



Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Departamento de Filosofia

Ulisses Franceschi Eliano

O RACIOCÍNIO ABDUTIVO NO CONTEXTO DE EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

Campinas – São Paulo

Dezembro de 2022

ULISSES FRANCESCHI ELIANO

O raciocínio abduativo no contexto da explicação científica

Monografia apresentada ao
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
da Universidade Estadual de Campinas
como parte dos requisitos exigidos
para a obtenção do título de
Bacharel em Filosofia.

Supervisor/Orientador: Prof. Dr. Marcelo Esteban Coniglio

Campinas

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Cecília Maria Jorge Nicolau - CRB 8/3387

EL41r Eliano, Ulisses Franceschi, 1976-
O raciocínio abdutivo no contexto da explicação científica / Ulisses Franceschi
Eliano. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Marcelo Esteban Coniglio.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Abdução (Lógica). 2. Explicação. 3. Lógica paraconsistente. 4. Revisão de
crenças. I. Coniglio, Marcelo Esteban, 1963-. II. Universidade Estadual de
Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Abductive reasoning in the context of scientific explanation

Palavras-chave em inglês:

Abduction (Logic)

Explanation

Paraconsistent logic

Belief revision

Titulação: Bacharel em Filosofia

Banca examinadora:

Marcelo Esteban Coniglio [Orientador]

Silvio Seno Chibeni

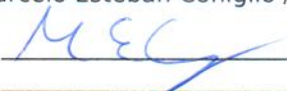

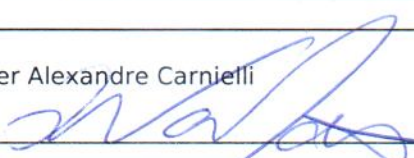
Walter Alexandre Carnielli


Data de entrega do trabalho definitivo: 30-11-2022

Dados do Aluno	
RA 225017	Nome do(a) Aluno(a) Ulisses Franceschi Eliano
Nível Graduação	Curso 30G - Filosofia
Habilitação / Ênfase AA - Bacharelado em Filosofia	

Dados do Trabalho	
Data/Hora do Exame 30/11/2022 - 14:00	Local Campinas
Título "O RACIOCÍNIO ABDUTIVO NO CONTEXTO DE EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA"	
Código - Nome Disciplina HG880H - Monografia II	
Orientador Prof. Dr. Marcelo Esteban Coniglio	

A Comissão Examinadora foi assim constituída:

Presidente	Nota
Nome Prof. Dr. Marcelo Esteban Coniglio / IFCH/ Unicamp Assinatura: 	Matrícula 281751 10 (dez)
Membros	
Nome Prof. Dr. Silvio Seno Chibeni Assinatura: 	Matrícula 118958 10 (dez)
Nome Prof. Dr. Walter Alexandre Carnielli Assinatura: 	Matrícula 64084 10 (dez)

Coordenador	
Nome Prof. Dr. Rafael Rodrigues Garcia Assinatura: 	Matrícula 313409

CÓDIGO DE AUTENTICIDADE
Verifique a autenticidade deste documento na página www.dac.unicamp.br Código: 4a092454037a6e97786b7f6b8eac92d95a89a8ca

Abstract

The main objective of this work is to present a logical-formal approach capable of apprehending some aspects of abductive reasoning - the reasoning responsible for the creation of explanatory hypotheses for surprising facts - through both the philosophical-conceptual notions of the canonical Peircean abduction and those of scientific explanation. In the case of the latter, I will initially try to highlight points of contrast between Aristotle's and Carl Hempel's conceptions of scientific explanation, in order to elucidate, in a more satisfactory way, to what extent, in fact, theories and hypotheses "explain" something. I will also present a way of dealing with contradictory explanatory hypotheses, through the consistency operator \circ - typical of *mbC* paraconsistent logic -, which expands the expressive power of the object-language underlying the logical system, as well as presenting an alternative formal approach to the abductive reasoning thought as belief change dynamics, specifically through the AGM belief revision logic.

Resumo

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar uma abordagem lógico-formal capaz de apreender alguns aspectos do raciocínio abduutivo – o raciocínio responsável pela criação de hipóteses explicativas para fatos surpreendentes -, mediante tanto as noções filosófico-conceituais da canônica abdução peirceana quanto as de explicação científica. No caso desta última, procurarei evidenciar, inicialmente, pontos de contraste entre as concepções de explicação científica de Aristóteles e de Carl Hempel, a fim de elucidar, de modo mais satisfatório, em que medida, de fato, teorias e hipóteses “explicam” algo. Apresentarei, também, um modo de tratar hipóteses explicativas contraditórias, por meio do operador de consistência \circ – próprio da lógica paraconsistente mbC -, o qual amplia o poder expressivo da linguagem-objeto subjacente ao sistema lógico, bem como apresentarei uma abordagem formal alternativa do raciocínio abduutivo pensado como dinâmica de mudança de crenças, especificamente por intermédio da lógica de revisão de crenças AGM.

Sumário

I – INTRODUÇÃO	8
I.1 – O caráter filosófico da explicação científica e da abdução	10
I.1.a - Demonstração e explicação científica em Aristóteles.....	10
I.1.b - Explicação científica em Carl Hempel – o modelo dedutivo-nomológico.	22
I.1.c - Abdução	29
II - O CARÁTER FORMAL DA ABDUÇÃO	36
II.1 - Argumento explanatório, taxonomia e estilos de inferência abdutiva.....	38
II.2 – Explicação abdutiva e argumento explanatório enquanto produtos: as regras estruturais	45
II.3 - Abdução enquanto processo: tablôs abdutivos.....	54
III – ABDUÇÃO E PARACONSISTÊNCIA	63
III.1 - O caráter filosófico da paraconsistência.....	64
III.1.a – O Princípio da Não Contradição.....	64
III.1.b – Princípio da explosão (ECSQ), trivialidade e consistência	66
III.1.c - A questão do operador de negação	67
III.2 – A lógica <i>mbC</i> , os tablôs- <i>mbC</i> abdutivos e a abdução enquanto processo.....	69
IV - ABDUÇÃO ENQUANTO REVISÃO DE CRENÇAS AGM.....	81
IV.1 - AGM: introdução à lógica de revisão de crenças	82
IV.2 – O pragmatismo de Peirce e a lógica AGM.....	89
IV.3 – Tablôs abdutivos enquanto revisão de crenças AGM	93
V - CONCLUSÃO E PRÓXIMOS OBJETIVOS	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

I – INTRODUÇÃO

Conjuntamente com a dedução e a indução, a abdução pode ser também identificada como um tipo de raciocínio, contudo, o mais controverso e disputado entre eles. O raciocínio abduutivo envolve a *formulação de hipóteses* capazes de explicar, ainda que de modo bastante rudimentar, *conjectural* e revogável, fatos observáveis intrigantes ou *surpreendentes*. Tomado desse modo, o raciocínio abduutivo pode ser classificado como pertencente ao contexto de *descoberta*, não apenas de justificação científica, o que já nos coloca a seguinte pergunta: uma lógica da descoberta é possível? O filósofo fundador da abdução foi Charles Sanders Peirce, o qual, em sua originalidade, acreditava que uma das principais finalidades da lógica era justamente “a produção de um método de descoberta de métodos”¹, isto é, o caráter de descoberta se encontrava implícito em sua concepção de lógica. Sendo assim, talvez as duas principais questões intrigantes e controversas relativas à abdução sejam: como conceber um tipo de raciocínio - passível, portanto, de ser construído e organizado através de regras formais rigorosas de inferência e argumentação - que também possui o caráter *criativo* da descoberta, de formação e sugestão de hipóteses, um tipo de raciocínio tomado “*em direção* a hipóteses (explanatórias), não *partindo* de certas hipóteses (possivelmente contrafactuais)”²? Já que não é raro encontrarmos os que defendem que a abdução é apenas um tipo de indução, como diferenciá-las entre si?

As disputas em torno desses temas são intermináveis. Entretanto, de modo bastante sucinto, há, de um lado, os estudiosos da filosofia e semiótica de Peirce, os quais geralmente defendem que a formalização lógica rigorosa da abdução é impossível³, bem como, evidentemente, que a abdução é, de fato, um tipo de raciocínio que não se resume a um tipo de indução⁴. De outro lado,

¹ CP 3.364. A sigla “CP” se refere aos *Collected Papers* de C. S. Peirce e será adotado como padrão nas citações ao longo do trabalho.

² GAUDERIS, 2017, p. 249.

³ Lucia Santaella (2000) defendeu precisamente esse ponto. Trataremos adiante dessa questão.

⁴ Cabe ressaltar que não são apenas esses estudiosos de semiótica peirceana que consideram tal raciocínio distinto da indução. Gilbert H. Harman (1965), nessa mesma linha, apresentou seu conceito de *inferência para a melhor explicação* (*inference to the best explanation*, também conhecido como IBE). Harman defende justamente que, no máximo, uma indução enumerativa deve ser tratada como um caso especial de IBE. A despeito da importância atribuída ao artigo de Harman e à noção de IBE, pelos cânones da Filosofia da Ciência contemporânea, neste trabalho, nos ateremos apenas à visão peirceana de abdução. Essa escolha se dá, sobretudo, porque parte importante de minha motivação tem relação com o caráter da *geração* de hipóteses explicativas, não apenas da *seleção* dentre hipóteses rivais já existentes. No caso, a IBE faz parte apenas de “processos de justificação de hipóteses” (MENNA, 2001, p.88), de modo que a “aceitação de hipóteses deve ser decidida com base em um padrão explicativo [...]” (ibid., p.88). Em outras palavras, a IBE pode ser resumida do seguinte modo (Ibid., p.89), o qual não é suficiente para atender o caráter gerativo da inferência:

- Evidência dada pelos (velhos e novos) dados
- Conhecimento básico
- Hipóteses rivais $H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$ existentes
- (Do conjunto de hipóteses rivais capazes de explicar a evidência disponível ($H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$), H_1 é a melhor explicação potencial da mesma)
- (Temos boas razões para) aceitar H_1 .

há os cientistas cognitivos e da computação, sobretudo os que trabalham com Inteligência Artificial, os quais, a despeito de compreenderem a dificuldade (ou mesmo impossibilidade) de se capturar tal caráter criativo e inventivo da descoberta e da geração de hipóteses abduativas, tentam formalizar *alguns de seus aspectos*, de modo bastante sofisticado (e útil). Assim como os primeiros, e diferentemente de outras escolas filosóficas, em geral, muitos do segundo grupo também defendem que a abdução tem um lugar próprio no modo de raciocinar diferente da indução. Esta última é a posição teórica sobre a qual este trabalho será desenvolvido.

A relação entre abdução e explicação, já apontada no título deste trabalho, também não é, por si só, livre de controvérsias. Afinal, quando falamos de explicação, sobretudo da científica, adentramos um campo muito particular e igualmente complexo da Filosofia da Ciência: o campo que tenta apropriadamente estabelecer o que é - isto é, definir, compreender a natureza e estabelecer os critérios envolvidos - uma explicação científica. O rigor com o qual isso se dá parece ser incompatível com o caráter criativo e espontâneo da abdução. Daí a controvérsia. Entretanto, alguns aspectos do raciocínio abduativo são, evidentemente, explanatórios, isto é, as hipóteses geradas pelo processo abduativo são, em larga medida, hipóteses que tentam, realmente, explicar algo que foi observado no mundo. Conforme o próprio Peirce, “abdução é o processo de formação de uma hipótese *explanatória*. É a única operação lógica que apresenta qualquer ideia nova”.⁵ Há, portanto, um ponto de contato entre esses dois conceitos diferentes. Assim, a tentativa de se formalizar logicamente alguns aspectos da abdução terá, inexoravelmente, pontos de semelhança com algumas das principais tentativas de formalização da explicação científica. Em larga medida, esta intersecção nos acompanhará durante toda a exposição deste trabalho. Outro aspecto importante da abdução, encontrado na mesma citação de Peirce, é o de ser um *processo*, em oposição a um produto finalizado, como uma fórmula lógica acabada. Esta perspectiva de processo será de suma relevância e também estará bastante presente em todas as seções seguintes.

Com isso em mente, este trabalho será dividido do seguinte modo. Uma primeira seção, de caráter introdutório e filosófico, abordará os temas da explicação científica e da abdução, separadamente. No caso do primeiro, serão brevemente apresentadas duas concepções paradigmáticas, a antiga aristotélica e a contemporânea de Carl G. Hempel, o que nos possibilitará compreender as características e pormenores de um *argumento explanatório*. No caso do segundo,

⁵ CP 5. 171; os grifos são meus. A visão de que o raciocínio abduativo é o único capaz de criar uma ideia nova está bastante presente na teoria da abdução peirceana. Tal visão, contudo, não é livre de controvérsias filosóficas. Poderíamos pensar, por exemplo, que uma proposição geral criada pelo raciocínio indutivo a partir de fatos particulares, representasse exatamente uma “ideia nova”. A demarcação precisa dos respectivos papéis atribuídos aos três raciocínios (abdução, dedução e indução), no entanto, sugerido pela filosofia peirceana, será o máximo possível preservada neste trabalho.

trataremos dos aspectos filosóficos da abdução propriamente dita: suas origens, peculiaridades e sua relação com os outros dois modos de raciocínio. Em uma segunda seção, trataremos da abdução em seu caráter formal, isto é, apresentaremos uma proposta de taxonomia, possíveis estruturas e estilos inferenciais e sua perspectiva de processo, obtida através do uso muito peculiar de tablôs semânticos. Majoritariamente, a construção teórica apresentada nesta seção será a de Atocha Aliseda, de acordo com sua publicação *Abductive Reasoning – Logical Investigations into Discovery and Explanations*.

Na terceira seção, trataremos de modo mais pormenorizado da questão da abdução relacionada à paraconsistência, no sentido da possibilidade das hipóteses ou *explicações abduativas* serem contraditórias, entre si ou entre elas e as crenças ou teorias prévias. Para isso, apresentaremos uma interessante abordagem da abdução, a qual envolve o uso dos tablôs-*mbC*, construídos sob a lógica *mbC*, a mais simples das LFIs (*Logics of Formal Inconsistencies*), apresentada em JULIANA BUENO-SOLER et al., 2017, de modo a tentar integrá-la à proposta taxonômica de Aliseda. Na quarta e última seção, ainda imerso no arcabouço teórico de Aliseda, apresentaremos como o raciocínio abduativo pode ser pensado enquanto *dinâmica de crenças*, sobretudo sob a lógica AGM de revisão de crenças, apresentada na seminal e paradigmática obra de Peter Gärdenfors, *Knowledge in Flux – Modeling the Dynamic of Epistemic States*. Nesta seção, será possível também identificarmos algumas semelhanças entre a abordagem de revisão de crenças e o pragmatismo peirceano. A conclusão deste trabalho, por sua vez, será elaborada no sentido de retomarmos algumas conclusões parciais apresentadas ao longo da exposição e propormos brevemente novos horizontes e objetivos de pesquisa. Sobretudo no que se refere à possibilidade de uma abordagem da abdução, nos termos da taxonomia e da abordagem de produto e processo apresentada por Aliseda, mas em conformidade com outros trabalhos desenvolvidos em lógica AGM, abdução e paraconsistência.

I.1 – O caráter filosófico da explicação científica e da abdução

I.1.a - Demonstração e explicação científica em Aristóteles

É no Livro I dos *Segundos Analíticos* que Aristóteles desenvolve sua concepção de demonstração ou explicação científica. Toda a sua estrutura silogística já havia sido desenvolvida nos *Primeiros Analíticos* e ela é reaproveitada, de modo muito peculiar, na obra seguinte. O trabalho exegético e interpretativo das passagens não é trivial, tampouco há consenso entre os estudiosos de Aristóteles. Entretanto, a interpretação que julgamos ser a mais adequada é a de Lucas Angioni (2012, 2014). Nosso percurso, ainda que em caráter introdutório, será dividido em

duas partes. Na primeira, apresentaremos os diversos aspectos da definição de conhecimento científico exposto em *Segundos Analíticos I* 71b9-12. O objetivo principal desta parte será o de, além de nos familiarizarmos com os elementos do *definiens* da definição supracitada, responder “por que Aristóteles escolheu o silogismo como ferramenta de exposição do conhecimento científico, isto é, como ferramenta de demonstração?”⁶. Será possível identificarmos, em caráter preliminar, algumas diferenças entre esse uso particular do silogismo em relação ao seu uso “convencional”. Na segunda parte, trataremos brevemente das questões de caráter *intensional* que nos ajudarão a elucidar de modo mais satisfatório as diferenças mais sutis presentes no “silogismo científico”, o qual foi esboçado na primeira parte, sobretudo no que diz respeito aos requisitos impostos às premissas, especificamente encontrados em *Segundos Analíticos I* 71b19-21, e à noção de “universal” (*katholou*), em seu sentido muito particular no contexto dessa obra.

A definição de demonstração⁷ científica e o “silogismo científico”

O conhecimento científico é definido por Aristóteles nos seguintes termos:

Julgamos conhecer cientificamente uma coisa qualquer, sem mais (e não do modo sofisticado, por concomitância), quando julgamos reconhecer, a respeito da causa pela qual a coisa é, que ela é causa disso, e que não é possível ser de outro modo. (*Segundos Analíticos I* 71b9-12).

Há ao menos quatro aspectos relevantes nessa passagem. O primeiro é que (a) “a coisa” (*to pragma*) em questão é o *explanandum* da explicação, isto é, a coisa a ser explicada⁸. Algo a ser submetido à pergunta “por quê?”. Os outros três aspectos, concernentes ao *definiens* do conhecimento científico, são exigências para que o *explanandum* seja explicado, isto é, estabeleça-se conhecimento científico sem mais⁹. São eles: (b) responder à pergunta “por quê?” significa *encontrar a causa* daquele *explanandum* em questão; (c) encontrada tal causa explicativa, não é possível ser de outro modo, isto é, há uma *relação necessária* entre a causa e o *explanandum*; e (d) conhecer cientificamente requer que não seja por *concomitância* (*kata symbebêkos*)¹⁰. Cada

⁶ ANGIONI, 2014, p. 61.

⁷ O termo *apodeixis* será aqui tratado como “demonstração” ou “explicação”, de modo intercambiável. Sabe-se que tais coisas não são, contudo, a mesma coisa. É perfeitamente possível pensarmos em demonstrações (como Teoremas de Euclides, por exemplo) que nada explicam. Conforme espero deixar claro adiante, é exatamente este o ponto da demonstração científica sem mais aristotélica. Para ser considerada *científica* e *sem mais* (*haplós*), a demonstração precisa necessariamente ter um caráter explicativo, não apenas demonstrativo.

⁸ A identificação de “*to pragma*”, a coisa, como o *explanandum* não é trivial. No entanto, conforme Angioni (2014 p. 88): “[...] aquilo que Aristóteles várias vezes introduz com o termo “*pragma*” – frequentemente traduzido por ‘coisa’ –, longe de corresponder ao sujeito de predicação em sentenças que compõem uma teoria científica, corresponde exatamente àquilo que se quer explicar e que tem estrutura predicativa”. As evidências textuais apontadas por Angioni, na nota de rodapé 32, se encontram sobretudo em *Segundos Analíticos* 71b11, 91b14, 93a22, 98b30.

⁹ O termo “sem mais”, em grego transliterado, “*haplós*”, tem um caráter de ênfase, no sentido de “conhecimento científico mesmo” ou “de fato”.

¹⁰ É preciso deixar claro que, para a Filosofia da Ciência contemporânea, a noção de causa é muito mais “fraca” do que a defendida na antiguidade por Aristóteles, algo que espero elucidar nas páginas que se seguem. No pensamento

um desses quatro aspectos, ao serem mais bem detalhados, contribuirão para compreendermos como Aristóteles concebia o conhecimento científico sem mais.

Logo na passagem seguinte, Aristóteles introduz, ainda, a exigência de que uma demonstração científica seja feita através de um silogismo: “[...] mas afirmamos que de fato conhecemos através de demonstração. E por ‘demonstração’ entendo silogismo científico”¹¹. Neste ponto, já é preciso, preliminarmente, ressaltarmos algo importante. Em geral, diante do termo “demonstração” (*apodeixis*) e da noção de silogismo, há certas tradições que tendem a interpretar que o que Aristóteles exige como demonstração ou explicação científica é apenas um silogismo correto, cujas premissas (o *explanans*), por meio de seus valores de verdade e da própria validade do argumento, *acarretem*, em uma inferência dedutiva, a “verdade” da conclusão (o *explanandum*). Em outras palavras, um acarretamento de verdades que garante necessariamente a verdade daquilo que precisa ser “explicado”. Este modo de interpretar pode ser o caso quando falamos de justificação ou “provas” axiomáticas, mas não de explicação pela causa apropriada, que é de fato o que Aristóteles compreende caracterizar o conhecimento científico, conforme ficará mais claro adiante. Realizado tal importante apontamento, voltemos à definição de conhecimento científico sem mais.

Inicialmente, convém-nos tratar do aspecto (d), relativo ao atributo concomitante. O termo “*symbebêkos*” é comumente traduzido por “acidental” ou “contingente”. No entanto, em sentenças do tipo “*S é P*”, há predicados “*P*” que, a despeito de serem necessários ou contingentes, não conseguem capturar aquilo que “*S*” tem de *relevante* em um determinado contexto ou domínio. Isto é, não captam os *aspectos explanatórios* ou a *essência* de “*S*”. A título de exemplo, se quisermos definir o que é a cloroquina *enquanto um fármaco*¹², isto é, tomada apenas sob o contexto específico de ser um fármaco, dizer que ela é “o remédio preferido de Bolsonaro” é

filosófico e científico contemporâneo, em geral, admite-se que seria suficiente a uma boa teoria causal conseguir dar conta dos seguintes critérios: (i) distinguir relações genuínas de meros acidentes, (ii) efetivamente distinguir causas de efeitos, (iii) distinguir causas e efeitos de efeitos de uma mesma causa, (iv) distinguir entre causas genuínas e preempções (isto é, causas “*backup*” ou que teriam causado o efeito na ausência da causa inicial) e (v) a causa em questão deve “fazer diferença” para a seu efeito (isto é, sem a causa, o efeito, de fato, não teria ocorrido). No caso da teoria aristotélica em questão, ainda que todos esses requisitos fossem obtidos, não seriam suficientes para que uma demonstração fosse considerada científica sem mais.

¹¹ *Segundos Analíticos I*, 71b17-18.

¹² O operador “enquanto” (*hé*) é muito utilizado por Aristóteles, sobretudo em *Metafísica* IV e VI, quando define a ciência de *ser enquanto ser*. A ideia desse operador é, de modo muito simplificado, em uma sentença do tipo “*S é P*”, estabelecer um “recorte”, um “filtro” contextual nos infinitos predicados possíveis de “*S*”, de modo a tomarmos apenas aqueles relevantes em um determinado contexto ou domínio. Por exemplo, em “*S enquanto Z é P*”, tomamos apenas os predicados relevantes de “*S*” quando tomado sob o parâmetro contextual “*Z*”. No exemplo citado, cloroquina enquanto fármaco e cloroquina enquanto remédio preferido de Bolsonaro se referem ao mesmo ente, cloroquina, mas em contextos ou domínios completamente distintos. Alguns atributos da cloroquina serão relevantes no primeiro contexto, mas não o serão no segundo e vice-versa.

irrelevante sob o aspecto em questão. Tal predicado poderia ser relevante num outro contexto, como no caso de se estar considerando a cloroquina enquanto propaganda política, por exemplo”. Já a sentença declarativa “a cloroquina enquanto fármaco é um composto químico que detém propriedades terapêuticas contra a malária” consegue, de modo mais adequado, capturar seu aspecto explanatório *enquanto fármaco*. Ser o remédio preferido de Bolsonaro é, nesse caso, um atributo concomitante, pois trata-se de um atributo que, apesar de no mais das vezes acompanhar o ente “cloroquina”, no contexto em que é tomado enquanto fármaco se torna irrelevante. A tradução de um determinado tipo de predicado por “concomitante” consegue dar conta de capturar, de modo mais aproximado, esse tipo de atributo que *acompanha* ou “*vai junto*” com o sujeito, mas que não tem relevância na descrição precisa do sujeito naquela determinada circunstância. Não captura, de fato, sua essência. Em muitas situações, o atributo concomitante sempre ou quase sempre pode acompanhar o sujeito, nos confundindo, pois acreditamos que se trata de algo bastante peculiar, essencial e explanatório daquele sujeito, quando de fato não é.

Quanto ao aspecto (a), acerca do *explanandum*, há, de antemão, uma exigência: é papel do investigador científico “obter uma descrição apropriada do *explanandum* – isto é, uma descrição que já propicie auxílio na pesquisa pelas causas”¹³. Essa descrição apropriada diz respeito a uma *estrutura predicativa*, do tipo *C é A*, ou *A* atribui-se a *C*, que consiga, previamente, capturar, ao menos parcialmente, *o que é* a entidade em questão, sua essência, na medida em que *A* é atribuído ao sujeito *C* a título de *explanandum* do domínio científico em questão. Em outras palavras, o predicado *A*, que compõe a estrutura predicativa do *explanandum*, não pode ser atribuído por concomitância a *C*, mas deve ser um predicado selecionado de modo a propiciar “um esclarecimento sobre a natureza do *explanandum* enquanto *explanandum*”¹⁴. Só assim teremos um *explanandum legítimo* em um dado domínio científico.

O aspecto (c), acerca da necessidade da relação entre *explanandum* e sua causa, não se dá em razão apenas da validade dedutiva do silogismo, a qual garante necessariamente a conclusão, mas principalmente porque “a dedução válida da conclusão almejada se dá pelo fato de se assumirem exatamente as premissas requisitadas: *são elas, e não outras*, que devem ‘estar lá’, no papel de premissas”¹⁵. Sendo assim, há uma relação muito mais estreita e exigente entre o conteúdo

¹³ ANGIONI, 2014, p. 106. Por sua vez, esta capacidade do investigador científico tem relação com o que Aristóteles chama de “*nous*”, normalmente traduzido por “inteligência”, “intuição” ou “compreensão”.

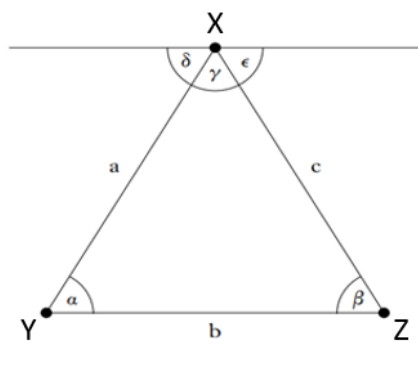
¹⁴ *Ibid.*, p. 107.

¹⁵ *Ibid.*, p. 93; os grifos são meus. A definição mais consagrada de silogismo em Aristóteles é apresentada no *Livro I dos Primeiros Analíticos*: “Silogismo é um *argumento* no qual, certas coisas tendo sido assumidas, outra, diferente das primeiras, se segue por necessidade, pelo fato de *essas coisas* estarem lá. Pela expressão ‘pelo fato de *essas coisas* estarem lá’, quero dizer ‘devido a *essas coisas*’; por ‘devido a *essas coisas*’, quero dizer que não se requer nenhum termo adicional para se engendrar o *necessário*” (*Primeiros Analíticos I*, 24b18-22). A interpretação de Angioni é a

das premissas e a conclusão para que elas caracterizem estritamente uma relação entre *explanans* e *explanandum*. São “estas” premissas, e apenas elas - ainda que haja outras que, do mesmo modo, acarretem a verdade da conclusão - as quais necessariamente exprimem, em seu conteúdo, a *única causa* necessária do *explanandum*. Em outras palavras, há uma relação de suficiência e necessidade, de um para um, entre a causa e o causado ou entre o *explanans* e o *explanandum*.

Por fim, o aspecto (b), talvez o mais importante para nossos propósitos, sobre responder à pergunta “por quê?” através da causa, também requer a mesma exigência de não ser por concomitância, isto é, ser necessário que no *explanans* seja capturada a *causa apropriada* daquele determinado *explanandum* legítimo. Uma causa *B* que, de fato, capture os aspectos explanatórios e relevantes do porquê de *A* atribuir-se a *C*, naquele determinado contexto de investigação científica. Em outras palavras, *B* captura a essência ou aspectos explicativos do *explanandum* enquanto *explanandum*. É a sua *causa-essendi*, isto é, aquilo que explica o fundamento do *explanandum* ser o que é. Fica bastante saliente, neste ponto, devido à estrutura predicativa do *explanandum*, o caráter triádico da causalidade em Aristóteles: temos “(i) o atributo cuja ocorrência em dado sujeito deve ser explicada; (ii) o sujeito específico no qual ocorre o atributo em pauta; (iii) o mediador, que também é tratado como um atributo do mesmo sujeito a que ocorre o atributo a ser explicado”¹⁶.

O silogismo, portanto, é uma estrutura argumentativa que consegue dar conta exatamente dessa estrutura triádica. Pois, é através do termo médio, contido nas premissas, que conseguimos capturar *B*, isto é, a causa explicativa apropriada e necessária para aquele determinado *explanandum* legítimo. Tomemos alguns exemplos de explicação científica, do próprio Aristóteles, por meio de silogismos de primeira figura em formato *Barbara*, que o filósofo considerava ser o ideal para estes casos, como veremos adiante:



2R¹⁷ (A) atribui-se aos ângulos em torno de um ponto (B).

Os ângulos em torno de um ponto (B) se atribuem ao triângulo (C).

2R (A) atribui-se ao triângulo (C).

de que, tanto as premissas do termo “argumento” quanto o termo “necessário” são o referente do pronome “essas coisas”.

¹⁶ ANGIONI, 2014, p. 99

¹⁷ Convencionou-se, quase como um termo de arte dentre os estudiosos de Aristóteles, utilizar “2R” como “o somatório dos ângulos internos de um triângulo igual a dois ângulos retos”.

No “silogismo científico”, a conclusão é identificada com o *explanandum*; ele possui uma estrutura predicativa (*A* atribui-se a *C*) e é, de acordo com Aristóteles, legítimo. Afinal, poder-se-ia também atribuir 2R aos outros tipos de triângulo, como o escaleno, isósceles ou equilátero, mas em um *explanandum* do tipo “2R atribui-se ao isósceles”, a atribuição de 2R ao isósceles seria por concomitância e o *explanandum* não apresentaria a mesma adequação “universal” comensurada¹⁸ entre *A* e *C*. Já as premissas maior e menor compõem o *explanans*, as quais, do mesmo modo, possuem suas estruturas predicativas, onde o termo médio *B* (ângulos em torno de um ponto) é a causa apropriada, e única causa explicativa necessária, do *explanandum*. Outros exemplos interessantes, que não envolvem geometria, são apresentados por Aristóteles e nos serão úteis. Dois casos, em especial, se seguem.

Tudo que não cintila (<i>A</i>) atribui-se à proximidade (<i>B</i>) ¹⁹ .	Eclipse (<i>A</i>) atribui-se a interpolação da Terra (<i>B</i>)
Proximidade (<i>B</i>) atribui-se aos planetas (<i>C</i>).	Interpolação da Terra (<i>B</i>) atribui-se à Lua (<i>C</i>)
Não cintila (<i>A</i>) atribui-se aos planetas (<i>C</i>)	Eclipse (<i>A</i>) atribui-se à Lua (<i>C</i>)

Tomando todos esses exemplos, é importante ainda ressaltarmos preliminarmente dois outros aspectos relevantes do pensamento de Aristóteles sobre a demonstração ou explicação científica. O primeiro deles refere-se à *coextensividade* entre *explanans* e *explanandum*²⁰, isto é, “todo mediador *B* que conta como causa apropriada em uma demonstração é coextensivo com o atributo *A* cuja presença em *C* é por ele demonstrada”²¹. É simples notarmos nos exemplos anteriores tal coextensividade: todos os ângulos em torno de um ponto são 2R e vice-versa, todos os corpos celestes próximos são os que não cintilam e vice-versa e, por fim, todo eclipse é uma interpolação da Terra e vice-versa. Em termos formais, se *B* é a causa explanatoriamente mais apropriada de *A*, então, $\forall x(Bx \leftrightarrow Ax)$. Isso nos leva ao segundo aspecto com a seguinte pergunta: se temos tal coextensividade, o que nos impediria de invertermos os termos *A* e *B* em todos os exemplos de silogismo anteriores? Afinal, eles continuariam válidos e a inferência continuaria acarretando a verdade da conclusão. No entanto, é exatamente este o ponto que diferencia um

¹⁸ O termo “universal” (*katholou*) será nosso objeto de reflexão adiante, contudo, é bastante oportuno já apresentá-lo preliminarmente neste ponto a fim de que o leitor já tenha em mente essa relação entre a questão do “universal” e o *explanandum* legítimo. O termo será sempre adotado entre aspas para diferenciá-lo da noção de universal encontrada em outras obras, como nos *Primeiros Analíticos*. O termo “comensurado”, por sua vez, como normalmente é traduzido “*simmetra*”, é o que normalmente se compreende, contemporaneamente, por “coextensivo”. Nesse sentido, “triângulo” e “2R” são coextensivos, enquanto “isósceles” e “2R” não são.

¹⁹ Aristóteles compreendia que os planetas eram os corpos celestes que não cintilavam e a explicação para isso é por estarem mais próximos do que os outros corpos.

²⁰ Aristóteles exige não apenas que os termos maior e médio, *A* e *B*, sejam coextensivos, mas também a coextensividade entre eles e o termo menor *C*. Faz parte da capacidade do investigador científico encontrar o “universal comensurado” (*Segundos Analíticos I*, 73b26ss), conforme abordaremos adiante.

²¹ ANGIONI, 2014, p. 70.

silogismo “do que” (*hoti*) de um silogismo “do por quê” (*dioti*) ou “silogismo científico”. Segundo Aristóteles, no que se refere ao exemplo dos planetas, “não é por não cintilar que estão próximos, mas, antes, é por estarem próximos que não cintilam”²² e só é possível capturarmos essa relação por meio de uma *assimetria intensional* entre esses elementos; o corpo celeste cintilar e estar próximo não são a mesma coisa, tampouco 2R e o os ângulos em torno de um ponto ou eclipse e interpolação da Terra. Apreender esta *assimetria intensional-causal* entre *explanans* e *explanandum*, assim como a coextensionalidade e a “universalidade”²³ adequada entre os devidos termos, é uma capacidade do investigador científico. Examinar mais atentamente essas questões será nosso principal propósito na próxima parte. O que é preciso ficar claro, neste ponto, é que Aristóteles “[...]propõe uma distinção entre, de um lado, a mera relação de consequência entre premissas e conclusão e, de outro, a relação explanatória-causal entre premissas e conclusão. A segunda relação envolve a primeira, mas não vice-versa”²⁴.

Questões intensionais do “silogismo científico”

A fim de compreendermos de modo mais satisfatório as diferenças sutis que há entre um silogismo “convencional” e o “científico” que acabamos de apresentar, sobretudo em relação à *assimetria intensional* e à relação de necessidade entre o *explanans* e o *explanandum*, ao menos dois pontos precisam ser mais bem explorados. O primeiro é em relação aos seis requisitos apresentados por Aristóteles, para que as premissas sejam apropriadas para uma demonstração científica. O segundo é relativo ao termo “universal”. Começemos pelo primeiro deles. Aristóteles apresenta os seis requisitos para as premissas conforme o excerto a seguir:

Assim, se o conhecer cientificamente é como propusemos, é necessário que o conhecimento demonstrativo provenha de itens verdadeiros, primeiros, imediatos, mais cognoscíveis que a conclusão, anteriores a ela e que sejam causas dela”²⁵. (*Segundos Analíticos I* 71b19-21).

