

ALGUNS ASPECTOS DA RELAÇÃO ENTRE LÓGICA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA: O MODELO DA EXPLICAÇÃO DEDUTIVO NOMOLÓGICA

Alvino Moser¹

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar, como Introdução, a definição de Lógica como o estudo das formas válidas de raciocínio. Raciocinar é inferir conclusões de proposições tidas ou dadas por verdadeiras, denominadas premissas. Como estudo das formas válidas não é escopo da Lógica determinar se as premissas são verdadeiras ou falsa. Apenas considera as premissas como tidas por verdadeiras. A seguir trata-se da filosofia da ciência que estuda, entre outras questões, em que consiste a natureza da ciência, quais são suas características, o que a diferencia do senso comum. Entre seus objetivos está em determinar em que consiste a explicação científica em especial o modelo da explicação dedutivo nomológico, sobretudo. Em terceiro lugar, trata-se deste modelo específico, que o tema central destas reflexões, sua estrutura um conjunto de proposições que constituem o Explanans no qual figuram 1. As condições iniciais em que se produz o fenômeno a ser explicado (denominado de Explanandum) e 2. As leis universais que estimadas como explicações do fenômeno a ser explicado. Do Explanans por meio de regras lógicas deduz-se o *Explanandum*. Este modelo é também denominado modelo de Hempel-Openheim considerado clássico e vigente até a década de 1960. A dedução lógica acarreta necessidade da ocorrência do Explanandum. A quarta seção do capítulo examina em que consiste esta necessidade, sobretudo quando é notório que em ciência tudo é revisível e sujeito ao princípio de incerteza de Heisenberg. Segue finalmente a conclusão.

PALAVRAS-CHAVE: Lógica. Filosofia da Ciência. Dedução.

ABSTRACT

This article aims to present, as an Introduction, the definition of Logic as the study of valid forms of reasoning. Reasoning consists in inferring conclusions from premises considered true. As a study of valid forms, it is not the scope of logic to determine whether the premises are true or false. It only considers the assumptions to be true. The following, as a second subject there is philosophy of science that studies, among other issues, what is the nature of science, what are its characteristics, how science differs from common sense. Among the objects of science there is the question of scientific explanation, specifically the model of the deductive nomological explanation. Thirdly, it is this specific model, as the central theme of these reflections, its structure consists in a set of propositions that constitutes the *Explanans* in which we have: 1. The initial conditions under which the phenomenon to be

¹ PhD em Filosofia pelo Institut Supérieur de Philosophie da Universidade Católica de Louvain, especializado em Epistemologia, Filosofia da Ciência Ética. Decano do Centro Universitário Internacional Uninter e Professor do Programa de Mestrado em Formação Docente e Novas Tecnologias e da Escola Superior de Educação do mesmo Centro universitário. Artigo recebido em 29/09/2019 e aceito em 16/11/2019.

explained (called *Explanandum*) is produced; and 2. A set of universal laws that are estimated to as explain the phenomenon to be explained. From *Explanans* through logical rules is deduced the *Explanandum*. This model is also called Hempel-Openheim model considered classic and effective until the 1960s. The logical deduction entails the need for the occurrence of *Explanandum*. This chapter fourth section analyses in what this need consists of, especially when it is known that in science everything is revisable and subject to Heisenberg's uncertainty principle. Finally follows the conclusion.

KEYWORDS: Logic. Philosophy of Science. Deduction.

INTRODUÇÃO

A Lógica é o estudo das formas válidas de raciocínio. *Raciocinar é tirar ou deduzir ou inferir conclusões de premissas*, mas para que o raciocínio seja válido ou correto as premissas devem ser verdadeiras. Se uma premissa for falsa o raciocínio não será válido, pois do falso pode-se deduzir qualquer conclusão: *Ex falso quodlibet*.

