere do nosso somente com respeito a qualquer proposição estritamente universal empírica, tal como *M*, não difere somente com respeito às condições iniciais. *M* não é um enunciado de condições iniciais.” (NERLICH; SUTCHING, 1967, p.234, tradução nossa⁷⁴)

⁷⁴ Texto original: “But this definition cannot be taken quite literally, for as it stands it does not afford a basis for any differentiation at all among the universal propositions true of our world. The device of a range of worlds is to eliminate some of these universal propositions, viz. certain empirical strictly universal ones, as not physically necessary, because false in at least one among the range of worlds. Yet the limits of the range are specified as those which ‘differ from our world, if at all, *only* with respect to initial conditions’ (our italics). But a world which differs from ours in respect of any empirical strictly universal proposition such as *M* does not differ only with respect to initial conditions. *M* is not a statement of initial conditions.”

Um outro problema identificado por Nerlich e Sutching diz respeito ao intervalo de variação das condições iniciais que a definição popperiana permite, isto é, qual seria o limite para as condições iniciais. De acordo com os autores, uma possibilidade de delimitarmos o intervalo de condições iniciais seria excluir as condições que englobam formas auto-contraditórias. Essa perspectiva, no entanto, leva à conclusão de que as leis naturais são logicamente necessárias:

“Se ‘ p é uma lei’ implica que p é deduzível de uma função-enunciado que é satisfeita em todos os mundos que instanciam as propriedades e relações do nosso mundo quaisquer sejam as (logicamente possíveis) condições iniciais, então se q indica certas condições iniciais, e p e q juntas implicam r , r deve necessariamente ser verdadeira nesse ‘mundo’ aqui descrito.” (NERLICH; SUTCHING, 1967, p.234, tradução nossa⁷⁵)

Nerlich e Sutching apontam que segundo a estrutura de *No*, a posição popperiana não seria diferente da de Kneale, já que não haveria distinção entre necessidade lógica e necessidade física. Por fim, o terceiro ponto destacado pelos autores na sua crítica à definição de Popper é com relação a uma outra interpretação dos limites do intervalo das condições iniciais: ao invés de tal limite ser definido a partir da autocontradição, seria dado pelas próprias leis naturais. Assim, a classe das condições iniciais possíveis seria a classe das condições fisicamente possíveis. Essa interpretação, porém, tornaria *No* circular, já que ao substituirmos as “condições iniciais” possíveis por “enunciados que não são inconsistentes com leis naturais”, teríamos que um enunciado é fisicamente necessário se, e somente se, for deduzível de uma função-enunciado que é satisfeita em todos os mundos que instanciam propriedades e relações do nosso mundo, mas que diferem, se diferirem, do nosso mundo com respeito a condições iniciais que não são inconsistentes com um enunciado fisicamente necessário.

⁷⁵ Texto original: “if ‘ p is a law’ entails that p is deducible from a statement function which is satisfied in all worlds which instantiate the properties and relations of our world whatever the (logically possible) initial conditions, then if q formulates certain initial conditions, and p and q together entail r , r must of necessity hold in the ‘world’ so described.”

Analisando-se o primeiro argumento apresentado por Nerlich e Sutching (de que *No* não permite distinguir leis naturais de universais acidentais), podemos perceber que existe um detalhe em *No* que não foi devidamente examinado: a definição de necessidade física exclui implicitamente os universais acidentais por conta da sua dependência com relação às condições iniciais. São essas condições que revelam o caráter acidental de certos enunciados. Ou seja, em certos casos, determinado enunciado será falso porque mudando-se as condições ele não se sustenta. Já que *No* postula que os mundos diferem dos nossos no que diz respeito a essas condições, está implícito que há uma relação de independência das leis naturais com relação a condições iniciais.

O segundo argumento advém de uma confusão entre o caráter necessário das leis naturais, que corresponde a um aspecto ontológico, e as relações lógicas entre enunciados de um argumento dedutivo. Como vimos no capítulo anterior, Popper admite uma conexão logicamente necessária entre causa e efeito somente dentro do contexto de um argumento dedutivo válido e em que uma das premissas é uma lei universal. Fora deste contexto não há necessidade lógica das leis naturais. Logo, se formos construir um argumento dedutivo utilizando as mesmas variáveis que Nerlich e Sutching, nós teríamos:

1. $p \wedge q \rightarrow r$ (premissa)
2. p (premissa)
3. q (premissa)
4. r (conclusão)

Como determina a lógica, se as três premissas forem verdadeiras, então a conclusão será necessariamente verdadeira. A necessidade, nesse caso, é oriunda da própria estrutura dos argumentos dedutivos. É importante observar, porém, que nenhuma das premissas é dada com absoluta certeza no âmbito da ciência e nós não podemos inverter o argumento, concluindo a partir de r que se p e q , então $p \wedge q \rightarrow r$. Se as três primeiras premissas são postas e no mundo real termos não- r , podemos concluir, via *modus tollens*, que $p \wedge q \rightarrow r$ é falsa. É por isso

que na perspectiva popperiana as leis naturais não podem ser logicamente necessárias: sempre há a possibilidade de falseamento. Nesse sentido, elas são “contingentes”, porém dentro de um argumento dedutivo elas possuem uma relação de necessidade com as outras premissas e a conclusão.

As críticas de Nerlich e Sutching a *No* são bem recebidas por Popper, que desde o Apêndice X* já havia reconhecido o problema da circularidade na sua definição. No artigo “A revised definition of natural necessity”, o filósofo apresenta uma reformulação da definição de necessidade física de modo a evitar os supostos problemas estruturais apontados por Nerlich e Sutching.

Com respeito à circularidade de *No*, Popper reafirma a mesma ideia do Apêndice X* de que “todas as definições devem ser circulares nesse sentido” (POPPER, 1967, p.317, tradução nossa⁷⁶), esclarecendo no parágrafo seguinte que em um sentido técnico de sistemas formais definições não podem ser entendidas estritamente como circulares. Antes de analisarmos a nova definição *No* apresentada por Popper, porém, é necessário fazermos uma breve exposição do sistema formal desenvolvido pelo filósofo no referido artigo a fim de melhor contextualizarmos o seu argumento.