Dos seis requisitos para as premissas, apenas o primeiro, o de serem verdadeiras, é relativo às premissas propriamente ditas, isto é, enquanto proposições ou enquanto elas mesmas, independentemente do contexto de explicação científica e do “silogismo científico”. Afinal, “[...]não se pode jamais *explicar o porquê* de a conclusão ser verdadeira por premissas falsas”²⁶. Ou, como nos diz o próprio Aristóteles, “não é possível conhecer cientificamente aquilo que não

²² *Segundos Analíticos I* 78a38-39.

²³ Mais uma vez, é importante que a questão da “universalidade” já fique aqui marcada, a despeito de nos dedicarmos a ela adiante.

²⁴ ANGIONI, 2012, p. 19.

²⁵ *Segundos Analíticos I* 71b19-21.

²⁶ ANGIONI, 2012, p. 11; os grifos são meus.

é o caso”²⁷. No caso dos outros cinco requisitos, diferentemente do requisito de serem itens verdadeiros, além de serem proposições enquanto elas mesmas, todos têm um *papel explanatório* no “silogismo científico”. Ater-nos-emos, contudo, a três deles, a saber, o de serem *primeiros*, *imediatos* e *anteriores*.

Geralmente, interpreta-se o requisito das premissas serem itens *primeiros* no sentido de “indemonstráveis”. O termo “premissas indemonstráveis” possui dois sentidos: o primeiro, relativo ao pensamento axiomático, no qual as premissas expressam uma “proposição cuja verdade não precisa ser estabelecida por nenhum argumento anterior”²⁸, isto é, não é possível “prová-las” (o que implicaria que a demonstração científica poderia ser uma enorme sequência de derivações, partindo de axiomas, em direção à “prova” do *explanandum*); o segundo, relativo a uma proposição “cuja verdade já está garantida por si mesma, pois a mera compreensão de seu sentido impõe a convicção de que ela é o caso”²⁹. Pelos exemplos apresentados até aqui, é difícil sustentar tais interpretações. O que Aristóteles parece querer dizer com o termo “itens primeiros”, neste contexto de explicação, é que estes sejam mais próximos ou mais “rentes” ao *explanandum*. Isto é, o principal fator explanatório encontrado para aquele *explanandum*. De modo similar, e até mesmo análogo, o requisito de serem itens imediatos (*ameson*), como o próprio termo em grego transliterado sugere, nos diz que sejam tais que não possuam outros termos mediadores entre si e o *explanandum*. Em outras palavras, itens que não precisariam de outro silogismo, contendo outro termo mediador, para explicar o seu próprio termo mediador, pois elas, as proposições imediatas (*amesos protasis*), por sua vez, já carregariam, em sua predicação, o primeiro e mais adequado termo mediador àquele *explanandum* em questão, aquele que não dependeria de outros termos mediadores que o explicassem.

O requisito de as premissas serem itens anteriores pode ser lido tanto como “anterioridade lógica” quanto como anterioridade causal. No primeiro caso, podemos ter situações existenciais, nas quais a condição de existência de um determinado ente *A* depende da existência de outro ente *B*, mas não vice-versa. Sendo, neste caso, a “verdade” de *B* “anterior” à de *A*. Ou melhor, *B* poderia existir separadamente de *A*³⁰. Poderíamos ter uma leitura de “anterioridade lógica” também em

²⁷ *Segundos Analíticos I*, 71b25-26. É bem verdade, contudo, que, caso estivéssemos falando de silogismos quaisquer, seria possível derivar uma conclusão verdadeira de itens falsos. No entanto, não se trata, como vimos, de silogismos quaisquer, mas de silogismos em um contexto de explicação ou demonstração científica. Neste caso, a razão de ser desse requisito é bastante evidente.

²⁸ ANGIONI, 2012, p. 13.

²⁹ ANGIONI, 2012, p. 13.

³⁰ Angioni toma o exemplo de “sunanairesis” da relação entre o sol e as plantas: “[...] se o sol não existisse, as plantas tampouco poderiam existir; mas, se as plantas não existissem, o sol poderia existir ‘separadamente das plantas’” (ANGIONI, 2012 p. 29).

outras situações como: a verdade de “ $A \text{ é } B$ ” seria “anterior” à de “ $A \text{ é } C$ ” se, e somente se, “ $A \text{ é } B$ ” \vdash “ $A \text{ é } C$ ”, mas “ $A \text{ é } C$ ” $\not\vdash$ “ $A \text{ é } B$ ”³¹. Contudo, o requisito de anterioridade aristotélico, no contexto de explicação científica, não remete a nenhuma noção de “anterioridade lógica”, mas à de *anterioridade causal*, isto é, explanatória. Segundo o próprio Aristóteles, as premissas “devem ser anteriores, se precisamente são causas”³². A questão, portanto, não é saber se a sentença “Ulisses é animal” é anterior logicamente a “Ulisses é ser humano”, mas sim se a primeira explica ou é causa da segunda.

Cabe-nos ater agora ao segundo ponto, à questão do “universal”. O termo “universal” (*katholou*), empregado por Aristóteles nos *Segundos Analíticos*, com um sentido muito peculiar e diferente do encontrado em outras obras, sobretudo nos *Primeiros Analíticos*, concerne àquilo que é tomado “a respeito de todo” (*kata pantos*) e “por si mesmo (*kath' hauto*)”³³. “A respeito de todo” é relativo ao sentido mais tradicional atribuído ao termo. Significa “[...] aquilo que não é a respeito de apenas alguns e não de outros, nem é apenas às vezes, mas às vezes não”³⁴. Em outras palavras, aquilo que, na lógica contemporânea, poderia ser traduzido, em cada sentença do silogismo, por um quantificador universal \forall seguido de uma bi-implicação \leftrightarrow ³⁵. A questão é que essa condição não é suficiente para que as sentenças sejam consideradas “universais”, no sentido mais específico encontrado nos *Segundos Analíticos*. O leitor pode notar que, caso esta fosse a única exigência, jamais seria possível capturarmos a assimetria intensional entre *explanans* e *explanandum*, absolutamente necessária para a “direcionalidade” entre causa e causado. Desse modo, também há exigência de que as atribuições, dos respectivos predicados aos seus sujeitos, ocorram “por si mesmas” (*kath' hauto*). A expressão “*kath' hauto*”, normalmente traduzida como “por si mesmo” ou “*per se*”, é utilizada de quatro modos distintos no contexto da obra dos *Segundos Analíticos*. Foram consagrados pela tradição como *per se*₁, *per se*₂, *per se*₃ e *per se*₄. Podemos apresentar cada um desses tipos, de modo muito breve e introdutório, conforme a seguir.

³¹ Por exemplo, em “Ulisses é ser humano” e “Ulisses é animal”. Situação em que a primeira sentença predicativa é condição *sine qua non*, mas não suficiente, para a segunda. Entretanto, trata-se de uma relação oposta daquela estabelecida entre premissas e conclusão, na qual, em um argumento válido, a verdade das premissas é suficiente (e não *sine qua non*) para a verdade da conclusão. Logo, dificilmente este tipo de interpretação de “anterioridade” poderia prosperar.

³² *Segundos Analíticos I*, 71b31.

³³ *Segundos Analíticos I*, 73b25

³⁴ *Segundos Analíticos I*, 73a28-29.

³⁵ No caso específico do silogismo, portanto, para que ele expresse uma demonstração científica sem mais, um “silogismo científico”, todas as atribuições dos predicados a seus sujeitos, nas três sentenças, devem ser a respeito de todos os seus casos. Ou seja, no caso do *explanandum*, *A* deve atribuir-se a todo *C*, e nos casos das premissas maior e menor, *A* deve atribuir-se a todo *B* e *B* deve atribuir-se a todo *C*, respectivamente, obtendo-se a devida coextensão ou comensurabilidade entre os termos. Daí a preferência de Aristóteles para o uso de silogismos no formato *Barbara* para tal função.

- “*kath’ hauto*” no sentido *per se*₁: dada uma sentença *S é P*, (ou *P* se atribui a *S*) o predicado *P* se refere a um atributo *per se*₁, se, e somente se, captura a essência de *S*. Ou é “inerente” à sua definição³⁶.

- “*kath’ hauto*” no sentido *per se*₂: dada uma sentença *S é P*, (ou *P* se atribui a *S*) o predicado *P* se refere a um atributo *per se*₂, se, e somente se, *S* captura a sua essência e *P* pertence a *S*. Isto é, uma relação inversa do *per se*₁³⁷.

- “*kath’ hauto*” no sentido *per se*₃: *P* se refere a um atributo *per se*₃ se, e somente se, *P* caracteriza “um certo isto”³⁸ (isto é, uma substância) e, também, o que *P* é (sua essência)³⁹.

- “*kath’ hauto*” no sentido *per se*₄: dada uma sentença *S é P*, (ou *P* se atribui a *S*) o predicado *P* se refere a um atributo *per se*₄, se, e somente se, *P* pertence a todo *S*, e *P* pertence a *S em virtude de S* (e enquanto *S* é tomado *em si mesmo*). A expressão “em virtude dela mesma”⁴⁰ pode ser lida de duas maneiras. A primeira é no sentido de “em si mesmo”, similar aos encontrados em *per se*₁ e *per se*₂. Através desse sentido, podemos compreender que *per se*₁ e *per se*₂ são, portanto, casos de *per se*₄. O outro sentido do termo “em virtude dela mesma”, perfeitamente apreendido pelo exemplo trazido por Aristóteles, é mais “profundo” e diz respeito à noção de *explicação causal*. O contraexemplo que ele apresenta de *per se*₄ é o da relação entre “caminhar” e “relampejar”. É evidente que “não foi em virtude do caminhar que relampejou”⁴¹. Já o exemplo que confirma a interpretação é o da relação entre “decepamento” e “morte”⁴². Nesse caso, a morte ocorre *em virtude do* decepamento. Podemos notar, assim, que “morte” pertence a “decepamento” em si mesmo e, mais que isso, em virtude de ser “decepamento”, isto é, ele a explica causalmente. Esta é uma relação que não se encontra nos outros *per se*.

Ainda imersos na questão dos atributos *per se*, salientamos outras duas questões. A

³⁶ O exemplo clássico fornecido pelo filósofo é o da linha em relação ao triângulo e do ponto em relação à linha. Tanto “linha” está contida na definição de “triângulo” quanto “ponto” na de “linha”.

³⁷ Em 73a39-40, Aristóteles apresenta alguns exemplos, dentre os quais destacamos dois. “[...] o reto e o curvo se atribuem à linha” e “[...] o par e o ímpar, ao número”. Na sentença “a linha é reta”, o termo “linha” captura a essência, a definição de “reta” e tudo que é “reta” pertence à “linha”. Assim como em “o número é par”, “número” é, evidentemente, parte da definição do que é ser “par” e tudo que é “par” pertence ao “número”.

³⁸ *Segundos Analíticos I*, 73b7.

³⁹ O atributo *per se*₃ é o mais controverso dentre eles. No entanto, o menos relevante para nossos propósitos. Basta apenas notarmos, sob uma de suas possíveis interpretações, que o atributo *per se*₃ diz respeito àquilo que “não se afirma de um subjacente [*hipokheimenon*] diverso” (73b5) e que, neste trecho, Aristóteles parece igualar a noção de essência e substância. Ao que parece, Aristóteles se refere a uma relação “não predicativa”, na medida em que o próprio *P* é aquilo que essencialmente é. Os contraexemplos de *per se*₃ que Aristóteles utiliza, isto é, os que se afirmam de subjacentes, são os de “caminhante” e “branco”. Nenhum dos dois é “um certo isto”, tampouco são essencialmente o que são, pois tanto “caminhante” quanto “branco” o são sempre “sendo outra coisa” (73b6). Logo, jamais seriam atributos *per se*₃. “Caminhante” é “caminhante” sendo, por exemplo, “ser humano”, e “branco”, sendo “neve”.

⁴⁰ *Segundos Analíticos I*, 73b10-11; os grifos são meus.

⁴¹ *Segundos Analíticos I*, 73b11-12.

⁴² *Segundos Analíticos I*, 73b14.

primeira é que atributos que não são *per se*, em geral, são concomitantes⁴³. Logo, não fazem parte, sob nenhuma perspectiva, de um “silogismo científico”. A segunda, sobretudo em relação ao *per se*₄, pode ser identificada no seguinte trecho: “com respeito àquilo que pode ser conhecido sem mais, os itens que se afirmam por si mesmos de tal modo que [se os sujeitos] estão imanentes nos predicados, ou vice-versa, são em virtude da própria coisa e são *por necessidade*”⁴⁴. A fim de voltarmos à questão da necessidade entre causa e causado, *explanans* e *explanandum*, preliminarmente apresentada na primeira parte, é preciso nos debruçarmos sobre o termo “por necessidade” (*ex anankes*) aqui encontrado.

A interpretação de “por necessidade” (*ex anankes*) que parece ser adequada neste contexto não é a de “necessariamente”, no sentido modal contemporâneo, mas a de uma *explicação causalmente necessária*. Concentremo-nos nisso. Na Filosofia Contemporânea, consagrou-se que as expressões “*P* é necessário” ou “necessariamente *P*”, simbolizados por $\Box P$, são definidas como “se, e somente se, *P* é verdadeiro em todos os mundos possíveis”. Em outras palavras, uma proposição que é sempre e necessariamente verdadeira, sob qualquer possibilidade ou estado de coisas. No caso de uma relação de predicação coextensiva e universal, no sentido convencional, de apenas “a respeito de todos”, com a introdução da noção de “necessariamente”, obteríamos a seguinte fórmula: $\forall x \Box (Sx \leftrightarrow Px)$. Esta relação é lógico-semântica, isto é, está nela implícita a noção de “valor de verdade”. Não é uma relação causal. De acordo com minha interpretação, não parece ser este o sentido buscado por Aristóteles, neste contexto, com a expressão *ex anankes*. Contemporaneamente, ainda, em larga medida, as noções de essência e necessidade se confundem. Aristóteles, por sua vez, separa melhor essas duas coisas. No mais das vezes, o termo “essência” pode ser lido como o “fator explanatório” de um determinado ente, no sentido intensional relativo à sua definição, àquilo que nos elucida sobre o que a coisa é. Não é, contudo, apenas essa noção que ele parece buscar aqui, como nos casos de *per se*₁ e *per se*₂, mas, além dela, a de *explicação causalmente necessária*, como pode ser confirmado pelo próprio exemplo apresentado. Assim, o advento do predicado *P* ser atribuído a *S* em virtude de *S* ser ele mesmo pode ser compreendido como: é em virtude de *S* ser o que é que há, inerentemente à sua condição de ser *S*, a *necessidade explanatória causal* de *P*.

Ao fim do capítulo 4 dos *Segundos Analíticos*, Aristóteles ainda apresenta o seguinte excerto:

⁴³ Há na literatura o advento de atributos concomitantes *per se*. Não trataremos deles neste trabalho.

⁴⁴ *Segundos Analíticos I*, 73b16-18; os grifos são meus.

Assim, o item que, em qualquer caso que se tome, primeiramente se mostra dotado de dois ângulos retos (ou qualquer outra coisa), eis a que *primeiramente*⁴⁵ se atribui como universal, e a *demonstração é universal* a respeito deste item primeiro por si mesmo, mas, de certo modo, não é a respeito dos demais itens por si mesmos, tampouco é universal a respeito do isósceles, mas sim "sobre mais casos". (*Segundos Analíticos I*, 73b35-74a3; os grifos são meus).

Até este ponto, Aristóteles trabalha com a questão do “universal” apenas no nível das predicções sentenciais, isto é, o “universal” diz respeito às atribuições das predicções *P* aos seus respectivos sujeitos *S* nas sentenças do silogismo. Nessa passagem, contudo, o filósofo dá um passo além e atribui “universal” (*katholou*) à “demonstração” (*apodeixis*)⁴⁶. Minha interpretação, consonante à de Lucas Angioni, é que esse advento não é por acaso ou supérfluo. Pelo contrário, Aristóteles parece nos indicar que, mesmo na eventualidade de tomarmos, no nível sentencial, os predicados corretos, atribuídos “universalmente” a seus sujeitos, nas três sentenças do silogismo, ainda não teríamos uma *demonstração “universal”*. O termo “universal”, desse modo, sobretudo tomado em seu sentido *per se*₄, estaria associado ao fator explanatório, à causa apropriada, ao termo médio *B* do silogismo, que explica a atribuição de *A* a *C* que ocorre no *explanandum* enquanto *explanandum*. Com isso, conseguimos mais bem compreender como Aristóteles consegue estabelecer a variação intensional entre *explanans* e *explanandum* e a relação de necessidade e suficiência entre eles. A atribuição do termo “universal” à demonstração como um todo passa a ser, portanto, o seu “ideal último” normativo para uma demonstração científica sem mais.

Para concluirmos, as principais lições que tiramos do “silogismo científico” aristotélico são: trata-se, evidentemente, de um caráter normativo com um nível altíssimo de exigência, o qual toda explicação ou demonstração deveria seguir para se dizer científica sem mais. É exatamente por este motivo que a abordagem aristotélica nos será útil. Ademais, e talvez o mais importante, os aspectos mais relevantes da explicação científica *não são lógico-silogísticos*, mas “extralógicos”, concernentes à apreensão da causa apropriada por meio de adequações extensionais e intensionais entre os termos distribuídos pelas três sentenças predicativas do silogismo. Algo que o investigador científico, dotado do “*nous*”, deveria ser capaz de realizar. O

⁴⁵ Com o termo “primeiramente” associado ao “universal”, Aristóteles tenta nos mostrar que, para que um atributo seja atribuído “universalmente” a um sujeito, deve haver uma adequação precisa no grau de generalidade entre eles. No exemplo comentado na primeira parte, acerca da demonstração científica do “2R” ser atribuído ao “triângulo”, reconhece-se que o “2R” atribui-se tanto ao “triângulo” quanto ao “isósceles”. Contudo, é evidente que é mais adequado, para fins de explicação científica, que o “2R”, enquanto “universal”, seja primeiramente atribuído ao “triângulo”, não ao “isósceles”. Afinal, o “triângulo” é “primeiro por si mesmo”, ele é “anterior” ao “isósceles”. Do mesmo modo, “2R” não pode ser atribuído à “figura”, pois nem toda figura tem “2R”. Ao “quadrado”, por exemplo, o “2R” não pode ser atribuído. Assim, o “2R” deve ser atribuído ao “triângulo” *primeiramente*. Esta questão é particularmente importante na escolha do *explanandum* legítimo, sob pena de errarmos, de antemão, na escolha do próprio *S*.

⁴⁶ No original em grego: “[...] καὶ ἡ ἀπόδειξις καθ' αὐτό τούτου καθόλου ἐστὶ”.

silogismo, nesse sentido, exerce um papel importante na explicação ou demonstração científica, mas não suficiente.

I.1.b - Explicação científica em Carl Hempel – o modelo dedutivo-nomológico.

O modelo de explicação científica de Carl Hempel é originalmente descrito em HEMPEL, 1942 e ligeiramente modificado por ele mesmo e republicado no livro *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, de 1965, a qual será nossa principal referência neste momento. O modelo de Hempel sugere que uma resposta a uma pergunta do tipo “por quê?” deveria seguir uma típica estrutura lógica de um argumento, com suas premissas e a decorrente implicação de uma conclusão. A conclusão é o *explanandum*, isto é, a sentença que descreve o fenômeno a ser explicado. Por outro lado, as premissas são o *explanans*, ou seja, as sentenças que explicam o fenômeno ao qual o *explanandum* se refere. A semelhança em relação à noção aristotélica, pelo menos sob esse aspecto estrutural, é evidente. Essa estrutura em forma de argumento denota o caráter *dedutivo* que dá nome ao modelo. Além disso, as premissas do argumento devem ser divididas em dois grupos: no primeiro, (a) “um conjunto de declarações que afirmam a ocorrência de certos eventos C_1, \dots, C_n em determinados horários e lugares”⁴⁷, isto é, as “condições determinantes para o evento ser explicado”⁴⁸, no segundo, (b) “um conjunto de hipóteses universais”⁴⁹, ou, como ele mesmo chama, “leis gerais”. É este último grupo que dá o caráter *nomológico*, o qual, juntamente com o dedutivo, completa o nome do modelo. Hempel apresenta, ainda, mais um requisito ao qual ambos os grupos de premissas devem se sujeitar: devem ser “razoavelmente bem confirmados pelas evidências empíricas”⁵⁰. Dois pontos precisam ser ressaltados para compreendermos mais adequadamente a concepção hempeliana de explicação científica e, assim, termos condições de identificar as principais divergências em relação à visão aristotélica (além do fato evidente de não se tratar de uma estrutura silogística). O primeiro deles é que o uso das letras “C” e “E” não é arbitrário, pois, segundo ele mesmo, representam a ideia de “causa” e “efeito”. O segundo ponto tem relação com sua compreensão de “leis gerais”, as quais, por sua vez, estão intimamente ligadas ao ponto anterior acerca da causa e efeito. Ressaltemos o seguinte excerto:

⁴⁷ HEMPEL, 1965, p. 232. Todas as traduções do artigo de Hempel são minhas.

⁴⁸ Ibid., p.232.

⁴⁹ Ibid., p.232.

⁵⁰ Ibid., p.232.

Por uma lei geral, devemos aqui entender uma declaração de forma condicional universal que é capaz de ser confirmada ou desmentida por resultados empíricos adequados [...]. No contexto deste artigo, uma hipótese universal pode ser assumida para afirmar uma *regularidade* do seguinte tipo: em todos os casos em que um evento de um tipo especificado *C* ocorre em um determinado lugar e tempo, um evento de um tipo especificado *E* ocorrerá em um local e hora que está relacionado de uma maneira específica ao local e hora da ocorrência do primeiro evento. (HEMPEL, 1965 pp. 231-232; os grifos são meus)

O termo que nos chama a atenção é “regularidade”. Especialmente válido apontar nesse momento que Hempel era um empirista profundamente influenciado por David Hume⁵¹. Sendo assim, acreditava que todo o conhecimento não linguístico advinha da experiência e, como tal, uma noção de “causa”, em um sentido metafísico, *a priori*, ou mesmo epistêmico, era-lhe suspeita. Afinal, segundo Hume, tanto observar empiricamente quanto capturar *a priori* as relações de causalidade seria equivalente a dizer que conseguimos apreender “poderes secretos” da natureza⁵². Observamos um pedaço de metal ser aquecido e sofrer uma dilatação, mas não observamos a sua “causa” ou alguma “relação” ou “conexão” entre o primeiro fato e o segundo. Temos a noção apenas de que uma “causa” ocorre antes (no tempo) que seu “efeito”. A causa, portanto, não pode ser experienciada, tampouco inferida; seria um mero *hábito* da mente humana⁵³. Por conta dessa visão, a causa, em Hume, é definida como “um objeto, seguido de outro, tal que todos os objetos semelhantes ao primeiro são seguidos por objetos semelhantes ao segundo. Ou, em outras palavras, tal que, se o primeiro objeto não existisse, o segundo jamais teria existido”⁵⁴. Trata-se, portanto, de uma noção de causa que requer apenas uma relação de *suficiência* entre um objeto, a causa, e outro objeto semelhante, o causado. Jamais uma relação passível de ser intensionalmente capturada, muito menos necessária, como em Aristóteles.

Do mesmo modo, a noção de “leis gerais”, apresentada por Hempel, é pensada em termos

⁵¹ Cabe aqui uma ressalva importante. Diversos positivistas lógicos e filósofos da ciência do século XX, dentre eles o próprio Hempel, influenciados por interpretações prévias, datadas do século XIX, reconheciam Hume como um *regularista causal*. Dentre os atuais especialistas em Hume, contudo, tal interpretação “padrão” de Hume não é um consenso. Pelo contrário, a interpretação alternativa que não reconhece Hume como um regularista causal vem ganhando cada vez mais adeptos. Para mais informações a respeito, ver o apêndice de CHIBENI, 2012, p. 246 e FABIAN, 2022. Essa questão, no entanto, não abala os argumentos que se seguem, já que, o modelo de explicação científica de Hempel é influenciado por uma visão, ainda que equivocada, que o próprio Hempel, assim como outros de seu tempo, tinha de Hume.

⁵² Hume utiliza essa expressão em diversas passagens, mas este excerto, em particular, é interessante; apresentado logo após objetar quanto à questão da possibilidade de “inferirmos” algo semelhante de outro algo semelhante: “Se for dito que, de um certo número de experimentos uniformes, nós inferimos uma conexão entre as qualidades sensíveis e os *poderes secretos*, serei obrigado a confessar que isso me parece ser a mesma dificuldade expressa em termos diferentes. A questão permanece: em que passos argumentativos funda-se essa inferência? Onde está o termo médio, as ideias interpostas que ligam proposições tão distantes umas das outras?” (HUME, 2003[1748], 67).

⁵³ Conforme Hume em “após a conjunção constante de dois objetos [...] é exclusivamente o hábito que nos faz esperar um deles a partir do aparecimento do outro. (HUME, 2003[1748], p.75),

⁵⁴ HUME, 2003[1748], p.115.

de regularidades, isto é, a ideia de conjunções constantes de objetos que se perpetuam⁵⁵. Há, portanto, uma íntima relação entre as “leis gerais” e a causalidade”, ou, segundo Woodward, há “uma conexão assumida entre causalidade e a instanciação de leis ou regularidades - o que poderíamos chamar de suposição do caráter nomológico da causalidade”⁵⁶. Segundo Hempel:

[...] a afirmação de que um conjunto de eventos - digamos, dos tipos C_1, C_2, \dots, C_n - tenha causado o evento a ser explicado, *equivale* à afirmação de que, de acordo com certas leis gerais, um conjunto de eventos dos tipos mencionados é *regularmente acompanhado* por um evento do tipo E . (HEMPEL, 1965 p. 232; os grifos são meus).

Em outras palavras, uma afirmação causal sempre pressupõe a existência de leis (ou regularidades), de tal modo que a noção de causalidade já está *implícita* na relação entre os dois grupos de premissas do argumento dedutivo, as “leis gerais” e as condições determinantes. Assim, a relação explicativa-causal é obtida *pari passu*, a partir da *própria* “*derivação*” *dedutiva* lógico-inferencial das premissas à conclusão. Em seu modelo dedutivo-nomológico, “explicar causalmente” e “inferir dedutivamente” das premissas, o *explanans*, desde que sejam respeitadas as devidas condições apresentadas, para a conclusão, o *explanandum*, são, portanto, a mesma coisa. É em boa parte devido à fragilidade de tal visão que o modelo de Hempel costuma padecer de dois tipos de críticas: (i) não consegue capturar a direcionalidade ou *assimetria* de uma explicação e (ii) parece ser perfeitamente adequado para algumas explicações que, na verdade, são irrelevantes. Vejamos cada um desses pontos.

A fim de esclarecer (i), tomemos um exemplo amplamente utilizado, já que fornece uma explicação através de leis bastante fundamentais como as da física e da geometria, associada à trigonometria. Sabemos que a luz viaja em linha reta e conhecemos as propriedades geométricas e trigonométricas de um triângulo. Logo, se tivermos um mastro de bandeira, com determinado

⁵⁵ O conceito de “leis gerais” no modelo de Hempel pressupõe leis determinísticas. Não é à toa que Hempel também compreendia que uma explicação científica possuía uma relação íntima com uma determinada previsão, conforme o excerto: “a principal função das leis gerais nas ciências naturais é conectar eventos em padrões que são geralmente referidos como *explicação e previsão*”. Mais que isso, Hempel compreendia que a diferença entre explicação e predição era puramente prática. Enquanto no primeiro o evento final é sabido ter ocorrido, no segundo a dedução nos determinará um evento futuro. No entanto, Hempel sabia que, em larga medida, para diversas áreas da ciência, as generalizações eram feitas sob um caráter estatístico. Introduziu, para isso, um modelo I-S, ou “*inductive-statistical*”, que, a despeito de sua complexidade, segundo Woodward, “a explicação I-S é, portanto, uma espécie de análogo indutivo da explicação D-N, no sentido de que a explicação I-S envolve mostrar que o fenômeno do *explanandum* era pelo menos provável, mesmo que não fosse certo, dadas as leis e condições iniciais relevantes” (WOODWARD, 2008, p. 172). Não abordaremos a descrição desse modelo de Hempel neste trabalho, mas é válido ter em mente que o modelo I-S pretendia tratar leis da natureza em termos de generalidades estatísticas, bem como explicar fenômenos em termos de raciocínios indutivos.

⁵⁶ WOODWARD, 2008 p. 173. Há também um excerto, extraído de uma nota de rodapé do artigo de Hempel que denota tal conexão indissociável entre leis e causas: “toda ‘explicação causal’ é uma ‘explicação por leis científicas’; pois de nenhuma outra maneira senão por referência a leis empíricas pode a afirmação de uma conexão causal entre eventos ser cientificamente comprovada” (HEMPEL, 1965, p. 233).

comprimento, posicionado verticalmente, notaremos que, em virtude de a incidência da luz solar possuir certo ângulo, uma sombra também será projetada no chão com determinado comprimento. Tomando o modelo de Hempel, ao realizamos uma pergunta do tipo “por que a sombra no chão tem tal comprimento?”, obteríamos a seguinte estrutura de argumento:

<i>Explanans</i>	Premissa 1: Lei geral – A luz viaja em linha reta. Premissa 2: Lei geral – Leis da trigonometria e geometria. Premissa 3: Fato particular – Ângulo de incidência da luz solar igual a y graus. Premissa 4: Fato particular – Mastro da bandeira tem comprimento x metros.
<i>Explanandum</i>	Conclusão: A sombra do mastro tem z metros. ⁵⁷

A explicação que se expressa nas premissas do argumento, o *explanans*, é bastante poderosa e convincente e, mais que isso, delas se segue dedutivamente a conclusão, o *explanandum*. A questão é que se permutássemos a conclusão e a premissa quatro de lugar, isto é, a pergunta passasse a ser “por que o mastro da bandeira possui x metros?”, e “a sombra do mastro tem z metros” passasse a ser uma premissa, o argumento continuaria sendo perfeitamente válido, suas premissas necessariamente implicariam logicamente a conclusão, tudo continuaria sendo verdadeiro, mas a explicação para o fenômeno não teria sucesso, já que a sombra do mastro ter z metros de comprimento não explica o comprimento do mastro. A explicação para o comprimento do mastro certamente é outra, não relacionada à sombra que ele projeta. Uma das razões que fazem o modelo hempeliano não capturar esse detalhe se dá pelo fato de que ele não é capaz de capturar a *assimetria intensional* entre o *explanans* e o *explanandum*, algo que, como vimos, era fundamental na explicação científica sem mais de Aristóteles. Isto ocorre, dentre outros fatores, porque, em nenhum momento, a questão da essência ou do fator explanatório, tão presente na questão do “universal”, do mastro ou da sombra, está em pauta. Capturar suas respectivas essências, isto é, aquilo que expressa o que eles realmente são - e que, portanto, os define e os explica - contribuiria para que, intensionalmente, o mastro e a sombra fossem diferenciados entre si. Desse modo, a premissa conseguiria cumprir o requisito de ser anterior ao *explanandum* no sentido causal, não apenas como uma mera “anterioridade lógica”.

Um outro exemplo. Pensemos na regularidade “corpos, abandonados em queda livre, no nível do mar e a uma latitude de 45° , aceleram em direção ao solo numa ordem de aproximadamente $9,80665 \text{ m/s}^2$ ”. Uma maçã é abandonada em queda livre nessas condições e

⁵⁷ Trata-se de um exemplo famoso, citado, por exemplo, em FRAASSEN, 1980, p. 104-105. Tal esquematização, contudo, foi retirada e adaptada de OKASHA, 2002, p. 46.

desejamos saber “por que a maçã acelerou a 9,80665 m/s?”, o *explanandum*. Este tipo de construção, em um formato de argumento dedutivo, atenderia a todos os requisitos do modelo D-N. Forneceria, inclusive, uma resposta satisfatória, isto é, “uma maçã foi abandonada em queda livre” nas devidas condições. Entretanto, se houvesse a mesma inversão entre premissa e conclusão, o argumento dedutivo continuaria sendo correto⁵⁸ e “a maçã ter acelerado a 9,80665 m/s” passaria a “explicar”, sob os critérios do modelo D-N, a “maçã ser abandonada em queda livre”. Mais uma vez, o modelo não consegue capturar a assimetria intensional entre *explanans* e *explanandum*, conforme a concepção aristotélica.

No que se refere à crítica (ii) do modelo D-N, acerca da relevância da explicação, poderíamos pensar alguma generalização do tipo “[regularmente] todos os X são Y ”, que, nesse caso, poderia ser tomada como uma lei, pelo menos sob os olhos de Hempel⁵⁹. Em seguida, consideremos que X seja atribuído a um particular z . O predicado Y , nesse caso, também seria atribuído a z . Queremos saber “por que z é Y ?”. Conseguiríamos, assim, elaborar perfeitamente um argumento segundo os critérios do modelo D-N. Contudo, seria igualmente possível que o fato de X ser atribuído a z fosse *completamente irrelevante* para explicar a atribuição de Y a z . Por exemplo, tomemos a regularidade “pessoas que tomam anticoncepcionais não engravidam”⁶⁰. Consideremos também que “João toma anticoncepcional”. Estas duas sentenças juntas não conseguiriam corretamente fornecer a resposta adequada à pergunta “por que João não engravida?”, ainda que João, de fato, tivesse tomado anticoncepcional. Afinal, a explicação científica mais coerente seria “homens não engravidam”⁶¹. Ainda assim, seria um exemplo considerado adequado sob os critérios do modelo D-N. Já sob os critérios aristotélicos, para João, enquanto um ser que não engravida, o atributo “tomar anticoncepcional” seria meramente um concomitante (*syμβέβηκος*). Logo, ele jamais seria escolhido como um predicado apropriado em um contexto de explicação científica.

Os problemas de direcionalidade entre *explanans* e *explanandum* (i) e de irrelevância da

⁵⁸ Importante notar que esta inversão entre conclusão e premissa somente manteria o argumento válido caso a “lei”, a regularidade, fosse expressa por uma bi-implicação, como $\forall x(Ax \leftrightarrow Bx)$, indicando a coextensão entre sujeito e predicado. Assim como normalmente ocorre nas leis da trigonometria e geometria. Caso tenhamos apenas a implicação simples $\forall x(Ax \rightarrow Bx)$, obteríamos uma falácia da afirmação do consequente, logo, um argumento inválido.

⁵⁹ Sabe-se que há a famosa dificuldade de distinção, na Filosofia da Ciência, entre uma mera generalização acidental e uma lei. Não há como, neste presente trabalho, abordar tais dificuldades. Basta-nos aqui as tomarmos apenas como “generalizações” ou “regularidades”.

⁶⁰ O conceito de leis da natureza é fruto de muita discussão. Tal sentença, assim como a do exemplo anterior, podem ser ou não encaradas como uma “lei da natureza”, a depender de sob quais critérios a analisamos. Hempel não estava alheio a esse debate. No momento, entretanto, para fins de identificarmos tal fragilidade específica do modelo D-N, assumamos que tal proposição é de fato uma lei da natureza, afinal, ela pode ser representada através de um quantificador universal e está suficientemente respaldada pela quantidade de evidências empíricas.