Por sua vez, a filosofia da ciência trata, dentre outras questões, sobre o que qualifica um conhecimento para ser tido por ciência e, então, preocupa-se com os fundamentos, métodos e implicações, sendo um dos temas basilares distinguir a ciência da não ciência, saber se o conhecimento é digno de credibilidade ou não. Assim, considera a questão da verdade, da consistência e da coerência.

Entre muitas outras questões está a questão do raciocínio científico ou da Lógica. A lógica é um instrumento, não tem como objeto verificar se as afirmações são verdadeiras ou falsas, pois isto compete às ciências. Como *organon* é uma sintaxe que procura determinar a forma como devem ser apresentados os raciocínios dos cientistas.

1 CONCEITO DE CIÊNCIA E COMO SE DIFERENCIA DO SENSO COMUM

Uma das maneiras de determinar o que é ciência é distingui-la da não ciência. É comum ao se falar em ciência distingui-la do saber mítico ou mitológico, do senso comum, da filosofia. Assim Platão (PLATÃO, *Teeteto*), distinguia a opinião correta do verdadeiro

saber ou da ciência, epistemê, como sendo este um conhecimento do qual se tem a prova objetiva, ao passo que a opinião é baseada em referenciais pessoais e subjetivos².

Mas o que distingue a ciência do senso comum? Além das distinções de Platão no *Teeteto*, podemos considerar as ponderações de Nagel. O bom senso é adquirido pela experiência do dia, por uma certa *acquaintence* - familiaridade) por convivência e por verificar de modo não sistemático as relações entre os eventos que acontecem no cotidiano. A ciência procura, pela explicação, estabelecer conexões lógicas entre os fenômenos e evitar inconsistências, ou as contradições, pois pessoas não familiarizadas com o método científico afirmam verdadeiros *non senses* (absurdos), como, por exemplo: “Pessoas que afirmam que a mulher grávida sente azias quando a criança está criando cabelos”. Que relação há entre os dois fatos? Por que algo que se passa no útero teria incidência sobre fatos estomacais? É pura fabulação que passa de mãe para outra, de avó para avó. A ciência é por natureza revisível, isto é, suas afirmações nunca são absolutas nem definitivas: a palavra da ciência sempre é a penúltima. Valem suas afirmações até em prova em contrário.

Outro problema do senso comum, embora algumas crenças duram muito mais do que muitas teorias científicas, está na falta de rigor com que são expressas. Por exemplo: “A água ferve quando suficientemente quente”. Mas, pergunta-se Nagel (1961, p. 4), o que se entende precisamente por “água”? A que sai da torneira, o líquido que a chuva traz? O senso comum emprega termos vagos, definidos sem rigor desejado. E “quando está suficientemente quente”? Não especifica a definição exata de água, de temperatura, das condições de pressão e outras, que nas experiências dos cientistas são levadas em consideração (NAGEL, 1961, p. 7).

Apesar de não haver comprovação alguma, muitos indivíduos se posicionam contra a vacina. Pelo contrário, a ciência até o momento não desmentiu a validade das vacinas, dentro dos limites científicos reconhecidos pelos cientistas. O bom senso não se atenta para essas ocorrências por ser, até ponto, dogmático ou simplesmente dogmático. Ora, a ciência é o oposto do dogmatismo.

Francis Bacon no prefácio do *Novum Organon* critica as denominadas *atecipationes mentis*, por se tratar de intento temerário e prematuro (*Idem.*):

² “Desse modo, Teeteto, conhecimento não pode ser nem sensação, nem opinião verdadeira, nem a explicação racional acrescentada a essa opinião verdadeira.” (parágrafos finais do Teeteto. Este diálogo versa sobre o conhecimento.