Popper parte da definição de necessidade com base no conceito de possibilidade lógica, de modo que dados ‘P’ e ‘a’, a fórmula ‘ $a \ni P$ ’ deve ser interpretada como “a é possível” e ‘ $\neg((\neg a) \ni P)$ ’ ou ‘ $\neg a \not\ni P$ ’ como “não-a não é possível”. Assim, a necessidade lógica é definida como:

$$(K) a \ni N \leftrightarrow \neg a \not\ni P$$

Tal definição, segundo o filósofo, é circular em um sentido, já que o termo possível pode significar compatível com aquilo que é necessário (POPPER, 1967, p.317). Sob outro ponto de vista (técnico), no entanto, não há circularidade, pois ‘P’ é um termo indefinido e ‘N’ é definida a partir de ‘P’. Popper argumenta que se considerarmos a própria definição sugerida por Nerlich e Sutching de

⁷⁶ Texto original: “all definitions must be circular in this sense...”

necessidade natural a partir da classe das condições iniciais fisicamente possíveis, seria obtida uma fórmula similar à (K), uma vez que em um certo sentido ela seria circular (POPPER, 1967, p.317).

Apesar do argumento da circularidade de Nerlich e Sutching não ser completamente aceito por Popper, o filósofo busca aprimorar do ponto de vista formal a sua definição de necessidade natural. Tendo como base a teoria de sistemas dedutivos de Tarski, Popper formula N' como uma reconstrução dessa definição de modo que esta seja menos circular do que No . O filósofo inicia sua exposição⁷⁷ com a afirmação de que “se A é qualquer conjunto de enunciados, então $Cn(A)$ é a classe de todas as consequências lógicas de A , ou o menor sistema dedutivo contendo A como um subconjunto: nós temos que $A \subset Cn(A)$, e $Cn(Cn(A)) = Cn(A)$.” (POPPER, 1967, p.317, tradução nossa⁷⁸). Em seguida, utiliza o termo metamatemático T para denotar o conjunto de todos os enunciados que são verdadeiros em nosso mundo. A partir desses esclarecimentos iniciais, Popper apresenta a primeira definição do seu sistema (D1):

(D1) ‘ A ’ é uma classe de axiomas separados de ‘ D ’ se e somente se:

$$(1) D = Cn(D) = Cn(A)$$

$$(2) (a)(b) (a \in A \wedge b \in D \rightarrow \alpha(b) \notin a)$$

Essa definição, de acordo com o filósofo, tem por objetivo assegurar que um sistema separado de axiomas A consiste de axiomas as quais não são escritos como uma conjunção ou um condicional de dois membros de $D = Cn(A)$

⁷⁷ O sistema de notação adotado por Popper foi adaptado neste trabalho de acordo com a disponibilidade desses signos no sistema computacional. É importante ressaltar, no entanto, que o filósofo estabelece a junção de dois termos como a sua intersecção. Logo, AB deve ser entendido como intersecção entre A e B . O restante dos símbolos foi adaptado segundo a tabela apresentada no início deste trabalho.

⁷⁸ Texto original: “If A is any set of statements, then $Cn(A)$ is the class of all logical consequences of A , or the smallest deductive system containing A as a subset: we have $A \subset Cn(A)$, and $Cn(Cn(A)) = Cn(A)$ ”

(POPPER, 1967, p.318). Na sequência, temos a segunda definição do sistema proposto por Popper:

(D2) A é uma base separada de D , se e somente se:

$$A \ni \alpha(D) \wedge (\alpha)(\alpha \ni A \rightarrow (A - \{\alpha\}) \not\ni \alpha(D))$$

(D1) e (D2) são relevantes para esse sistema pois proporcionam uma separação entre classes de enunciados necessários e contingentes. Como nos diz Popper:

“Suponha que p é o enunciado ‘Todos os planetas movem-se em órbitas quase elípticas’ e que ele está em N ; e que m é um enunciado contingente como nosso exemplo do moa. Então, para ser intuitivamente adequada, nossa definição não pode colocar pm em N , já que é uma condição óbvia de adequação que N é um sistema dedutivo.” (POPPER, 1967, p.319, tradução nossa⁷⁹).

O filósofo, então, introduz três novos termos (G , H e K) como indefinidos no seu sistema. G consiste no conjunto de todos os enunciados de uma língua L que expressam fatos gerais. Em outras palavras, G engloba todos os enunciados logicamente gerais/universais. De acordo com Popper, G deve conter não somente todas as teorias da física e enunciados universais necessários, mas também todos os enunciados universais contingentemente verdadeiros. Já H é o conjunto de todos os enunciados singulares logicamente possíveis, incluindo-se as condições iniciais (I). Nesse ponto, Popper esclarece um questionamento levantado por Nerlich e Sutching com relação ao intervalo de variação das condições iniciais: o filósofo admite a possibilidade de H ser infinito além de incluir nesse conjunto as chamadas “condições limitantes” (*boundary conditions*), que seriam enunciados que afirmam a existência ou não-existência de certas condições em certo indivíduo (POPPER, 1967, p.319). Ou

⁷⁹ Texto original: “Suppose p is the statement, ‘All planets move very nearly in elliptic orbits’, and that it is in N ; and that m is a contingent statement like our moa-example. Then to be intuitively adequate, our definition must not put pm into N , since it is an obvious adequacy condition that N is a deductive system.”

seja, na perspectiva popperiana as condições iniciais, assim como os demais enunciados singulares, não são limitadas pelas leis naturais de G . É importante ressaltar que H não pode ser confundido com G , pois nenhum de seus elementos deve afirmar que tais condições se aplicam a toda ou nenhuma parte do mundo. Nesse sentido, Popper apresenta K como sendo o conjunto de enunciados que afirmam que certas condições se realizam em certas partes finitas do mundo - ou regiões espaço-temporais.