⁶¹ Exemplo extraído de Okasha, 202, p.47.

explicação (ii) são tradicionalmente associados ao modelo de Hempel. No entanto, se tomássemos a definição de explicação ou demonstração científica de Aristóteles como ideal normativo, os problemas contidos nesses exemplos todos, na verdade, seriam de diversas outras ordens, não apenas as apresentadas. Tento a seguir apontar apenas alguns deles. Primeiramente, “João não engravida”, “a maçã acelerou a 9,80665 m/s” e a “a sombra do mastro tem z metros”, certamente, não seriam *explananda* legítimos para Aristóteles. Afinal, nem sequer atenderiam ao requisito da adequação extensional (“comensurados”), muito menos o de serem “universais”. É evidente que mais corpos caem desse modo, não apenas maçãs, muitas outras pessoas não engravidam, além de João, e muitas outras sombras tem z metros. É claro que, à luz das ciências modernas, muitas vezes, há a demanda para a explicação de eventos singulares, algo que seria perfeitamente compreensível para Aristóteles. Tais casos não seriam por ele considerados estritamente legítimos, contudo, como explicação ou demonstração científica sem mais.

Ademais, o problema de não serem “universais” comensurados também se aplicaria às premissas (o *explanans*), e todas elas, ainda, não atenderiam a maioria dos seis requisitos, como, por exemplo, os de serem itens anteriores, primeiros e imediatos. Ambos estão associados à intimidade, à proximidade e à anterioridade causal em relação ao *explanandum*. Nos exemplos anteriores, o que está presente é apenas uma “anterioridade lógica”. Ainda que haja uma anterioridade causal, como possivelmente nos casos da maçã e da sombra, isto não ocorre porque reconhecemos nelas algum tipo de essência ou intensão, mas sim porque elas simplesmente “estão presentes” como condições determinantes. Por isso, ainda que fossem anteriores no sentido causal, para Aristóteles, sê-lo-iam meramente por concomitância. Por sua vez, a ausência da noção de concomitância no modelo hempeliano acarretaria outros problemas na relação entre sujeito e predicado das sentenças: a depender do contexto, “acelerar” ou “ser abandonada” nada capturam de essência ou fator explanatório da maçã, muito menos “ter x metros” da sombra ou do mastro. No modelo hempeliano, ainda, a ideia de “relevância”, implícita nos dois grupos de premissas, se dá apenas no sentido de “estarem presentes” para a explicação, mas em nenhum outro sentido mais profundo ou intensional. Em outras palavras, as premissas devem “estar lá” apenas para que a inferência dedutiva tenha sucesso, não porque elas tenham alguma ligação mais íntima com o *explanandum* em questão.

Para concluirmos, é possível notarmos as nítidas diferenças entre as duas concepções. De um lado, Aristóteles separa muito bem a questão da inferência lógica da explicação científica. Dentre todas as diferenças, a que mais merece destaque é a que se refere à captura da causa apropriada (ou relevante, não concomitante), a *causa-essendi* do *explanandum* enquanto

explanandum, por meio da adequação da universalidade e coextensividade dos termos do silogismo responsáveis pela assimetria intensional entre *explanans* e *explanandum*. Por sua vez, a despeito de Hempel trazer a noção de “leis gerais”, em maior consonância com as ciências modernas, a explicação e o processo lógico-inferencial se confundem. Em outras palavras, desde que a inferência dedutiva seja feita a partir dos requisitos impostos pelos dois grupos de premissas apresentados, explicar e inferir dedutivamente são exatamente a mesma coisa. Trata-se de uma noção de inferência mais forte do que a clássica, conforme veremos na seção II, mas, evidentemente, não tão forte quanto as exigências “extralógicas” e intensionais aristotélicas. Aristóteles sabia muito bem que a estrutura do silogismo, em si própria, não era capaz de captar questões intensionais como a “universalidade” de suas sentenças ou a não concomitância dos seus predicados. Em termos contemporâneos, talvez pudéssemos interpretar isso, anacronicamente, como “coisas que não poderiam ser logicamente formalizadas”. Algo que Hempel certamente endossaria. Entretanto, na visão de Aristóteles, é papel do investigador científico conseguir apreender, através da “inteligência” (*nous*), tais pormenores da explicação científica. Já no caso de Hempel, devido à sua enorme influência humeana (e também dos positivistas lógicos, que eram, em larga medida, extensionalistas⁶²), poderíamos dizer que tal capacidade do investigador científico, pressuposta por Aristóteles, guardasse certa semelhança com a capacidade de apreender os “poderes secretos” da natureza, como dizia Hume. Esse contraste entre as duas escolas de pensamento, separadas por vinte séculos, ainda não foi sanado. Muitas outras abordagens de explicação científica foram desenvolvidas⁶³, mas todas elas, ou pelo menos, boa parte delas, se

⁶² Sabemos que Rudolf Carnap, em suas publicações *Logical Syntax of Language* e *Meaning and Necessity*, apresentou a ideia de intensão acoplada à sua semântica de mundos possíveis. Grosso modo, poderíamos dizer que a intensão carnapiana é uma função que liga extensões a mundos possíveis, sendo, desse modo, algo passível de ser formalizado. É bastante tentadora a ideia de imaginarmos os “mundos possíveis” em termos aristotélicos de “aspectos explanatórios”, de modo a tentarmos capturar apenas aqueles aspectos das extensões que de fato fossem relevantes enquanto explicações científicas. Ainda assim, haveria a necessidade de uma “inteligência” apta a selecionar quais seriam esses mundos possíveis. O problema, portanto, não se dilui.

⁶³ Curiosamente, a noção hempeliana aqui abordada, a qual utiliza tanto a capacidade preditiva e explicativa de leis naturais quanto “causas que não existem no mundo físico”, possivelmente tenha sua origem em Berkeley, não em Hume. Berkeley não era um regularista causal, mas certamente tocou nessas questões. Para uma compreensão mais adequada a respeito dessa questão, ver CHIBENI, 2008, ou mesmo a própria obra canônica do autor BERKELEY, 1998 [1710], §30-§32. Por outro lado, há duas outras abordagens contemporâneas influentes de explicação científica que merecem ser destacadas. A primeira é a de Wesley C. Salmon, descrita em sua obra *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World* (SALMON, 1984), em que defende um modelo de explicação científica baseada em uma visão mecanicista de causalidade, subjacente à relevância explanatória estatística do *explanans*. Tal abordagem consegue capturar explicações relevantes as quais fogem ao modelo hempeliano. A segunda é a abordada no quinto capítulo da obra *Scientific Image*, de Bas van Fraassen (FRAASSEN, 1980). Fraassen adota, em seu modelo de explicação científica, de modo aposto à Salmon, uma visão antirrealista, baseada em seu empirismo construtivo. Segundo o autor, não é necessário pressupor a existência de inobserváveis para postular uma causa comum entre dois eventos estatisticamente correlacionados. Cabe ressaltar, ainda, que o próprio Gärdenfors (1988, p. 167), autor que será mais bem abordado no capítulo IV, cria seu próprio modelo lógico de explicação. Infelizmente, no referido capítulo, esse modelo será apenas brevemente apresentado em suas características mais gerais.

depararão com questões similares às apresentadas nesses dois capítulos introdutórios.

I.1.c - Abdução

Conforme apresentado, foi C. S. Peirce (1838 - 1914) o fundador da abdução. Entretanto, sua descoberta não pode ser historicamente descrita como um fato pontual, mas sim como uma evolução gradual de cinquenta anos de seu pensamento. Assim, somente podemos falar de abdução, em sua forma teórica mais madura no pensamento do autor, conforme apresentada em seus escritos datados após 1900. Inicialmente, Peirce chamava esse tipo de raciocínio meramente de *hipótese*, e foi revolucionário na medida em que, “pela primeira vez na história, hipótese foi considerada como um argumento que resulta de um tipo de inferência a qual está sujeita às suas próprias regras especiais”⁶⁴. Ainda nos anos 1860-70, Peirce compreendia que cada uma das três figuras silogísticas dizia respeito a um tipo de inferência independente. Nesses termos, tomando a dedução como uma inferência da conclusão a partir de uma regra (premissa maior) e um caso (premissa menor), a indução seria “a inferência de uma regra (premissa maior) a partir do caso (premissa menor) e do resultado (conclusão)”⁶⁵ e a hipótese “a inferência de um caso a partir da regra e do resultado”⁶⁶. Assim, ao se entreter predominantemente com estruturas silogísticas válidas do tipo *Barbara* (AAA-1) e alternando as posições das sentenças proposicionais, de modo a alterar a figura e a validade, Peirce tinha em mente algo como no exemplo a seguir⁶⁷.

Dedução	Indução	Hipótese
Da população para um exemplo aleatório.	De um exemplo aleatório para a população.	Argumento “provável”, conjectura.
AAA-1 – válido e necessário	AAA-2 - inválido	AAA-3 – inválido
Regra: Todas as bolas nesta urna são vermelhas.	Resultado: Todas as bolas nesta amostra aleatória são vermelhas.	Regra: Todas as bolas nesta urna são vermelhas.
Caso: Todas as bolas nesta amostra aleatória são desta urna.	Caso: Todas as bolas nesta amostra aleatória são desta urna.	Resultado: Todas as bolas nesta amostra aleatória são vermelhas.
Resultado: Todas as bolas nesta amostra aleatória são vermelhas.	Regra: Todas as bolas nesta urna são vermelhas.	Caso: Todas as bolas nesta amostra aleatória são desta urna.

Entretanto, já nessa época, Peirce tinha perfeita compreensão de que havia uma distinção entre a indução, enquanto “uma inferência a partir de uma série de fatos para outra série de fatos”⁶⁸, e a hipótese, enquanto “uma inferência a partir de um tipo de fato para fatos de diferentes tipos”⁶⁹.

⁶⁴ SANTAELLA, 2005, p. 175. Todas as traduções dos artigos de Santaella são minhas.

⁶⁵ SANTAELLA, 2005, p. 180.

⁶⁶ Ibid., p.180.

⁶⁷ Exemplo retirado e adaptado a partir de BURCH, 2021.

⁶⁸ SANTAELLA, 2005, p. 181.

⁶⁹ Ibid., p.181.

Tal distinção, contudo, ainda não lhe era clara. Afinal, a dedução era identificada por Peirce como pertencente à categoria da “explicação”, já que não adiciona nada novo ao pensamento, enquanto a indução e a hipótese ainda eram vistas como pertencentes à mesma categoria da “amplificação”, pois ambas podem dizer algo provável ou possível sobre o futuro indeterminado.

O caminho para estabelecer a diferenciação e a articulação mais precisa entre os tipos de raciocínio, sobretudo entre a abdução e indução, foi paulatino. Para dar conta dessa evolução, Peirce teve de, inicialmente, abandonar sua visão silogística limitante. Conforme escreveu posteriormente:

[...] o meu erro capital foi no sentido negativo, ao não perceber que, de acordo com os meus próprios princípios, o raciocínio com o qual ali estava lidando não poderia ser o raciocínio pelo qual somos levados a adotar uma hipótese, embora eu quase tenha afirmado isso. Mas eu estava muito ocupado considerando as formas silogísticas e a doutrina da extensão e compreensão lógica, ambas as quais tornei mais fundamentais do que realmente são (CP 2, 102).

Assim, em um manuscrito não concluído de 1896 intitulado “*History of Science*”, Peirce renomeia hipótese para *retrodução* e a identifica, segundo sua interpretação, ao modo de raciocínio *apagoge* de Aristóteles. Ao mesmo tempo, adiciona à *retrodução* um caráter metodológico de investigação, para além da tradicional ideia de “prova”, uma novidade até então. Segundo Peirce, a “*retrodução* é a adoção provisória de uma hipótese, porque todas as consequências possíveis dela são passíveis de verificação experimental, de modo que a *aplicação persistente do mesmo método* pode revelar sua discordância com os fatos caso realmente discorde”⁷⁰. Cinco anos depois, no manuscrito “*On The Logic of Drawing History from Ancient Documents*”, Peirce apresenta uma interpretação bastante particular dos *Primeiros Analíticos* II, 25 de Aristóteles, onde já traduz “*apagoge*”⁷¹ por “abdução” e a define como “o aceitar ou criar uma premissa menor como uma solução hipotética para um silogismo cuja premissa maior é conhecida e cuja conclusão

⁷⁰ CP 1. 68; os grifos são meus.

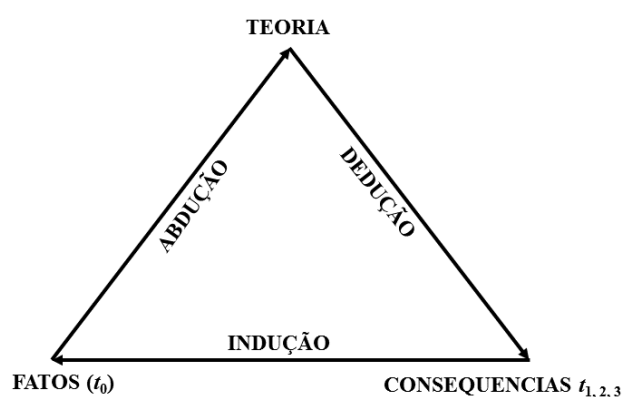
⁷¹ O termo grego “*apagoge*” é geralmente traduzido por “indução”. Em um artigo muito interessante, Floréz (2014) tenta demonstrar que houve um equívoco por parte de Peirce, já que, nesse trecho do *Primeiros Analíticos*, “Aristóteles não quis postular um silogismo que provasse a premissa menor, e Peirce forçou a passagem para encaixar sua própria concepção de abdução como um silogismo de segunda figura”. Entretanto, Flórez nos apresenta uma saída para Peirce: uma noção similar à de abdução poderia de fato estar presente em Aristóteles, mas em outro trecho, agora nos *Segundos Analíticos* I, 13 onde são apresentados os “silogismos do que” e “silogismos do por que” e o exemplo dos planetas, expostos anteriormente. O argumento interessante de Flórez, além, é claro, das próprias questões silogísticas, é o de que o termo “*anchinoia*”, cujo radical é justamente “*nous*” e que é normalmente traduzido por “sagacidade”, “juízo rápido” ou, de acordo com Angioni, “argúcia”, expressa a capacidade de apreender as causas, como vimos, e, assim, poderia ser identificado com o “*flash of insight*” e a “espontaneidade” da abdução peirceana, conforme abordaremos logo adiante. De fato, teremos a oportunidade de refletir sobre esta questão e perceber que, assim como Aristóteles, Peirce, ainda que de modo bastante distinto, é verdade, compreende que as apreensões causais não estão além de nosso alcance, como supunha Hume.

descobrimos ser um fato”⁷².

As fronteiras de cada tipo de raciocínio começam a ficar mais claras. Na separação entre abdução e indução, Peirce atribui a capacidade de ampliação somente à primeira, a ponto de, posteriormente, expressar que “cada item de teoria científica que está estabelecida hoje foi devido à abdução”⁷³. Na articulação dos três tipos de raciocínio, à abdução foi atribuída uma parte mais restrita, mas mais nobre, do processo de investigação científica: “o tipo de raciocínio que meramente conduz à adoção de uma hipótese”⁷⁴ quando um fato surpreendente emerge⁷⁵. A dedução foi reinterpretada como “um processo de inferir as consequências prováveis e necessárias de uma hipótese”⁷⁶ e à indução, por sua vez, coube apenas a tarefa mais restrita de “validar uma hipótese testando-a”⁷⁷. Em outras palavras:

A indução não tem poder de adicionar nenhuma informação nova ao conhecimento atual. No máximo, pode corrigir o valor de uma razão ou modificar um pouco uma hipótese de uma forma que já havia sido considerada como uma possibilidade. A abdução, por sua vez, é meramente preparatória. É a primeira etapa do raciocínio científico, enquanto a indução é a última etapa. Ambos representam os polos opostos da razão. A abdução é o polo menos eficaz, enquanto a indução é o mais eficaz. Um é o reverso do outro. A abdução procura uma teoria. A indução busca fatos. (CP 7.218).

O seguinte modelo, apresentado por Minnameier (2017), é bastante conveniente para compreendermos o papel de cada raciocínio no processo metodológico de investigação científica de Peirce.



Este modelo nos mostra que a indução só pode ocorrer quando conceitos e teorias já estão previamente presentes. Ela em si não traz nada novo. Em outras palavras, “mesmo regularidades simples como $\forall x(Fx \leftrightarrow Gx)$ não se sugestionam por elas mesmas, mas precisam ser consideradas por uma mente ativa *antes* que possam ser testadas e eventualmente aceitas ou rejeitadas”⁷⁸. Todas as novas teorias, conceitos e leis (ou mesmo noções mais

⁷² SANTAELLA, 2005, p. 183.

⁷³ CP 5.127.

⁷⁴ SANTAELLA, 2005, p. 183.

⁷⁵ O que era antes tratado como hipótese por Peirce passou a fazer parte de um tipo especial de indução, a indução qualitativa, enquanto o que antes era concebido como indução, tornou-se indução quantitativa.

⁷⁶ SANTAELLA, 2005, p. 184.

⁷⁷ Ibid., p.184.

⁷⁸ MINNAMEIER, 2017, p. 179.

elementares acerca de objetos do cotidiano) são oriundas da abdução. A despeito desse poder que Peirce atribui à abdução, o filósofo não deixa de constatar que se trata de um modo de raciocínio bastante fraco diante de sua validade empírica. Daí a necessidade da dedução, inferindo “consequências necessárias das hipóteses abduzidas, sobretudo predições que possam ser testadas empiricamente”⁷⁹, e da “avaliação indutiva dos resultados experimentais”⁸⁰.

A principal novidade desse modelo, contudo, é a flecha da indução retornando à abdução, fechando o ciclo. Ao contrário de modelos tradicionais, em que a indução retorna às teorias e conceitos, como se ela tivesse em si o poder de os aprimorar, sob a luz de “novas verdades”. Na concepção peirceana, a indução tem o papel apenas de “estabelecer hábitos de expectativa e ação baseados nas teorias”⁸¹. São elas, as teorias, que nos condicionam, objetivamente, auxiliadas pela indução, a evitar “toda surpresa” e a estabelecer “um hábito de expectativa positiva”⁸². Vale ressaltar que para Peirce, as teorias não são meras invenções ou subterfúgios psicológicos, mas uma expressão da realidade externa⁸³. Desse modo, a investigação científica, da qual os três raciocínios e as teorias fazem parte, “aponta quais deveriam ser os princípios guia para aquele investigador que acredita existirem coisas reais e, cujo objetivo é a descoberta das propriedades daquilo que é real”⁸⁴.

Importante notar, ainda, que essa relação cíclica entre os três modos de inferência se casa perfeitamente com o pragmatismo de Peirce, segundo o qual o conhecimento não é definido de modo tradicional, tripartite, em termos de crenças verdadeiras e justificadas, mas, ao contrário, ele, o conhecimento, é *logicamente anterior* à verdade. Em outras palavras, o “conhecimento estabelece a verdade em vez de a requerer como uma condição”⁸⁵. Desse modo, a “verdade”, não no sentido metafísico, apodítico⁸⁶, mas enquanto significado dos termos e conceitos científicos, é

⁷⁹ Ibid., p.179.

⁸⁰ Ibid., p.179.

⁸¹ Ibid., p. 180.

⁸² CP 5. 197.

⁸³ O termo “realidade externa” pode ser interpretado como uma oposição à visão berkeleyana de uma realidade estritamente mental. Peirce é um realista acerca da existência das coisas externas à mente e tem uma posição filosófica profundamente antinomialista. Mais que isso, Peirce compreende que a própria divisão rígida, ontológica, entre mente e corpo - canônica na Filosofia Moderna e tão abordada por filósofos como Locke, Descartes, Malebranche (e pelo próprio Berkeley (1998 [1710])), na medida em que se esforçou para negar a realidade extramental dos “corpos”) – é supervalorizada. Por isso, para o autor, “a hipótese realista é fundamental para o método da ciência” (BACHA, 1997 p. 11) e “a realidade é a causa final da investigação porque reflete a fixação das crenças sobre as quais a investigação se apoia” (ibid., p.11).

⁸⁴ BACHA, 1997, p. 10. Para evitar confusão conceitual, cabe ressaltar que os termos “coisas reais” e “daquilo que é real” são utilizados por Bacha no sentido de uma realidade externa, extramental. Sabemos que Berkeley - talvez o principal autor que negou sistematicamente a realidade extramental de corpos – não negava a realidade em si dos corpos. Estes eram reais para Berkeley, contudo eram ideias e, portanto, com caráter ontológico estritamente mental.

⁸⁵ MINNAMEIER, 2017, p. 184.

⁸⁶ Peirce é um autor que rejeita “apriorismos” e a tradição fundacionalista. Ele acreditava que esse tipo de posição bloqueava o caminho da investigação científica. O autor “acreditava, por um lado na inexorável marcha da ciência

estabelecida por meio de um método de reflexão e prática empírica – o pragmatismo - o qual permite a adoção e revisão constante das teorias construídas, de acordo com esse ciclo perpétuo da inter-relação entre os três tipos de raciocínio e a experiência. É sob esta visão que o papel da lógica para Peirce deve ser compreendido; em larga medida, a lógica, para o filósofo, é a lógica da ciência. Trabalharemos melhor alguns dos principais aspectos do pragmatismo de Peirce na seção IV.

Neste momento, podemos notar que “[...] como a primeira forma de inferência lógica na pesquisa científica, a abdução evoluiu do papel subsidiário que desempenhava para a indução para ocupar o lugar privilegiado onde a criatividade ocorre na ciência”⁸⁷. A questão que se apresenta diante de nós, portanto, é: como um tipo de raciocínio lógico e inferencial pode ter, ao mesmo tempo, um caráter criativo? Estamos, com essa pergunta, diante do *paradoxo da abdução*. A maioria dos lógicos e filósofos da ciência compreende, por herança da famosa distinção, realizada por Hans Reichenbach⁸⁸, entre “contexto de descoberta” e “contexto de justificação”, que à Lógica cabe apenas o papel normativo de justificação e correção do pensamento, através da análise rigorosa da linguagem e dos métodos dedutivos e indutivos empregados na testagem de hipóteses. Uma “lógica da descoberta”, nos termos da criatividade, não seria possível. A criatividade necessária para a geração das hipóteses estaria confinada à esfera da psicologia e se daria por meio de adivinhação, acaso ou intuição e, sendo assim, seria irrelevante para as análises lógicas do conhecimento científico.

Peirce compreendia, por sua vez, que no processo de descoberta de hipóteses havia, de fato, um componente de casualidade, mas também havia lógica: “[...]que tipo de lógica é essa? Essa é a questão. Não pode se restringir aos limites da dedução, mas deve ser uma lógica viva que possa explicar a criação na ciência, na arte e na vida cotidiana”⁸⁹. O raciocínio abdução, portanto, através de seu caráter espontâneo, instantâneo e livre, comumente chamado de “*flash of insight*”, se apresenta quando precisamos dar uma resposta possível ao nos depararmos com um fato surpreendente. Trata-se de um processo quase *instintivo*, no sentido de uma “capacidade de corretamente adivinhar os desígnios da Natureza”⁹⁰. Como o universo é regido por leis e a mente humana é um produto dessas leis, a estrutura instintiva incorpora tais padrões e uniformidades na

para a verdade, e o método científico seria aquele método que inevitavelmente levaria à verdade em longo prazo, por outro lado nenhuma teoria, nenhum conceito, nenhum sistema de ideias traduz verdades finais” (BACHA, 1997 p. 10).

⁸⁷ SANTAELLA, 2005, p. 185.

⁸⁸ Hans Reichenbach estabeleceu esta distinção em seu texto, de 1938, *Experience and prediction: an analysis of the foundations and the structure of knowledge*.

⁸⁹ SANTAELLA, 2005, p. 188.

⁹⁰ SANTAELLA, 2005, p. 189. Peirce chamava essa expressão do instinto de *il lume naturale*.

reação criativa, em uma *conaturalidade* e afinidade entre mente e cosmos⁹¹. Segundo Santaella:

Para Peirce, o instinto funciona como um fio condutor que une todos os reinos da natureza, das plantas aos animais e à humanidade. No reino humano, a capacidade de levantar conjecturas, de encontrar o caminho apropriado para situações de vital importância e, principalmente, de chegar à hipótese certa na ciência são exemplos de nossos poderes instintivos (SANTAELLA, 2005 p. 190).

Melhor compreendido o componente instintivo do paradoxo da abdução, resta-nos detalhar o modo bastante particular com que Peirce compreendia a *inferência*, não apenas a abdutiva, mas todas elas. Primeiramente, o filósofo demarca muito bem a distinção entre *inferência* e *argumento*, sendo a primeira “um sistema *causalmente ordenado de aceitações*” e o segundo “um ordenamento de proposições”⁹². Chegamos a um ponto bastante interessante de reflexão. O que Peirce entendia por argumento, portanto, pode muito bem ser comparado, grosso modo, à noção da ortodoxia lógica contemporânea de “encadeamento de verdades” ou de consequência lógica. Sobretudo a tradicional, expressada sintaticamente pelos modos de derivação axiomática de Hilbert, ou semanticamente, de acordo com a teoria de modelos de Tarski. Bastante similar, inclusive, a como Aristóteles tratava o “silogismo do quê”, em oposição ao “silogismo do por quê”, conforme apresentado na primeira seção desta introdução. A noção de causação, por sua vez, inerente à concepção de inferência peirceana, não está de modo algum presente nestas noções de “inferência” ou consequência lógica clássicas. Outra característica curiosa é o termo “aceitações”, também contido em seu entendimento de inferência. Trabalharemos melhor, todavia, esta questão na seção IV, sobretudo no capítulo dedicado à relação entre o pragmatismo peirceano e a lógica AGM de revisão de crenças. Nos resta ainda compreender, de modo muito sucinto, especificamente a *inferência abdutiva* e como e de onde as hipóteses abdutivas de fato surgem.

A abdução segue basicamente três passos: “(a) a observação criativa de um fato, (b) uma inferência que tem a natureza de uma suposição, (c) a avaliação da inferência reconstruída”⁹³. As regras e hábitos internalizados que guiam o segundo passo são os mais intrigantes e estão, juntamente com o primeiro passo, relacionadas ao que Peirce chama de *juízo perceptivo*. Este, por sua vez, é o responsável por captar a tradução realizada pelos nossos órgãos sensoriais (*percipuum*) quando em contato com os objetos externos da percepção (*percepto*). O que é capturado pelo juízo

⁹¹ Fica evidente, portanto, o anticartesianismo de Peirce. Afinal, a fragilidade e a incerteza da abdução em nada se assemelham com a “verdade indubitável” conquistada pela intuição cartesiana. Ademais, a dualidade mente-corpo de Descartes, oriunda das duas substâncias, *res cogitans* e *res extensa*, não fazem sentido na concepção de Peirce. Afinal, para este, há um *continuum* entre mente e matéria de tal modo que em toda matéria há um grau de atividade mental. Há uma conaturalidade e uma homologia entre ambas de modo que até mesmo as fronteiras entre sujeito e objeto se tornam mais nubladas.

⁹² SANTAELLA, 2005, p. 194; os grifos são meus.

⁹³ SANTAELLA, 2005, p. 195.

perceptivo é uma espécie de “proposição rudimentar que nos informa sobre aquilo que está sendo percebido”⁹⁴. O juízo perceptivo é involuntário e inconsciente e, portanto, não está no nosso controle. No entanto, a despeito de ser falível, é indubitável; nós simplesmente *aceitamos* a informação ali contida sem questionamento. Daí o caráter inferencial. São hábitos de inferência⁹⁵ inconscientes e que não podem ser controlados. Questionar sobre a falsidade desse juízo ou criticar seu conteúdo seria como “criticar o crescimento de nossas unhas”⁹⁶. A abdução, desse modo, só se difere de outros juízos perceptivos em seu estágio final, onde as hipóteses são submetidas ao escrutínio para uma aceitação mais crítica.

Evidentemente, um tipo de raciocínio com essas características – ser incontrolável, inconsciente e ter origem na percepção -, nos faz perceber que a noção de Lógica para Peirce vai além do que compreendemos tradicionalmente por “formalização lógica”. Santaella (2000) defende justamente esta linha, a saber, a da impossibilidade de formalização da abdução, justamente pelos motivos apresentados. Em crítica às ciências cognitivas, argumenta que, da forma como costumam lidar, “a real natureza da abdução é reduzida a uma mera variante da dedução”⁹⁷, forçando a abdução a se encaixar no “contexto das crenças, axiomas e teoremas”⁹⁸. Ao mesmo tempo, apresenta uma concessão:

Parece que a ciência cognitiva trata apenas da parte superior do *iceberg*, ou seja, a hipótese, que é o resultado final do processo inferencial de abdução. Isso não seria uma falha se os aspectos mais fundamentais da abdução não fossem perdidos, a saber, o papel da experiência e da surpresa, o papel da percepção e o papel do inconsciente no processo de descoberta (SANTAELLA, 2000 p. 9)

De fato, é difícil não dar razão a ela. Afinal, como capturar formalmente tais aspectos? Todavia, insistimos que é possível trabalharmos formalmente com a abdução de modo muito criativo e útil, tentando recuperar aspectos relevantes (e possíveis) da abdução, mas infelizmente, sendo forçados a abrir mão de outros. Nesse sentido, responder à pergunta “qual é a utilidade da abdução quando esses papéis são perdidos?”⁹⁹ será, em larga medida, o propósito deste trabalho.

⁹⁴ Ibid., p.195.

⁹⁵ Peirce utiliza o termo “hábitos de inferência” – os quais designam tal caráter involuntário e inconsciente do juízo perceptivo e que ocorrem num plano mental básico, não relativo à racionalidade clássica -, mas a origem histórica de tal concepção se encontra em Hume. Por exemplo, sobre os processos inferenciais causais, das quais Hume compreende depender “quase todo nosso conhecimento” (Hume, D. *An Enquiry concerning Human Understanding* 5.2 apud. CHIBENI, 2006, p.5), o autor nos diz que: “‘Se a mente não é levada a efetuar esse passo por argumentos, tem de ser induzida por algum princípio de igual peso e autoridade’ (ibid). Tal princípio é identificado como o ‘*Costume ou Hábito*’ (5.3), que se estabelece na mente a partir da observação da conjunção regular de objetos ou eventos do mesmo tipo” (CHIBENI, 2006 p. 5).

⁹⁶ SANTAELLA, 2005, p. 195.

⁹⁷ SANTAELLA, 2000, p. 9.

⁹⁸ Ibid., p.9.

⁹⁹ Ibid., p.9.

II - O CARÁTER FORMAL DA ABDUÇÃO

Os padrões formais sobre os quais normalmente a abdução é descrita não são um consenso. Apenas a título de ilustração e a fim de já evidenciarmos algumas de suas características, apresentamos a seguir quatro padrões, em caráter semiformal, de raciocínio hipotético, descritos por Gauderis (2017). Tomando-se F como conceitos factuais¹⁰⁰ observados, E como conceitos explanatórios, HYP como hipótese, OBS como fatos observados e BBK como conhecimentos de fundo ou prévias (*background knowledge*), temos:

1 – Abdução de um fato singular:	2 – Abdução de uma generalização
(<i>OBS</i>) F em relação a x_1, \dots, x_n ($n \geq 1$)	(<i>OBS</i>) F em relação a todos os objetos observados da classe D
(<i>BBK</i>) E em relação a x_1, \dots, x_n explica F com relação a esses objetos em uma certa estrutura explicativa EF	(<i>BBK</i>) E em relação a alguns objetos explica F em relação àqueles objetos em uma certa estrutura explicativa EF
(<i>HYP</i>) Pode ser que E em relação a x_1, \dots, x_n	(<i>HYP</i>) Pode ser que E em relação a todos os objetos existentes da classe D
3 – Abdução existencial	4 – Abdução de um novo conceito
(<i>OBS</i>) F em relação a x_1, \dots, x_n ($n \geq 1$)	(<i>OBS</i>) F_1, \dots, F_m ($m \geq 2$) em relação a cada um de x_1, \dots, x_n ($n \geq 2$)
(<i>BBK</i>) A existência de objetos y_1, \dots, y_m ($m \geq 1$) da classe E explicaria F em relação a x_1, \dots, x_n em uma certa estrutura explicativa EF	(<i>BBK</i>) Nenhum conceito conhecido explica o porquê F_1, \dots, F_m em relação a cada x_1, \dots, x_n
(<i>HYP</i>) Pode ser que existam objetos y_1, \dots, y_m da classe E	(<i>HYP</i>) Pode ser que haja uma <i>semelhança</i> entre x_1, \dots, x_n , a qual pode ser rotulada com um novo conceito E que explica porque F_1, \dots, F_m em relação a cada um de x_1, \dots, x_n em uma certa estrutura explicativa EF .

É preciso notar duas características fundamentais. Apesar de não haver consenso sobre o assunto, a *abdução de um fato singular* (1) e a *abdução de uma generalização* (2) são, geralmente, consideradas como *abdução seletiva*, pois apenas selecionam a hipótese apropriada de um determinado conhecimento prévio. As outras duas, *abdução existencial* (3) e *abdução de um novo conceito* (4), são consideradas como *abdução criativa*, já que, de fato, criam novos objetos ou

¹⁰⁰ Gauderis utiliza as noções fregeanas de fato, conceito e declarações factuais, no sentido de “declarações de um conceito em relação a um ou mais objetos (ou uma combinação lógica de tais declarações). Por exemplo, a afirmação de que *houve uma guerra civil na França em 1789* pode ser analisada como o conceito de *um país em guerra civil* aplicado a ou em relação ao objeto *França em 1789*. Um fato é uma afirmação factual verdadeira” (GAUDERIS, 2017, p. 253).

conceitos¹⁰¹. Na abordagem de Aliseda, a qual adoteremos adiante, são considerados apenas casos de *abdução de um fato singular*. Contudo, a sua perspectiva de produto e processo da abdução, a qual carrega em si a ideia de “construção” de hipóteses, nos permite ir muito além de uma mera seleção entre elas. Ademais, a estrutura taxonômica por ela criada poderia ser ampliada para abranger todos os outros padrões abduativos. A segunda característica a ser notada é que todos os quatro padrões dizem respeito a uma estrutura de raciocínio, cuja orientação se dá a partir da observação (*OBS*) e dos conhecimentos prévios (*BBK*) em direção à hipótese (*HYP*). A semelhança com que o próprio jovem Peirce concebeu o silogismo hipotético, como vimos na seção anterior, é patente. Mesmo posteriormente, ele próprio formulou a noção de abdução em sua famosa passagem:

O fato surpreendente, *C*, é observado.
 Mas se *A* fosse verdade, *C* seria uma decorrência natural.
 Portanto, há motivos para suspeitar que *A* seja verdadeiro. (CP 5.189).

A qual foi largamente traduzida para¹⁰²:

$$\begin{array}{l} C \\ A \rightarrow C \\ A \end{array}$$

Podemos perceber com clareza, portanto, por que a tradição lógico-filosófica traduziu a abdução meramente como uma dedução reversa (*backwards deduction*). Na abordagem de Aliseda, no entanto, teremos oportunidade de perceber que essa questão da direção inferencial não é inteiramente relevante, pois não se trata apenas de analisarmos as características estritamente inferenciais da abdução, mas também o seu caráter de processo de construção de hipóteses. A autora utiliza em sua taxonomia, contudo, a própria dedução direta (*forward deduction*) convencional, como veremos, mas por uma mera questão de conveniência. Afinal, com essa

¹⁰¹ A falta de consenso se dá, geralmente, pois apesar das abduções existencial (3) e de um novo conceito (4) criarem novos objetos ou conceitos (o conceito de “força” em Newton, por exemplo), as abduções de um fato singular (1) e de uma generalização (2) dependem da “criação” das relações iniciais das observações (*OBS*). De um ponto de vista ontológico, postular “objetos” ou postular “relações” podem não ser coisas tão distintas.