Todos aqueles que ousaram proclamar a natureza como assunto exaurido para o conhecimento, por convicção, por vezo professoral ou por ostentação, infligiram grande dano tanto à filosofia quanto às ciências. Pois, fazendo valer a sua opinião, concorreram para interromper e extinguir as investigações. Tudo mais que hajam feito não compensa o que nos outros corromperam e fizeram malograr. Mas os que se voltaram para caminhos opostos e asseveraram que nenhum saber é absolutamente seguro, venham suas opiniões dos antigos sofistas, da indecisão dos seus espíritos ou, ainda, de mente saturada de doutrinas, alegaram para isso razões dignas de respeito. Contudo, não deduziram suas afirmações de princípios verdadeiros e, levados pelo partido e pela afetação, foram longe demais. De outra parte, os antigos filósofos gregos, aqueles cujos escritos se perderam, colocaram-se, muito prudentemente, entre a arrogância de sobretudo se poder pronunciar e o desespero da acatalepsia³ (BACON, 1973, Aforismo XXXVI).

A ciência é saber pelas causas, segundo Aristóteles (1973).

Todos os homens têm, por natureza, desejo de conhecer: uma prova disso é o prazer das sensações, pois, fora até da sua utilidade, elas nos agradam por si mesmas e, mais que todas as outras, as visuais. Com efeito, não só para agir, mas até quando não nos propomos operar coisa alguma, preferimos, por assim dizer, a vista ao demais. A razão é que ela é, de todos os sentidos, a que melhor nos faz conhecer as coisas e mais diferenças nos descobre.

Conhecemos pelas sensações e pela memória como os animais; depois pela experiência, *empeiria*, por ensaios e erros; segue-se o saber pela *technê*, técnica ou arte, que é saber por princípios gerais. Para o Estagirita o médico seria um *technós*. E a ciência é o saber pelas causas, isto é, o porquê dos fenômenos. Portanto, uma questão intimamente relacionada é o que conta como uma boa explicação científica. Além de fornecer previsões sobre eventos futuros, a sociedade muitas vezes usa teorias científicas para fornecer explicações para eventos que ocorrem regularmente ou já ocorreram. Os filósofos investigaram os critérios pelos quais se pode dizer que uma teoria científica explicou com sucesso um fenômeno, bem como o que significa dizer que uma teoria científica tem poder explicativo.

Se Todos os homens têm, por natureza, desejo de conhecer, todo ser humano procura saber. O senso comum procura explicar os fatos. Sempre se quer saber por que algo aconteceu. Saber o porquê é procurar uma explicação. Para Nagel (1961, p. 4):

É o desejo por uma explicação ao mesmo tempo sistemática e controlável por evidências fatuais que gera a ciência; e é a organização e a classificação do

³ Literalmente, *incompreensibilidade*. Estado resultante do princípio cético de dúvida à possibilidade da verdade, Nova Academia. Arcesilau (3 16-241 a.C.) e seus discípulos. Ver mais adiante Aforismo 126, livro I. BACON, F. Idem, p. 234.

conhecimento com base em princípios explanatórios que o objetivo que distingue a ciência. Ou mais especificamente, as ciências procuram descobrir e formular em termos gerais as condições segundo as quais eventos de diferentes espécies ocorrem, o estabelecimento dessas condições sendo a explicação de tais ocorrências. (Tradução nossa)

A ciência tem por objetivo específico explicar de maneira lógica as relações de dependência entre proposições que analisadas superficialmente parecem não relacionadas, como é o caso do sistema heliocêntrico. O senso comum nos dirá que o que vemos não é a Terra girando e o Sol parado, mas que a Terra está parada e o Sol gira em torno dela, como foi muito tempo aceito o sistema ptolomaico, o geocentrismo.

Portanto, há uma diferença fundamental entre o conhecimento de senso comum, que é fundado nas informações dos sentidos de modo acrítico e nas crenças transmitidas por tradição e o saber da ciência que não cai ingenuamente nos dados sensoriais. Como afirma Descartes, “se os sentidos nos enganam uma vez, será que não nos enganam sempre?” “Experimentei algumas vezes que esses sentidos eram enganosos, e é de prudência nunca se fiar inteiramente em quem já nos enganou uma vez” (DESCARTES, 1979, p. 86). O senso comum dificilmente põe em dúvida os dados dos sentidos, confia, em geral, cegamente neles.