Com esses três termos indefinidos, Popper desenvolve na etapa seguinte do seu sistema duas novas definições: U e V . Ao contrário de G , H e K , U e V são sistemas dedutivos. U , dessa forma, consiste em um sistema dedutivo de todos os fatos decorrentes (*entailed*) do conjunto de todos os enunciados gerais verdadeiros que não pertencem a H . Já V indica o sistema dedutivo de fatos decorrentes de todas as condições iniciais verdadeiras. Baseado nessas duas definições, o filósofo apresenta uma definição preliminar (Prel 1) de U , que consiste na seguinte fórmula:

$$(Prel 1) U = Cn((TG)-H)$$

O próximo procedimento operado por Popper é a definição (em um sentido estrito) das condições iniciais. Dado o conjunto J , estabelecido como o maior conjunto de condicionais que pertencem a UH . I é então definido como o conjunto de antecedentes de J que pertencem a H . Já as condições iniciais em um sentido mais amplo são definidas a partir da união entre I e K . Desse modo, Popper obtém a fórmula para V , cuja definição também é preliminar (Prel 2):

$$(Prel 2) V = Cn(T(I+K))$$

A partir desses fundamentos, que ainda não são modais, como nota Popper (POPPER, 1967, p.320), é possível definir um conjunto de axiomas M para o sistema dedutivo N , que engloba todos os enunciados ou fatos fisicamente necessários. M é definido como:

$$(M) a \ni M \leftrightarrow (EA)A \ni \beta(U) \wedge a \ni A \wedge a \ni Cn((A-\{a\})+V)$$

Por fim, temos que N é definido como:

$$(N) N = C_n(M)$$

Como é possível perceber, tecnicamente a nova definição de necessidade física (N) não é mais circular como N_0 . Popper, no entanto, nota que uma das dificuldades desse sistema consiste na suposição de que U é finitamente axiomatizável (POPPER, 1967, p.321). Uma das possíveis soluções para esse problema encontra-se em um modelo proposto por Tarski em que podemos representar qualquer sistema não-axiomatizável a partir da soma de séries infinitas de sistemas crescentemente axiomatizáveis. Tal modelo permite o postulado da terceira definição (D3) do sistema popperiano, formulada do seguinte modo:

(D3) A é uma seqüência estrita de bases crescentemente ‘separadas’ de subsistemas convergindo para D (simbolicamente $A \Rightarrow \gamma(D)$) se e somente se, para todo número natural n , $(EB_n)(B_n \subset B_{n+1} \wedge B_n \neq B_{n+1} \wedge B_n \Rightarrow \beta(C_n(B_n)) \wedge A = \sum B_n \wedge D = C_n(A))$

Popper sugere que (M) seja substituído por (M') , que seria exatamente igual a (M) , exceto que β seria substituído por γ (POPPER, 1967, p.321). Dessa nova definição de M teríamos também uma modificação na definição de necessidade física, denominada N' pelo filósofo. A reconstrução formal desse conceito não tem, no entanto, consequências metodológicas. Como ressalta Popper, o seu objetivo é somente “reabilitar” o conceito de necessidade natural nos mesmos moldes que Tarski reabilitou o conceito de verdade. Teríamos, dessa forma, nas palavras do filósofo, que N' pode ser traduzido como:

“(N’) a é um fato naturalmente ou fisicamente necessário (ou enunciado, ou função enunciado) do nosso próprio mundo T se e somente a for satisfeito em todo mundo logicamente possível que satisfaz um conjunto M de fatos universais e ‘separados’, consistindo de todo fato b de tal modo que a b corresponde um axioma b' com as seguintes propriedades: (1) b' pertence a um ou outro conjunto independente A de axiomas universais ‘separados’ que são todos satisfeitos em todo mundo possível

diferindo do nosso mundo (se diferirem) somente com respeito a condições iniciais (em um sentido amplo); e (2) b' não é satisfeito em todo mundo possível W em que os outros axiomas de A são satisfeitos, até mesmo se for estipulado que todas essas condições iniciais ocorrem em W que é válido no nosso próprio mundo.” (POPPER, 1967, p.321, tradução nossa⁸⁰)

Como podemos perceber, a nova definição apresentada por Popper possui muitas semelhanças com No : novamente temos que um enunciado será fisicamente necessário se for satisfeito em todos os mundos logicamente possíveis, com variações somente com respeito às condições iniciais. N' , todavia, introduz elementos formais novos que esclarecem o seu conceito de necessidade natural: as condições iniciais, por exemplo, são definidas como enunciados singulares logicamente possíveis que estabelecem condições para os enunciados universais. Já a introdução do conjunto M a N' permite uma separação formal entre enunciados universais acidentais e enunciados universais fisicamente necessários (leis naturais). Em princípio, a ideia permanece a mesma: enunciados fisicamente necessários caracterizam-se pela sua independência com relação às condições iniciais.

No artigo “Popper’s revised definition of natural necessity”, Sutching analisa a reformulação popperiana do conceito de necessidade física, questionando em especial os enunciados do conjunto K , que, como vimos anteriormente, consiste em um subconjunto de H contendo afirmações acerca de condições realizadas especificamente em uma parte finita do mundo. Nesse sentido, tomando-se o exemplo dos moas, o enunciado que afirma que (1) “Todos os moas estão na Nova Zelândia” faria parte de K . Segundo Sutching, o universal (2) “Todos os moas vivem até os 50 anos” não pode ser naturalmente

⁸⁰ Texto original: “(N') a is a naturally or physically necessary fact (or statement, or statement function) of our own world T if and only if a is satisfied in every logically possible world which satisfies a set M of 'separated' and universal facts, consisting of every fact b such that to b corresponds an axiom b' with the following properties: (1) b' belongs to one or another independent set A of 'separated' universal axioms which are all satisfied in every possible world differing from our own world (if at all) only with respect to initial conditions (in the wider sense); and (2) b' is not satisfied in every possible world W in which all the other axioms of A are satisfied, even if it is stipulated that all those initial conditions hold in W which hold in our own world.”