¹⁰² Um dos fatores que torna esta forma lógica intrigante é a questão da relevância explanatória. É possível criarmos situações que se adequam a tal forma, isto é, apresentem um *A* que “explica” a decorrência natural de *C*, mas de modo que um certo *A*₁ fosse mais relevante, satisfatório ou mais plausível do que outro *A*₂. Por exemplo, tomemos *C* como “três eletrodomésticos de minha casa, ao mesmo tempo, não ligam”. A proposição *A* poderia ser “os três se quebraram ao mesmo tempo”. Certamente, isso “explicaria” a decorrência natural de *C*, mas seria muito mais relevante supormos *A* como “acabou a luz no meu quarteirão ou bairro”. Obviamente, tal forma lógica não consegue capturar essa noção mais profunda de relevância. Peirce sabia disso ao desenvolver, em sua teoria da abdução, os critérios para se selecionar uma boa hipótese, não de um ponto de vista lógico-formal, mas sob a luz do método e investigação científicos. É interessante notar ainda que essa preocupação com a relevância guarda certas semelhanças com as “questões intensionais” propostas por Aristóteles. No mundo contemporâneo, por outro lado, essa questão é bastante discutida sob o tema do *affordance* na inteligência artificial.

decisão, torna-se mais fácil a comparação com as regras estruturais da Lógica Proposicional Clássica¹⁰³, bem como, e sobretudo, com o modelo de explicação de Hempel.

II.1 - Argumento explanatório, taxonomia e estilos de inferência abduativa

A principal abordagem que adotaremos nesta etapa será a de Atocha Aliseda, apresentada em *Abductive Reasoning – Logical Investigations into Discovery and Explanations*. Como foi possível notarmos até aqui, a Lógica e os métodos de investigação científica, nos tempos de Peirce, caminhavam juntos. No entanto, o desenvolvimento da Lógica e da Filosofia da Linguagem no século XX proporcionou, em alguma medida, a dissociação entre esses mundos. Segundo Aliseda, por outro lado, “a pesquisa em lógica pós-fregeana atual está lentamente voltando para essa mesma agenda mais ampla”¹⁰⁴. Evidentemente, Aliseda tem em mente os avanços da Ciência da Computação e da Inteligência Artificial, os quais, de fato, estão possibilitando capturar, de modo mais abrangente, os tipos de raciocínio empregados tanto na vida cotidiana quanto na investigação científica. Nesse contexto está a abdução. Sob tal perspectiva, a “abdução não é uma nova noção de inferência. É antes uma prática dependente do raciocínio científico, que pode ser apoiada por vários tipos de inferências lógicas ou processos computacionais”¹⁰⁵. Em outras palavras, para darmos conta de expressarmos formalmente a abdução, não basta elaborarmos uma noção de inferência, mas sim uma *taxonomia geral da abdução* sobre a qual diversos outros componentes lógicos e computacionais podem ser agregados, inclusive noções de inferência diversas. Talvez, realmente, essa seja a única maneira de cobrirmos toda a miríade de situações em que a abdução normalmente é descrita na literatura: criar ou selecionar hipóteses que nos auxiliem a explicar observações de fatos singulares, estabelecer conexões causais entre fatos, enfrentar uma contradição, suportar raciocínios estatísticos e probabilísticos, encontrar soluções quando algo não funciona, sustentar uma descoberta científica e outros.

A fim de marcar sua posição no debate acerca da abdução e já preparar o terreno para a criação de sua taxonomia, Aliseda apresenta inicialmente três “faces” sobre as quais as disputas normalmente emergem, a saber, a relação entre (a) abdução e indução, (b) a abdução enquanto construção ou seleção e (c) enquanto produto ou processo. Quanto às diferenças entre abdução e indução (a), algo já foi tratado acerca da visão peirceana, mas é importante apresentarmos o modo pelo qual a própria Aliseda lida com a questão. Podemos resumi-lo no seguinte quadro¹⁰⁶:

¹⁰³ A partir deste ponto, utilizaremos LPC para nos referirmos à Lógica Proposicional Clássica.

¹⁰⁴ ALISEDA, 2006, p. 65.

¹⁰⁵ ALISEDA, 2006 pp. 27-28; os grifos são meus.

¹⁰⁶ ALISEDA, 2006, p. 35.

Diferenças entre Abdução e Indução	
Abdução	Indução
<ul style="list-style-type: none"> • Raciocínio de uma simples observação para sua explicação abdutiva. • Pode explicar apenas uma observação. • Não dá conta de observações posteriores (diretamente) • Necessita de teorias prévias para construir e testar suas explicações abdutivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Raciocínio de amostras para declarações gerais • Explica um conjunto de observações • Apresenta uma predição para observações futuras • Não necessita, por si mesma, de teorias prévias
Semelhanças entre Abdução e Indução	
<ul style="list-style-type: none"> • Ambas são tipos de inferência não monotônicas, isto é, novas premissas podem invalidar argumentos anteriormente válidos. São raciocínios revogáveis. • A direção inferencial de ambas pode ser pensada como deduções retroativas (<i>backwards deductions</i>). 	

A segunda “face” nos diz que a abdução pode ser considerada enquanto construção ou seleção de hipóteses (b). Aliseda interpreta ambas como *fases de um mesmo processo*, sendo a primeira a construção de explicações abdutivas possíveis e a segunda uma seleção entre elas. Esta segunda fase pode ser interpretada de diversos modos, como a seleção da “melhor” hipótese, ou da mais “econômica”, conforme o próprio Peirce¹⁰⁷, ou da mais “simples” ou “mínima”, ou mesmo daquela com “melhor capacidade preditiva”. Aliseda não apresentará nenhuma teoria complexa para seleção da “melhor explicação”, a despeito de haver muitos outros trabalhos nessa direção. A autora simplesmente interpretará a “economia” peirceana como uma explicação “mínima” ou “mais fraca” no decorrer de sua exposição, como veremos na segunda parte desta seção.

Quanto à terceira “face”, a abdução pode ser encarada tanto como um “produto finalizado, uma *explicação abdutiva*, quanto como uma atividade, um *processo abductivo*, que conduz àquela explicação abductiva”¹⁰⁸(c). Ambos, a explicação abductiva e o processo abductivo, são de nosso interesse e eles são tratados por Aliseda nos seguintes termos: no primeiro caso, é preciso ter em mente “as condições que dão a um pedaço de informação *força explanatória*”¹⁰⁹. No segundo caso, o olhar deve ser direcionado para “o desenho de algoritmos que produzem explicações

¹⁰⁷ Segundo Aliseda, Peirce requer três condições para uma boa hipótese: ser explanatória, testável e econômica. O primeiro critério é nosso principal foco neste trabalho. Ser testável é, evidentemente, uma condição extralógica e, ser econômica significa que o próprio Peirce já pensava, pelo menos em termos estritamente práticos, sobre algum critério de seleção. O critério da economia pode ser encontrado no excerto: “toda a questão sobre qual das várias hipóteses possíveis deve ser considerada torna-se puramente uma questão de economia” (CP 6.528).

¹⁰⁸ ALISEDA, 2006, p. 32.

¹⁰⁹ Ibid., p.32.

abduativas”¹¹⁰. Essa distinção ficará muito clara adiante, na formalização por ela proposta, no primeiro caso, por meio da apresentação de diferentes estilos inferenciais e da análise de suas respectivas regras estruturais, e no segundo, por meio de tablôs semânticos abduativos¹¹¹. É de maior relevância também notarmos que a própria noção de explicação possui os lados produto e processo. Nesse sentido, um *argumento explanatório*, enquanto um produto finalizado, é obtido por meio de um processo explanatório e, por sua vez, uma explicação abduativa, enquanto produto, pode ser compreendida como *parte* de um argumento explanatório. Este é o elo de ligação, a intersecção, entre estas duas questões. É por esta razão e para fins de conveniência que a explicação abduativa deve estar contida em algum tipo de inferência direta (*forward inference*), cuja orientação ocorre “da teoria e hipótese abduzida para a evidência”¹¹², sendo esta última o *explanandum* e as primeiras o *explanans* do argumento explanatório, nos mesmos moldes que apresentamos na seção introdutória. A explicação abduativa também deve ser *consistente* com as teorias de fundo ou prévias¹¹³, e estas últimas, por sua vez, não devem, isoladamente, explicar o evento observado sem que uma explicação abduativa esteja presente. Com tudo isso em mente, é possível apresentarmos, preliminarmente, as condições de um argumento explanatório e do respectivo lugar da explicação abduativa:

Argumento explanatório (Abduativo): Dada uma teoria Θ (um conjunto de fórmulas) e uma fórmula φ (uma fórmula atômica), α é uma *explicação abduativa* se:

1. $\Theta \cup \alpha \models \varphi$
2. α é consistente com Θ
3. α é ‘mínima’
4. α tem alguma forma sintática restrita
5. $\Theta \not\models \varphi$

Tratemos, agora, de sua *taxonomia*, isto é, da estrutura conceitual básica sobre a qual todos os outros componentes da abdução, enquanto produto e processo, são construídos. A taxonomia consiste em, inicialmente, uma *forma lógica* fundamental, isto é, $\Theta \mid \alpha \Rightarrow \varphi$, onde a inferência se dá, como vimos, da teoria (Θ) e da explicação abduativa (α) para a evidência ou fato (φ) a ser explicado, e, mais que isso, Θ e α não representam meras “premissas”, mas *dois grupos distintos de premissas*, separados pelo símbolo “|”, as quais não podem ser confundidos ou misturados.

¹¹⁰ Ibid., p. 33.

¹¹¹ No mundo da Inteligência Artificial, a distinção entre produto e processo para a abdução normalmente encontra sua contraparte nas abordagens “baseadas na lógica” e a “baseadas na computação”. Segundo Aliseda, “Enquanto o primeiro se concentra em dar uma semântica à lógica da abdução, geralmente definida como ‘dedução reversa mais condições adicionais’, o último se preocupa em fornecer algoritmos para produzir abduções” (ALISEDA, 2006, p. 40).

¹¹² ALISEDA, 2006, p. 40.

¹¹³ A questão da consistência entre as teorias prévias e a explicação abduativa será tema de maior investigação na seção III deste trabalho.

Afinal, ambas, teorias de fundo e explicações abduativas, possuem naturezas completamente distintas. Na sequência, temos três outros *parâmetros* que determinarão os tipos de argumentos explanatórios abduativos, a saber, (i) *gatilhos*, os quais são desencadeados a partir da entrada (*input*), a evidência (φ), e que determinam quais processos abduativos devem ser executados, (ii) *saídas* (*outcomes*), isto é, os vários produtos ou explicações abduativas (α) produzidas pelo processo abduativo, e, por fim, e talvez o mais relevante, (iii) o *parâmetro inferencial* (\Rightarrow), o qual “define alguma *relação lógica adequada* entre *explananda*, teoria de fundo e *explanandum*”¹¹⁴. Cabe-nos, neste momento, nos ater a cada um deles.

(i) Gatilhos

Conforme apresentado na introdução, o raciocínio abduativo, para Peirce, sempre parte de algum fenômeno surpreendente. O que parece explicar tal surpresa, diante de um fenômeno observado, é o fato de haver algumas crenças prévias (ou teorias de fundo), as quais *geram expectativas* acerca das novidades encontradas na experiência. Isso parece ser confirmado pela seguinte citação de Peirce:

A questão é o que se passa na consciência, especialmente quais são os estados emocionais e irritantes de sentimento, no decorrer da formação de uma nova crença. O homem que realiza a inferência *tem alguma crença desde o início*. Essa crença é, quanto ao seu constituinte principal, um *hábito de expectativa*. Alguma experiência cujo hábito o leva a esperar acaba sendo diferente; e a emoção de *surpresa* aparece de repente (CP 5.524; os grifos são meus).

Assim, a autora apresenta dois gatilhos que são possíveis de ser “disparados” quando alguém é confrontado com um fato surpreendente:

(i₁) *Novidade abduativa*: φ é uma novidade se $\Theta \not\Rightarrow \varphi, \Theta \not\Rightarrow \neg\varphi$

(i₂) *Anomalia abduativa*: φ é uma anomalia se $\Theta \not\Rightarrow \varphi, \Theta \Rightarrow \neg\varphi$

Em ambos os casos, interpretamos o fato surpreendente (φ) como algo a ser explicado, mas que não o pode ser simplesmente e diretamente pelas teorias de fundo (Θ). Daí a condição $\Theta \not\Rightarrow \varphi$. O que distingue os gatilhos entre si é o fato de que, em uma autêntica novidade (i₁), as teorias prévias não conseguem explicar sequer a negação do fenômeno surpreendente. Em termos mais formais, φ é consistente com a teoria Θ ¹¹⁵. Já em uma anormalidade (i₂), a surpresa se dá porque as teorias prévias explicam a *negação* do fato surpreendente. Em outras palavras, *é surpreendente por ser contraditório* com o que criamos antes. Em larga medida, é a partir desses gatilhos que os

¹¹⁴ ALISEDA, 2006, p. 46; os grifos são meus.

¹¹⁵ Assim como a condição de consistência presente no argumento explanatório, esta condição também será mais bem abordada na terceira parte deste trabalho.

tipos de processo abduativo, inclusive seus respectivos modos de inferência e saídas, serão determinados. Veremos no decorrer do trabalho que os gatilhos de novidade e anormalidade abduativa gerarão processos bastante distintos.

(ii) *Saídas*

Segundo Aliseda, as explicações abduativas, em geral, podem ser fatos singulares, isto é, quando apenas um fato é capaz de explicar o fenômeno surpreendente, regras, quando, por exemplo, conexões causais o explicam, novas teorias, quando teorias inteiras são abduzidas para explicá-lo, e, por fim, novos conceitos, isto é, quando uma nova concepção, como, por exemplo, o conceito de “força” de Newton, é criada para explicar o fenômeno surpreendente. Apesar de algumas diferenças, podemos observar relativas semelhanças com os padrões abduativos de Gauderis apresentados no início desta seção. A abordagem formal simplificada de Aliseda, no entanto, é criada de modo a ser capaz de construir as saídas, isto é, as explicações abduativas, apenas como “fatos atômicos, conjunções deles e condicionais simples”¹¹⁶, o que já será suficiente para observarmos várias características curiosas. Seu modelo, evidentemente, pode ser ampliado para abordar quaisquer tipos de saídas.

(iii) *Parâmetro Inferencial*

Começemos por uma citação de Peirce:

A abdução, embora seja um pouco prejudicada por regras lógicas, é uma inferência lógica, afirmando sua conclusão apenas de forma problemática ou conjectural, é verdade, mas tendo, no entanto, *uma forma lógica perfeitamente definida* (CP 5.188; os grifos são meus).

Vimos que, para Peirce, uma inferência é “um sistema causalmente ordenado de aceitações”. Também vimos que as exigências aristotélicas para o silogismo “do por quê” e para a explicação científica transcendem a simples noção de inferência silogística clássica, a qual tem mais a ver com a noção contemporânea de “prova” ou “derivação”. Para caracterizar uma explicação científica, na visão aristotélica, é preciso “algo a mais”, como vimos, uma variação intensional entre *explanans* e *explanandum*, a qual pode ser apreendida pela “inteligência” do investigador científico. Por sua vez, os padrões abduativos são dos mais diversos, como também vimos. A questão, portanto, é: como capturar esses conjuntos inferenciais complexos em uma noção única de inferência (\Rightarrow)? A questão é que isso aparentemente não é possível. Ou melhor, somente é possível envolvendo não uma, mas *várias noções de inferência*, cada qual mais bem adequada ao gatilho que a originou, ao processo abduativo subsequente e às respectivas saídas.

¹¹⁶ ALISEDA, 2006, p. 48.

A inferência clássica, por exemplo, está relacionada às noções de verdade e de consequência lógica de Tarski, as quais nos dizem que uma conclusão se segue caso for verdadeira em todos os modelos em que as premissas são verdadeiras. Por outro lado, a formalização da inferência \Rightarrow pode carregar em si outras noções complexas de probabilidade, programação computacional, ordem de preferência entre modelos que simulam noções de causalidade, implicação preferencial, etc. Contudo, o que é necessário ser levado em consideração, ao pensarmos a inferência abdutiva, é o uso adequado e inter-relacionado dos seguintes requisitos mínimos: a relação explicativa entre *explanandum* e *explananda*, isto é, Θ e α devem de fato exercer *força explanatória* sobre φ , como vimos no modelo aristotélico; a manutenção da diferença entre dois tipos de premissas (Θ e α), isto é, garantir que não se trata apenas de “um conjunto de premissas”, mas de *dois tipos* de premissas específicas, como vimos no modelo hempeliano; a *consistência* entre os grupos de premissas (Θ e α); a *não monotonicidade* da inferência, isto é, garantir que a validade do argumento possa ser revogável ao incluirmos outras premissas¹¹⁷, e, por fim, a noção de “*minimalidade*” para a explicação abdutiva.

Aliseda é bastante influenciada pela lógica de Bernard Bolzano e sua noção de *deducibilidade*, precedente e mais rígida do que a noção de consequência lógica de Tarski. Assim, a autora apresenta seus cinco estilos de explicações abdutivas de acordo com uma versão mais fortalecida da própria inferência clássica (\models), absorvendo, contudo, alguns requisitos da deducibilidade de Bolzano. Aliseda ainda insiste em não ser necessário que, em outras diversas aplicações da inferência abdutiva, a consequência lógica clássica seja adotada, algo que veremos na seção IV deste trabalho:

¹¹⁷ A não monotonicidade é uma característica do raciocínio abduativo. Afinal, se as teorias prévias não explicam o evento observado, podem a vir a explicá-lo quando uma explicação abdutiva for adicionada, e talvez passem a não mais fazê-lo quando outras se fizerem presentes. É um tipo de argumento comumente chamado de “*defeasible reasoning*” ou “raciocínio revogável”.

Estilos de Explicações Abdutivas: dado Θ (um conjunto de fórmulas) e φ (uma sentença), α é uma explicação abdutiva (em $\Theta \mid \alpha \Rightarrow \varphi$) se¹¹⁸:

Simples: (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$.

*Consistente*¹¹⁹ ($\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAC} \varphi$):

- (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$,
- (ii) Θ, α consistente (isto é, $\Theta \not\models \neg\alpha$).

*Explanatório*¹²⁰ ($\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAE} \varphi$):

- (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$,
- (ii) $\Theta \not\models \varphi$,
- (iii) $\alpha \not\models \varphi$.

Mínimo ($\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAM} \varphi$):

- (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$,
- (ii) α é a explicação abdutiva mais fraca (não igual a $\Theta \rightarrow \varphi$, devido à trivialização).

Preferencial ($\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAP} \varphi$):

- (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$,
- (ii) α é a melhor explicação abdutiva conforme a algum critério de ordenamento preferencial.

Em vez de criar um único estilo de explicação abdutiva que contém todas as condições, Aliseda as distribui em diferentes estilos inferenciais¹²¹, a fim de compreendermos de modo mais satisfatório, isoladamente, as respectivas propriedades de cada um deles, como veremos durante boa parte desta seção. O estilo “simples”, evidentemente, possibilita o aparecimento de inúmeras

¹¹⁸ ALISEDA, 2006, p. 74.

¹¹⁹ A deducibilidade de Bolzano já carrega em si a noção de consistência nos seguintes termos (já a convertendo para o formato “ternário”, com dois tipos de premissas) (ALISEDA, 2006, p. 71):

- $\Theta, \alpha \Rightarrow \varphi$ se:
- (1) A conjunção Θ, α é consistente.
 - (2) Todos os modelos para Θ mais α verificam φ .

¹²⁰ Bolzano ainda traz a noção de *deducibilidade exata*, a qual, exige que α seja *totalmente explanatória*, atribuindo um caráter de *relevância* mais forte; ele não permite que apenas uma parte de α possa ser utilizada como explicação. Há, assim, ainda que de modo bastante sutil, não tão profundo e sem dar conta de nenhum aspecto intensional, uma similaridade com a concepção aristotélica. A deducibilidade exata, por sua vez, carrega implicitamente a não monotonicidade.

- $\Theta, \alpha \Rightarrow^+ \varphi$ se:
- (1) $\Theta, \alpha \Rightarrow \varphi$.
 - (2) Não há subconjunto próprio de α, α' , tal que $\Theta, \alpha' \Rightarrow \varphi$.

¹²¹ A partir deste momento, $\Rightarrow_{IAC}, \Rightarrow_{IAE}, \Rightarrow_{IAM}, e \Rightarrow_{IAP}$ se referirão à inferência abdutiva consistente, explanatória, mínima e preferencial, respectivamente, a fim de logarmos uma compreensão mais apropriada adiante, a despeito de a própria Aliseda não adotar tal nomenclatura.

explicações abduativas (α) potencialmente indesejadas, visto que não impõe nenhuma condição extra. O estilo “consistente”, por sua vez, restringe as explicações abduativas possíveis apenas àquelas que sejam consistentes com Θ . Para obtermos maior força explanatória, contudo, a presença de α deve ser *necessária*, como vimos, isto é, as teorias de fundo não podem explicar diretamente o evento observado ($\Theta \neq \varphi$) (caso não haja tal restrição, não haveria sequer um gatilho a ser disparado). E, além disso, devemos evitar *explicações externas*, isto é, explicações que não tenham qualquer relação com as teorias de fundo devem ser *insuficientes* para a explicação ($\alpha \neq \varphi$). Daí o advento do estilo “explanatório”. Quanto aos dois últimos estilos, “mínimo” e “preferencial”, cabem algumas ressalvas. A ideia de encontrarmos uma “explicação mínima” tem relação com a explicação “mais fraca possível para realizar seu trabalho”¹²² e que “adiciona menos ao que foi observado”¹²³. Nesse sentido, uma fórmula r seria preferível sobre $r \rightarrow s$. Apenas a criação de estilos inferenciais, por si só, entretanto, sob a perspectiva de produto, parece não ser capaz de capturar a minimalidade ou a ordem de preferência das explicações abduativas. Isso só parece ser possível quando adotamos uma perspectiva de processo acerca da abdução, tema da terceira parte desta seção. Segundo a própria autora:

[...] talvez uma razão pela qual a noção de "minimalidade" se mostrou tão imprecisa é novamente nossa distinção anterior de produto-processo. Os filósofos tentaram definir a minimalidade em termos de propriedades intrínsecas de afirmações e inferências como produtos. Mas pode ser antes uma característica de processo, relacionada ao esforço computacional em algum procedimento específico de abdução. Assim, uma mesma afirmação pode ser mínima em uma abdução e não mínima em outra (ALISEDA, 2006, p. 74).

Evidentemente, os estilos podem ser combinados. Todavia, a seguir teremos a oportunidade de analisarmos algumas propriedades interessantes, sobretudo das inferências dos estilos “consistente” e “explanatório”, as quais se revelam quando as submetemos, separadamente, ao escrutínio das regras estruturais.

II.2 – Explicação abduativa e argumento explanatório enquanto produtos: as regras estruturais

Como o próprio nome diz, a lógica *formal* lida com proposições desprovidas de conteúdo. A sua principal preocupação é compreender quais são as propriedades das sequências de proposições – as quais chamamos de “argumentos” – que se sustentam apenas em virtude da forma como elas estão organizadas. Em outras palavras, a lógica formal tenta estudar sob quais

¹²² ALISEDA, 2006, p. 72.

¹²³ CP 6.479.

circunstâncias a “verdade” de determinadas proposições consegue “ser acarretada” para a conclusão, independentemente dos respectivos conteúdos proposicionais. Conforme o apresentado até aqui, entretanto, sobretudo na seção introdutória, quando temos uma forma lógica do tipo $\Theta \mid \alpha \Rightarrow \varphi$, em que o parâmetro inferencial (\Rightarrow) significa algo como “ Θ juntamente com α ‘*explica hipoteticamente*’ φ ”, dificilmente conseguimos capturar perfeitamente tal noção sem pensarmos no conteúdo. É exatamente isso que aprendemos com Aristóteles, afinal, sem conteúdo não há variação intensional entre *explanans* e *explanandum*. Apesar disso, é possível, mesmo desconsiderando o conteúdo proposicional, pensarmos quais propriedades estritamente formais, herdadas da LPC, se sustentam (ou não) quando estabelecemos as respectivas condições de “força explanatória” relativas aos estilos inferenciais apresentados por Aliseda. As *regras estruturais* são bastante elucidativas para este fim.

As regras estruturais são instruções, baseadas em sequentes, as quais nos dizem como uma inferência se comporta, ao adicionarmos ou substituímos “informações” - em um sentido bastante abstrato - nas premissas ou conclusões ou combinarmos ou encadearmos inferências. As regras estruturais são utilizadas, geralmente, como estratégias ou técnicas de averiguação de *propriedades combinatórias* das premissas e conclusão de uma inferência. As fórmulas que representam tais componentes são tomadas meramente como “conjuntos de dados” sem nenhuma especificidade sintática, como uso de quantificadores ou conectivos, ou semântica, como atribuições de valor de verdade ou qualquer outro conteúdo. Antes de colocarmos as inferências dos respectivos estilos de explicação abduativa sob escrutínio, convém destacarmos que Aliseda apresenta as regras estruturais comumente associadas à inferência clássica (e das inferências que são extensões da clássica)¹²⁴.

Tomemos os sequentes lógicos com número finito de premissas à esquerda da flecha do sequente e uma conclusão à direita ($\Sigma \Rightarrow C$), sendo X , Y e Z conjuntos finitos de fórmulas e A , B e C fórmulas singulares:

¹²⁴ ALISEDA, 2006, p. 62. Todas essas regras estruturais são refletidas na definição da teoria de modelos da LPC. Isto é, a intersecção dos modelos das premissas está contida na intersecção dos modelos da conclusão no seguinte sentido: $P_1, \dots, P_n \Rightarrow C$ sse $P_1 \cap \dots \cap P_n \subseteq C$. Sendo assim, Aliseda apresenta uma prova do teorema da representação que garante que as regras estruturais sejam completas em (Ibid., p. 63).

Reflexividade	Contração	Permutação
Qualquer premissa implica ela mesma	A exclusão de premissas repetidas não afeta a validade da inferência	A permutação de premissas não afeta a validade da inferência
$A \Rightarrow A$	$X, A, Y, A, Z \Rightarrow C$	$X, A, B, Y \Rightarrow C$
	<hr/> $X, A, Y, Z \Rightarrow C$	<hr/> $X, B, A, Y \Rightarrow C$
Monotonicidade	Corte	
A adição de informação nova ao conjunto de premissas não invalida conclusões prévias	Premissas podem ser substituídas por sequências de premissas que a implicam	
$X, Y \Rightarrow C$	$X, A, Y \Rightarrow C \quad Z \Rightarrow A$	
<hr/> $X, A, Y \Rightarrow C$	<hr/> $X, Z, Y \Rightarrow C$	

Ao pensarmos estritamente sob o ponto de vista da inferência clássica, todas essas propriedades fazem sentido e já foram largamente discutidas na literatura. Consideremos, contudo, o parâmetro inferencial \Rightarrow , de modo muito rudimentar e intuitivo, como “explica hipoteticamente”, esquecendo, momentaneamente, as concepções aristotélica e hempeliana. Prontamente é possível detectarmos algumas curiosidades. Primeiramente, as propriedades de contração e permutação parecem continuar a fazer sentido, afinal, uma sentença qualquer A , ao ser repetida no *explanans*, não parece impactar o eventual sucesso de “explicação” do *explanandum*, tampouco a permutação entre A e B . Por outro lado, a propriedade da reflexividade não parece fazer sentido, afinal, A “explica” A , para qualquer A , parece nada explicar. A regra de corte, por sua vez, a qual representa um certo “encadeamento” de explicações - no sentido de alguns componentes do *explanans* poderem ser tomados como *explananda* de outros *explanans* e, assim, serem por eles substituídos - pode, provavelmente, fazer sentido em algumas intuições acerca da explicação, mas não em outras.

Já em relação à propriedade da monotonicidade, talvez a mais relevante, é comumente aceito que, para o raciocínio abduutivo, ela não seja válida. A razão para isso é bastante evidente, visto que é justamente a adição de nova informação ao conjunto de premissas que faz com que o *explanans* realmente “explique” o *explanandum* que ainda não era explicado. O raciocínio abduutivo é, evidentemente, não monotônico. Do mesmo modo, as explicações científicas também tendem a ser não monotônicas, isto é, a adição de informações ao *explanans* pode fazer com que o *explanandum* deixe de ser explicado. Lembremo-nos do exemplo da maçã na seção introdutória. Se, como condição determinante ou inicial, fosse adicionada a sentença “há uma diferença de pressão que faz com que o ar quente suba a uma velocidade de 10m/s”, o *explanans* não mais

explicaria o *explanandum*. Apesar de tudo isso, o objetivo de Aliseda neste ponto será tentar encontrar as regras estruturais logicamente compatíveis com seus estilos de inferência abdutiva, sobretudo com os estilos consistente e explanatório¹²⁵. A ideia é examinarmos se, do ponto de vista estritamente lógico, formal e combinatório, das regras estruturais, é possível encontrarmos alguma coerência ou conformidade com as intuições mais elementares acerca da explicação e do raciocínio abductivo, na medida em que mais restrições são aplicadas ao parâmetro inferencial.

Consideremos, portanto, o *estilo consistente de explicação abductiva* $\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAC} \varphi$, onde (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$ e (ii) Θ, α são consistentes, conforme apresentado. Por conveniência e facilidade de entendimento, a inferência \Rightarrow_{IAC} pode ser lida como “consistentemente explica”. A primeira coisa a notar é que há uma simetria entre Θ e α , no sentido de $\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAC} \varphi$ sse $\alpha \mid \Theta \Rightarrow_{IAC} \varphi$. Logo, podemos utilizar simplesmente a representação $X \Rightarrow_{IAC} C$, onde X se refere a uma sequência finita X_1, \dots, X_k (no caso Θ e α) e C , à conclusão. Observando as regras estruturais da inferência clássica, facilmente notamos que a contração e a permutação se sustentam quando nos referimos à inferência consistente \Rightarrow_{IAC} . Afinal, nenhuma nova informação potencialmente contraditória e inconsistente é efetivamente adicionada ou alterada no cálculo de sequente. A questão é que, por outro lado, as regras de reflexividade, monotonicidade e corte não são compatíveis com \Rightarrow_{IAC} . Observando o quadro anterior, no caso da reflexividade, se C fosse a fórmula $p \wedge \neg p$, a inferência \Rightarrow_{IAC} , evidentemente, não “explicaria consistentemente” o seu reflexo $p \wedge \neg p$. De modo análogo, na regra da monotonicidade, se Y fosse p e A fosse $\neg p$, a inferência não seria consistente. Tampouco, no caso de regra de corte, isto é, se, por exemplo, Z fosse $p \wedge \neg q$ e Y fosse q . Portanto, é preciso tentar novas versões de regras estruturais que sejam compatíveis com o estilo de explicação abductiva consistente. Elas são descritas a seguir¹²⁶:

Reflexividade Condicional	Corte Simultâneo	Consistência da Conclusão	
$X \Rightarrow_{IAC} B$	$X \Rightarrow_{IAC} A_1 \dots X \Rightarrow_{IAC} A_k \quad A_1, \dots, A_k \Rightarrow_{IAC} C$	$U \Rightarrow_{IAC} A_1 \dots U \Rightarrow_{IAC} A_k$	$1 \leq i \leq k$
$X \Rightarrow_{IAC} X_i$	$X \Rightarrow_{IAC} C$	$A_1, \dots, A_k \Rightarrow_{IAC} A_i$	

¹²⁵ Aliseda, de fato, apresenta uma regra válida para o estilo mínimo e uma, que não considera sequer uma regra estrutural, para o estilo preferencial. Eles são irrelevantes para nossos propósitos. Entretanto, para obter mais informações a este respeito, ver ALISEDA, 2006, pp. 80-81.

¹²⁶ ALISEDA, 2006, p. 76. O teorema da representação que demonstra que tais regras de fato são completas na inferência abductiva consistente é provado pela autora em (ALISEDA, 2006, pp. 76-77).

A reflexividade condicional nos diz que X só “explicaria consistentemente” (\Rightarrow_{IAC}) X_i se, como condição prévia, ele tivesse “explicado consistentemente” qualquer coisa (B). No corte simultâneo, a sequência A_1, \dots, A_k somente é omitida na conclusão quando X já tenha “consistentemente explicado” cada um dos elementos da sequência. Na nova regra da consistência da conclusão, a sequência de fórmulas A_1, \dots, A_k apenas “explicaria consistentemente” cada uma de suas fórmulas caso um U arbitrário tivesse “consistentemente explicado”, do mesmo modo, cada uma delas. A monotonicidade, por sua vez, é a única regra que aparentemente só pode ser criada de modo derivado, no caso, utilizando-se da regra da reflexividade condicional. A regra da monotonicidade modificada, por sua vez, nos diz que uma premissa qualquer (B) pode ser inserida, desde que, como condição, ela tenha “explicado consistentemente” qualquer conclusão ($X, B \Rightarrow_{IAC} C$):

Derivação	Monotonicidade Modificada
$\frac{X, B \Rightarrow_{IAC} C}{X, B \Rightarrow_{IAC} X \text{ 'is} \quad X \Rightarrow_{IAC} A}$ <hr/> $X, B \Rightarrow_{IAC} A$	$\frac{X \Rightarrow_{IAC} A \quad X, B \Rightarrow_{IAC} C}{X, B \Rightarrow_{IAC} A}$

Tomemos agora o *estilo explanatório de inferência abdutiva* $\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAE} \varphi$, onde (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$, (ii) $\Theta \not\models \varphi$ e (iii) $\alpha \not\models \varphi$, conforme apresentado. A primeira coisa a ser notada é que, com as exigências (ii) e (iii), de necessidade e de insuficiência da explicação abdutiva, respectivamente, obtemos uma ideia de “colaboração necessária” entre Θ e α . De modo semelhante, convém lembrarmos que o modelo de explicação científica de Hempel também carrega em si dois tipos de premissas, a saber, as leis e as condições prévias ou iniciais, como vimos, os quais também podem ser interpretados como “colaboração necessária” entre eles. Na verdade, em ambos os casos, no modelo de Hempel e no estilo explanatório da explicação abdutiva, os dois tipos de premissas carregam papéis distintos na explicação, o que torna a tarefa de elaboração de suas regras estruturais mais complexa. Por exemplo, de antemão e diferentemente de \Rightarrow_{IAC} , é possível notarmos que não há em \Rightarrow_{IAE} uma simetria entre Θ e α , isto é, $\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAE} \varphi \not\leftrightarrow \alpha \mid \Theta \Rightarrow_{IAE} \varphi$. Por esta razão, Aliseda, inicialmente, apresenta algumas regras estruturais compatíveis com uma versão “mais fraca” de \Rightarrow_{IAE} (chamemos de \Rightarrow_{IAEF}), em que a condição (iii) $\alpha \not\models \varphi$ é provisoriamente eliminada. Suas regras estruturais são apresentadas a seguir¹²⁷.

¹²⁷ ALISEDA, 2006, p. 79.