Ainda, a finalidade da ciência é estabelecer relações ou conexões lógicas entre as ocorrências dos eventos, evidentemente com base nos fatos observados e aceitos pelos cientistas como confirmados, enquanto o senso comum se contenta com constatações não sistemática.

2 O MODELO DEDUTIVO NOMOLÓGICO DE EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

O simples constatar o que se passa no mundo ou à nossa frente não pode ser considerado como ciência. Como acima se observou, a ciência procura estabelecer conexões entre os diversos eventos para determinar se são simples coincidências ou saber se os fenômenos dependem de fenômenos antecedentes. Determinar se há dependência, conexão ou coincidência não é mais simples constatação. Esta é própria dos ingênuos. É necessário que haja uma explicação para os fenômenos observados.

Uma teoria inicial e influente da explicação científica é o modelo nomológico-dedutivo. Diz que uma explicação científica bem-sucedida deve deduzir a ocorrência dos fenômenos em questão a partir de uma lei científica (HEMPEL; OPPENHEIM, 1948, p. 135-
 Perspectivas - Revista do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da UFT - v. 2 n. 2 (2017)

175). É especialmente desafiador caracterizar o que se entende por uma explicação quando o fato a ser explicado não pode ser deduzido de leis, porque não se pode afirmar apenas que é uma questão de acaso ou de sorte, sem possibilidade de ser prevista (nesse caso não se está mais na esfera da ciência, mas das adivinhações).

Wesley Salmon desenvolveu um modelo no qual uma boa explicação científica deve ser estatisticamente relevante para o resultado a ser explicado (SALMON, 1971). Outros argumentaram que a chave para uma boa explicação é unificar fenômenos díspares ou fornecer um mecanismo causal (WOODWARD, 2003). Perspectiva esta que foi submetida a críticas substanciais que a tornaram amplamente reconhecida como credenciais de aceitabilidade

Os cientistas têm por objetivo explicar e prever os fenômenos. As explicações podem ser feitas de casos únicos, de ocorrências individuais ou de eventos recorrentes. Há vários tipos de explicação: as explicações estatísticas que seriam induções, explicações de fatos históricos, explicação de fenômenos físicos, de evento biológicos ou de outros mais complexos.

Recorremos à clássica divisão de Ernest Nagel: Explicações do modelo dedutivo, probabilísticas, explicações funcionais ou teleológicas, que se aplicam aos fatos a envolver seres vivos, e explicações genéticas que visam a esclarecer a gênese, a origem e o desenvolvimento de fatos. Convém acrescentar os problemas emanados dos fenômenos emergentes que se distinguem por sua complexidade.

Seria demais abrangente tratar aqui de todos os modelos de explicação e da lógica que lhes dá suporte. Razão pela qual nos restringiremos, de maneira sucinta, ao modelo dedutivo ou dedutivo monológico, considerado, em geral, como padrão. Dizemos, sucintamente, por que a bibliografia sobre este tema é abundante e extensa⁴, entre os quais sobressaem os clássicos Nagel, Carl Hempel, Wesley Salmon. .

Não poderíamos deixar de lembrar o modelo de explicação, segundo Aristóteles. Esse modelo é o indutivo-dedutivo (ARISTÓTELES , 1964, 89b.10-20), pois tem:

1. Como premissa as observações.
2. Dessas observações faz-se um salto indutivo para inferir
3. Os princípios gerais e dessas premissas faz-se a
4. Dedução do que deveria ser explicada. (LOSEE, 1976, 15-17)

⁴ No Google aparecem 3.420 resultados para “explicação dedutivo nomológica”.

Exemplo: As observações constam em proposições como:

a conduz calor;

b conduz calor;

c conduz calor;

.....

n conduz calor;

a, b, c, ...n são metais.

I. Logo, todos os metais conduzem calor.

II. Ora, o cobre é metal.

III. Logo o cobre conduz calor.

O que está em negrito é um silogismo. **I e II constituem o *Explanans***, isto é, o conjunto de proposições que explicam e **III é o *Explanandum***, o que deve ser explicado.