necessário justamente porque (1) faz parte de K . O problema é que se propriedades são instanciadas somente por indivíduos e o número de indivíduos é finito, então não poderiam haver leis naturais ou enunciados fisicamente necessários no nosso mundo (SUTCHING, 1969, p. 351). Como argumenta o autor, “em tal mundo todas as propriedades são instanciadas somente em partes finitas do mundo, e logo são deduzíveis de enunciados pertencentes a K .” (SUTCHING, 1969, p.351, tradução nossa⁸¹). A colocação de Sutching é pertinente, porém não se aplica à teoria de Popper, pois desde *A lógica da pesquisa científica* observamos a distinção entre enunciados numericamente e estritamente universais. Tal distinção propõe justamente representar adequadamente as teorias científicas e leis naturais como não redutíveis a conjuntos finitos de indivíduos ou restritos a condições espaço-temporais. O equívoco está na suposição de que as leis naturais são deduzíveis de K ou de que no mundo só podemos tratar de enunciados de K . As leis da natureza, de acordo com o modelo proposto por Popper, fazem parte do conjunto G , ou seja, enunciados gerais verdadeiros, e no próprio artigo sobre a revisão do conceito de necessidade natural o filósofo destaca a importância de não confundirmos G com K .

O segundo ponto do exame crítico de Sutching incorre novamente na mesma ideia de que uma lei da natureza pode ser reduzida a uma série finita de indivíduos ou enunciados singulares. O autor considera contra-intuitivo caracterizar uma lei a partir do número e distribuição das suas instâncias (SUTCHING, 1969, p.351), no entanto, se um enunciado trata apenas de uma instância, então ele não é universal, mas singular. Logo, não pode, por definição, ser uma lei da natureza. Se, como afirma Sutching, houvesse existido somente um moa que morreu antes dos 50 anos, esse fato não pode ser interpretado como uma lei da natureza, pois de uma lei é possível não somente explicar fatos passados como também realizar previsões. Retornamos, portanto, aos condicionais subjuntivos, já que dos enunciados universais necessários

⁸¹ Texto original: “For in such a world all properties are instantiated in only finite parts of the world, and hence are deducible from K -statements.”

podemos deduzir que se x fosse um F , então x seria um G . No caso dos moas, se houvesse qualquer outro moa no mundo, ele também deveria viver no máximo até os 50 anos. Não podemos, obviamente, deduzir de um fato uma lei, isto é, não podemos afirmar que se houvesse um moa, ele viveria no máximo 50 anos, porque existiu um moa que morreu antes dos 50. Essa inferência é de natureza indutiva, logo, inválida do ponto de vista lógico.

3.2 Críticas de autores mais recentes

As críticas de Sutching foram as últimas realizadas por autores contemporâneos a Popper, porém nos últimos anos diversos outros pensadores examinaram a definição de necessidade física popperiana e apontaram problemas na sua estrutura. Seleccionamos, dessa forma, as críticas de três autores recentes (Igor Hanzel, Norman Swartz e Artosi e Governatori) que revisitaram a perspectiva de Popper acerca do caráter das leis naturais a fim de complementar a nossa análise.

Igor Hanzel segue uma linha argumentativa similar a de Nerlich e Sutching, alegando que Popper não explica o seu conceito de condições iniciais, embora afirme em diversos textos que o conceito de “condições favoráveis” (no caso dos moas, para que vivam mais de 50 anos) não corresponde ao de condições iniciais (HANZEL, 1999, p.25). Hanzel propõe a formulação de leis naturais ou científicas que expressem o conhecimento de condições diferentes das condições singulares. Utilizando o exemplo dos moas, o autor sugere que o enunciado deve incluir uma conjunção das condições ideais de vida do animal, além de uma função da estrutura biológica interna dos organismos do tipo moa. “Eu não interpreto essas colocações como condições iniciais de um evento singular, mas como condições relacionadas aos membros de uma classe considerada pela lei” (HANZEL, 1999, p.25, tradução nossa⁸²). Assim, diferentemente da concepção popperiana, em tal modelo as condições são

⁸² Texto original: “I do not take the collocations as initial conditions of a singular event, but as conditions related to the members of the class considered by the law”.

incorporadas ao enunciado universal, tornando o exemplo dos moas uma lei natural, pois não haveria dependência de certas condições singulares.

O problema da solução de Hanzel é o mesmo da perspectiva de Lakatos, já abordada neste trabalho: ao incorporarmos certas condições a um enunciado universal estamos progressivamente reduzindo o seu nível de universalidade. Além de esse processo descaracterizar aquilo que entendemos como leis naturais, do ponto de vista metodológico é um estímulo para a introdução de hipóteses *ad hoc*s, já que se em determinada condição uma lei natural for falsa, bastaria incorporar tal condição à lei para que ela não seja falseada. Tomando-se o exemplo dos moas, se hipoteticamente primeiro fosse enunciada a lei “Todos os moas vivem mais de 50 anos” e um caso (“Existe um moa que viveu menos de 50 anos”) falseasse essa lei, então poderíamos introduzir a hipótese *ad hoc* de que “Todos os moas vivem mais de 50 anos, a não ser que estejam sobre a condição C”. Desse modo, sempre seria possível incluir condições ao enunciado original, reduzindo a sua universalidade e a sua falseabilidade.

Hanzel também está de acordo com Kneale com respeito às diferenças entre necessidade física e lógica:

“A oposição entre necessidade lógica e física com relação às leis científicas é baseada em um entendimento errôneo da sua estrutura. Uma vez que elas são sempre formuladas com respeito a entidades de um certo tipo e certas condições favoráveis/não-favoráveis, podemos perceber imediatamente que a ambição inicial na formulação de uma lei científica é de que ela deveria ser (não trivialmente) verdadeira nesses mundos possíveis em que tais entidades e condições estão dadas. Logo, a formulação de uma lei científica representa de fato uma tentativa de formulação de um enunciado logicamente necessário.” (HANZEL, 1999, p.28, tradução nossa⁸³)

⁸³ Texto original: “The opposition of logical and physical necessity with respect to scientific laws is based on a wrong understanding of their structure. Since they are always formulated with respect to entities of a certain kind and certain favorable/non-favorable conditions, it can be readily seen that the implicit initial ambition in the formulation of a scientific law is that it should be (non-trivially) true in those possible worlds where these entities and conditions are given. Therefore, the formulation of a