Monotonicidade para Explicações Abdutivas	Monotonicidade para Teorias (inválida)	Reflexividade Explanatória Fraca	Corte Explanatório Fraco
$\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAEF} \varphi$	$\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAEF} \varphi$	$\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAEF} \varphi$	$\Theta \mid \alpha, \beta \Rightarrow_{IAEF} \varphi \quad \Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAEF} \beta$
$\Theta \mid \alpha, A \Rightarrow_{IAEF} \varphi$	$\Theta, A \mid \alpha \Rightarrow_{IAEF} \varphi$	$\Theta \mid \varphi \Rightarrow_{IAEF} \varphi$	$\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{IAEF} \varphi$

É interessante notarmos que, devido à restrição (ii), $\Theta \neq \varphi$, a monotonicidade somente é válida quando informações são adicionadas ao conjunto de premissas referente às explicações abdutivas, mas não às teorias. Afinal, de acordo com o quadro acima, não há restrição que impeça A , quando adicionado ao corpo das explicações abdutivas, de “explicar” diretamente φ . O mesmo A , quando adicionado ao conjunto de teorias, por sua vez, não pode “explicar” φ , sob pena de infringir a restrição (ii). Como exemplo, poderíamos ter a seguinte situação: $p \mid q, r \Rightarrow_{IAEF} q$, mas $p, q \mid r \not\Rightarrow_{IAEF} q$. Assim, a monotonicidade, para essa versão enfraquecida da inferência abductiva explanatória, “afirma que uma explicação para um fato não é invalidada quando a reforçamos, desde que a teoria não seja modificada”¹²⁸. Torna-se evidente, de modo similar, que a reflexividade só é logicamente possível, mas talvez não desejável, quando considerado o conjunto de explicações abdutivas, mas não o das teorias. Quanto à regra de corte, parece ser possível haver algum tipo de “encadeamento” explanatório sob \Rightarrow_{IAEF} , desde que o componente do *explanans* a ser cortado esteja no conjunto de explicações abdutivas, não no de teorias prévias.

Pensemos agora na versão mais fortalecida possível de \Rightarrow , de acordo com os estilos de explicações abdutivas apresentados. Para isto, lembremo-nos, inicialmente, do modelo hempeliano. De um ponto de vista formal, Aliseda expõe o modelo hempeliano nos seguintes termos:

*Modelo D-N de Hempel*¹²⁹: As leis gerais, L , juntamente com as condições factuais iniciais, C , são uma explicação do evento E (isto é, $L \mid C \Rightarrow_{DNH} E$) se, e somente se:

- (i) $L, C \vdash E$
- (ii) L, C é consistente
- (iii) $L \not\vdash E, C \not\vdash E$
- (iv) L consiste de sentenças quantificadas universalmente e C não possui quantificadores ou variáveis.

¹²⁸ Ibid., p.79.

¹²⁹ Ibid., p.138.. Ligeiramente adaptado para mais bem se adequar à nomenclatura utilizada no capítulo introdutório.

É notório que o modelo de Hempel, descrito nesses termos, guarde semelhanças com os estilos consistente e explanatório de inferência abdutiva. Na verdade, \Rightarrow_{DNH} representa $\Rightarrow_{IAC} + \Rightarrow_{IAE} +$ condição (iv). A condição (i) é evidente, já que L e C precisam explicar E . Por outro lado, a condição (ii) não está explícita no modelo hempeliano, mas Aliseda assume que Hempel a pressupõe, já que “inconsistências certamente nunca contam como explicações científicas”¹³⁰. Visto como Hempel interpreta a causalidade e as leis, conforme abordado na seção introdutória, é inegável que também a condição (iii), a de que E deve ser derivado de L e C conjuntamente, não isoladamente, seria adequada. Por fim, a condição (iv) se segue das próprias definições de Hempel. Há, ainda, uma condição que está fora da lista, a saber, a de que L e C devem ser “razoavelmente bem confirmados pelas evidências empíricas”, conforme exposto anteriormente. Aliseda, por sua vez, interpreta tal condição como L e C “permanecem uma explicação em potencial para E até que C seja verificada”¹³¹. Lembremo-nos de que a ideia de Peirce, em relação à abdução, é que ela tenha um status de sugestão até que seja verificada empiricamente. Apesar das diferenças epistemológicas que cada uma dessas noções carrega, de um ponto de vista estritamente formal, podemos tomá-las como análogas e omiti-las. A questão agora é analisarmos como \Rightarrow_{DNH} , e com ela a combinação $\Rightarrow_{IAC} + \Rightarrow_{IAE}$, se comportam diante das regras estruturais. Devido à condição (iii)¹³², a reflexividade, diferentemente da versão enfraquecida da inferência abdutiva explanatória, rejeita tanto o reflexo nas leis (L) quanto nas condições determinantes (C). Isto é, ambas as regras a seguir são inválidas:

<div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Reflexividade de L (inválida)</div> $\frac{L \mid C \Rightarrow_{DNH} E}{E \mid C \Rightarrow_{DNH} E}$	<div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Reflexividade de C (inválida)</div> $\frac{L \mid C \Rightarrow_{DNH} E}{L \mid E \Rightarrow_{DNH} E}$
---	---

Quanto à monotonicidade, conforme exposto, é possível criarmos regras menos rígidas para os estilos consistente e explanatório fraco isoladamente. Contudo, com todas as restrições somadas ao modelo hempeliano, isso parece não ser possível sem que tenhamos, ao menos, dois passos anteriores no sequente, em vez de apenas um, como no caso de \Rightarrow_{IAC} : primeiramente adiciona-se uma nova informação às leis (A) e altera-se as condições determinantes para outras (D), de modo que o mesmo evento (E) continue sendo explicado. Depois, força-se as leis acrescidas de A , juntamente com as condições determinantes anteriores (C), a explicar um outro

¹³⁰ ALISEDA, 2006, p. 137. Retomaremos essa questão da contradição e consistência na seção seguinte.

¹³¹ Ibid., p.137.

¹³² A condição (iv) também impediria a reflexividade de L , visto que E , como fórmula atômica, não poderia ser um reflexo de um componente que exige um quantificador universal. Ver ALISEDA, 2006, p. 138.

evento qualquer (F). Com isso, poderíamos derivar $L, A \mid C \Rightarrow_{DNH} E$ no sequente conforme abaixo:

$$\frac{\text{Monotonicidade DNH nas Leis}}{L \mid C \Rightarrow_{DNH} E \quad L, A \mid D \Rightarrow_{DNH} E \quad L, A \mid C \Rightarrow_{DNH} F}{L, A \mid C \Rightarrow_{DNH} E}$$

A monotonicidade em C seguiria passos similares. Sob vários aspectos e situações de explicação, isso seria inaceitável. A regra de corte, por sua vez, também não teria um final muito feliz. A despeito da possibilidade de haver concepções de explicação que permitam algum tipo de “encadeamento”, isso não parece ser possível quando aplicamos todas essas restrições à inferência \Rightarrow_{DNH} . Segue, no entanto, uma tentativa:

$$\frac{\text{Corte DNH}}{L \mid C \Rightarrow_{DNH} F \quad L \mid F \Rightarrow_{DNH} E \quad C \not\vdash E}{L \mid C \Rightarrow_{DNH} E}$$

Se C , juntamente com as leis, explica F , e F , juntamente com as leis, explica E , logo C poderia, novamente junto às leis, explicar E . A questão é que, sem a regra $C \not\vdash E$, nada nos garantiria no sequente que E não decorresse diretamente de C , o que tornaria a regra inválida sob os critérios do modelo hempeliano. O problema, neste caso, é que dependeríamos de outra noção de inferência ($\not\vdash$) para definirmos uma regra da inferência \Rightarrow_{DNH} , o que não é totalmente aceitável.

Não é possível, no espaço deste trabalho, examinarmos todos os desdobramentos dessas constatações relativas aos estilos de explicações abduativas \Rightarrow_{IAC} , \Rightarrow_{IAE} , \Rightarrow_{IAEF} e \Rightarrow_{DNH} . O que é possível afirmarmos, no entanto, é que, mesmo diante de noções de inferência e restrições de natureza puramente lógico-formais tão simplificadas, já é possível detectarmos propriedades – ou a impossibilidade ou enfraquecimento dessas propriedades – bastante curiosas e importantes. Para cada restrição imposta à inferência, há geralmente uma alteração em suas propriedades combinatórias, o que, por sua vez, nos impõe diferentes intuições acerca dos modelos lógicos de explicação e de raciocínio abduativo que devem ser adotados. Sendo assim, qualquer que seja o processo lógico-computacional responsável por gerar explicações abduativas, é preciso ter em mente que algumas dessas restrições podem ser intuitivamente desejáveis, mas as propriedades (ou a falta delas) a elas associadas podem não ser, ou vice-versa. Por exemplo, as restrições $\Theta \neq \varphi$ e $\alpha \neq \varphi$ podem ser intuitivamente desejáveis para obtermos maior força explanatória. Para isso, no entanto, seria necessário abrir mão das propriedades de corte e monotonicidade. Do mesmo modo, se intuitivamente for desejável a propriedade de reflexividade, a restrição de consistência

precisa ser abandonada. Estas questões devem ser pensadas em cada contexto de aplicação específico.

É válido ressaltar, ainda, que uma investigação baseada em regras estruturais seria inadequada e desnecessária, caso tomássemos a concepção aristotélica de explicação ou demonstração científica sem mais. Primeiramente porque a estrutura silogística possui suas próprias regras de formação para suas sentenças proposicionais, bem como suas conhecidas análises das figuras silogísticas, as quais são mais adequadas, de um ponto de vista combinatório, à sua forma. Muito mais importante do que isso, contudo, é o fato de que a análise meramente combinatória do comportamento de uma inferência seria *completamente irrelevante* para Aristóteles, no que concerne à explicação ou demonstração científica. Conforme apresentamos, o silogismo (e a noção de inferência nele contida) desempenha um papel coadjuvante nesse contexto. São os requisitos “extralógicos”, não meramente combinatórios ou inferenciais - como a identificação da causa apropriada através da assimetria intensional entre *explanans* e *explanandum*, da adequação da universalidade e coextensão entre os termos do silogismo e das peculiaridades das premissas em contexto de demonstração científica - que fazem, de fato, a explicação científica aristotélica ser o que é. As regras estruturais apresentam propriedades estritamente combinatórias justamente porque desprezam qualquer noção intensional.

De um ponto de vista da inferência peirceana, por sua vez, a análise por meio de regras estruturais é semelhantemente implausível, mas por razões distintas. A mera articulação lógico-combinatória das informações contidas nas premissas e conclusões, intrínseca às regras estruturais, em nada nos elucida a respeito de algum tipo de “ordenamento causal” ou de “aceitação” sobre os quais Peirce parece pensar seu conceito de inferência. Ademais, a noção de consequência lógica que subjaz às regras estruturais implica concepções semânticas e de validade que em nada se assemelham ao modo pelo qual Peirce pensa o significado de conceitos, ou a validade de inferências, em larga medida estipulados em consonância com sua doutrina do pragmatismo, conforme veremos na seção IV. De qualquer maneira, esse tipo de análise é útil para identificarmos algumas limitações da abordagem, mesmo descritas sob noções “tradicionais” tão simplificadas de inferência.

II.3 - Abdução enquanto processo: tablôs abduativos

Tablôs semânticos são ferramentas que podem ser utilizadas para diversos fins em diferentes tipos de lógica, como para refutação de argumentos, teste de consistência e análise de consequência lógica¹³³. As estruturas em árvore dos tablôs que serão utilizadas neste trabalho dizem respeito apenas a uma versão estendida dos tablôs da LPC não quantificada. Isso já será suficiente para apresentar a ideia principal do processo de geração de explicações abduativas. Vale ressaltar que, ao se referir à parte processo, do binômio produto e processo, Aliseda tem em mente um *processo computacional*. Isto é, os tablôs semânticos subjazem aos algoritmos computacionais que executam instruções nas determinadas estruturas de árvore. Nosso principal foco, no entanto, será nos tablôs propriamente ditos e em suas propriedades, sem nos atermos pormenorizadamente aos algoritmos computacionais (a despeito de, em alguns momentos, lançarmos mão de alguns termos como “computar”, “instrução”, “gerar”, os quais podem nos remeter a alguma noção de algoritmo computacional).

Partimos do pressuposto de que o leitor já tenha alguma intimidade com os tablôs. Contudo, seguiremos, de modo muito simplificado, algumas noções fundamentais. Dado um determinado grupo de premissas (ou teorias prévias) Θ e uma determinada conclusão (ou evento a ser explicado) φ , para sabermos se $\Theta \models \varphi$, construímos um tablô que pressupõe $\neg\varphi$. Isto é, negamos a sua conclusão. Caso o tablô resultante tenha seus ramos totalmente fechados, então φ é uma consequência lógica válida de Θ , ou seja, $\Theta \models \varphi$. Caso contrário, haja alguns ramos abertos ao final do processo, temos que $\Theta \not\models \varphi$. Este tablô pode ser denotado por $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$. Ademais, um tablô pode ser construído simplesmente a partir das premissas $\mathcal{T}(\Theta)$ e, assim, possuir as seguintes propriedades: se $\mathcal{T}(\Theta)$ possuir ramos abertos, Θ é consistente¹³⁴, e se $\mathcal{T}(\Theta)$ possuir todos os ramos fechados, Θ é inconsistente. Para que cada ramo seja fechado, é necessário que nele haja alguma fórmula e a sua negação, isto é, X e $\neg X$, e, para que todo o tablô seja considerado fechado, todos os seus ramos devem estar fechados. Há sete conhecidas regras básicas para a construção de tablôs¹³⁵:

¹³³ Os tablôs foram originalmente desenvolvidos por Beth e Hintikka entre os anos 50 e 60. Aliseda, contudo, utiliza em larga medida a formalização utilizada por R.M. Smullyan, em *First Order Logic* de 1968. Realizamos algumas alterações por razões de padronização.

¹³⁴ Neste ponto, a consistência tem uma relação direta com a não contradição. Tal relação será revista na seção seguinte.

¹³⁵ ALISEDA, 2006, p. 99.

Negação:	$\neg\neg X$	\longrightarrow	X
Conjunção:	$X_1 \wedge X_2$	\longrightarrow	$\frac{X_1}{X_2}$
	$\neg(X_1 \wedge X_2)$	\longrightarrow	$\neg X_1 \neg X_2$
Disjunção:	$X_1 \vee X_2$	\longrightarrow	$X_1 X_2$
	$\neg(X_1 \vee X_2)$	\longrightarrow	$\frac{\neg X_1}{\neg X_2}$
Implicação:	$X_1 \rightarrow X_2$	\longrightarrow	$\neg X_1 X_2$
	$\neg(X_1 \rightarrow X_2)$	\longrightarrow	$\frac{X_1}{\neg X_2}$

Notamos que, independentemente de qual regra tomamos, com exceção da negação, ou elas mantêm as fórmulas no mesmo ramo da árvore do tablô (regras conjuntivas *tipo-A*), ou elas bifurcam (regras disjuntivas *tipo-B*).

De acordo com a taxonomia apresentada na seção II.1, as *saídas* do processo, isto é, as explicações abduativas, poderiam ser, nesta abordagem introdutória, de três tipos: fatos atômicos, conjunções deles e condicionais simples. Assim, as saídas produzidas durante o processo de “computação” ou “geração” de explicações abduativas serão na forma de *literais*, isto é, simples fórmulas atômicas ou suas negações, *conjunções*, do *tipo-A*, $A_1 \wedge \dots \wedge A_n$, e *disjunções simples*, do *tipo-B*, $B_1 \vee B_2$ (uma saída do tipo implicação pode ser tratada como disjunção, já que $A \rightarrow B$ e $\neg A \vee B$ são logicamente equivalentes). Por sua vez, a *entrada* φ será, evidentemente, um literal, e, ao longo de toda essa seção, acionará apenas o *gatilho da novidade abduativa*, isto é, $\Theta \not\Rightarrow \varphi$, $\Theta \not\Rightarrow \neg\varphi$. Os casos em que a entrada aciona um gatilho de *anomalia abduativa*, aqueles cujas teorias prévias devem sofrer algum tipo de *revisão*, serão mais bem abordados na seção IV.

A fim de “gerar” ou “computar” as explicações abduativas, a estratégia utilizada por Aliseda é apresentar uma operação de extensão $+$, as quais possibilitam os *tablôs semânticos abduativos*. Para construir tal operação, a autora toma os passos a seguir. Inicialmente, um tablô é definido como a união de seus ramos (Γ_i):

$$\mathcal{T}(\Theta) = [\Gamma_1] \cup \dots \cup [\Gamma_k], \text{ onde cada } \Gamma_i \text{ pode estar aberto ou fechado.}$$

Em seguida, define-se a operação $+$, que caracteriza a extensão ou adição de uma fórmula X a cada um dos ramos Γ_i . Ela é, portanto, descrita formalmente do seguinte modo:

$\Gamma_i + \{X\} = \Gamma_i$ se, e somente se, Γ_i é fechado; isto é, se o ramo está fechado, a adição de novas fórmulas resulta o próprio ramo.

Se Γ_i é um ramo completo¹³⁶ aberto, então:

- 1) $\{X\}$ é um literal: $\Gamma_i + \{X\} = \Gamma_i \cup \{X\}$.
- 2) $\{X\}$ é uma conjuntiva *tipo-A*: $\Gamma_i + \{X\} = ((\Gamma_i \cup \{X\}) + A_1) + A_2$.
- 3) $\{X\}$ é uma disjuntiva *tipo-B*: $((\Gamma_i \cup \{X\}) + B_1) \cup ((\Gamma_i \cup \{X\}) + B_2)$.

A extensão de todos os ramos de um tablô, portanto, pode ser definida como:

$$\mathcal{T}(\Theta) + \{X\} =_{def} \bigcup \{ \Gamma_i + \{X\} \mid \Gamma_i \in \mathcal{T}(\Theta) \} \quad 1 \leq i \leq k$$

Independentemente de qual tipo de fórmula X estejamos tratando, os seus efeitos, ao serem adicionadas aos ramos abertos, dizem respeito a três tipos de extensão: *aberta*, *fechada* ou *semifechada*. As suas respectivas definições são apresentadas a seguir, onde δ_i representa os sub-ramos dos ramos:

Extensão aberta: $\Gamma_i + \{X\} = \delta_1 \cup \dots \cup \delta_n$ é aberta se, e somente se, cada δ_i é aberto.

Extensão fechada: $\Gamma_i + \{X\} = \delta_1 \cup \dots \cup \delta_n$ é fechada se, e somente se, cada δ_i é fechada.

Extensão semifechada: $\Gamma_i + \{X\} = \delta_1 \cup \dots \cup \delta_n$ é semifechada se, e somente se, ao menos um δ_i é aberto e ao menos um δ_j é fechado.

Devido às propriedades do tablô, há uma relação direta entre os três tipos de extensão e a questão da consistência entre as suas fórmulas, a saber, se a extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X\}$ for aberta ou semifechada, $\mathcal{T}(\Theta) + \{X\}$ é uma *extensão consistente*. Já se a extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X\}$ for fechada, $\mathcal{T}(\Theta) + \{X\}$ é uma *extensão inconsistente*.

Ademais, temos de ter em mente que, em um tablô referente a $\Theta \not\models \varphi$, isto é, $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ aberto, os ramos abertos representam “contraexemplos”, isto é, contém todos os casos em que a consequência falha. Nesse sentido, é natural pensarmos que, se “corrigíssemos” tais ramos, aplicando-lhes as devidas extensões, no sentido de “melhorar a teoria”, poderíamos obter $\Theta \models \varphi$, fechando todos os ramos. É esse tipo de ideia que estará sempre por trás dos tablôs abduativos.

¹³⁶ Um ramo de tablô é completo quando, para cada literal presente em uma fórmula tipo- α , conjuntiva, ambos devem ocorrer no ramo. E para cada literal presente em uma fórmula tipo- B , disjuntiva, ao menos um deve ocorrer no ramo. Para mais detalhes, ver ALISEDA, 2006 p. 101.

Nesse sentido, podemos voltar aos estilos de inferência abdutiva introduzidos na seção II.1, sobretudo aos simples, consistente e explanatório. É possível associarmos cada um deles a um determinado estado de tablô, isto é, fechado ou aberto, de acordo com suas respectivas restrições, conforme o esquema a seguir. Dados Θ e φ , α é uma abdução explicativa se¹³⁷:

Simples:

$$(i) \Theta, \alpha \models \varphi \longrightarrow \mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) \cup \alpha \text{ é fechado.}$$

Consistente:

(i) Simples;

$$(ii) \Theta, \alpha \text{ consistente } (\Theta \not\models \neg\alpha) \longrightarrow \mathcal{T}(\Theta \cup \alpha) \text{ é aberto.}$$

Explanatório:

(i) Simples;

(ii) Consistente;

$$(iii) \Theta \not\models \varphi \longrightarrow \mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) \text{ é aberto.}$$

$$(iv) \alpha \not\models \varphi \longrightarrow \mathcal{T}(\alpha \cup \neg\varphi) \text{ é aberto.}$$

Intuitivamente, poderíamos, além disso, pensar em um modo de criarmos um “processo computacional” tal que fosse capaz de, inicialmente, nos fornecer as explicações abdutivas relativas ao estilo inferencial simples, para que, nos passos seguintes, consistente e explanatório, cada qual excluísse aquelas explicações abdutivas que não cumprissem seus respectivos requerimentos. Desse modo, teríamos o seguinte procedimento: simples \rightarrow consistente \rightarrow explanatório, conforme a seguir.

¹³⁷ Diante da inconveniência de α poder representar infinitas explicações abdutivas, Aliseda coloca uma restrição no vocabulário (1) e na forma (2): 1) α está no vocabulário da teoria Θ e da observação φ e (2) a forma sintática de α é ou um literal, ou uma conjunção (sem repetição de conjuntos) ou uma disjunção (sem repetição de disjuntos). Conforme ALISEDA, 2006, p. 109.

Simple	Consistente	Explanatório
Gerar todas as saídas $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ literais tal que: $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) \cup \alpha_i$ seja fechado	Descartar todas as saídas $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ que tornam $\mathcal{T}(\Theta \cup \alpha_i)$ fechado	Descartar todas as saídas $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ que tornam $\mathcal{T}(\alpha_1 \cup \neg\varphi)$ fechado ¹³⁸
Calcular $\mathcal{T}(\Theta) + \neg\varphi = \{\Gamma_1, \dots, \Gamma_k\}$ e tomar os Γ_i abertos $\Gamma_1, \dots, \Gamma_n$. Computar todos os $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ a partir da instrução TTC($\Gamma_1, \dots, \Gamma_n$). (<i>Tableau Total Closure</i> ¹³⁹ de todos os ramos abertos)	Calcular os literais $\{X_1, \dots, X_n\}$ tal que $\mathcal{T}(\Theta) + X_i$ seja uma extensão fechada (inconsistente). Excluir: $\{\alpha_1, \dots, \alpha_n\} - \{X_1, \dots, X_n\}$	Calcular os literais $\{W_1, \dots, W_n\}$ tal que $\alpha_i + \neg W_i$ seja uma extensão fechada. Excluir: $\{X_1, \dots, X_n\} - \{W_1, \dots, W_n\}$

Com este procedimento, contudo, haveria um “desperdício computacional”, isto é, seriam geradas, no primeiro passo, explicações abduativas inconsistentes desnecessariamente, já que deveriam ser eliminadas nos passos seguintes. Para evitar tal situação, quando tratamos de explicações abduativas consistentes (literais), Aliseda sugere a seguinte estratégia:

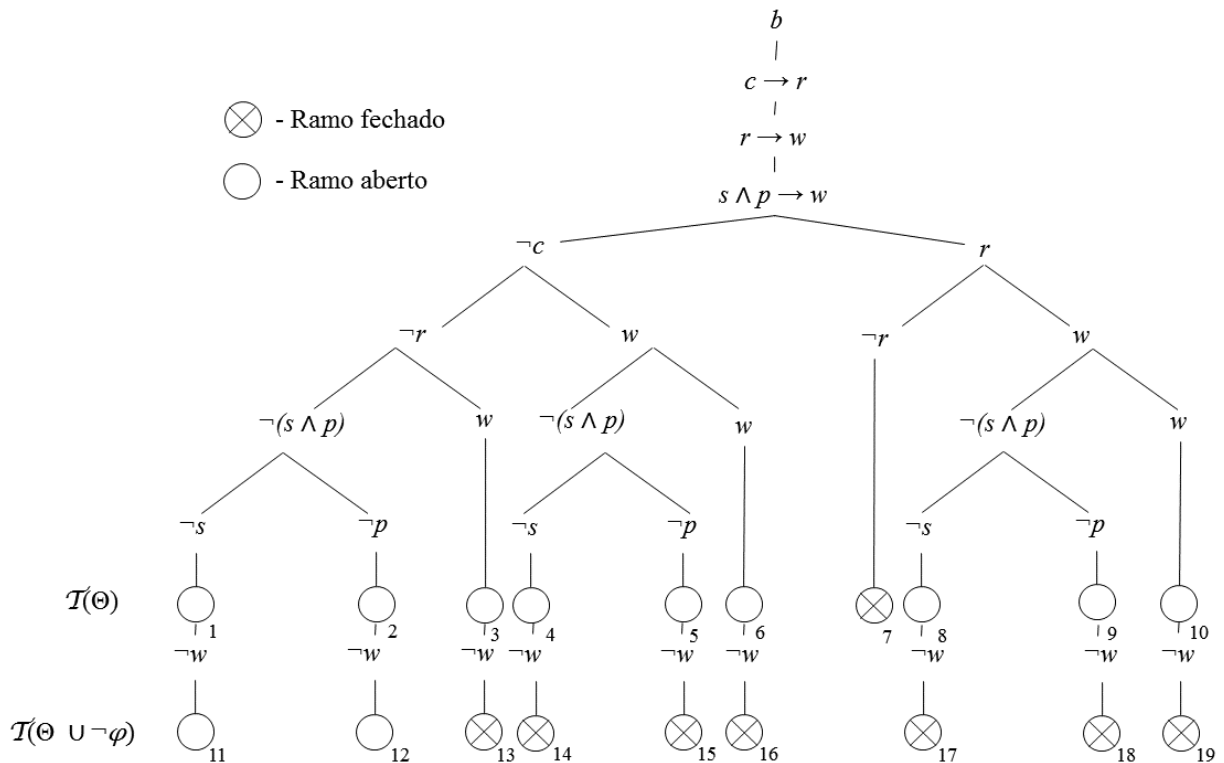
Consistente		
Gerar todas as saídas $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ literais consistentes	→	Selecionar todas as saídas $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ que façam $\Theta, \alpha \models \varphi$
Calcular todos literais $\{X_1, \dots, X_n\}$ tal que a extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ seja <i>semifechada</i>		Para cada um dos X_i gerado, verificar quais deles geram a extensão $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ fechada.

É possível compreendermos neste ponto uma de suas motivações para termos o advento da extensão *semifechada*, utilizada na primeira etapa. Como nem todos os ramos do tabló inicial são fechados, há naturalmente apenas a geração de fórmulas consistentes, dentre as quais são selecionadas, na etapa subsequente, aquelas que de fato completem a consequência lógica. De qualquer modo, é interessante apreciar como todo esse processo funciona. Em todas as operações

¹³⁸ Como veremos adiante, em relação à restrição $\Theta \not\models \varphi$ para um estilo explanatório, que se traduz em um estado de tabló $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ aberto, não é necessário nenhum tipo de ação. Afinal, todo esse procedimento já parte do pressuposto de que $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ seja aberto.

¹³⁹ Aliseda define quatro “instruções computacionais” para tablôs abduativos: *Branch Total Closure* (BTC), *Tableau Total Closure* (TTC), *Branch Parcial Closure* (BPC) e *Tableau Parcial Closure* (TPC). A autora faz uso dessas instruções, no entanto, apenas no processo de geração de explicações abduativas do estilo simples. Para os propósitos de nosso trabalho, vamos dispensar a análise mais pormenorizada desse estilo. Os estilos de consistência e explanatório são, de fato, onde depositamos maior interesse.

e estratégias de geração de explicações abdutivas apresentadas adiante, será utilizado o exemplo a seguir. Dada a teoria em que b = “nuvens são formadas de vapor d’água”, c = “há a ocorrência de nuvens densas”, r = “há a ocorrência de chuva”, s = “a torneira do irrigador aberta” e p = “há abastecimento de água para o irrigador”, e um evento observado w = “há a ocorrência de grama molhada”, podemos representá-la na LPC do seguinte modo: $\Theta = \{b, c \rightarrow r, r \rightarrow w, s \wedge p \rightarrow w\}$ e $\varphi = \{w\}$. Na figura abaixo temos a representação dos tablôs $\mathcal{T}(\Theta)$ e $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ ¹⁴⁰:



A primeira coisa a notarmos é que o tablô $\mathcal{T}(\Theta)$ é consistente, já que temos ramos abertos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 e 10), e o tablô $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ indica que $\Theta \neq \varphi$, devido aos ramos 11 e 12 abertos. É fácil notarmos também que $\Theta \neq \neg\varphi$, afinal, $\mathcal{T}(\Theta \cup \varphi)$ também não teria todos os seus ramos fechados. Ou seja, estamos, de fato, diante de um gatilho de novidade abdutiva e esta é uma verificação que precisa ser realizada já no início do “processo computacional”. A título de exemplo, vamos supor que desejamos gerar todas as *explicações abdutivas consistentes*. Como vimos, a estratégia é produzirmos, já de início, fórmulas que sejam consistentes com as teorias prévias, isto é, computar todos os literais X_1, \dots, X_n , de modo que $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ seja uma extensão semifechada, em um primeiro passo, e, depois, para cada um dos X_i gerados, verificar para quais

¹⁴⁰ Optamos por apresentar ambos os tablôs na mesma figura para melhorar a compreensão do leitor. Apresentá-los em duas árvores distintas poderia ser fonte de confusão.

deles a extensão $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ é fechada ¹⁴¹. Temos, portanto, de usar os dois tablôs, um em cada passo. Seguem os resultados para as explicações abduativas consistentes em forma de literais atômicos ¹⁴²:

Passo 1: extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ semifechada: $\alpha = \{c, \neg r, r, s, p, \neg w\}$

Passo 2: extensão $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ fechada:

Explicações abduativas consistentes – α é um literal atômico: $\{c, r\}$

Realmente, é bastante simples notarmos que tanto c quanto r não geram qualquer inconsistência. Ademais, tanto $c =$ “há a ocorrência de nuvens densas” quanto $r =$ “há a ocorrência de chuva”, isoladamente, de fato, seriam capazes de explicar a grama molhada de acordo com a teoria apresentada.

No caso de *explicações abduativas consistentes conjuntivas*, o processo é mais cauteloso. Alisada parte de dois princípios, a saber, cada literal atômico que faz parte da conjuntiva deve ser (i) uma “*explicação parcial*”, no sentido de fechar alguns, mas não todos os ramos do tablô, e que, juntos na conjuntiva, sejam uma explicação abduativa, e (ii) *não sejam redundantes*, isto é, nenhum deles seja uma explicação abduativa isoladamente. Em outras palavras, se a conjuntiva $A_1 \wedge A_2$ é uma explicação abduativa, tanto A_1 quanto A_2 , isoladamente, são uma “*explicação parcial*” e nenhuma delas, sozinha, fora da conjuntiva, pode ser uma explicação abduativa. A fim de “computá-las”, o primeiro passo é idêntico ao anterior, isto é, gerar todos os X_1, \dots, X_n , de modo que $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ seja uma extensão semifechada, a fim de garantir a consistência dos literais gerados. No segundo passo, contudo, devemos computar todos os X_1, \dots, X_n , de modo que, desta vez, $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ seja uma extensão semifechada. Desse modo, garantimos que o resultado seja um conjunto de *explicações parciais*.

Passo 1: $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ semifechado: $\alpha = \{c, \neg r, r, s, p, \neg w\}$

Passo 2: $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ semifechado: $\{s, p\}$

¹⁴¹ É interessante notarmos que, se a extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{\neg\varphi\}$ for aberta, não haverá explicações abduativas consistentes em forma de literais. Afinal, neste caso, para que $\mathcal{T}(\Theta) + \{\neg\varphi\} + \{\alpha\}$ seja fechada, $\mathcal{T}(\Theta) + \{\alpha\}$ deverá ser fechada, logo, inconsistente.

¹⁴² No caso de uma inferência abduativa simples, sem a restrição da consistência, os resultados literais seriam $\alpha = \{\neg b, c, r, w\}$. De um ponto de vista do caráter livre, espontâneo e instintivo da abdução, o qual permite que as hipóteses produzidas pelo raciocínio sejam aceitas sem contestação, como vimos na seção introdutória, talvez este resultado seria o mais próximo. Ganha-se em espontaneidade e liberdade do raciocínio, perde-se, contudo, em consistência e, posteriormente, em força explanatória das explicações abduativas geradas.

Em um terceiro passo, devemos construir combinações das explicações parciais encontradas em conjuntivas A_1, \dots, A_n e verificarmos se a extensão $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{A_i\}$ é fechada.

Explicações abduativas consistentes – α é uma conjuntiva: $\{s \wedge p\}$

Obtemos, portanto, a conjuntiva consistente $s \wedge p$ capaz de explicar a grama molhada de acordo com a teoria. O interessante é que tanto $s =$ “a torneira do irrigador aberta” quanto $p =$ “há abastecimento de água para o irrigador”, isoladamente, podem ser de fato encaradas como explicações parciais para a grama molhada e, mais que isso, não redundantes em relação às explicações literais c e r . Quanto às *explicações abduativas consistentes disjuntivas*, as quais são importantes para representarmos implicações, o processo é análogo, mas com combinações distintas, isto é, elas devem ser feitas entre explicações atômicas entre si, explicações conjuntivas entre si, conjuntivas com atômicas, e cada uma de atômicas e conjuntivas com φ .

Quanto às *explicações abduativas explanatórias*, há dois fatos interessantes. O primeiro é que todo esse processo parte do pressuposto de que o tablô $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ esteja aberto, indicando que $\Theta \not\models \varphi$. Lembremo-nos de que estamos sob o gatilho de uma novidade abduativa. Ora, esta já é a primeira condição do estilo explanatório. O segundo fato diz respeito à segunda condição imposta pelo estilo explanatório, isto é, $\alpha \not\models \varphi$. Dada a estratégia adotada para geração de explicações abduativas consistentes, a situação $\alpha \models \varphi$ nunca ocorrerá, a não ser pela própria solução trivial, onde $\alpha = \varphi$. Em outras palavras, a estratégia de geração de literais não redundantes, quer seja em explicações em forma de literais, conjuntivas ou disjuntivas, garante que a condição $\alpha \not\models \varphi$ seja respeitada. Basta atestar, por meio de alguma restrição prévia no início do processo, que $\alpha = \varphi$ nunca ocorra¹⁴³ e que o procedimento de gerar explicações abduativas consistentes *antes* seja uma pré-condição.

A fim de concluirmos esta parte do trabalho, cabem alguns breves comentários. O primeiro é que, se adotarmos alguma noção de “*explicação mínima*” enquanto “simplicidade”, a produção de literais e de explicações parciais podem, a grosso modo, ser assim consideradas. No caso, c , r , s e p . Evidentemente, de um ponto de vista prático, isso pode nem sempre ser o caso, bem como haver “graus de minimalidade” entre c e r , por exemplo. A outra questão se refere à correção e completude das explicações abduativas geradas nesse procedimento em relação aos estilos inferenciais apresentados na seção anterior. A correção quer dizer que “qualquer combinação $(\Theta, \alpha, \varphi)$ a qual seja resultante do algoritmo de fato apresente um caso válido de abdução”¹⁴⁴. Nesses

¹⁴³ Aliseda esclarece com mais detalhes esta questão em ALISEDA, 2006, p. 116.