A indução⁵ consiste em se concluir, deduzir ou inferir do observado ao não observado.

Pode-se constatar que a explicação segundo o Estagirita é um procedimento que envolve o silogismo, portanto, a Lógica.

2.1 O MODELO DE CARL HEMPEL

O modelo Dedutivo Nomológico é tratado comumente tanto na sala de aula quanto nos livros, seja para expô-lo ou para criticá-los, sobretudo no âmbito das ciências humanas, a tal ponto que alguns autores o consideram como morto (GERMAIN, 2009).

Em 1948, Hempel com Oppenheim propõem um modelo de explicação científica que permanece, ainda hoje, uma passagem necessária na filosofia da ciência. No modelo dedutivo-nomológico (D-N), a explicação de um fenômeno é sua subsunção sob leis gerais (leis de cobertura). Mais exatamente, a explicação assume a forma de um raciocínio dedutivo, onde o fenômeno a ser explicado (*Explanandum* - E) é deduzido das leis gerais L1, L2...Lk.

Hempel em *Logic of Explanation* (HEMPEL, 1965, p. 245ss) inicia expondo o conceito ordinário de explicar que é responder à pergunta “por que” que em vez de “o que”. Há grande

⁵ A validade da indução foi contestada por David Hume e Karl R. Popper.

diferença entre as explicações que expressam opiniões e as explicações científicas por serem estas mais fundamentadas e rigorosas.

O modelo dedutivo-nomológico (D-N) será o nosso ponto de partida, primeiro por razões cronológicas (este é o modelo mais antigo com o qual lidaremos) e lógico (os outros modelos geralmente reagem ao modelo DN ou apontam as dificuldades que esse modelo suscita). É ou foi o modelo preferido pelos que seguem a corrente empírica, pois até a década de 1960 a Física era considerado o modelo das ciências ou ciência e imperava o monismo metodológico que começou a ruir após a “disputa do positivismo na sociologia alemã” (1961) (www.urutagua.uem.br) – confronto entre Popper e a Escola de Frankfurt, Habermas e Adorno, entre outros.

Como em Aristóteles, a explicação D-N consta de duas partes:

O Explanandum e o Explanans. O *Explanandum* compreende a proposição que descreve o fenômeno a ser explicado. E por *Explanans* entende-se a classe das sentenças que são aduzidas para explicar o fenômeno. O explanans consta de duas subclasses de sentenças: uma dessas contém certas sentenças C1, C2, ...Ck, que expõe as condições específicas do antecedente; a outra é um conjunto de sentenças L1, L2...Lk que representam leis gerais (HEMPEL, 1965, p. 247).

2.2 CONDIÇÕES DE ADEQUAÇÃO

Para que a explicação seja do modelo dedutivo-nomológico (D-N) são exigidas três condições de adequação (Idem, p. 247-248):

2.2.1 Condições de adequação lógica

C1. O *Explanandum* deve ser uma consequência lógica do *Explanans*, ou o *Explanandum* deve ser logicamente dedutível do *Explanans*, de modo a ser um fundamento adequado para a dedução.

C2. O *Explanans* deve conter ao menos uma lei geral, embora como se viu contém outras sentenças que descrevem as condições iniciais ou antecedentes à ocorrência do *Explanandum*. As leis científicas expressam as condições regulares que regem os fenômenos descritos.

C3. O *Explanans* precisa ter um conteúdo empírico, isto é, é possível comprová-lo empiricamente, do contrário seria pura fabulação sem fundamento. É necessário que o *Explanans* seja realmente uma prova, dentro dos limites empíricos, pois em ciência nada é absolutamente definitivo. Observação esta que nos leva a considerar as:

2.2.2 Condições de adequação empírica

C4. “As sentenças que constituem o *Explanans* devem ser verdadeiras”. Mas, a verdade é um horizonte, um limite do qual podemos nos aproximar indefinidamente, mas nunca teremos uma verdade definitiva em ciência. Em vez da verdade, Hempel afirma que devem ser altamente confirmadas ou, na perspectiva de Popper, corroboradas. Portanto, a prova da explicação dedutivo nomológica é hipotética.