O ponto levantado pelo autor é interessante, já que, diversos dispositivos formais para definir-se necessidade lógica são adaptados pela teoria popperiana para a construção do conceito de necessidade física. Todavia, mesmo sendo muito similares em termos formais, ainda existem diferenças importantes entre esses conceitos, como já foi tratado neste trabalho. É, todavia, possível especular que originalmente as leis naturais foram pensadas da forma com que Hanzel sugere, especialmente quando analisamos a história da ciência e das diferentes visões sobre o conhecimento científico que foram desenvolvidas ao longo dos séculos. A perspectiva de ciência de Galileu, que era uma concepção essencialista, foi dominante por muitos séculos na cultura ocidental. As mudanças que ocorreram na ciência no século XX (Teoria da Relatividade de Einstein, por exemplo) forçaram os filósofos da ciência a repensarem certas concepções acerca das teorias científicas e leis da natureza. Dessa forma, mesmo que originalmente as leis da natureza tenham sido pensadas como enunciados logicamente necessários, epistemologicamente e ontologicamente elas não podem corresponder a tautologias, pois a ciência não é capaz de revelar truísmos acerca do mundo.

Diferentemente de Hanzel, o filósofo Norman Swartz diverge em outros aspectos da caracterização popperiana das leis naturais. De acordo com o autor, a atitude “agnóstica” de Popper com relação ao valor verdade das leis está equivocada, pois todas as leis científicas são virtualmente falsas (SWARTZ, 2003, p.5). Swartz compartilha do mesmo pensamento de Michael Scriven (1961), para o qual “o fato mais interessante sobre leis da natureza é que elas são conhecidas por estarem todas virtualmente erradas.” (SCRIVEN, 1961, p. 91, tradução nossa⁸⁴). Nancy Cartwright (1983) segue uma linha similar, também alegando que as leis da física são falsas. O principal argumento desses autores está baseado no fato de que na mecânica quântica as leis não são

scientific law represents in fact an attempt at a formulation of a logically necessary statement.”

⁸⁴ Texto original: “The most interesting fact about laws of nature is that they are virtually all known to be in error”

“determinísticas” (ou “de precisão”) como na física clássica, mas de natureza estatística. Afinal, seria possível um enunciado que expresse regularidade como as leis naturais ser também de caráter probabilístico? Não teria a mecânica quântica demonstrado que a busca por regularidades desse tipo é em vão? É importante notar que Popper examina esse problema, desenvolvendo sua teoria das propensões em uma interpretação realista das probabilidades na física e na ciência de modo geral. Na obra *A lógica da pesquisa científica*, o filósofo já alerta que hipóteses de probabilidade não podem desempenhar o papel de leis naturais por não serem falseáveis: “na medida em que se revelam não falseáveis, [os enunciados probabilísticos] são metafísicos e destituídos de significação empírica; e, na medida em que se vêm utilizados como enunciados empíricos, são empregados como enunciados falseáveis.” (POPPER, 2013b, p.180). No entanto, mesmo quando os enunciados probabilísticos são empregados na física quântica, esse fato não nos permite inferir que todas as leis da natureza são necessariamente falsas. Como nos diz o filósofo, a questão se o mundo é regido ou não por leis naturais é de cunho metafísico, não podemos, portanto, afirmar que leis não existem com base na experiência:

“Mesmo que viesse a ser possível trabalhar no campo da física, apenas com enunciados frequenciais, continuaríamos sem ter condições de chegar a conclusões indeterministas, equivalendo isso a dizer que não teríamos condições de afirmar que ‘não existem leis naturais precisas, que não existem leis a partir das quais possam ser deduzidas previsões de processos singulares ou elementares.’” (POPPER, 2013b, p.216)

Do mesmo modo, não podemos inferir que todas as leis naturais são falsas simplesmente porque até o momento grande parte delas foi falseada. Esse tipo de raciocínio é uma forma de indução às avessas, já que falseamentos de leis não justifica a afirmação que todas as teorias e leis da ciência são falsas.

Alberto Artosi e Guido Governatori apresentam uma crítica diferente da caracterização popperiana das leis naturais. Segundo os autores, Popper apresenta duas caracterizações para distinguir leis de enunciados acidentais: a primeira seria a partir da universalidade (enunciados numericamente e

estritamente universais) enquanto que a segunda estabelece que as leis são, em um certo sentido, necessárias em comparação com os enunciados acidentais. Nesse sentido, a primeira caracterização é considerada insuficiente por Artosi e Governatori, enquanto que a segunda, apesar de possibilitar a distinção entre leis e enunciados acidentais, falha por transformar a necessidade física em necessidade lógica (ARTOSI; GOVERNATORI, 2006, p.107).

O argumento dos autores é de que o dispositivo utilizado por Popper em *No* não é diferente, do ponto de vista formal, de “tentativas tradicionais (e sem sucesso) de definir necessidade física como uma espécie de versão ‘condicional’ ou ‘relativa’ da necessidade lógica, isto é necessidade condicional a partir da suposição de que certas condições são satisfeitas (necessidade *ex hypothesi*, como Leibniz denominou-a)” (ARTOSI; GOVERNATORI, 2006, p. 110, tradução nossa⁸⁵). Mesmo que *No* não defina a necessidade natural como verdadeira em todos os mundos possíveis, mas apenas naqueles com a mesma estrutura, Artosi e Governatori consideram que a necessidade física popperiana não é distinta da necessidade lógica. Para sustentar essa afirmação, os autores transformam *No* em linguagem simbólica e a comparam com a definição de necessidade lógica também simbolicamente:

$$(No) a \vdash T \Box S \leftrightarrow \forall w: aRw \vdash wT$$

T seria a “teoria apropriada”, *a* o nosso mundo e *R* a relação com suas alternativas físicas. Essa interpretação de *No* é baseada na fórmula da lógica modal em que temos um conjunto *G* de mundos possíveis e *R* uma relação binária que existe ou não entre esses mundos. Essa relação binária é denominada “relação de acessibilidade”. Então, ao escrevermos *wRu*, por exemplo, estamos estabelecendo essa relação entre os mundos *w* e *u*, isto é, *u* é acessível por *w*. Isso quer dizer que o estado de coisas em *u* é uma