¹⁴⁴ ALISEDA, 2006, p. 119.

termos, há a correção em todos os estilos. As razões são bastante triviais. No estilo simples, a despeito de não o termos tratado em nosso exemplo, o mero fato de o tablô $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi \cup \alpha)$ precisar ser sempre fechado já garante que a única condição $\Theta, \alpha \models \varphi$ seja satisfeita. No caso do estilo consistente, as instruções de extensão semifechadas garantem que Θ e α sejam sempre consistentes, respeitando a respectiva condição. Por fim, no caso do estilo explanatório, como vimos, as explicações abduativas geradas pelo “processo computacional” sempre atenderão $\Theta \not\models \varphi$ e $\alpha \not\models \varphi$, desde que $\alpha \neq \varphi$.

Quanto à completude, ela deveria significar que “qualquer consequência abduativa válida deve realmente ser produzida por ele [pelo algoritmo]”¹⁴⁵. A questão inicial é que qualquer explicação abduativa literal atômica consistente válida será, de fato, produzida pelo procedimento apresentado, sendo uma relação completa neste sentido. No entanto, é possível notarmos, por exemplo, que o modo como as explicações abduativas conjuntivas são construídas faz com que algumas delas, possivelmente irrelevantes, não sejam geradas pelo processo, como aquelas que são redundantes ou cujos componentes conjuntivos não sejam “explicações parciais”. Contudo, estas fórmulas seriam potencialmente válidas, de um ponto de vista estritamente inferencial. Temos, portanto, que nosso procedimento é incompleto. Entretanto, para Aliseda, “[...] a completude é menor dos problemas nas abordagens computacionais para abdução”¹⁴⁶. Segundo ela, de um ponto de vista computacional, o importante é a naturalidade e a simplicidade do procedimento.

De um ponto de vista filosófico, acerca da natureza da abdução para Peirce, evidentemente, um algoritmo ou procedimento que “gera” ou “computa” explicações abduativas possíveis, de acordo com algumas condições e noções de inferência e validade bastante simplificadas, não pode ser comparado ao processo criativo, espontâneo e inventivo da abdução. Talvez os mais ortodoxos sequer chamariam tais explicações geradas de “abduativas”. Tampouco são explicações que dariam conta de “inferir” o *explanandum*, segundo a definição peirceana de inferência. Afinal, em nenhum momento temos um “sistema causalmente ordenado”, já que, durante todo o tempo, a noção de inferência subjacente é a clássica, a qual, por si somente, não dá conta de capturar aspectos de causalidade. Mesmo internamente às teorias, onde fórmulas contendo o conectivo de implicação material clássico (\rightarrow) são utilizadas normalmente, a causalidade também não pode ser capturada. Esse conectivo tem a propriedade lógico-matemática de capturar perfeitamente noções de necessidade e suficiência, mas não de causalidade. Isso quer dizer que uma teoria que pudesse

¹⁴⁵ Ibid., p. 119.

¹⁴⁶ Ibid., p. 119.

proporcionar um “sistema causalmente ordenado”, conforme a noção de inferência peirceana, não poderia ser construída apenas a partir desse conectivo, como foi o caso aqui. Interessante notarmos, contudo, que as explicações consistentes geradas, pelo menos de um ponto de vista estritamente lógico-formal, atenderiam ao modelo D-N de Hempel, desde que elas fossem largamente confirmadas pelas evidências e que as teorias prévias representassem leis. Afinal, todas elas seriam dedutivamente válidas e, assim, “explicariam” o fato observado.

III – ABDUÇÃO E PARACONSISTÊNCIA

Durante todo o percurso desta exposição, com exceção do estilo inferencial simples concebido por Aliseda, a consistência foi um requisito obrigatório. Trata-se, contudo, de um sentido muito específico de consistência, em larga medida herdado da LPC, no qual está implícito o princípio da não contradição. Em outras palavras, “inconsistência” nos termos até então trabalhados, significa o seguinte: um conjunto de sentenças (ou fórmulas) é inconsistente se, e somente se, há ao menos um par A e $\neg A$, isto é, uma contradição. No contexto da explicação científica, isso significaria encontrarmos explicações triviais ou teorias previamente triviais, isto é, aquelas que explicariam qualquer coisa, as quais deveriam, por razões evidentes, ser eliminadas. Nesta visão clássica, “padrão”, há também, portanto, uma identificação entre a *inconsistência*, a *contradição* e a *trivialização* de um sistema lógico. As três noções, na LPC, caminham lado a lado. A questão é que, quer seja nas experiências cotidianas ou em ambientes científicos, há situações em que as contradições, pelo menos em um sentido “fraco”, não metafísico, podem ser aceitas sem que sejam consideradas, inexoravelmente, uma inconsistência. Afinal, em muitas áreas do conhecimento - que variam de teorias científicas e argumentação filosófica, até ciência da computação, direito e economia - são abundantes as evidências ou dados contraditórios, mas que, nem por isso - sobretudo se algum sistema lógico for alimentado com essas informações - devam ser considerados pouco informativos ou “inconsistentes”. No que concerne à explicação científica, isto não é diferente.

A paraconsistência (e com ela a família de lógicas chamadas *LFI*s – *Logic of Formal Inconsistency*) têm o papel de lidar com tais situações no âmbito da lógica. Esta seção do trabalho se incumbirá de, em uma primeira parte, apresentar brevemente os princípios, de caráter mais filosófico, que norteiam as principais motivações para a paraconsistência. Nossa principal fonte utilizada para fins desta investigação será a *Paraconsistent Logic: Consistency, Contradiction and Negation* de Walter A. Carnielli e Marcelo E. Coniglio. Em um segundo momento, pretendemos elaborar uma breve exposição da lógica *mbC*, a mais básica das *LFI*s, a qual formaliza e torna aplicável toda essa conceituação, junto a uma versão de tablôs mais específica, os *tablôs-*mbC**, os

quais serão a nossa base para pensarmos as explicações abduativas enquanto processo, de acordo com a concepção de Aliseda. Neste ponto, o artigo *Formal In(consistency), Abduction and Modalities* de Juliana Bueno-Soler, Walter Carnielli, Marcelo E. Coniglio e Abilio Rodrigues Filho será especialmente útil.

III.1 - O caráter filosófico da paraconsistência

III.1.a – O Princípio da Não Contradição

Tão antigos quanto a própria Filosofia são os questionamentos a respeito da natureza dos princípios da Lógica. É bastante convencional, talvez por herança de Aristóteles, tratá-los sob três perspectivas: ontológica, epistemológica e linguística. Cada uma dessas perspectivas busca avaliar se os princípios da Lógica têm relação com a realidade objetiva (ou leis da natureza), com as leis do pensamento e das crenças ou com as estruturas de linguagem, respectivamente. Em geral, muitos lógicos da paraconsistência não a tratam sob a última visão, visto que “os aspectos linguísticos da lógica estão relacionados à epistemologia (já que linguagem e pensamento não podem ser completamente separados) e ontologia (por meio da semântica)”¹⁴⁷. É conhecida, do mesmo modo, a criação do Princípio da Não contradição (PNC) por Aristóteles, os quais são apresentados principalmente em passagens específicas da *Metafísica*, livro *Γ*. Nesta obra, há evidências textuais da formulação do PNC sob as três perspectivas, as quais chamaremos aqui de PNC-O, PNC-E e PNC-L. No primeiro caso, PNC-O, Aristóteles nos diz que “é impossível que o mesmo seja atribuído e não seja atribuído ao mesmo tempo a um mesmo subjacente e conforme ao mesmo aspecto”¹⁴⁸. Nota-se, aqui, uma clara ênfase e referência ao caráter real objetivo do PNC. No segundo, PNC-E, Aristóteles diz que “é impossível que quem quer que seja considere que um mesmo fato é e não é - como alguns julgam que Heráclito afirmava. Pois não é necessário que alguém também conceba aquilo que diz”¹⁴⁹. De modo análogo, o PNC passa agora a vigorar no campo das crenças e opiniões (denotado pela presença dos verbos “considerar” e “conceber”), características eminentemente epistemológicas. No terceiro, PNC-L, o filósofo nos diz que “a mais firme de todas as opiniões é ‘não serem verdadeiras ao mesmo tempo as enunciações opostas’”¹⁵⁰. Por fim, o uso do termo “enunciação” denota reconhecidamente um componente da linguagem.

¹⁴⁷ CARNIELLI e CONIGLIO, 2016, p. 28.

¹⁴⁸ *Metafísica*, *Γ*, 1005b 19-20. Optamos pela tradução de Lucas Angioni (ARISTÓTELES, 2007). A tradução de David Ross (ARISTÓTELES, 1991), por sua vez, no mesmo trecho, traduz por: “*It is, that the same attribute cannot at the same time belong and not belong to the same*”.

¹⁴⁹ *Metafísica*, *Γ*, 1005b 22-24. A tradução de Ross coloca mais ênfase na questão das crenças e opiniões: “*For it is impossible for any one to believe the same thing to be and not to be, as some think Heraclitus says; for what a man says he does not necessarily believe.*”.

¹⁵⁰ *Metafísica*, *Γ*, 1011b 13-14.

O grande problema, portanto, está em saber qual dessas três formulações é verdadeira em relação ao PNC. No caso do PNC-O, é preciso uma categorização ontológica da realidade que dê conta de satisfazer $\forall x \neg(Px \wedge \neg Px)$, tanto em termos de objetos matemáticos quanto espaço-temporais. Em outras palavras, demonstrar que não existe tal objeto. Essa demonstração dependeria de, respectivamente, demonstrar a consistência da Matemática em si própria e ser possível reconhecer se as contradições que aparecem nas teorias das ciências empíricas estão relacionadas à própria natureza da realidade ou aos modelos usados para descrevê-la. Ambos parecem não ter sido possíveis até então. No caso de PNC-L, de modo semelhante, não conseguimos fugir de sua ligação com a ontologia, visto que a verdade de uma sentença que expressa uma proposição e a realidade estão entrelaçadas. Em outras palavras, as proposições dizem respeito à realidade, e é a realidade que torna as proposições verdadeiras, logo, o que torna PNC-L verdadeiro é o mesmo que torna PNC-O verdadeiro¹⁵¹. Como conclusão, “nem o PNC-O nem o PNC-L foram conclusivamente estabelecidos como um princípio verdadeiro”¹⁵², algo que parece estar além da capacidade de racionalização filosófica *a priori*.

Por outro lado, parece ser mais simples pensar na verdade do PNC-E, na medida em que não parece ser inconcebível que uma mesma pessoa possa, ao mesmo tempo, ter duas crenças ou opiniões contraditórias, justificadas ou não por meio de evidências igualmente contraditórias. É claro que o fato de o PNC-O não ter sido estabelecido como princípio verdadeiro, não o estabelece como falso. Sendo assim, em situações reais, não será possível se distinguir quando uma contradição se dá por uma característica da própria realidade ou por meio do nosso próprio processo de formação de crenças e aquisição de conhecimento. Independentemente disso, a motivação para uma lógica paraconsistente, como as LFIs, parece ser manifesta. Afinal, é plausível pensarmos em uma lógica que dê conta de situações reais de racionalização, em que contradições possam ser verdadeiras em alguns casos e falsas em outros, independentemente de sua natureza (PNC-O ou PNC-E).

¹⁵¹ Há aqui uma clara referência à noção de verdade por correspondência, que é o caso no pensamento de Aristóteles. São conhecidas outras teorias de verdade, dentre as quais está a pragmática, de concepção do próprio Peirce, por exemplo. Em alguma medida, neste trabalho, abordamos brevemente tal visão no capítulo introdutório e na seção IV, na subseção referente ao Pragmatismo. Não é, no entanto, o objetivo deste trabalho exaurir as complexas questões relativas às diferentes teorias de verdade e seus desdobramentos.

¹⁵² CARNIELLI e CONIGLIO., 2016, p. 34.

III.1.b – Princípio da explosão (ECSQ), trivialidade e consistência

Há dois conceitos que precisam ser abordados para que a ideia de consistência – e com ela, a de paraconsistência - seja compreendida em um sentido mais formal. São eles o de *trivialidade* e *explosão*. A trivialidade diz respeito a uma teoria na qual todas as suas proposições são tomadas como verdadeiras ($\forall p \forall p$ – para qualquer proposição p , p é verdadeira). É claro que, intuitivamente, uma teoria trivial, portanto, não parece ser aceitável, afinal, se tudo lhe cabe, nada nos esclarece, nada nos explica. De modo análogo, o princípio da explosão, ou *Ex Contradictione Sequitur Quodlibet* (ECSQ), nos diz que qualquer coisa se segue de uma contradição, isto é, qualquer B se segue de quaisquer A e $\sim A$. Em termos formais, $A \rightarrow (\sim A \rightarrow B)$ ¹⁵³. Apesar de o princípio ECSQ ser aceito enquanto uma inferência válida pela ortodoxia da LPC, ele intuitivamente nos causa estranheza: como é possível de duas premissas contraditórias como “o mar é azul” e “o mar não é azul” inferirmos que “ $2 + 2 = 4$ ” ou “o meu carro é preto”? Como vimos, as LFIs não conseguem identificar se uma contradição possui um caráter ontológico (PNC-O) ou epistemológico (PNC-E), mas, no segundo caso, é simples imaginarmos um cenário em que há inúmeras evidências contraditórias entre si, isto é, umas que favoreçam A e outras $\sim A$, mas que nem por isso nos obrigue a concluir B . O que costuma ocorrer é que as proposições contraditórias são aplicadas com cuidado, podendo ser utilizadas eventualmente, sem que sejam precipitadamente tomadas como verdadeiras ou falsas. Em outras palavras, as contradições podem permanecer com cautela em algum sistema dedutivo ou teoria sem que haja uma imediata conclusão explosiva. Neste momento, o que é preciso ter em mente é que, na LPC, os princípios de explosão (ECSQ) e trivialidade coincidem, isto é, é possível dizer que para qualquer teoria Θ , ela é explosiva se, e somente se, Θ trivializa quando exposta a um par de proposições contraditórias. Em termos mais formais: $\Theta \cup \{A, \sim A\} \vdash B$, para qualquer A e B . Apesar de a formulação de Aliseda não estar fundamentada na LPC, o mesmo ocorre quando se trata de introduzirmos as restrições de consistência, tanto para a teoria Θ quanto para a explicação abductiva α ; em ambos os casos, obteríamos uma explicação trivial que nada explica.

Isso nos leva à noção clássica de *consistência*. Para a LPC, uma teoria ou sistema dedutivo é consistente se, e somente se, não são triviais nem contraditórios. Em termos formais, uma teoria Θ é consistente se, e somente se, (a) há uma fórmula B tal que $\Theta \not\vdash B$ e (b) não há nenhuma fórmula A tal que $\Theta \vdash A$ e $\Theta \vdash \sim A$. A sentença (a) diz respeito à não trivialidade, e (b) à não contradição. Como vimos, devido ao princípio da explosão (ECSQ), essas duas noções se

¹⁵³ A partir de agora e até o fim desta seção, o símbolo \sim será adotado para a negação clássica e \neg para negação paraconsistente.

equivalem na LPC, o que, em termos epistemológicos, pode muitas vezes não ser o caso. Em outras palavras, há teorias que poderiam ser contraditórias - portanto, inconsistentes, em um sentido clássico, mas nem por isso triviais ou explosivas. Tomemos o seguinte exemplo:

Considere a teoria do átomo de Bohr. De acordo com ela, um elétron orbita o núcleo do átomo sem irradiar energia. No entanto, de acordo com as equações de Maxwell, que faziam parte integrante da teoria, um elétron que está acelerando em órbita deve irradiar energia. Portanto, o relato de Bohr sobre o comportamento do átomo era inconsistente [contraditório]. Contudo, evidentemente, nem tudo a respeito do comportamento dos elétrons foi deduzido dele, nem deveria ter sido. (PRIEST, et al., 2018)¹⁵⁴.

Concluimos, portanto, que, para dar conta de situações como essa, a lógica em questão precisa permitir que a contradição seja tratada independentemente da trivialidade. Ora, tais princípios só coincidem porque há um elo entre eles, justamente o princípio da explosão (ECSQ). Logo, as LFIs devem permitir que as contradições *nem sempre* nos conduzam ao princípio da explosão. É importante salientar, ainda, que as LFIs são absolutamente distintas, porém compatíveis com o *dialeteísmo*, a concepção de que as contradições existem ontologicamente no mundo¹⁵⁵ – ao contrário do que nos diz Aristóteles e a LPC. A compatibilidade entre as LFIs e o dialeteísmo se dá não no sentido de que elas, as LFIs, “atribuem” a existência de contradições ao mundo, ontologicamente, tampouco “pressupõem” que elas, as contradições, realmente existam, mas sim porque as LFIs “capturam” as contradições, caso elas se expressem através das evidências, independentemente de qual seja o estatuto ontológico da realidade.

III.1.c - A questão do operador de negação

A fim de lidar com o problema da explosão, as LFIs precisam realizar alguns ajustes em relação à interpretação lógico-semântica da negação. Na LPC, a negação se sustenta se dois princípios se sustentarem:

$$(1) A \wedge \sim A \vDash$$

$$(2) \vDash A \vee \sim A$$

A definição de consequência lógica semântica nos diz que “se Γ é um conjunto de fórmulas, e A uma fórmula, dizemos que $\Gamma \vDash A$ (A é uma consequência lógica de Γ) se, e somente se, todo

¹⁵⁴ É preciso, aqui, fazer uma ressalva. O exemplo citado não tem a intenção de mostrar que tal situação deveria ser bem aceita entre os cientistas. Na verdade, Niels Bohr e outros de seu círculo estavam profundamente incomodados com tal “inconsistência”, tratava-se de algo que precisava ser sanado. A questão é que, caso tais situações fossem alimentadas em um sistema lógico clássico, ele explodiria/trivializaria, algo evidentemente também indesejado. A ideia central de uma lógica paraconsistente, num caso como esse, não é aceitar tais teorias contraditórias entre si indefinidamente como algo normal, que não mereça preocupação dos cientistas, mas, de modo muito distinto, tornar possível que o sistema *suporte provisoriamente* tal situação, até que novas evidências ou teorias possam aparecer.

¹⁵⁵ Um exemplo tradicionalmente utilizado pelos dialeteístas é o do paradoxo do mentiroso: a sentença “esta sentença não é verdadeira” ou é verdadeira, portanto ela não é, ou ela não é, portanto ela é.

modelo de Γ é também modelo de A ¹⁵⁶. Assim, de acordo com a LPC, em (1) temos que não há modelo M algum que faça com que $A \wedge \sim A$ se sustente em M – isto é, qualquer coisa se segue de $A \wedge \sim A$ (explosão). Já em (2), temos que, para todos os modelos M , $A \vee \sim A$ se sustenta em M – isto é, $A \vee \sim A$, o Princípio do Terceiro Excluído, se segue de qualquer coisa. Uma lógica paraconsistente é aquela que rejeita apenas o princípio (1)¹⁵⁷. Assim, é necessário ser introduzida uma negação “mais fraca”, não explosiva, que consiga fazer com que haja um modelo M tal que $A \wedge \neg A$ se sustentem em M . Em outras palavras, é necessário introduzir uma negação paraconsistente (\neg), a qual, ao bloquear o princípio da explosão, consiga dar conta de sustentar uma contradição sem que haja trivialização.

Na valoração da semântica clássica, por sua vez, $M(A) = 0$ se, e somente se, $M(A) = 1$, isto é, $\sim A$ e A não podem receber o mesmo valor ao mesmo tempo. Mais que isso, o valor de $\sim A$ é determinado pelo valor de A . A negação clássica, portanto, é *um operador que configura ou gera uma contradição*. Do ponto de vista do valor de verdade, na LPC, “0” e “1” são tomados como “falso” e “verdadeiro”, respectivamente. É uma visão que tem uma relação direta com o sentido ontológico da negação, associado ao realismo da Lógica. Tal visão interfere no modo como significamos e consideramos A em nossa racionalização, já que, nesse sentido “forte”, evidentemente “descartamos” de imediato o que entendemos como “falso”. Em situações cotidianas de racionalização informal, no entanto, quando dizemos “não A ”, mas não temos certeza de fato acerca de A , talvez a sentença não mereça ser rejeitada. Por exemplo, podemos tomar a negação em seu sentido epistemológico mais fraco, como “é possível que não A (ou que A , ou que A seja falso, ou que A seja verdadeiro)” ou “há razões para crer que não A ” ou ainda “há algumas evidências que favorecem não A ”. Logo, as duas principais características de um operador de negação paraconsistente mais fraco são: não ser um operador gerador de contradições, nem um operador com conotação de função de verdade.

Como vimos, a trivialização é desassociada da contradição nas lógicas paraconsistentes. No entanto, há uma outra questão a ser trabalhada, a saber, a distinção entre consistência e a não contradição, algo bastante peculiar das LFIs. Intuitivamente, associamos ambas as noções, contudo, esta associação nem sempre está relacionada à ideia de negação contida na não contradição, ou pelo menos não com a de negação forte. Dito de outro modo, é possível obtermos evidências não conclusivas (e, portanto, suspeitas) de A e não A , as quais não representem, necessariamente, uma contradição formal, as considerarmos “inconsistentes”, mas não

¹⁵⁶ MORTARI, 2001, p. 254.

¹⁵⁷ As lógicas que rejeitam (2) são comumente chamadas de paracompletas.

necessariamente explicarmos tal “inconsistência” em termos de uma negação forte ou da “contradição”. O que caracteriza a consistência ou inconsistência, por vezes, são elementos “extralógicos”, de caráter puramente epistemológicos, como a qualidade ou quantidade das evidências empíricas. O que começa a se evidenciar, portanto, é a necessidade de um *operador primitivo unário de consistência*, $\circ A$, informalmente tomado como “ A é consistente”, que esteja desassociado da ideia de não contradição e da negação forte, mas relacionado a algo que favoreça, epistemologicamente, a consistência de A , como mais e melhores evidências ou razões para crer ou não em A . A associação entre o operador unário \circ e o operador de negação paraconsistente \neg nos possibilita “controlarmos” a explosão, na medida em que A se apresenta como consistente. Em outras palavras, a negação paraconsistente somente forma contradições explosivas quando as proposições contraditórias são reconhecidamente estabelecidas como consistentes pelas evidências. Em termos formais:

$$A, \neg A \not\vdash_{LFI} B, \text{ enquanto } \circ A, A, \neg A \vdash_{LFI} B.$$

Desse modo, “uma LFI é, portanto, uma lógica que separa as sentenças para as quais a explosão se mantém daquelas para as quais não se mantém. As primeiras são marcadas com \circ . Por esse motivo, são chamadas de *suavemente [ou gentilmente] explosivas*”¹⁵⁸. Sob esta perspectiva, é possível se provar nas LFIs que consistência, $\circ A$, e não contradição, $\neg(A \wedge \neg A)$, não se equivalem. Conseguimos obter, desse modo, uma maneira de se dizer “não A ” em um contexto em que não se tem certeza sobre A . Talvez A não represente uma crença bem estabelecida, sólida, e não seja possível a descartarmos como “falsa”. Nesse caso, a negação paraconsistente é a maneira elegante de representarmos tal noção, através de $\neg A$ ¹⁵⁹. Uma negação incapaz de gerar por si mesma uma contradição formal, tampouco uma explosão ou trivialização. Por outro lado, se houver evidências suficientes ou fortes razões que favoreçam A , isto é, obtemos $\circ A$, neste caso, e apenas neste caso, diante de $A \wedge \neg A$ obtemos uma contradição formal explosiva e, com ela, a trivialização da teoria.

III.2 – A lógica *mbC*, os tablôs-*mbC* abduativos e a abdução enquanto processo

As LFIs, portanto, são lógicas que procuram isolar as partes inconsistentes e consistentes de uma teoria, admitindo as contradições e o princípio da explosão de maneira controlada. A lógica *mbC* é a mais básica das LFIs e tenta preservar o máximo possível da linguagem da LPC. Na

¹⁵⁸ CARNIELLI e CONIGLIO., 2016, p. 25. Os grifos e a expressão entre colchetes são meus.

¹⁵⁹ É válido ressaltar que a negação forte clássica é definida dentro da *mbC* como $\sim A := A \rightarrow (\circ A \wedge A \wedge \neg A)$. Isto é, diferentemente da LPC, portanto, a negação (forte) na *mbC* não é estabelecida em termos semânticos de consequência lógica ($A \wedge \sim A \vDash e \vDash A \vee \sim A$) e valorações opostas entre verdade e falsidade ($M(\sim A) = 0$ sse $M(A) = 1$), mas em termos de operadores primitivos de consistência \circ e negação \neg das LFIs. Trata-se de uma noção de negação que estabelece a consistência de A . Isto é, diante dela, não há dúvida sobre a falsidade de A .

verdade, trata-se de uma extensão desta, suportando, conseqüentemente, as suas propriedades, como reflexividade, monotonicidade, corte, contração e permutação, conforme exposto na seção II. O nome *mbC* se refere a uma lógica mínima que contém o axioma *bc1* (*basic property of consistency*), como veremos a seguir. A formalização da lógica *mbC* será apresentada sucintamente em quatro partes: (a) a ampliação do poder expressivo da linguagem através da codificação metateórica da noção de consistência e negação paraconsistente *na própria linguagem-objeto*; (b) a introdução de princípios sintáticos de axiomatização através do sistema de dedução formal do cálculo de Hilbert, o qual permite governar o processo de derivação dos novos operadores de consistência e negação, (c) a introdução das valorações que permitem determinar o comportamento semântico dos operadores de consistência e negação e, por fim, (d) as regras que regem os *tablôs-mbC*.

Inicialmente (a), tomemos uma linguagem \mathcal{L} padrão, em que haja a negação \neg em sua assinatura, e tomemos também um conjunto não vazio de fórmulas $\bigcirc(P)$, em que todas elas dependam apenas da variável proposicional P . Para que \mathcal{L} seja uma LFI, três critérios precisam ser atendidos, um relacionado precisamente à não explosão, outro à não trivialização e, por fim, o último relacionado à explosão controlada ou *gentilmente controlada*. Assim, obtemos, sendo A e B fórmulas:

(i) $A, \neg A \not\vdash B$ para alguma A e B . Em outras palavras, \mathcal{L} não é explosivo em relação à negação \neg em algumas circunstâncias;

(ii.1) $\bigcirc(A), A \not\vdash B$. Isto é, $\bigcirc(A)$ não trivializa na presença de A para qualquer A e B ;

(ii.2) $\bigcirc(A), \neg A \not\vdash B$. Isto é, $\bigcirc(A)$ não trivializa na presença de $\neg A$ para qualquer A e B ;

(iii) $\bigcirc(A), A, \neg A \vdash B$ para todos A e B . Em outras palavras, introduzidos os critérios (ii.1) e (ii.2) de modo a não tornar (iii) redundante, temos em (iii) o princípio da contradição gentilmente explosiva em relação a \neg e $\bigcirc(A)$, isto é, explosiva apenas na presença de $\bigcirc(A)$ e apenas sob a negação \neg para todos A e B .

O operador de consistência \circ ocorre quando o conjunto de fórmulas $\bigcirc(P)$ é um *singleton*, isto é, possui apenas um elemento, que é denotado por $\circ P$.

Devemos agora apresentar o conjunto de *schemas* de axiomas (b), baseados nos sistemas de dedução formal de Hilbert. Tal *schema* possui os axiomas conhecidos da LPC (Ax1-Ax9), sob a assinatura $\Sigma_+ = \{\wedge, \vee, \rightarrow\}$, mais o princípio do terceiro excluído $A \vee \neg A$ (Ax10), obtido com a negação paraconsistente, e a adição de mais um axioma que representa a explosão gentilmente controlada $\circ A \rightarrow (A \rightarrow (\neg A \rightarrow B))$ (bc1). Os sistemas formais de Hilbert procuram axiomatizar a LPC por meio de um conjunto de axiomas e de apenas uma regra de inferência, no caso, a *modus*

ponens. Na lógica *mbC*, isso não é diferente. Assim, temos:

$A \rightarrow (B \rightarrow A)$	(Ax1)		
$(A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$	(Ax2)		
$A \rightarrow (B \rightarrow (A \wedge B))$	(Ax3)		
$(A \wedge B) \rightarrow A$	(Ax4)	Schema de axiomas do sistema formal de Hilbert para a LPC	
$(A \wedge B) \rightarrow B$	(Ax5)		
$A \rightarrow (A \vee B)$	(Ax6)		
$B \rightarrow (A \vee B)$	(Ax7)		
$(A \rightarrow C) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow ((A \vee B) \rightarrow C))$	(Ax8)		
$(A \rightarrow B) \vee A$	(Ax9)		
$A \vee \neg A$	(Ax10)		Terceiro Excluído com negação paraconsistente
$\circ A \rightarrow (A \rightarrow (\neg A \rightarrow B))$	(bc1)	Explosão gentilmente controlada	
$\frac{A \quad A \rightarrow B}{B}$	(MP)	<i>Modus Ponens</i>	

A derivação de A a partir de um conjunto de fórmulas Γ , isto é, $(\Gamma \vdash_{mbC} A)$, ocorre como de costume, isto é, a derivação de Γ para A é uma sequência finita B_1, B_2, \dots, B_n de fórmulas da lógica *mbC*, de modo que A é B_n e, para todo $1 \leq i \leq n$, os seguintes critérios sejam atendidos:

- (i) B_i é uma instância do esquema de axiomas apresentados anteriormente, ou
- (ii) $B_i \in \Gamma$, isto é, B_i seja uma fórmula do próprio conjunto Γ , ou
- (iii) Há $j, k < i$ tal que $B_k = B_j \rightarrow B_i$, isto é, B_i se siga de B_j e B_k por *modus ponens*.

Por sua vez, as valorações semânticas (c) dos operadores podem ser definidas como

- (*vAnd*) $v(A \wedge B) = 1 \leftrightarrow v(A) = 1$ e $v(B) = 1$
- (*vOr*) $v(A \vee B) = 1 \leftrightarrow v(A) = 1$ ou $v(B) = 1$
- (*vImp*) $v(A \rightarrow B) = 1 \leftrightarrow v(A) = 0$ ou $v(B) = 1$
- (*vNeg*) $v(\neg A) = 0 \rightarrow v(A) = 1$
- (*vCon*) $v(\circ A) = 1 \rightarrow v(A) = 0$ ou $v(\neg A) = 0$

As valorações de ($vAnd$), (vOr) e ($vImp$) são as mesmas da LPC. A diferença na lógica mbC fica por conta das valorações de ($vNeg$) e ($vCon$), os operadores de negação paraconsistente e consistência, respectivamente. No primeiro caso, ($vNeg$) na valoração clássica é estabelecida de modo determinístico, isto é, se à fórmula negada é atribuído o valor 1, automaticamente e necessariamente é atribuído o valor 0 à sua afirmação e vice-versa. Já no caso de ($vNeg$) paraconsistente, por outro lado, esse comportamento se aplica apenas a uma via, mas não à outra. É um operador de implicação, não de bi-implicação. Ou melhor, ao atribuímos a valoração 0 a uma fórmula negada com o operador \neg , a sua afirmação é necessariamente 1, mas o contrário não é verdadeiro; no caso da mesma fórmula ser afirmada, pode-se ter a valoração 0 ou 1 em sua negação (mas não ambos ao mesmo tempo). Além do mais, com essa valoração, o Princípio da Não contradição é inválido, já que $v(\neg A) = 1$ e $v(A) = 1$ são valorações possíveis. Já no caso de ($vCon$), a presença de \circ indica que a fórmula é “consistente” e, sendo assim, recebe o valor 1, isto é $v(\circ A) = 1$. Com isso, tem-se que ou a fórmula A recebe a valoração 0 ou a sua negação paraconsistente, $\neg A$, recebe a valoração 0, mas o inverso não ocorre. Isto é, as valorações A e $\neg A$ não determinam o valor de $\circ A$. Desse modo, pode ocorrer de $v(A) = 1$ e $v(\neg A) = 0$, ou vice-versa, obtendo-se $v(\neg(\neg A \wedge A)) = 1$, mas $v(\circ A) = 0$. Isto demonstra que não contradição e inconsistência não são equivalentes na mbC . Podemos perceber de modo mais satisfatório o jogo das valorações a seguir:

A	$\neg A$	
1	1	$v1$
	0	$v2$
0	1	$v3$

A	$\neg A$	$\circ A$	
1	1	0	$v1$
	0	1	$v2$
	0	0	$v3$
0	1	1	$v4$
		0	$v5$

Definidas as valorações semânticas, as regras, tanto de construção dos ramos quanto de fechamento, que determinam os tablôs- mbC (d), podem ser caracterizadas do seguinte modo¹⁶⁰:

¹⁶⁰ Cf. (BUENO-SOLER, et al., 2017 pp. 324-325), com algumas alterações por questões de padronização.

Negação:	$0(\neg X)$	\longrightarrow	$1(X)$
R- <i>mbC</i> ¹⁶¹ :	$1(\circ X)$	\longrightarrow	$0(X) \mid 0(\neg X)$
Conjunção:	$1(X_1 \wedge X_2)$	\longrightarrow	$\frac{1(X_1)}{1(X_2)}$
	$0(X_1 \wedge X_2)$	\longrightarrow	$0(X_1) \mid 0(X_2)$
Disjunção:	$1(X_1 \vee X_2)$	\longrightarrow	$1(X_1) \mid 1(X_2)$
	$0(X_1 \vee X_2)$	\longrightarrow	$\frac{0(X_1)}{0(X_2)}$
Implicação:	$1(X_1 \rightarrow X_2)$	\longrightarrow	$0(X_1) \mid 1(X_2)$
	$0(X_1 \rightarrow X_2)$	\longrightarrow	$\frac{1(X_1)}{0(X_2)}$

Com exceção da segunda regra, a R-*mbC*, todas as outras são idênticas às do tablô clássico ou às do apresentado na seção anterior. Mais relevante do que as próprias regras de formação dos ramos são as de fechamento. Diferentemente do fechamento clássico, obtido por meio de uma contradição clássica “forte”, X e $\sim X$, temos agora *duas regras* de fechamento do ramo do tablô: $1(X)$ e $0(X)$ ou $1(X)$, $1(\neg X)$ e $1(\circ X)$. Como as valorações na lógica *mbC* não são vero-funcionais, isto é, não determinam “verdadeiro” ou “falso”, como vimos, e devido ao comportamento da negação paraconsistente \neg , é mais interessante utilizarmos a notação “1” ou “0”, representando “(não) há evidência de que” ou “(não) há razões para crer que”. Perceberemos que nos tablôs-*mbC*, $1(\neg X)$ e $0(X)$, por exemplo, não coincidem. Isso faz toda a diferença para o fechamento dos ramos, como veremos adiante.

A respeito da utilização do tablôs-*mbC* na abdução, podemos obter basicamente duas situações: aquelas em que ele se comportaria identicamente ao tablô abdutivo analisado na seção anterior, isto é, retornaria as mesmas explicações abduativas¹⁶², e outras em que o uso dos tablôs

¹⁶¹ Os autores apresentam ainda uma outra regra de tablô pertinente somente ao tablô-*mbC*, chamada R3, mas que resolvemos eliminar desta exposição para fins de simplificação. Os próprios autores dizem que “a regra R3 pode ser, em princípio, eliminada, mas é conveniente mantê-la no sistema” (BUENO-SOLER, et al., 2017, p. 325).