David Hume (2001, p. p. III, l. I, seção II) contesta que algum evento possa ser causa de outro e põe em dúvida o conceito de causalidade⁶.

“Seja qual for a forma em que eu lide com essa questão e, no entanto, examino-a, não consigo encontrar mais nada.” e conclui: “Assim, não só a nossa razão nos falha na descoberta da conexão última de causas e efeitos, mas, mesmo depois de a experiência nos ter informado da sua constante conjunção, é impossível nos satisfazermos com a nossa razão, por que devemos estender essa experiência para além daqueles casos particulares, que caíram sob a nossa observação.”

Por tais razões o modelo de Carl Hempel é dito hipotético e assim pode ser esquematizado:

$$\begin{array}{l} C1 \dots Ck \\ LI. L2, \dots Lk \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} C1 \dots Ck \\ LI. L2, \dots Lk \end{array}} \right\} \textit{Explanans}$$

----- (Dedução lógica)

E1, E2, ... Er (*Explanandum*)

3 A NECESSIDADE IMPLICADA PELO EXPLANANS

⁶ “A relação de causalidade é subjetiva, concerne à perspectiva do observador, e não existe senão como ideia imaginária. [...] A imputação de causalidade aos casos de conjunção constante constitui o hábito, sob cuja influência a imaginação tende a prever o futuro de acordo com o passado. Cf. Detalhes em Valadares, Alexandre Arbex. (2009, p. 251-268).

Este modelo aplica-se na Física, na Química e nas ciências naturais, porém não nas ciências que envolvam seres vivos ou humanos ou fenômenos sociais. Como visto, final do século XIX e no século XX a Física até a década de 1960 era considerada o modelo das ciências, sobretudo depois do advento do círculo de Viena e das escolas da filosofia analítica.

Como exemplo, já citado acima, a expansão de um metal pode ser explicada por uma lei geral e um fato específico:

Todos os metais se expandem quando aquecidos.

Esta haste é feita de metal e foi aquecida.

Esta haste se expandiu.

Assim, à pergunta "Por que essa haste se expandiu?" A resposta é que a haste é de metal e foi aquecida, e todos os metais se expandem quando aquecidos.

Uma consequência deste modelo de explicação é a simetria com a previsão. A explicação ocorre *post facto*, depois de o fenômeno (o *Explanandum*) ter ocorrido. A previsão, segue os moldes da explicação, que possibilita prever que o *Explanandum* vai ocorrer. O esquema a seguir mostra que há inversão no tempo do *Explanans* e do *Explanandum*:

| | | | |
|-------------|-----------------------------|----|------------------------------|
| Explicação: | C1, C2...Ck e L1, L2...Lk// | ➡: | E1, E2,...Ek. |
| | ----- | | ----- |
| | Antes (passado) | | depois (agora, já ocorreu) |
| Previsão: | C1, C2...Ck e L1, L2...Lk | ➡: | E1, E2,...Ek. |
| | ----- | | ----- |
| | Presente | | depois (futuro, vai ocorrer) |

Contudo, o caráter de simetria é válido se as leis forem consideradas sobre o ângulo da necessidade e da expectativa nômica (HEMPEL, 1966, secção 5.3). A força ou a necessidade da ocorrência do *Explanandum* repousa sobre as **condições iniciais, C1, C2... Ck**, que dependem das observações sistemáticas **e das leis, L1, L2... Lk**. Ora, as leis para serem consideradas altamente confirmadas ou para serem leis devem preencher os requisitos:

1. Ser universal: "Todos os humanos são mortais" se torna "Para todo x, se x é humano, então x é mortal.", o que pode ser escrito simbolicamente como: $\forall x (H(x) \rightarrow M(x))$.
2. As leis devem ter conteúdo empírico, a saber necessitam ser comprovadas experimentalmente.