⁸⁵ Texto original: “one of the traditional (and unsuccessful) attempts to define physical necessity as a sort of ‘relative’ or ‘conditional’ version of logical necessity, that is necessity conditional on the assumption that certain are satisfied (necessity *ex hypothesi*, as Leibniz called it).”

possibilidade para w . Desse modo, uma verdade é considerada necessária em um mundo w se for verdadeira em todos os mundos acessíveis a w (CHELLAS, 2008, p.36). No caso de No , todos os mundos possíveis acessíveis a w seriam aqueles com as mesmas propriedades estruturais, ou seja, leis naturais. Seguindo esse raciocínio, a fórmula de No é de fato muito similar à definição de necessidade lógica. No entanto, como já foi discutido nesse trabalho, as semelhanças entre os dispositivos formais não implicam em equivalência. Ademais, a necessidade *ex hypothesi* distingue-se da necessidade lógica justamente por apresentar um aspecto contingente, já que o seu contrário não implica em contradição, como Leibniz diz acerca dos tipos de verdade:

“Aquela cujo contrário implica em uma contradição é absolutamente necessária; essa dedução ocorre nas verdades eternas, por exemplo, as verdades da geometria. A outra é necessária somente *ex hypothesi* e, por assim dizer, acidentalmente, mas é contingente em si, já que seu contrário não implica uma contradição. E essa conexão é baseada não puramente nas ideias e o entendimento simples de Deus, mas nos seus decretos livres e na sequência do universo” (LEIBNIZ, 1989, p.45, tradução nossa⁸⁶)

Assim, embora a definição de necessidade física popperiana apresente similaridades com sua contrapartida lógica, essas semelhanças não são suficientes para inferirmos que não há uma distinção clara entre as duas. O fato de que No pode ser interpretada como uma necessidade *ex hypothesi* não é problemática, pois permite que as leis naturais não sejam equivalentes às tautologias, logo, que sejam “contingentes” em um certo sentido, ao mesmo tempo em que são necessárias quando comparadas a outros enunciados acidentais.

⁸⁶ Texto original: “The one whose contrary implies a contradiction is absolutely necessary; this deduction occurs in the eternal truths, for example, the truths of geometry. The other is necessary only *ex hypothesi* and, so to speak, accidentally, but it is contingent in itself, since its contrary does not imply a contradiction. And this connection is based not purely on ideas and God’s simple understanding, but on his free decrees and on the sequence of the universe.”

CONCLUSÃO

Determinar a natureza das leis naturais no pensamento de Popper não é tarefa fácil, uma vez que o filósofo não dedica uma obra para tratar do assunto. Suas ideias são expostas de forma fragmentada em diversas obras e sem uma análise mais profunda aparentam ser contraditórias. Todo o esforço desta pesquisa consistiu em reconstruir esse percurso fragmentado de Popper para caracterizar as leis naturais e mostrar que a partir de um olhar mais global, a sua concepção de leis da natureza forma um sistema consistente com a sua teoria da ciência. Assim, os aspectos lógicos, ontológicos e epistemológicos das leis naturais convergem, na concepção popperiana, para uma natureza dúplice, em que a universalidade e a necessidade coexistem com a falseabilidade e a “contingência”.

É possível refletirmos sobre qual a razão para Popper ter adotado tal concepção, já que outros autores admitem somente um aspecto das leis naturais. Afinal, por que uma natureza dúplice? Uma pista para responder a essa questão encontra-se no ensaio “ Três pontos de vista sobre o conhecimento humano”, em que o filósofo discute diferentes tradições epistemológicas (instrumentalismo e essencialismo) ao mesmo tempo em que apresenta sua própria perspectiva como uma combinação de elementos de ambas as tradições. O “essencialismo modificado”, como Popper denomina sua posição, tem como fundamento metafísico o realismo científico e o conjecturalismo. Ou seja, ao mesmo tempo em que toma como objetivo da ciência a busca por teorias e leis verdadeiras, que correspondam à realidade, o filósofo estabelece um limite para o conhecimento científico. Não podemos, por conta do próprio caráter universal das teorias e leis, comprovar conclusivamente a sua verdade a partir da experiência. Assim, diferentemente do essencialismo tradicional, a versão popperiana não compreende como possível a ciência produzir conhecimento certo ou revelar a essência das coisas. É dessa dimensão epistemológica, em que a ciência só pode lidar com verdades provisórias, que o caráter falseável das leis naturais emerge no pensamento de Popper.

A universalidade e falseabilidade, no entanto, não bastam para expressar adequadamente o conceito de lei da natureza. Nesse sentido, como distinguem-se de enunciados universais “acidentais”, as leis naturais também apresentam um caráter necessário. Essa necessidade física ou natural é definida por Popper de modo muito similar à necessidade da lógica modal, no entanto, não é equivalente. O termo necessidade é introduzido justamente para assinalar que as leis naturais estabelecem limites de possibilidade para a ocorrência de determinados fenômenos, não que a sua verdade é conclusiva como a das tautologias. Ao distinguir a necessidade física da necessidade lógica, Popper visa dar consistência ao seu sistema, já que o conceito de necessidade física não contradiz o caráter falseável das leis naturais como o de necessidade lógica. O fato de utilizar-se do mesmo termo (necessidade) é devido à invocação da mesma ideia de possibilidade, mas que é expressa de modo diferente. A impossibilidade física limita-se aos mundos que apresentam as mesmas propriedades estruturais que o nosso, enquanto que a impossibilidade lógica aplica-se a todos os mundos a fim de não se violar o princípio lógico de não-contradição.