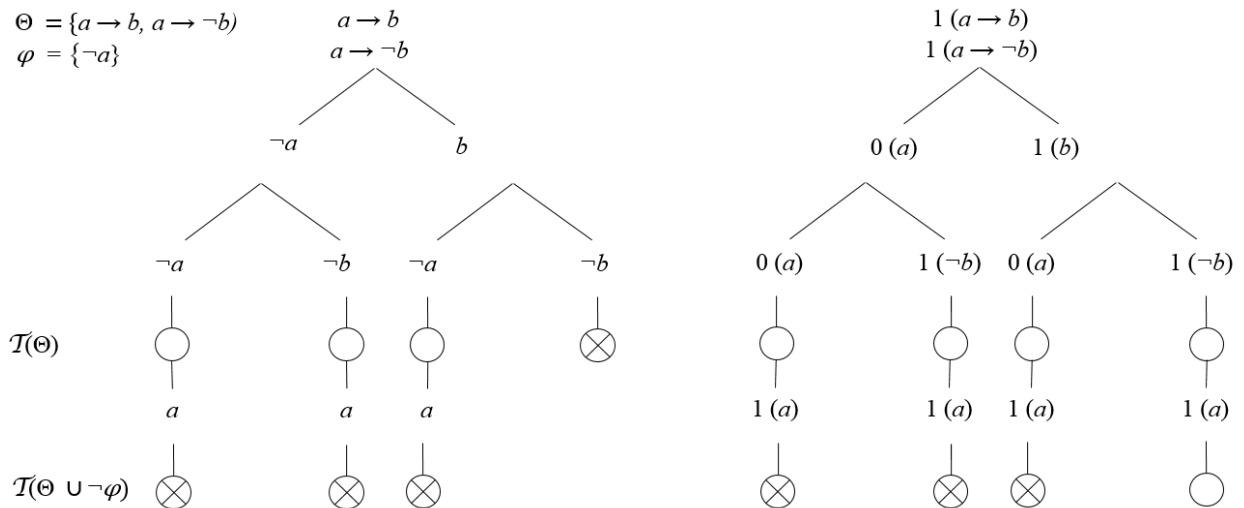
¹⁶² Por exemplo, se tivéssemos $\Theta = \{a \rightarrow c, b \rightarrow c\}$ e $\varphi = \{c\}$ ou $\Theta = \{a \rightarrow b, b \rightarrow c\}$ e $\varphi = \{c\}$. Do mesmo modo, devemos notar também que, no exemplo da grama molhada apresentado na seção anterior, se tivéssemos adotado o estilo inferencial simples no processo ou “algoritmo” (ou seja, caso tivéssemos adotado instruções de modo a obtermos $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) \cup \alpha_i$ fechado, em vez de, já de início, termos processado apenas os resultados consistentes através das instruções de extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ semifechada e $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ fechada), os literais resultantes seriam $\alpha = \{\neg b, c, r, w\}$ em vez de $\alpha = \{c, r\}$, já que não teríamos o critério da consistência para eliminarmos $\neg b$ e w . Ora, $\alpha = \{\neg b, c, r, w\}$ também seria o resultado caso tivéssemos utilizado o tablô-*mbC* como base para o processo “consistente” anterior (com as mesmas instruções de extensão semifechada/fechada). As razões para que os resultados sejam os mesmos são bastantes distintas, e, por isso, não podemos simplesmente assumir que adotarmos o tablô-*mbC* como base para o processo criado por Aliseda seria o mesmo que adotarmos o estilo inferencial simples.

abdutivos convencionais nos impossibilitaria de lidar com problemas cotidianos relativamente simples, devido às suas próprias limitações técnicas. Esta segunda situação é a que nos interessa no momento. Nosso objetivo, portanto, é o de justamente apresentar três exemplos nessa direção¹⁶³, os quais nos ajudarão a demonstrar como os tablôs-*mbC* abdutivos podem ser mais úteis e versáteis do que os tablôs abdutivos convencionais.

O primeiro exemplo é o que podemos chamar de *explicações que evitam uma conclusão apressada*. Imaginemos uma circunstância em que o uso de algumas drogas seja benéfico para determinados problemas de saúde, mas que, ao mesmo tempo, tais drogas sejam deletérias em relação a outros aspectos; tenham severos efeitos colaterais, por exemplo. Poderíamos representar esta situação como $\Theta = \{a \rightarrow b, a \rightarrow \neg b\}$. A conclusão necessária (e apressada), quando temos a LPC como pano de fundo, seria $\varphi = \{\neg a\}$, isto é, não tomar o remédio. É claro que φ aqui não se refere a um “evento observável”, para sermos fiel à taxonomia de Aliseda e à definição de argumento explanatório desenvolvido anteriormente, mas a uma conclusão de um raciocínio dedutivo. No entanto, a estrutura argumentativa é a mesma e serve de modo bastante adequado para ilustrar a situação¹⁶⁴. É evidente que este é um cenário em que não seria possível abordarmos com o tablô abductivo nos moldes apresentados na seção anterior, afinal, de antemão, $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ é fechado, como mostra a figura à esquerda:

¹⁶³ Os três exemplos são apresentados de modo muito simples em BUENO-SOLER, et al., 2017. Todavia, tentamos aqui detalhá-los de modo mais preciso, em virtude da ênfase no caráter de processo que estamos tentando colocar.

¹⁶⁴ É de suma importância percebermos que este exemplo pode não ser bem caracterizado como uma abdução legítima pela taxonomia de Aliseda. Tampouco se adequa a qualquer abordagem de explicação científica em que a “conclusão” seja, de fato, o *explanandum*. A noção aqui é muito mais a de “prova” dedutiva do que de explicação. Como vimos já em Aristóteles, estas coisas não coincidem. Ademais, lembremo-nos também de que φ é um fato ou evento observado que gera espanto e, como tal, a circunstância $\Theta \Rightarrow \neg\varphi$, também caracterizada pelo tablô $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ fechado, envolveria um gatilho de anormalidade abductiva, fazendo com que a teoria Θ precisasse ser revisada. Trataremos desta questão logo adiante, na conclusão desta seção, mas, por ora, aceitemos o exemplo para que seja possível compreendermos o aumento de poder expressivo da linguagem da Lógica-*mbC*.



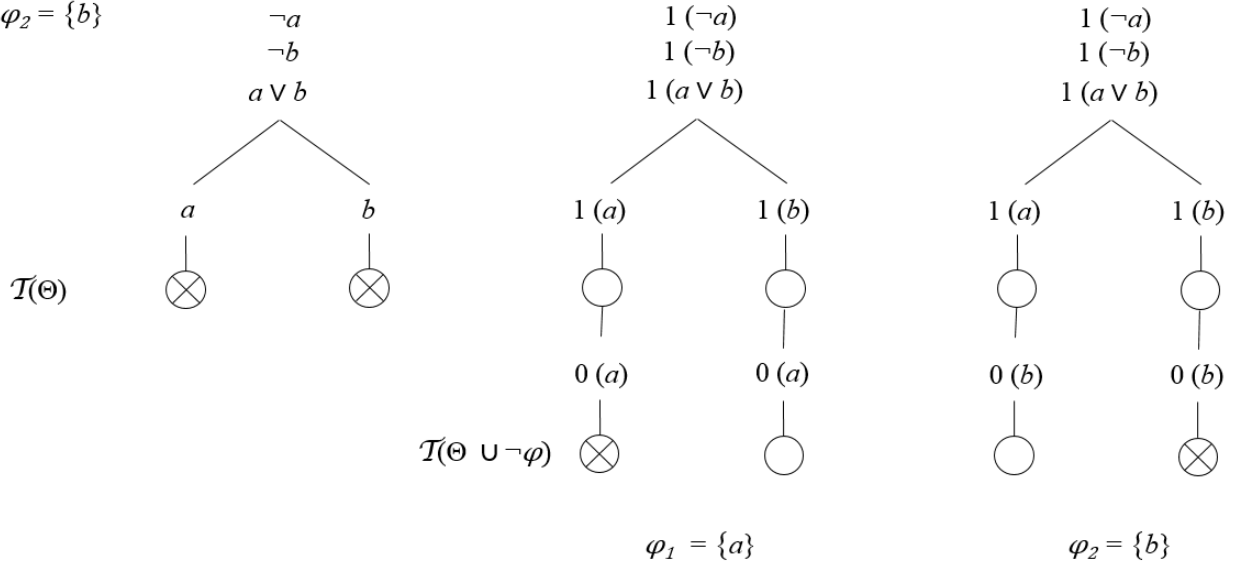
Observemos agora a figura à direita, a qual representa um tablô-*mbC*. Há um ramo que não se fecha, afinal, $1(b)$ e $1(\neg b)$ conjuntamente não fecham o ramo do tablô, de acordo com as novas regras de fechamento. Se executássemos o procedimento para o estilo consistente, apresentado na seção II, isto é, extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ semifechada e, com os literais resultantes, calculássemos a extensão $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ fechada, obteríamos como uma explicação abdutiva possível $\alpha = \{0b\}$. Essa situação nos descreve que a conclusão $\varphi = \{\neg a\}$ só deveria ser adotada caso tivéssemos evidências suficientes ($0b$) em relação aos efeitos contraditórios da medicação ($b, \neg b$).

Pensemos agora em um segundo exemplo. Chamemos de *dúvida em relação à culpa de um crime* ocorrido. Há dois suspeitos, João e Maria. Devido aos princípios jurídicos, devemos presumir a inocência de ambos ($\neg a$ e $\neg b$). Além disso, a situação está colocada de tal modo que ou foi João ou Maria que cometeu o crime ($a \vee b$). Essa situação se desdobra em dois tablôs, $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi_1)$ e $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi_2)$, nos quais João ou Maria cometeram o crime, respectivamente: $\Theta = \{\neg a, \neg b, a \vee b\}$, $\varphi_1 = \{a\}$ e $\Theta = \{\neg a, \neg b, a \vee b\}$, $\varphi_2 = \{b\}$. Pelo tablô representado à esquerda, notamos que $\mathcal{T}(\Theta)$ é fechado, portanto, a teoria já é, de antemão inconsistente, o que inviabilizaria a abordagem adotada na seção II:

$$\Theta = \{\neg a, \neg b, a \vee b\}$$

$$\varphi_1 = \{a\}$$

$$\varphi_2 = \{b\}$$



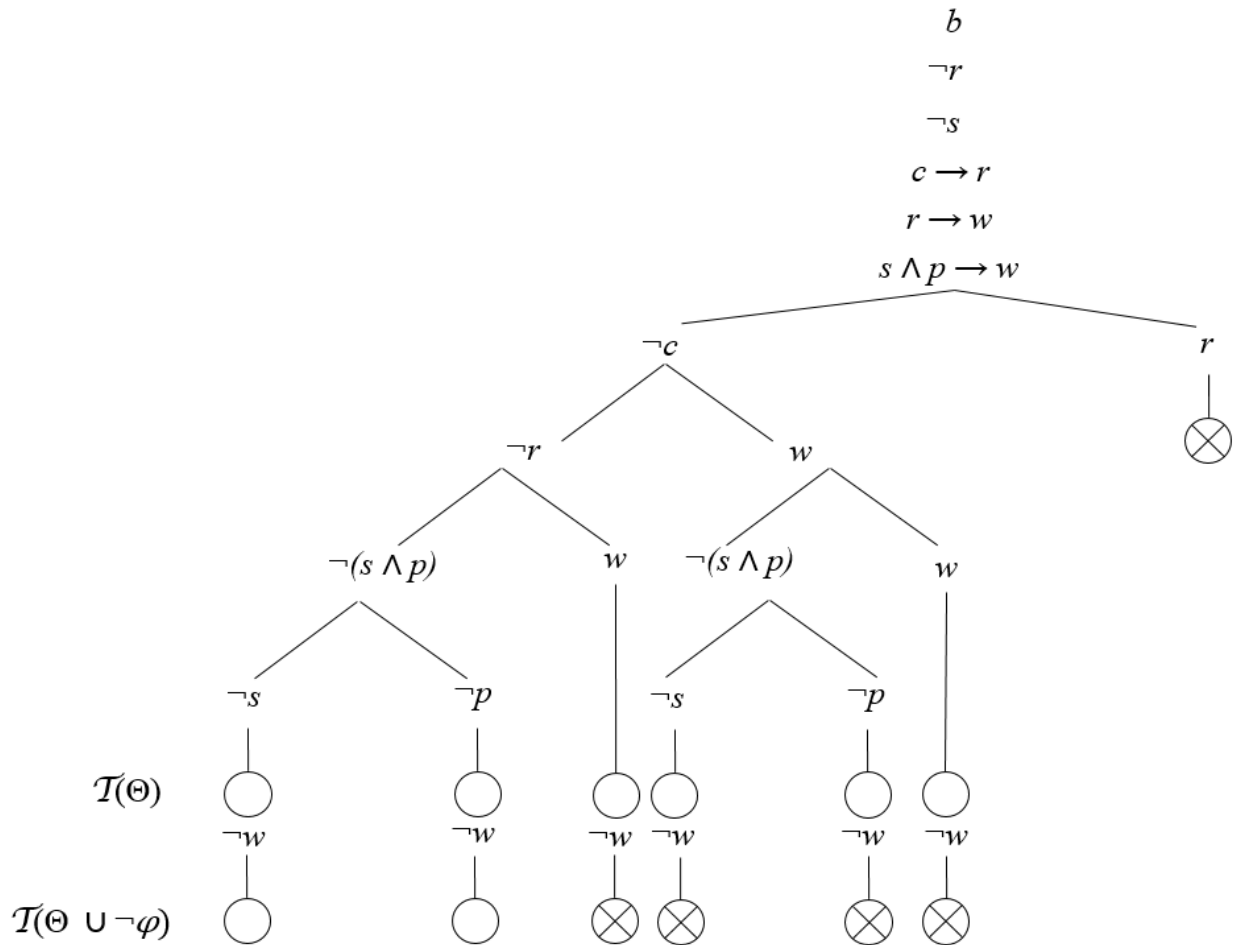
Se o tablô-*mbC* fosse utilizado, todavia, teríamos as duas outras situações representadas na figura, isto é, $1(\neg a)$ não fecha $1(a)$, tampouco $1(\neg b)$ fecha $1(b)$. Caso realizássemos novamente o mesmo procedimento (extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ semifechada / extensão $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi) + \{X_i\}$ fechada), obteríamos, como uma explicação abdutiva possível, $\alpha = \{\circ b\}$ e $\alpha = \{\circ a\}$, no tablô do meio e no da direita, respectivamente. Essa conjuntura nos diz que só deveríamos julgar João culpado quando tivéssemos evidências suficientes acerca da inocência de Maria e vice-versa. As duas circunstâncias podem ser descritas, dedutivamente, como:

$$\neg a, \neg b, a \vee b, \circ b \vDash_{mbC} a$$

$$\neg a, \neg b, a \vee b, \circ a \vDash_{mbC} b$$

Por fim, chegamos a um terceiro exemplo interessante, a saber, o da *explicação impossível*. Tomemos o mesmo exemplo da seção II com algumas modificações. Imaginemos que nos chegam as informações de que não choveu, $\neg r$, e de que ninguém abriu a torneira do irrigador, $\neg s$. Teríamos a seguinte situação: $\Theta = \{b, c \rightarrow r, r \rightarrow w, s \wedge p \rightarrow w, \neg r, \neg s\}$ e $\varphi = \{w\}$. É bastante simples notarmos que não há nenhuma solução¹⁶⁵, caso adotemos o tablô abductivo com o estilo inferencial consistente sugerido por Aliseda. As soluções $\alpha = \{c, r, s \wedge p\}$ encontradas anteriormente gerariam uma contradição, trivializando o sistema. Podemos perceber este inconveniente visualmente na representação dos seguintes tablôs, $\mathcal{T}(\Theta)$ e $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$, a seguir:

¹⁶⁵ É válido ressaltar, no entanto, que teríamos soluções, caso o estilo de inferência adotado fosse o simples, ao invés do consistente. Explicações abductivas como $\neg b$ e w , por exemplo, seriam possíveis.



É possível notarmos que ao calcularmos a extensão $\mathcal{T}(\Theta) + \{X_i\}$ semifechada, obteríamos como resultado apenas p e $\neg w$, os quais não fechariam $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ ¹⁶⁶. Caso estivéssemos diante da mesma situação, mas operando com um tablô-*mbC*, $\neg r$ e $\neg s$ poderiam ser fruto de informações dúbias ou não confiáveis e, neste caso, o ramo à direita do tablô não seria fechado ($1(\neg r)$ não fecha $0(r)$) e continuaríamos obtendo como respostas possíveis $\alpha = \{c, r, s \wedge p\}$. Suponhamos agora que a crença de que não choveu fosse altamente justificada por outras evidências, como a não ocorrência de carros e telhados de outras casas molhados ou a obtenção de outras opiniões confiáveis. Neste caso, $\circ r$ pode ser acrescentado ao sistema, garantindo que $\neg r$ de fato seja o caso. Neste cenário, teríamos:

¹⁶⁶ É evidente que, se pensarmos sob a perspectiva da abordagem de Aliseda, p seria uma explicação parcial, logo, não teríamos um exemplo ideal de “explicação impossível”. O exemplo, contudo, tenta elucidar algumas situações em que a paraconsistência, aplicada a contextos de abdução, tenha um papel relevante. Nesse sentido, podemos, neste caso, para fins ilustrativos e didáticos, desprezar esta questão.

Explanatório Paraconsistente ($\Theta \mid \alpha \Rightarrow_{mbCE} \varphi$):

- (i) $\Theta, \alpha \models \varphi$,
- (ii) $\Theta \not\models \varphi$,
- (iii) $\alpha \not\models \varphi$.

A lógica *mbC*, assim, estaria subjacente ao estilo inferencial explanatório. A grande vantagem seria aproveitarmos toda a taxonomia e os mecanismos de processo desenvolvidos por Aliseda e ganharmos em poder expressivo da linguagem fornecido pela lógica *mbC*. Afinal, em vez de termos um estilo inferencial dedicado para “retirar todas as inconsistências”, no caso, o estilo consistente, e outro que “não tira inconsistência alguma, mas explica de modo relevante”, como é o caso do estilo explanatório isolado, os quais precisam ser por vezes combinados, teríamos apenas um, no qual a questão da trivialização da teoria não fosse “barrada” por uma mera restrição global, como $\Theta \not\models \neg\alpha$, mas incorporada na própria linguagem-objeto da lógica subjacente. Isso faria com que as questões de trivialização ou não trivialização ficassem a cargo das *evidências advindas externamente ao sistema*, apreendidas pelo aumento do poder expressivo da linguagem e relativas a cada sentença proposicional, em vez de uma restrição lógica interna que afeta todas as sentenças proposicionais contidas naquele sistema. Em outras palavras, ganharíamos em granularidade e controle ao adquirirmos a capacidade de diferenciarmos as proposições que de fato são passíveis de trivialização, devido à quantidade de evidências ou razões para nelas crer, daquelas que podem ali permanecer, sem causar grandes danos à lógica interna do sistema.

Evidentemente, como não poderia deixar de ser, alguns problemas se revelam¹⁶⁷. Um deles é que a lógica *mbC*, como uma extensão da LPC, respeita as regras de reflexividade, monotonicidade, corte, contração e permutação. Conforme apresentado nas regras estruturais da seção II, este não é o caso do raciocínio abduutivo, tampouco de um argumento explanatório. Pelo menos não tomados sob a perspectiva dos estilos inferenciais propostos em conformidade com o modelo hempeliano. Em larga medida, isto ocorre porque na taxonomia de Aliseda (e de Hempel), Θ e α não são simplesmente premissas, mas são dois tipos distintos de premissas que não se misturam devido à diferença de suas respectivas naturezas. Apenas são combinadas para, juntas, realizarem a explicação de φ . Sendo assim, talvez alguma versão modificada da lógica *mbC* fosse necessária.

Um segundo problema diz respeito ao caso das explicações abdutivas em forma de

¹⁶⁷ É preciso ter em mente que a lógica *mbC* é uma dentre outras LFIs. Sendo assim, a utilização de outras dessas lógicas, como extensões da própria *mbC*, por exemplo, poderiam sanar eventuais problemas encontrados na abordagem aqui apresentada.

disjuntivas. Como vimos, elas são uma boa alternativa para quando precisamos representar implicações logicamente equivalentes. Contudo, na lógica mbC , $\neg A \rightarrow B \vDash_{mbC} A \vee B$, mas $A \vee B \not\vDash_{mbC} \neg A \rightarrow B$. Apenas $\circ A$, $A \vee B \not\vDash_{mbC} \neg A \rightarrow B$ ¹⁶⁸. Portanto, outros níveis de adequação no modelo de Aliseda seriam necessários.

Um outro e último problema diz respeito a um componente específico da taxonomia de Aliseda: os gatilhos (*triggers*). De acordo com sua visão, como vimos, há dois gatilhos, a *novidade abdutiva*, isto é, φ é uma novidade se $\Theta \not\Rightarrow \varphi$, $\Theta \not\Rightarrow \neg\varphi$, e a *anomalia abdutiva*, isto é, φ é uma anomalia se $\Theta \not\Rightarrow \varphi$, $\Theta \Rightarrow \neg\varphi$. Ambos os gatilhos possuem a restrição $\Theta \not\Rightarrow \varphi$ e a sua necessidade é evidente: sem ela, a própria teoria explicaria o evento observado e não precisaríamos gerar hipótese explicativa alguma. A segunda restrição de cada gatilho, portanto, é o que os diferencia. A motivação por trás da restrição $\Theta \not\Rightarrow \neg\varphi$ da novidade abdutiva é o fato de as sentenças contidas na teoria Θ - as quais, em um contexto de explicação científica, devem ser verdadeiras para Aristóteles e “razoavelmente bem confirmados pelas evidências empíricas” para Hempel, como vimos - não poderem explicar a *negação* de um fato observado surpreendente com o qual acabamos de nos deparar. Afinal, geralmente tomamos o fato surpreendente como “verdadeiro”. Se isso ocorresse, isto é, $\Theta \Rightarrow \neg\varphi$, seria, portanto, devido a algum problema com a teoria: ou haveria nela alguma sentença falsa ou mesmo algum erro em sua estrutura lógica interna, demandando, portanto, ser revisada. A questão é que, com o advento da paraconsistência e da lógica mbC , a teoria Θ não é tão facilmente trivializada. Isto implica que poderia haver situações em que $\Theta \Rightarrow_{mbC} \neg\varphi$, arranjadas, contudo, de tal modo que Θ não necessitasse ser revisada. Afinal, as explicações abdutivas passam a poder, agora, tanto ter a forma $\alpha = \{\circ X_1, \dots, \circ X_n\}$ ¹⁶⁹ como simplesmente ser a negação de alguma fórmula previamente presente na teoria, sem, no entanto, trivializá-la. De um ponto de vista do processo lógico-computacional, em que a noção de consequência fosse a \Rightarrow_{mbC} , estas situações deveriam ser simplesmente tratadas a partir do gatilho de *novidade abdutiva*, a despeito de $\Theta \Rightarrow_{mbC} \neg\varphi$. Logo, a fim de preservarmos a noção de gatilho, importante para uma abordagem de processo, uma possível sugestão, presumivelmente não livre de problemas, seria os reformularmos do seguinte modo:

¹⁶⁸ Ver Carnielli, W. & Coniglio, M. E., 2016, p. 62 para a análise das respectivas tabelas-verdade que provam estas afirmações.

¹⁶⁹ O primeiro exemplo, referente às *explicações que evitam uma conclusão apressada*, a despeito de não possuir uma forma que se enquadraria perfeitamente na taxonomia proposta até então, ilustra bem esta situação. De um ponto de vista estritamente lógico-computacional, sob uma inferência do tipo \Rightarrow_{IAC} ou \Rightarrow_{IAE} , este exemplo seria tratado como uma anomalia abdutiva e teria sua teoria revisada, o que, como vimos, não precisaria necessariamente ser o caso. Ele poderia ser simplesmente tratado como um processo de novidade abdutiva, caso a lógica mbC fosse a subjacente.

novidade abdutiva: φ é uma novidade se $\Theta \not\Rightarrow_{mbC} \varphi$;

anomalia abdutiva: φ é uma anomalia se

$$\Theta \not\Rightarrow_{mbC} \varphi,$$

$$\Theta \Rightarrow_{mbC} \neg\varphi,$$

$$\circ\varphi \in \Theta$$

Esta última restrição para a anomalia abdutiva exige que a teoria só deveria sofrer um processo de revisão caso o evento observado negasse, de fato, algo considerado bastante estabelecido e fundamentado, à luz da robustez empírica ou das fortes razões para nelas crer. A retirada da restrição $\Theta \not\Rightarrow_{mbC} \neg\varphi$ do gatilho de novidade abdutiva, por sua vez, garantiria que revisões desnecessárias da teoria não fossem realizadas, isto é, fossem encaradas apenas como novidade. A tentativa de adequação dos tablôs-*mbC* à taxonomia e à abordagem de processo de Aliseda, absorvendo, inclusive, a nova sugestão de “gatilhos-*mbC*” apontada, se apresenta como uma proposta interessante. Sobretudo se o “gatilho-*mbC*” de anormalidade “disparasse” um processo de revisão, cuja lógica subjacente fosse a lógica AGM de revisão de crenças – o tema da seção seguinte.

IV - ABDUÇÃO ENQUANTO REVISÃO DE CRENÇAS AGM

A abordagem relativa à lógica AGM¹⁷⁰ de revisão de crenças é largamente utilizada em modelos computacionais destinados à Inteligência Artificial e é bastante diferente (e bem mais recente) do que as abordagens lógicas “linguísticas” ou “semânticas” tradicionais, nas quais a linguagem e seu significado, isto é, sua relação com o “mundo exterior” e seus critérios de verdade, são sua principal matéria-prima. Ao contrário, a matéria-prima dos modelos AGM são os *estados* ou *conjuntos de crenças*, de algum ente humano ou não, e suas respectivas *mudanças*, tornando-se, assim, uma teoria eminentemente *epistêmica*. Sendo assim, para que seja possível compreendermos mais adequadamente como a abordagem da abdução apresentada até aqui pode ser inserida neste modelo, é necessário, antes de mais nada, termos em mente algumas noções teóricas fundamentais que nos ajudarão no decorrer desta exposição. A primeira parte desta seção se destinará a esta tarefa, utilizando-se como referência sobretudo na publicação seminal de Peter Gärdenfors, *Knowledge in Flux – Modeling the Dynamic of Epistemic States*. Na segunda parte,

¹⁷⁰ A sigla AGM é devido ao nome de seus primeiros desenvolvedores: Carlos Alchourrón, Peter Gärdenfors e David Makinson. Seus primeiros trabalhos datam de meados dos anos 1980.

trataremos brevemente da concepção de pragmatismo, inicialmente introduzida por Peirce, a fim de tentarmos identificar algumas possíveis semelhanças com o modelo lógico AGM. Na terceira e última parte, aos mesmos moldes das seções anteriores, apresentaremos como Aliseda trata, de modo muito curioso, mas ainda bastante preliminar, os tablôs abduativos, mas, desta vez, sob a luz do modelo lógico AGM.

IV.1 - AGM: introdução à lógica de revisão de crenças

Segundo Gärdenfors, curiosamente, para se modelar um sistema de crenças, não é necessário pressupor nenhuma linguagem-objeto como noção primitiva. Ao contrário, sua posição filosófica é a de que são as expressões linguísticas que têm, como pré-requisito necessário, um sistema de crenças subjacente e mais profundo, não o contrário. Dito de outro modo, “uma sentença não captura seu significado de alguma correspondência com o ‘mundo’ [formando, portanto, o estado de crenças], mas o significado pode ser determinado apenas em relação a um sistema de crenças”¹⁷¹. O significado de uma expressão linguística “reside”, assim, em uma entidade cognitiva, isto é, em um sistema de crenças mediador entre a linguagem e o “mundo externo”, não no “mundo externo” em si próprio. Sob tal visão, a linguagem passa a ser uma mera “ferramenta para comunicar o conteúdo de estados epistêmicos entre indivíduos, não algo sobre o qual tais estados são construídos”¹⁷². Sob tal visão, os critérios tradicionais de composicionalidade dos termos de uma sentença, necessários para atribuímos suas respectivas valorações semânticas, não fazem sentido. Trata-se, assim, de uma teoria conceitualista que não pressupõe nenhum tipo de referência ao “mundo externo” fora de estados epistêmicos individuais.

A primeira consequência direta dessa visão é que um critério de “aceitação de crenças” é mais primitivo que o de “verdade”. Com efeito, a própria noção de “verdade” passa a ser coadjuvante e, em muitos casos, desnecessária. A segunda, relacionada com a primeira, é que a noção clássica de consequência lógica deixa de ser condição necessária para expressar uma “inferência” para ser apenas um componente auxiliar na lógica interna de um determinado estado de crenças. “Aceitar” ou “rejeitar” crenças, afinal, é algo muito distinto de “acarretar verdades”, de um conjunto de premissas para uma conclusão. Conforme apresentado na seção II, todavia, o parâmetro inferencial \Rightarrow , contido na taxonomia de Aliseda, permite a utilização de diversas concepções de “inferência”. A lógica AGM, portanto, pode ser naturalmente empregada, sem que seja preciso abrir mão de sua construção taxonômica.

¹⁷¹ GÄRDENFORS, 1988, p. 18.

¹⁷² Ibid., p. 8.

A Lógica-AGM descrita por Gärdenfors possui, de modo bastante preliminar, sete principais elementos, a saber, (1) os *estados epistêmicos* propriamente ditos, (2) uma classificação de *atitudes epistêmicas*, (3) as *entradas epistêmicas (epistemic input)*, (4) as operações de *mudanças de crenças* ou epistêmicas e, por fim, os (5) *critérios de racionalidade*. Ademais, todos estes elementos podem ser pensados de dois modos, distintos, mas umbilicalmente correlacionados: o primeiro diz respeito aos respectivos (6) *postulados*, referentes a cada operação de mudança de crenças, isto é, às regras ou restrições às quais toda e qualquer mudança de crença estritamente e idealmente racional deveria estar submetida, e o segundo relativo à (7) *construção de funções de contração*. Em larga medida, estes dois modos podem ser tomados como a relação produto e processo apresentada por Aliseda. A seguir, atemo-nos a cada um destes pontos.

Os *estados epistêmicos* (1) são as entidades centrais apresentadas pelo autor e representam os estados cognitivos propriamente ditos, atuais ou possíveis, dos entes individuais. Não se trata de estados psicológicos ou de como as crenças são articuladas em nosso cérebro, mas de uma idealização desse estado psicológico, isto é, “uma idealização que é julgada em relação aos critérios de racionalidade [(5)]da teoria epistemológica”¹⁷³. Logo, até mesmo um computador pode ter um estado epistêmico. Os estados epistêmicos podem ser modelados de diversas maneiras, mas Gärdenfors apresenta três; os modelos bayesianos, os modelos baseados em mundos possíveis e os modelos baseados em *conjunto de sentenças*. Para nosso propósito, a modelagem considerada será somente a última. Portanto, preliminarmente, adotemos A como sendo uma sentença que expressa uma proposição e K um estado de crenças representado por um conjunto de sentenças ou conjunto de crenças (*belief set*)¹⁷⁴.

As *atitudes epistêmicas* (2) se referem aos diversos estados ou condições (estáticas) em que determinadas crenças se encontram em um determinado estado epistêmico. Na modelagem realizada a partir de um conjunto de crenças, por exemplo, considera-se normalmente três atitudes epistêmicas:

¹⁷³ GÄRDENFORS, 1988, p. 9.

¹⁷⁴ Conforme veremos adiante, um conjunto de crenças é modelado de modo a ser fechado por consequências lógicas ($Cn(K)$, no sentido tarskiano). Este advento, evidentemente, nos traz uma série de inconvenientes. Por exemplo, todas as crenças dentro de um conjunto de crenças devem ser tratadas do mesmo modo, com o mesmo grau de seriedade, quer elas expressem proposições, quer elas sejam apenas consequências lógicas destas proposições. Isto é, se temos a sentença p , “Shakespere escreveu Hamlet”, devido ao fechamento lógico, $p \vee q$, “Shakespere escreveu Hamlet ou Charles Dickens escreveu Hamlet”, deveria também ser considerada, mesmo sendo uma mera consequência lógica (conforme HANSSON, 2017). Em modelagens de estados epistêmicos mais recentes, a fim de aumentar o poder expressivo do modelo, normalmente introduz-se a noção de *belief base* de modo que “para cada *belief base* A , há um *belief set* $Cn(A)$ que representa as crenças de acordo com A ” (ibid.). Deste modo, as sentenças que estão no *belief set*, mas não estão no *belief base* são apenas as derivadas da consequência lógica e podem ser tratadas de modo distinto. Assim como os modelos bayesianos e os baseados em mundos possíveis, os *belief bases* não serão aqui abordados.

- (i) $A \in K$: A é aceita;
- (ii) $\neg A \in K$: A é rejeitada;
- (iii) $A \notin K$ e $\neg A \notin K$: A é indeterminada.

Evidentemente, a classificação das diversas variedades de atitudes epistêmicas depende do modelo do estado epistêmico adotado. É interessante notarmos que, em um modelo baseado em conjunto de crenças, a “valoração” de uma atitude epistêmica pode ser descrita em termos de relação de pertencimento de uma crença a um conjunto. Além disso, de modo geral, em contextos informais, por exemplo, atitudes epistêmicas podem ser identificadas através de manifestações linguísticas ou juízos do tipo “ S acredita que A ”, “ S não sabe sobre A ”, “ S está convencido de que A ”, etc¹⁷⁵.

As *entradas epistêmicas* (3), por sua vez, representam as “forças externas” necessárias para que haja uma mudança epistêmica. Elas representam experiências externas, de qualquer natureza, linguística, como instruções, ou não linguística, como impressões sensoriais¹⁷⁶, que são “absorvidas” pelos estados epistêmicos em um processo de mudança epistêmica. Diferentemente do gatilho, apresentado por Aliseda, a ênfase aplicada às entradas epistêmicas não está na natureza ou na forma externa com que ela se apresenta, mas exclusivamente nos *efeitos* que elas causam internamente no estado epistêmico. No caso dos modelos baseados em conjuntos de crenças, há apenas dois desses efeitos: (3.a) a *adição*, quando há, por exemplo, uma nova evidência ou uma pressuposição hipotética para um argumento e a (3.b) *derrogação*, que pode ser “o resultado de evidências conflitantes ou o desejo de se abrir para investigação uma sentença que contradiz o que era anteriormente aceito”¹⁷⁷.

¹⁷⁵ Sven Ove Hansson, em seu livro *A Textbook of Belief Dynamics – Theory Change and Database Updating*, de 1996, expõe de modo bastante didático as atitudes epistêmicas. O autor simula um diálogo com um computador detentor de um estado de crenças modelado a partir de um conjunto de sentenças. Ao ser questionado com perguntas do tipo “você acredita em P ?” ou “é o caso que P ?”, as respostas “sim” ou “não” fornecidas pelo computador representam, respectivamente, as atitudes epistêmicas de “aceitação de P ” e “rejeição de P ” no estado epistêmico. Ver HANSSON, 1996, pp. 5-6. É interessante notarmos que P , de fato, não precisa ter qualquer relação com o mundo externo. Conforme expõe Hansson, “[...]vamos estudar as propriedades dos bancos de dados em geral, ou seja, aquelas propriedades que não dependem do conteúdo de um determinado banco de dados. Não queremos ser incomodados pelos meandros da ornitologia, ou por qualquer outro conteúdo em particular. Em vez disso, estamos interessados no padrão geral de respostas a perguntas como ‘você acredita que...?’” (HANSSON, 1996 p. 5).