3. A lei deve suportar a contrafactual: contrafactual é a situação ou evento que não aconteceu, mas poderia ter acontecido⁷. O evento contrafactual faz parte de um mundo possível, enquanto o evento atual faz parte do mundo real. Considerados como compostos funcionais da verdade, todos os contrafactuais são certamente verdadeiros, pois seus antecedentes são falsos.
4. O caráter de necessidade da lei.

Uma lei que não tenha esse caráter de necessidade não poderia ser fundamento para construir um argumento de forma dedutiva e, em última instância, não seria capaz de fornecer uma explicação. As generalizações podem ser acidentais e estas “não podem servir de base para uma explicação” (HEMPEL, 1966, p. 56). A distinção entre lei e generalização é fundamental para o modelo D-N. Mas, em todos os casos as leis são regularidades (PSILLOS 2002, p. 161).

É preciso observar que Hempel, nesse particular, jamais emprega o conceito de necessidade (HEMPEL, 1966, secção 5.3), mas sim a de “expectativa nômica”⁸. Em vez de procurar circunscrever um caráter intrínseco de uma lei como lei, ele tenta encontrar os critérios de “nomicidade” (*de nômico*), a saber, o poder explicativo que acabamos de mencionar. Os empiristas geralmente não se referem a necessidade no caso das leis. E parece que a distinção entre lei e generalização acidental não pode ser defendida em um contexto estritamente empirista, precisamente porque repousa, explicitamente ou não, na noção de necessidade.

Goodman (ANO) apud Hempel (1966, secção 5.3) também se destaca de outra maneira:

Uma lei pode, enquanto uma generalização acidental não pode servir para apoiar condicionais contrafactuais, ou seja, declarações da forma "Se tivesse sido o caso, então B seria "o caso", onde de fato A não é (não foi) o caso. (HEMPEL 1966, secção 5.3)

Hempel, no mesmo texto sobre o qual versamos, trata também da explicação nas ciências não físicas. Abordagens motivacionais e teleológicas, pois os motivos que movem uma pessoa ou um grupo social não são ditadas pela lógica nem pela por leis de causalidade

⁷ A situação ou evento que aconteceu é chamada de atual.

⁸ Nômico é o que tem a força de uma lei natural geral, costumeiro, comum, convencional e necessário é o que não pode não ser.

física, mas razões emocionais e pelos centros hedonísticos do cérebro. Em seguida, faz considerações sobre a ideia de emergência.

Nagel, antes de Hempel, também considerava outros tipos de explicação nas ciências biológicas, na História, as explicações funcionais explicações que não se enquadram simplesmente no modelo Dedutivo nomológico, porque faz-se mister considerar especificidade das leis em história, nas ciências biológicas, nas ciências humanas, pois não se reduzem às leis da Física, de modo especial. As explicações são de natureza diversa e o modelo D-N não se aplica de modo unívoco. Assim, da lógica dos quantificadores, há outras lógicas como a Lógica Modal, a Lógica dialética e a Lógica paraconsistente cujo tratamento é complexo e sobre o qual não é nosso escopo versar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como introdução apresentamos de maneira breve o conceito de lógica e de filosofia da ciência. Procuramos mostrar as diferenças entre ciência e o saber do senso comum, seguindo algumas indicações de Ernest Nagel. O senso comum se baseia em opiniões e crenças, tema já tratado amplamente por Platão no *Teeteto*. A ciência se distingue não apenas pelo rigor e consistência, mas por sua estrutura lógica e, assim, tem como um dos seus objetivos, entre outros, tratar das conexões entre os fenômenos ou de sua explicação.

A seguir tratamos, de maneira sucinta, sem dúvida, do modelo de explicação de Hempel-Oppenheim, o modelo dedutivo-nomológico apresentamos condições de adequação tanto do arcabouço do *Explanans* e do *Explanandum*.

Apresentamos ainda, na quarta parte considerações sobre a necessidade implicada pela explicação dedutivo-nomológica, pois a dedução tem a força da Lógica.