É importante ressaltar que para Popper a necessidade lógica está presente no contexto de argumentos dedutivos, isto é, a conexão entre as premissas e a conclusão dos argumentos dedutivos válidos é logicamente necessária. No caso do método hipotético-dedutivo proposto pelo filósofo, as leis naturais são uma das premissas do argumento, juntamente com as condições iniciais, e determinado evento ou fenômeno natural é a conclusão. Logo, se as premissas forem verdadeiras, tal evento necessariamente irá ocorrer. É a partir das regras do *modus tollens* que podemos falsear uma lei da natureza, ou seja, ao aceitarmos a falsidade da conclusão (por meio de experimentos), é possível inferir que o enunciado universal é falso.

Percebe-se que na teoria da ciência de Popper o caráter necessário das leis naturais está intimamente relacionado com a sua universalidade e falseabilidade. Como o próprio filósofo afirma, é possível definir a necessidade

em termos de universalidade. A discussão em torno dos níveis de universalidade das leis e teorias científicas já figura nos primeiros trabalhos de Popper como fundamento para sua defesa do falsificacionismo em detrimento do verificacionismo: as leis naturais, por conta do seu caráter estritamente universal não podem ser verificadas pela experiência, mas podem ser falseadas. Do mesmo modo, a noção de que as leis naturais são necessárias já estava presente na obra *A lógica da pesquisa científica* muito antes de Popper sugerir uma definição formal de necessidade física: as leis naturais são interpretadas pelo filósofo como proibições ou prescrições, ou seja, são enunciados universais que estabelecem limites para ocorrência de determinado fenômeno. São esses limites de possibilidade que conferem o caráter necessário às leis naturais. Por isso que quando comparadas a outros enunciados universais acidentais elas são necessárias: elas estabelecem o que é fisicamente possível. Do ponto de vista lógico, elas são negações de enunciados existenciais singulares. É justamente a aceitação de um enunciado singular existencial que possibilita o falseamento de uma lei da natureza. Quanto mais universal, isto é, quanto maior o número de fenômenos abarcados pela lei, mais fenômenos são proibidos por ela e também maior o seu grau de falseabilidade. A universalidade, a necessidade e a falseabilidade são, portanto, conceitos que na teoria da ciência popperiana estão imbricados. Desse modo, observamos que há uma complementariedade entre esses conceitos, não contradição ou divergência, como apontam alguns autores críticos da concepção popperiana.

Dentre esses críticos, destaca-se William Kneale, com quem Popper travou um rico debate acerca do caráter das leis naturais. Kneale enfatizou a importância de compreendermos as leis da natureza como princípios que expressam necessidade, argumentando que não é possível distinguir leis naturais de enunciados universais acidentais sem considerarmos esse aspecto modal. Embora Popper tenha aceitado em certa medida a crítica de Kneale, aprimorando a sua caracterização das leis naturais, existem pontos de divergência cruciais entre os dois filósofos. Para Kneale, por exemplo, não há diferença substancial entre a necessidade física e a necessidade lógica, posição

considerada inaceitável para Popper, já que compromete a falseabilidade das teorias científicas. Um outro ponto relevante da crítica de Kneale é com relação à definição de necessidade em termos de universalidade, sugestão feita por Popper a partir do uso do dispositivo formal de “mundos possíveis”. Todavia, como o próprio filósofo ressalta em um adendo de 1968, não é de seu interesse definir necessidade física sem recorrer a termos modais. Isto porque para Popper definições não são consideradas importantes na filosofia. O filósofo atribui maior importância à resolução de problemas de outra natureza, como a questão da verdade das leis e teorias científicas.

Embora a caracterização das leis naturais como enunciados universais necessários só seja formalmente desenvolvida em obras posteriores às críticas de Kneale, essa noção já estava presente nos primeiros trabalhos do filósofo. É possível observar que desde obras como *A lógica da pesquisa científica*, Popper já caracteriza as leis naturais como enunciados estritamente universais logicamente equivalentes à negação de enunciados existenciais singulares. Ou seja, as leis da natureza são, na visão do filósofo, proibições ou prescrições, por isso implicam em uma necessidade física: elas determinam que certos fenômenos são fisicamente impossíveis. Ao mesmo tempo, elas podem ser falseadas por um enunciado singular existencial, por isso são “contingentes” quando comparadas às tautologias. Assim, percebe-se que a natureza dúplice das leis naturais já estava presente na caracterização popperiana, de modo que não há contradição, mas complementariedade na concepção que Popper desenvolve das leis da natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGAS, Mariano. *Lógica y ética en Karl Popper*. Segunda edición. Navarra: Ediciones Universidad de Navarra, 2001.

ARTOSI, Alberto; GOVERNATORI, Guido. "Popper on necessity and natural laws". In: ALAI, Mario, Tarozzi, Gino (Eds). *Karlo Popper philosopher of science*. Milano: Rubettino, 2006.

BACON, Francis. *The new organon*. New York: Cambridge University Press, 2003.

CARNAP, Rudolf. *The logical structure of the world and Pseudoproblems of philosophy*. Translated by Rolf A. George. Chicago: Open Court, 2005.

_____. "Significado e testabilidade". In: *Os pensadores - Schlick e Carnap*. São Paulo: Editora Abril Cultural, 1985.

_____. *Logical foundations of probability*. Chicago: The University of Chicago Press, 1962.

CARTWRIGHT, Nancy. *How the laws of physics lie*. Oxford: Oxford University Press, 1983.

CHAUDHURI, Nandita. *The logical character of natural laws: an examination of Kneale's view*. Kolkata: Maha Bodhi Book Agency, 2015.

CORVI, Roberta. *An introduction to the thought of Karl Popper*. Translated by Patrick Camiller. London/New York: Routledge, 1997.

DIAS, Elizabeth de Assis. "Popper um kantiano não-ortodoxo". In: CARVALHO, M.; FIGUEIREDO, V.. (Org.). *Filosofia contemporânea: lógica, linguagem e ciência*. 1ªed. São Paulo: ANPOF, 2013, v. 5, p. 261-268.

FITZHUGH, Kirk. "Fact, theory, test and evolution". *Zoologia Scripta*. The Norwegian Academy of Science and Letters, 2007.