Entretanto, concluímos que ao se tratar de ciência, a força da necessidade da dedução lógica é relativa, pois se a forma do raciocínio é válida, a **Lógica não garante a verdade das premissas contidas no *Explanans*, pois em ciência a impera o princípio de incerteza de Werner Heisenberg. Em ciência tudo é revisível, não há verdades definitivas e absolutos, pois o cientista detesta o dogmatismo.**

REFERÊNCIAS

ARISTÓTELES. Analíticos posteriores. *In: Obras completas*. Madrid: Aguilar, 1964.

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Livro I, cap. 1. São Paulo: Victor Civitá, 1973. (OS PENSADORES).

BACON, Francis. *Novum Organon*. Prefácio. São Paulo: Victor Civitá, 1973. (OS PENSADORES).

DESCARTES, René. *Meditações*. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979. (OS PENSADORES).

GERMAIN, Pierre-Luc. *Approche sémantique offre-t-elle un meilleur modèle de l'explication scientifique que les théories qu'elle prétend supplanter?* Université de Montréal Faculté des études supérieures et postdoctorales. Dissertação de Mestrado, 2009. Disponível em:

https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/7543/Germain_Pierre-Luc_2009_memoire.pdf, p.1. Acesso em: 17 jul. 2019.

GOODMAN, Nelson. The Problem of Counterfactual Conditionals, *The Journal of Philosophy*, vol. 44-5, 1947.

HEMPEL, Carl G.; OPPENHEIM, Paul. "Studies in the Logic of Explanation". *Philosophy of Science*. 1948, 15(2): 135–175. CiteSeerX 10.1.1.294.3693. doi:10.1086/286983

HEMPEL, Carl. *Aspects of Scientific Explanations and Other Essays in Philosophy of Science*. New York/ London/ Toronto Canada: The Free Press/ Collier MacMillan, 1965.

HEMPEL, Carl. *Philosophy of Natural Science*. Princeton University: Prentice-Hall, Inc. 1966

HUME 1740. An Abstract of A Treatise of Human Nature, J. M. Keynes & P. Sraffa. *Journal of Philosophy*. 1938. 35 (23):639-640 (1938) p. 403-404. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/KEYAAO>. Acesso em: 21 jul. 2019.

HUME, D. Tratado da natureza humana. Tradução de Débora Danowski. São Paulo: Unesp: Imprensa Oficial, 2001.

LOSEE, John. *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza, 1976.

NAGEL, Ernest. *The Structure of Science. Problems in the Logic of Explanation*. 2nd. Ed. London: Roulledge & Kegan Paul, 1968.

PLATÃO. *Teeteto*. Disponível em: www.dominiopublico.gov.br > pesquisa > DetalheObraForm. Acesso em: 18 jul. 2019.

PSILLOS, Stathis. *Causation & Explanation*. London: Routledge, 2002, <https://doi.org/10.4324/9781315710716>

SALMON, Merrilee; EARMAN, John; GLYMOUR, Clark; LENNO, James G.; MACHAMER, Peter; MCGUIRE, J.E.; NORTON, John D.; SALMON, Wesley C., SCHAFFNER, Kenneth F.). *Introduction to the Philosophy of Science*. Pittsburg: Pittsburg: Prentice-Hall, 1992. ISBN 978-0-13-663345-7. Houve outras edições. SALMON, Wesley. *Four Decades of Scientific Explanation*. Minnesota: Minnesota Press, 1989.

VALADARES, Alexandre Arbex. A teoria da causalidade imaginária na filosofia de Hume. *Kriterion*, Belo Horizonte , v. 50, n. 119, p. 251-268, June 2009 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-512X2009000100013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 set. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-512X2009000100013>.

WOODWARD, James. (2003). Scientific Explanation. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, ZALTA, Edward N. (ed.). Disponível em <http://plato.stanford.edu/entries/scientific-explanation/> Acesso em: 07 set. 2019.