GARCIA, Carlos. *Popper's theory of science – An apologia*. London/New York: Continuum International Publishing Group, 2006.

HANZEL, Igor. *The concept of scientific law in the philosophy of science and epistemology: A study of theoretical reason*. Springer-science+business media: Boston, 1999.

- HEMPEL, Carl. "Studies on the logic of confirmation (I)". *Mind - New Series*. v. 54, n. 213, 1945. p. 1-26.
- _____. *Philosophy of natural science*. New Jersey: Prentice-Hall, 1966.
- KANT, Immanuel. *Crítica da razão pura*. Tradução: Manuela Pinto dos Santos e Alexandre Fradique Morujão. 5ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2001.
- KONINGSVELD, Herman. *Empirical laws, regularity and necessity (thesis)*. Wageningen: Landbouwhogeschool, 1973.
- KNEALE, William. "Natural laws and contrary to fact conditionals". *Analysis*. Oxford University Press: Oxford, v.10, n.6, 1950.
- _____. *Probability and induction*. London: Oxford University Press, 1952.
- _____. "Universality and necessity". *The British Journal for the Philosophy of Science*, v.12, n. 46, 1961.
- KRIPKE, Saul. *Naming and necessity*. Cambridge: Harvard University Press, 2001
- LAKATOS, Imre. "Necessity, Kneale and Popper". In: LAKATOS, Imre; WORRALL, John; CURRIE, Gregory. *Mathematics, Science and Epistemology - Philosophical papers: Volume 2*. New York: Cambridge University Press, 1997.
- LEIBNIZ, Gottfried. *Discurso de metafísica e outros textos*. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. "Discourse on metaphysics". In: ARIEW, Roger; GARBER, Daniel (Eds). *Leibniz: Philosophical Essays*. Indianapolis/Cambridge: Hackett Publishing Company, 1989.
- LOCKE, John. *An Essay Concerning Humane Understanding, Volume II*. MDCXC, Based on the 2nd Edition, Books III. and IV. The Gutenberg Project, 2004.
- MILLER, David. *Overcoming the justificationist addiction*. Coventry: University of Warwick Press, 2011.
- NAGEL, Ernest. *The structure of science: problems in the logic of science.*, London: 1961.

NERLICH, Graham; SUTCHING, Wal. "Popper on law and natural necessity". *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol.18, No.3. Oxford: Oxford University Press, Nov., 1967, p. 233-235.

POPPER, Karl; KNEALE, William; AYER, Alfred. "What can logic do for philosophy?". *Aristotelian Society Supplementary Volume*, Oxford, v.22, n.1,p. 141-178, jul. 1948.

POPPER, Karl. *The open society and its enemies*. London/ New York: Routledge Classics, 2011.

_____. *Realism and the aim of science*. London/New York: Routledge, 2005.

_____. *The two fundamental problems of the theory of knowledge*. London/New York: Routledge, 2009.

_____. *Os dois problemas fundamentais da teoria do conhecimento*. São Paulo: Editora Unesp, 2013a.

_____. *A lógica da pesquisa científica*. Tradução: LeonidasHogenberg, Octanny Silveira da Mota.2.ed. São Paulo: Cultrix, 2013b.

_____. *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária*. Trad: Milton Amado. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1975.

_____. *Conjectures and refutations*. New York/London: Basic Books Publishers,1962.

_____. *Lógica das ciências sociais*. Tradução de Estevão de Rezende Martins, Apio Claudio Muniz, Acquarone Filho, Vilma de Oliveira Moraes e Silva. 3ª Edição.Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2004.

_____. "A note on Natural Laws and so-called "Contrary to fact conditionals"". *Mind*, Oxford, v. 58, n. 229, p. 62-66, jan. 1949.

_____. *O realismo e objectivo da ciência*. Lisboa: Editora Dom Quixote, 1987.

_____. "Autobiography of Karl Popper. In: SCHLIPP, Paul Arthur (Org.). *The philosophy of Karl Popper*. Illinois: The open court,1974.

_____. *Conjecturas e refutações: O progresso do conhecimento científico*. Tradução de Sérgio Bath. 5ª edição. Brasília: Editora UnB, 2008.

_____. "A revised definition of natural necessity". *The British Journal for the Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University Press, 1967.

QUINE, Willard. "Necessary truth". In: QUINE, Willard. *The ways of paradox and other essays*. New York: Random House, 1966.

RYLE, Gilbert. "Induction and hypothesis". *Aristotelian Society Supplementary Volume: Knowledge and foreknowledge*. v.16, 1937. p.36-62.

SCHLICK, Moritz. "Meaning and verification". *The Philosophical Review*, v. 45, n. 4. (Jul., 1936), p. 339-369.

_____. "Positivism and realism". In: MULDER, Henk (Org). *Moritz Schlick: philosophical papers, volume II (1925-1936) - Vienna Circle Collection*. Translated by Peter. Dordrecht/ London/Boston: Reidel Publishing Company, 1979.

SCRIVEN, Michael. "The Key Property of Physical Laws-Inaccuracy". In: FEIGL, Herbert; MAXWELL, Grover (Eds). *Current Issues in the Philosophy of Science*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1961.

SUTCHING, Wal. "Popper's revised definition of natural necessity". *The British Journal for the Philosophy of Science*. v.20, n.4. Oxford: Oxford University Press (Dec.,1969), p.349-352.

SWARTZ, Norman. *The concept of physical law*. Burnaby: Simon Fraser University, 2003.

TARSKI, Alfred. "Sobre o conceito de consequência lógica". In: MORTARI, Cezar; DUTRA, Luiz Henrique de Araújo (Orgs.). *A concepção semântica da verdade: Textos clássicos de Alfred Tarski*. São Paulo: Unesp, 2007.

WILL, Frederick. "The contrary-to-fact conditional". *Mind*, Oxford, v. 56, n. 223, p. 236-249, jul. 1947.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Tractatus logico-philosophicus*. Translated by C.K. Ogden. Project Gutenberg, 2010.

WOLFRAM, Sybil. *Philosophical logic: an introduction*. Routledge: New York, 2005.