¹⁷⁶ Uma entrada epistêmica pode ser, conforme Hansson, uma mera instrução “para responder perguntas de uma maneira nova. Para isso, precisamos apenas de dois tipos de instruções, ‘Acredite que...!’ e ‘Não acredite que...!’ (HANSSON, 1996, p. 7). Estas instruções correspondem exatamente às entradas de *adição* e *derrogação* apresentadas por Gärdenfors.

¹⁷⁷ GÄRDENFORS, 1988, p. 14. Segundo Hansson, “Modelos sentenciais de mudança de crença (tacitamente) assumem que todas as entradas podem, em termos de seus efeitos sobre os estados de crença, ser adequadamente representadas por sentenças. Quando vejo uma galinha no telhado (uma entrada sensorial), supõe-se que eu ajuste meu estado de crença *como se* o tivesse modificado para incluir a frase ‘Há uma galinha no telhado’ (uma entrada linguística)” (HANSSON, 1996, p. 8). Grifos do próprio autor.

As operações de *mudanças epistêmicas* (4), ou seja, de um estado epistêmico para outro, ocorrem quando, mediante uma determinada entrada epistêmica, há uma alteração de uma atitude epistêmica para outra. É possível identificarmos, desse modo, as seguintes operações de mudança epistêmica:

(i) *Expansão* de K em relação a A (ou $\neg A$) (notação $K + A$): quando há a *adição* de A (ou $\neg A$) em K , sem a *derrogação* de nenhuma outra crença. A mudança ocorre da atitude epistêmica "A é indeterminada" para "A é aceita" ou "A é rejeitada".

(ii) *Contração* de K em relação a A (ou $\neg A$) (notação $K \div A$): quando há a *derrogação* de A (ou $\neg A$) em K . A mudança ocorre da atitude epistêmica "A é aceita" ou "A é rejeitada" para "A é indeterminada".

(iii) *Revisão* de K em relação a A (ou $\neg A$) (notação $K * A$): quando há a *adição* de A (ou $\neg A$) que *contradiz* o que há em K . A mudança ocorre da atitude epistêmica "A é aceita" para "A é rejeitada" ou de "A é rejeitada" para "A é aceita".

Os *critérios de racionalidade* (5) são aqueles adotados, em um nível mais fundamental e intuitivo da teoria, de modo a estabelecermos alguns princípios básicos de “comportamento racional idealizado” para os componentes e operações presentes em todos os modelos AGM. Em outras palavras, são *ideais racionais regulativos* que devem ser, o máximo possível, respeitados em operações de mudança de crenças. No caso de um modelo baseado em um conjunto de crenças, alguns critérios de racionalidade idealizados são fundamentais. São eles: a *consistência*, isto é, em um conjunto de proposições não pode haver ao mesmo tempo sentenças A e *não* A ; os estados epistêmicos são *fechados sob consequência lógica*, isto é, o conjunto de todas as consequências lógicas das sentenças contidas no conjunto de sentenças também fazem parte do conjunto de sentenças (isto é, $K = Cn(K)$)¹⁷⁸; os estados epistêmicos devem estar em *equilíbrio*, isto é, se não houver nenhuma entrada epistêmica, uma “força externa”, que possa provocar mudança, um estado epistêmico racional idealizado deve se ajustar até atingir o equilíbrio “sob todas as forças da crítica interna”¹⁷⁹; as operações de mudanças de crenças devem respeitar o critério de *economia informacional*, isto é, deve-se reter a maior quantidade de informação possível¹⁸⁰ e, portanto, elas

¹⁷⁸ Isso significa que, por exemplo, se $A \in K$, então $\{A \vee B, B \rightarrow A, \neg A \rightarrow B\} \in K$. Evidentemente, trata-se de uma modelagem idealizada, já que nenhum ente humano é capaz de lidar desse modo com suas crenças.

¹⁷⁹ GÄRDENFORS, 1988, pp. 9-10.

¹⁸⁰ Sobre tudo em operações de contração, como veremos logo adiante. Como o conjunto de crenças é fechado sob consequências lógicas, ao derogarmos A também é necessário derogarmos as sentenças que acarretam A . Isso deve ser feito de modo a se preservar a maior quantidade de informação possível.

devem ser *mínimas*. Por fim, as crenças consideradas mais fortes, enraizadas, devem ser mantidas em detrimento das mais fracas, isto é, o critério do *entrenchamento epistêmico*

A despeito da dinâmica das mudanças de crenças não requererem, por si só, uma linguagem-objeto, por serem, segundo Gärdenfors, mais fundamentais, como vimos, a representação da lógica interna de um modelo baseado em conjuntos de sentenças a requer. Neste sentido, as sentenças do tipo A, B, C , etc, são utilizadas como meros “pontos ideais” e “elas não implicam nada sobre a correspondência entre um estado de crença e o mundo externo, elas não representam valores de verdade”¹⁸¹. Assim, a linguagem-objeto \mathcal{L} mínima pode ser descrita contendo: os símbolos de negação (\neg), conjunção ($\&$), disjunção (\vee), implicação material (\rightarrow), verdade (\top), falsidade (\perp) e variáveis sentenciais A, B, C , etc. Pressupõe também uma relação de consequência (\vdash) que governa \mathcal{L} nos mesmos termos da LPC. Assim, temos:

- A é logicamente válida se, e somente se, é consequência de um conjunto vazio;
- Se A é uma tautologia verofuncional, então $\vdash A$;
- *Modus Ponens*: $\vdash A \rightarrow B$ e $\vdash A$, então $\vdash B$;
- Consistência: isto é, não $\vdash \perp$;
- Teorema da dedução: $\vdash A \rightarrow B$ se, e somente se, $A \vdash B$;

Ademais, temos as seguintes definições:

Conjunto de crenças BS: um conjunto K de sentenças é um conjunto de crenças (não absurdo) racional se, e somente se, (i) \perp não é uma consequência lógica das sentenças em K e (ii) se $K \vdash B$, então $B \in K$ ¹⁸².

Equilíbrio dos estados epistêmicos: $K = Cn(K)$.

Estado epistêmico absurdo: K_{\perp} ¹⁸³.

Não maximalidade dos estados epistêmicos: para todo A , não é necessário que A ou $\neg A$ estejam em K .

Menor conjunto de crenças BS: $Cn(\emptyset)$ ¹⁸⁴.

Apresentada a linguagem \mathcal{L} mínima e algumas definições básicas de um conjunto de crenças racional, é possível introduzirmos os principais *postulados* (6) intuitivos das operações de expansão, revisão e contração. Dado K um conjunto de crenças inicial, $K + A$ representa a expansão de K por A , $K * A$ representa a revisão de K por A e $K \div A$ representa a contração de K por A . $+, *$

¹⁸¹ GÄRDENFORS, 1988 p. 22.

¹⁸² Isto é, um conjunto de crenças BS é consistente (i) e fechado sob consequências lógicas (ii): todas as consequências do que é aceito no conjunto também devem ser aceitas.

¹⁸³ O conjunto de crenças absurdo é o conjunto que inclui todas as sentenças.

¹⁸⁴ Se segue da própria definição de conjunto de crenças (ii) que o conjunto das sentenças válidas está incluso em todos os conjuntos de crenças.

e \div são, respectivamente, as funções de *expansão*, *revisão* e *contração*, as quais representam pares de conjuntos de crenças (\mathcal{K}) e sentenças (\mathcal{L}) para conjunto de crenças (\mathcal{K}), isto é, $+, *, \div : \mathcal{K} \times \mathcal{L} \rightarrow \mathcal{K}$. Os principais postulados com suas respectivas características, portanto, são apresentados a seguir:

Postulados para a Operação de Expansão. Função $+: \mathcal{K} \times \mathcal{L} \rightarrow \mathcal{K}$		
(K+1) ou <i>closure</i>	$K + A$ é um conjunto de crenças	A função $+$ toma um conjunto de crenças e uma sentença e produz um conjunto de crenças, para qualquer K e qualquer A .
(K+2) ou <i>success</i>	$A \in K + A$	A sentença A é aceita no conjunto de crenças expandido $K + A$.
(K+3) ou <i>inclusion</i>	$K \subseteq K + A$	De acordo com o critério de racionalidade de mudança mínima, nenhuma crença deve ser derogada na operação de expansão.
(K+4) ou <i>vacuity</i>	Se $A \in K$, então $K + A = K$	Nenhuma operação precisa ser executada em K caso A já esteja aceita em K .
(K+5) ou <i>monotonicity</i>	Se $K \subseteq H$, então $K + A \subseteq H + A$	Se um conjunto de crenças possui pelo menos a mesma informação de outro conjunto de crenças, a expansão do primeiro também deve possuir pelo menos a mesma informação que a expansão do segundo (para a mesma entrada).
(K+6) ou <i>minimality</i>	Para todo conjunto de crenças K e para toda sentença A , $K + A$ é o menor conjunto de crenças que satisfaz (K+1) – (K+5)	Garante-nos que o estado de crenças expandido $K + A$ não possua muitas outras informações a mais do que K que não sejam apenas a própria sentença A .
Teorema +1	A função de expansão $+$ satisfaz (K+1) – (K+6) sse $K + A = Cn(K \cup \{A\})$	Com (K+6), é possível mostrar que o conjunto de consequências lógicas de $K \cup \{A\}$ é, de fato, o menor conjunto de crenças que satisfaz (K+1) – (K+5).

Postulados para a Operação de Revisão. Função $*: \mathcal{K} \times \mathcal{L} \rightarrow \mathcal{K}$		
(K*1) ou <i>closure</i>	$K * A$ é um conjunto de crenças	A função $*$ toma um conjunto de crenças e uma sentença e produz um conjunto de crenças, para qualquer K e qualquer A .
(K*2) ou <i>success</i>	$A \in K * A$	A sentença A é aceita no conjunto de crenças revisado $K * A$.
(K*3) ou <i>inclusion</i>	$K * A \subseteq K + A$	A operação de expansão representa um “limite superior” à operação de revisão
(K*4) ou <i>preservation</i>	Se $\neg A \notin K$, então $K + A \subseteq K * A$	É o inverso de (K*3) e, juntamente com ele, nos diz que, se $\neg A$ não está em K , então a operação de revisão é reduzida a de expansão.
(K*5) ou <i>vacuity</i>	$K * A = K_{\perp}$ sse $\vdash \neg A$	$K * A$ é inconsistente apenas no caso em que $\neg A$ é uma necessidade lógica.
(K*6) ou <i>extensionality</i>	Se $A \leftrightarrow B$, então $K * A = K * B$	Reforça a irrelevância da sintática e da linguagem para a entrada epistêmica. Se A e B são logicamente equivalentes, logo as respectivas revisões de K por cada um deles também são.

(K*7) ou <i>superexpansion</i>	$K * (A \& B) \subseteq (K * A) + B$	Qualquer crença contida em K revisado por $A \& B$ deve estar contida em K revisado por A e expandido por B .
(K*8) ou <i>subexpansion</i>	Se $\neg B \notin K * A$, então $(K * A) + B \subseteq K * (A \& B)$	O inverso de (K*7) para o caso de $\neg B$ não ser aceito em K revisado por A .

Postulados para a Operação de Contração. Função $\div : \mathcal{K} \times \mathcal{L} \rightarrow \mathcal{K}$		
(K \div 1) ou <i>closure</i>	$K \div A$ é um conjunto de crenças	A função \div toma um conjunto de crenças e uma sentença e produz um conjunto de crenças, para qualquer K e qualquer A .
(K \div 2) ou <i>inclusion</i>	$K \div A \subseteq K$	Nenhuma crença deve ser adicionada ao estado de crenças contraído $K \div A$.
(K \div 3) ou <i>vacuity</i>	Se $A \notin K$, então $K \div A = K$	Nenhuma operação precisa ser executada em K caso A não seja aceita em K .
(K \div 4) ou <i>success</i>	Se $\not\vdash A$, então $A \notin K \div A$	A crença A a ser derogada não pode ser uma consequência lógica das crenças remanescentes em $K \div A$, a não ser que A seja logicamente válida.
(K \div 5) ou <i>recovery</i>	Se $A \in K$, então $K \subseteq (K \div A) + A$	De acordo com o critério racional de mudança mínima, se contrairmos K por A e depois adicionarmos A novamente, o conteúdo do novo conjunto de crenças deve permanecer o mesmo.
(K \div 6) ou <i>extensionality</i>	Se $A \leftrightarrow B$, então $K \div A = K \div B$	Reforça a irrelevância da sintática e da linguagem para a entrada epistêmica. Se A e B são logicamente equivalentes, logo as respectivas contrações de K por cada um deles também são.
(K \div 7) ou <i>intersection</i>	$K \div A \cap K \div B \subseteq K \div (A \& B)$	As crenças que estão em ambos, $K \div A$ e $K \div B$, também estão em $K \div (A \& B)$
(K \div 8) ou <i>conjunction</i>	Se $A \notin K \div (A \& B)$, então $K \div (A \& B) \subseteq K \div A$	Quando K é contraído por $A \& B$, A ou B devem ser derogados. Caso seja A , então a contração de K por $A \& B$ é muito similar à de K por A .

Evidentemente, a operação de expansão é a mais simples, visto que nada precisa ser derogado. Assim, todos os seus postulados podem ser substituídos pelo teorema +1. Nas operações de revisão e contração, os postulados (K1) – (K6) são considerados os *básicos* para as respectivas operações em K . Os postulados (K7) e (K8), em ambas as operações, podem ser considerados *suplementares*.

Graças aos trabalhos de Isaac Levi¹⁸⁵, anteriores ao de Gärdenfors, passou-se a considerar que só haveria realmente duas operações legítimas de mudança de crenças, expansão e contração. De acordo com esta ideia, uma operação de revisão de K por A , isto é, $K * A$, poderia então ser definida em termos de uma contração, $K \div \neg A$, de modo a, inicialmente, eliminarmos a crença conflitante $\neg A$ e todas as suas consequências lógicas, respeitando todos os postulados de contração,

¹⁸⁵ Sobretudo nos artigos *Direct inference*, encontrado em *The Journal of Philosophy* 74: 5-29 e *Subjunctives, dispositions and chances*, encontrado na publicação *Synthese* 34: 423 -455. Ambos de 1977.

com uma subsequente expansão $(K \div -A) + A$. De fato, provou-se que tal equivalência é o caso e esta ficou conhecida na tradição como *Identidade de Levi*:

$$\textit{Identidade de Levi: Def } *: K * A = (K \div -A) + A$$

Com o advento da Identidade de Levi¹⁸⁶, a dificuldade normalmente recai sobre como se *construir funções de contração* (7) que respeitem seus postulados e seus critérios de racionalidade. Gärdenfors, no mesmo livro, apresenta três modos de construí-las, a saber, funções de contração *maxichoice*, *full meet* e *partial meet*¹⁸⁷. A contribuição de Aliseda, contudo, a ser apresentada na terceira parte desta seção, é justamente o emprego dos tablôs abduativos como ferramentas capazes de construir “funções” ou processos de contração. Outra concepção apresentada por Gärdenfors, no espírito de respeitar o critério de economia informacional, é a de *entrincheiramento epistêmico* (*epistemic entrenchment*). Na motivação por trás deste conceito reside o fato de que algumas proposições são mais úteis ou mais informativas do que outras, e, sendo assim, o estabelecimento de uma *ordem* entre elas, que corrobore tomadas de decisões, é de suma relevância. Esta ordem seria estabelecida por meio de *graus de entrincheiramento* entre proposições, de modo a permitir que as com menor grau fossem derogadas antes na operação de contração. Não abordaremos aqui, entretanto, tais postulados e funções específicos do entrincheiramento epistêmico, algo que poderia ser um bom objeto de estudo futuro em relação à formulação de Aliseda.

IV.2 – O pragmatismo de Peirce e a lógica AGM

Iniciamos este capítulo com uma pergunta: em que medida a lógica AGM apresentada nesses termos se assemelha ao pensamento de Peirce, sobretudo no que concerne à abdução? A fim de tentarmos respondê-la, é preciso expor brevemente algumas noções acerca do pragmatismo peirceano. O pragmatismo pode ser definido, sem grande rigor, como um método de reflexão cujo objetivo é clarificar as ideias em um processo de *fixação de crenças*. Subjacente ao pragmatismo, está a sua máxima – a *máxima do pragmatismo* –, um princípio norteador, regulativo, responsável pela avaliação das crenças e por estabelecer a ligação entre o significado - e, portanto, a “verdade”

¹⁸⁶ Há também a Identidade de Harper, a qual nos diz exatamente o oposto, isto é, Def $\div : K \div A = K \cap K * -A$. No entanto, ela não será relevante para nossos propósitos neste trabalho.

¹⁸⁷ É importante ressaltar que as funções de contração *maxichoice* e *full meet*, as quais tentam selecionar o maior subconjunto maximal de K que não implica A e a interseção de todos os conjuntos maximais de K que não implicam A , respectivamente, a despeito de serem completas em relação aos postulados $(K \div 1)$ a $(K \div 8)$, têm efeitos indesejados. No primeiro caso, devido à função, ao ser aplicada em uma operação de revisão, resultar um subconjunto muito grande de K (conforme GÄRDENFORS, 1988, p. 78) e, no segundo, muito pequeno (ibid., p. 79). Gärdenfors, assim, conclui que a função de contração *partial meet*, a qual seleciona *alguns* dos subconjuntos maximais de K que não implicam A , aqueles que possuem maior relevância ou entrincheiramento epistêmico, é a que melhor se adequa à tarefa, pois além de ser completa em relação aos postulados $(K \div 1)$ a $(K \div 8)$, não incorre em nenhum resultado indesejado. Não nos concentraremos nessas funções aqui, apenas nos tablôs abduativos de Aliseda que também pretendem assumir o papel de construção de “mecanismos de contração”.

- dos termos e concepções científicas e sua experiência prática. Segundo Peirce, em um processo de fixação de crenças, há, em nosso ato de pensar, constantes passagens da dúvida para a crença. A dúvida é um estado de incômodo e hesitação, comumente originado de alguma indecisão, momentâneo, o qual cessa quando a crença é estabelecida. O excerto a seguir, encontrado em PEIRCE, 1878, consegue capturar muito bem esta passagem:

De onde quer que a dúvida possa originar-se, ela estimula a mente para uma atividade que pode ser leve ou enérgica, calma ou turbulenta. As imagens passam rapidamente pela consciência, uma fundindo-se incessantemente à outra, até que, finalmente, quando tudo acaba - pode ser em uma fração de segundo, em uma hora ou depois de longos anos - nos encontramos decididos a *como devemos agir* sob tais circunstâncias, como aquelas que ocasionaram nossa hesitação. Em outras palavras, *alcançamos a crença*. (PEIRCE, 1878, p. 5; os grifos são meus).

É possível aqui já notarmos a relação importante entre crença e ação. A hesitação, segundo o filósofo, característica de um estado de dúvida, é um elemento fundamental para a investigação científica, e nossas crenças, fixadas por meio de um processo originado na dúvida, determinam nossos cursos de ação. Uma crença, assim, possui três propriedades: “a primeira, é algo do qual estamos cientes [*aware of*]; em segundo lugar, apazigua a irritação da dúvida; e, terceira, envolve o estabelecimento em nossa natureza de uma regra de ação ou, para resumir, um *hábito*”¹⁸⁸. O advento da crença apaziguar a dúvida não a torna apenas um “ponto de chegada”, pois o hábito ou as regras de ação por ela estabelecidos a tornam, também, um novo “ponto de partida” para o pensamento e para novas dúvidas e investigações. Talvez por esta razão, Peirce tenha descrito a crença como “qualquer tipo de sustentação da verdade [*holding for truth*] ou aceitação de uma representação”¹⁸⁹. A crença, neste sentido, representa apenas um momento em que o pensamento, que é uma ação em si, não foi interrompido, mas está “em descanso”¹⁹⁰.

Por sua vez, a máxima do pragmatismo, em sua formulação original, é definida pelo autor nos seguintes termos:

Consideremos quais efeitos, que podem concebivelmente ter consequências práticas, concebemos que o objeto de nossa concepção tenha. Portanto, nossa concepção desses efeitos é a totalidade de nossa concepção do objeto (CP, 5.18).

¹⁸⁸ PEIRCE, 1878, p. 6. Grifo do próprio autor. É de suma importância ressaltar, contudo, que o conceito de “hábito” em Peirce é complexo e possui muitas faces. Segundo Shapiro, “o hábito é usado por Peirce para designar uma variedade inicialmente desconcertante de coisas, incluindo crenças, princípios lógicos, disposições, instintos e personalidade. É um conceito amplo que cobre sob o mesmo guarda-chuva o que outros filósofos podem querer separar como o corporal e o mental, ou o racional e o irracional. A maneira típica com que Peirce o descreve é dizer que [ele é] a prontidão [*readiness*] ‘para agir de uma certa maneira sob certas circunstâncias e quando acionada por um determinado motivo é um hábito’ (CP 5,480)”. (SHAPIRO, 1973, p. 26) Para nossos propósitos introdutórios, é relevante apenas ter em mente esta relação entre a crença e a prontidão para agir do hábito.

¹⁸⁹ *New Elements of Mathematics*, 4.39-4.40 *apud*. SANTAELLA, 2005, p. 195.

¹⁹⁰ PEIRCE, 1878 p. 6.

A ideia que subjaz à máxima é a de que a totalidade do *significado* de um conceito, sobretudo de um ponto de vista científico, é determinada pelas suas consequências práticas relativas às respectivas observações empíricas possíveis. Assim, o significado de conceitos como “liso”, “pesado” ou “viscoso” está condicionado ao escrutínio do conjunto de experiências empíricas possíveis, relativas aos efeitos destes conceitos em condições específicas. Colocado deste modo, o pragmatismo “não é, em si mesmo, uma doutrina metafísica, uma tentativa de determinar qualquer verdade sobre as coisas. É um mero método de averiguar o significado de palavras difíceis e de conceitos abstratos”¹⁹¹. Os hábitos de ação envolvidos na experiência e avaliação empírica dos efeitos práticos de um conceito são estabelecidos através do pensamento e da crença na “verdade” deste conceito. Portanto, uma das condições para que o significado de um conceito seja obtido, além, evidentemente, da familiaridade com suas instâncias ou ocorrências e da análise lógica de suas partes, é a identificação e o reconhecimento destes hábitos. Conforme o próprio Peirce, sobre o pensamento, “para desenvolver seu significado, temos, portanto, simplesmente que determinar quais hábitos ele produz, pois o que uma coisa significa é simplesmente quais hábitos ela envolve”¹⁹². Sob tal perspectiva, dois conceitos ou teorias que possuam o mesmo conteúdo empírico, e, portanto, os mesmos efeitos práticos, e cujas respectivos pensamentos e crenças em suas verdades estabeleçam os mesmos hábitos, possuem o mesmo significado. O mesmo podemos dizer das hipóteses explicativas. Segundo Fann:

De acordo com a máxima pragmática, só é admissível a hipótese que seja significativa, no sentido de que seja *suscetível de verificação experimental*; se duas ou mais hipóteses produzem as mesmas consequências práticas, então sua importância lógica é idêntica, não importa o quanto sua expressão verbal possa diferir. As proposições as quais a máxima admite, todos os filósofos concordariam, devem ser admitidas; enquanto, por outro lado, não pode excluir nenhuma hipótese que deva ser considerada. Pois tudo o que a máxima pede é que a *hipótese proposta tenha alguns efeitos empiricamente testáveis*. (FANN, 1970, pp. 44-45; os grifos são meus).

Começa, portanto, a ficar mais clara a relação entre a abdução e o pragmatismo. A abdução, na verdade, ocupa um lugar central na doutrina do pragmatismo. Conforme Peirce, “se você cuidadosamente considerar a questão do pragmatismo, verá que é nada mais do que a questão da lógica da abdução”¹⁹³. Ou seja, considerando que a abdução é o processo de formulação de hipóteses (com efeitos empiricamente testáveis) e o pragmatismo é a doutrina que tenta separar concepções (ou hipóteses) significativas – isto é, que estabeleçam hábitos e com efeitos práticos –

¹⁹¹ CP, 5.464. Esta passagem não deve ser interpretada como um desdém pela metafísica por parte do autor. Muito pelo contrário, sua metafísica é rica e complexa, contudo, apresentar seus pormenores está muito além de minha presente proposta. O que precisa ficar claro é que o pragmatismo em si, enquanto uma doutrina afeita ao método científico, não contempla o estabelecimento de verdades apodíticas, necessárias ou *a priori*, de nenhum modo.

¹⁹² CP, 5.400.

¹⁹³ CP, 5.196.

das não significativas, temos que

[...] o pragmatismo propõe uma certa máxima que, se sólida, deve tornar desnecessária qualquer regra adicional quanto à admissibilidade de hipóteses serem classificadas como hipóteses, isto é, como explicações de fenômenos tidos como sugestões esperançosas; e, além disso, isso é *tudo* o que a máxima do pragmatismo realmente pretende fazer, pelo menos na medida em que está confinada à lógica ... (CP, 5.196).

A abdução, portanto - enquanto o raciocínio responsável pelo *insight* inicial, diante de algo espantoso e inesperado, que conduz à dúvida e, assim, às hipóteses explicativas, admitidas ou não pela máxima do pragmatismo - está no coração do transcurso da fixação de crenças. Sob o olhar de Aliseda, nessa mesma linha, a abdução, por conseguinte, pode ser pensada “como um processo de *aquisição de crenças* de acordo com o qual um *fato surpreendente* gera uma *dúvida* que é apaziguada por uma *crença*, uma explicação abduativa”¹⁹⁴.

Além da relação entre a abdução e pragmatismo – e, assim, dela com o processo de fixação de crenças -, vimos também que Peirce compreendia uma inferência como um “sistema causalmente ordenado de aceitações”. O próprio raciocínio, em Peirce, pode ser interpretado como “o movimento controlado do pensamento, isto é, *de uma aceitação para outra*”¹⁹⁵. Logo, pode-se dizer que o papel das crenças é fundamental no pensamento peirceano e, evidentemente, isso guarda algumas similaridades em relação ao modelo de revisão de crenças AGM: *ambos estão preocupados com a dinâmica das crenças*. É por esta razão que o modelo AGM talvez seja o mais adequado para tratar formalmente a abdução, pelo menos se a intenção for a de conceber algo o mais próximo ao pensamento peirceano possível.

Naturalmente, no plano filosófico mais profundo, o modelo apresentado por Gärdenfors e o pensamento de Peirce são muito distintos. Conforme o primeiro, para a obtenção do significado, são suficientes os estados epistêmicos individuais; o “mundo externo” não é parte da equação. Já para o segundo, o significado é extraído dos hábitos de ação relativos aos efeitos práticos das experiências empíricas no mundo objetivo, externo. Peirce é um realista radical, conforme apresentado na seção introdutória, e, sendo assim, o “mundo externo” não é algo que possa ser retirado da equação. O modelo de Gärdenfors, ainda, está “preso” nos estados epistêmicos subjetivos. Sua preocupação, como vimos, é relativa à dinâmica de crenças estritamente internas a um agente epistêmico. Já Peirce, de modo muito mais amplo, está preocupado com a depuração das crenças em um contexto de investigação pertinente a uma comunidade científica. Ademais, os estados epistêmicos no modelo de Gärdenfors estão em equilíbrio e são idealizados. Já Peirce

¹⁹⁴ ALISEDA, 2006, p. 167; os grifos são meus.

¹⁹⁵ SANTAELLA, 2005, p. 195.

concebe o pensamento e o raciocínio como uma atividade controlada ou mesmo descontrolada e inconsciente, no caso específico do raciocínio abduutivo, conforme exposto na seção introdutória. As diferenças não se exaurem aqui, evidentemente. A despeito de tudo isso, as concepções peirceanas de raciocínio e inferência, bem como sua doutrina do pragmatismo, estão muito mais próximas do modelo AGM de revisão de crenças do que das noções lógicas clássicas, baseadas na “validade” de conjuntos de sentenças proposicionais em face de um modelo, dadas determinadas valorações semânticas relativas à verdade ou à falsidade destas sentenças. A modelagem AGM, por outro lado, pode representar, de modo mais adequado, a transição de estados mentais de dúvida para os de crença, característica da abdução.

IV.3 – Tablôs abdutivos enquanto revisão de crenças AGM

O modo como Aliseda trata a abdução como um processo de revisão de crenças pode ser brevemente descrito do seguinte modo. Em primeiro lugar, ela redefine os gatilhos de sua taxonomia, traduzindo-os de acordo com as respectivas atitudes epistêmicas do modelo AGM, conforme a seguir:

(i) $A \in K$: A é aceita;

Traduz-se por φ é aceito: $\Theta \models \varphi$

(ii) $\neg A \in K$: A é rejeitada;

Traduz-se por *anomalia abdutiva*: $\Theta \not\models \varphi, \Theta \models \neg \varphi$

(iii) $A \notin K$ e $\neg A \notin K$: A é indeterminada.

Traduz-se por *novidade abdutiva*: $\Theta \not\models \varphi, \Theta \not\models \neg \varphi$

No caso, evidentemente, K representa as teorias prévias, Θ , e A o evento observado φ . As duas coisas importantes a serem notadas são, primeiro, o fato de que quando φ é aceito, neste modelo, significa que Θ já o “explica” (\models); não é necessário, portanto, que um “algoritmo” construído a partir deste modelo realize nenhum processo de revisão. Segundo, há a substituição do símbolo de pertencimento \in pelo de consequência lógica \models . Isto é necessário porque, diferentemente de K , as teorias prévias Θ não são, em sua natureza, fechadas por consequências lógicas¹⁹⁶.

¹⁹⁶ Quando um conjunto de crenças K é fechado sob consequências lógicas, pertencimento (\in) e consequência lógica (\models) são intercambiáveis, afinal, $A \in K$ é o mesmo que $A \in \text{Cn}(K)$, logo, $K \models A$. Ao lidar com teorias não fechadas sob consequências lógicas (Θ), Aliseda precisa “forçar” a relação de consequência em sua nova concepção de atitudes epistêmicas.

As operações de mudança de estados de crenças, por sua vez, podem ser definidas de modo equivalente aos seus respectivos gatilhos, isto é, diante de uma novidade abdutiva, a operação adequada é a de *expansão*, já diante de uma anormalidade, de *revisão*. Conforme apresentado anteriormente, todavia, a Identidade de Levi nos autoriza a compreender a operação de revisão como uma contração seguida de uma expansão. Este advento fica claro nas novas definições das duas únicas operações necessárias:

(i) *Expansão* de Θ em relação à α e φ : dada uma *novidade* abdutiva φ , computar uma explicação abdutiva consistente α para φ , de modo que $\Theta, \alpha \models \varphi$, e, então α seja adicionada a Θ .

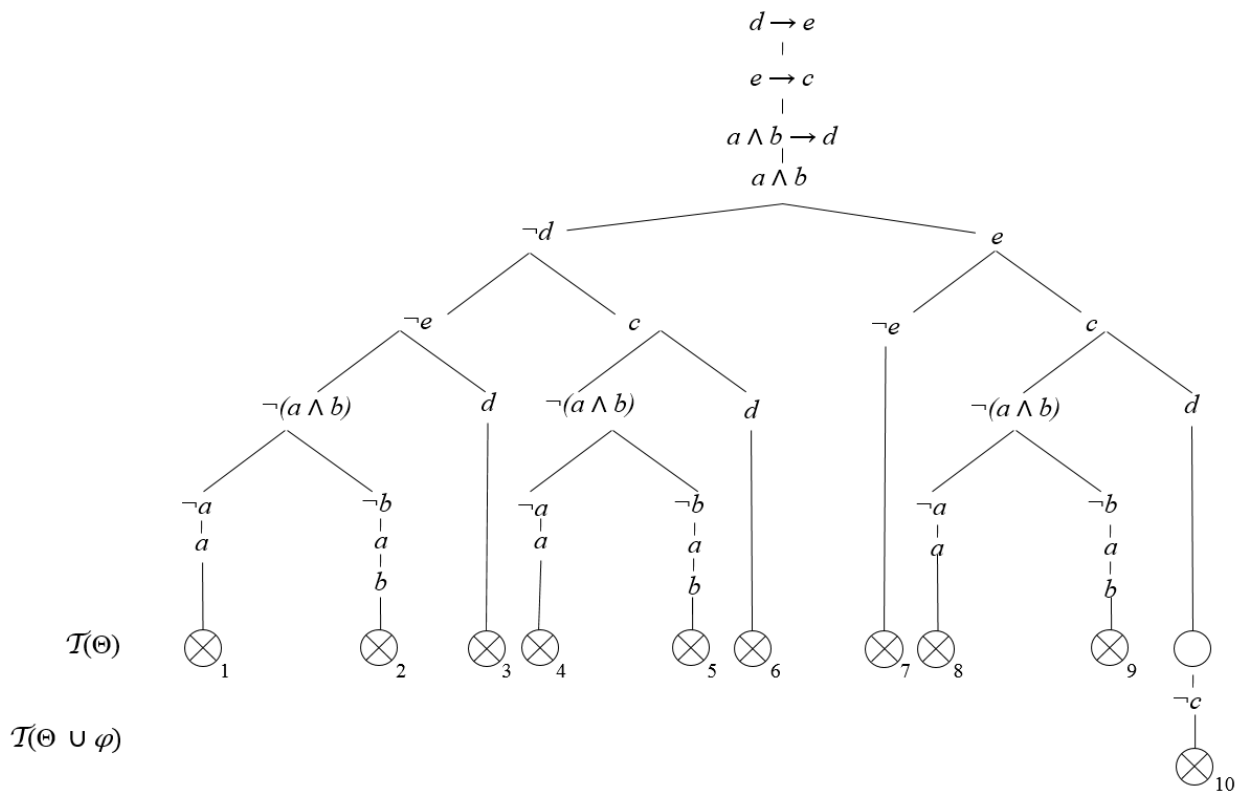
(ii) *Revisão* de Θ em relação à α e φ : dada uma *anormalidade* abdutiva φ , computar uma explicação abdutiva consistente α do seguinte modo:

(ii.1) A teoria Θ é *contraída* para Θ' , de modo a não mais explicar $\neg\varphi$, isto é, $\Theta' = \Theta - \{\beta_1, \dots, \beta_n\}$, de modo que $\Theta' \not\models \neg\varphi$.

(ii.2) A nova teoria Θ' sofre uma *expansão* em relação a α e φ (i).

Devido à nova formulação das atitudes epistêmicas, a inferência $\Theta, \alpha \models \varphi$, relativa a operação de expansão (i) realizada sob o gatilho de novidade abdutiva, passa a significar exatamente “ φ é aceito em Θ conjuntamente com α ”. Tal operação poderia ser realizada perfeitamente pelos mecanismos dos tablôs abditivos apresentados na seção II. É preciso agora, portanto, nos concentremos no processo relativo à operação de revisão (ii), necessária quando há uma anormalidade abdutiva. Há, como vimos, duas etapas do processo, as quais podem ser assim descritas: (ii.1) primeiramente, a *contração* da teoria Θ , representada pelo tablô $\mathcal{T}(\Theta)$. Para isso, o processo deve *abrir* (*open*) algum de seus ramos, detectando, em cada um deles, qual fórmula β_1, \dots, β_n foi a responsável por fechá-lo, isto é, β e $\neg\beta$. De acordo com os gatilhos, isso só ocorrerá quando estivermos diante de uma anomalia abdutiva, isto é, $\Theta \models \neg\varphi$, ou, na linguagem específica de tablôs, quando $\mathcal{T}(\Theta \cup \varphi)$ estiver fechado. É importante salientarmos, contudo, que os ramos que devem ser abertos não podem ser aqueles cujo fechamento ocorre com φ e $\neg\varphi$, afinal, φ é o próprio evento observado e precisa ser preservado. Tendo feito tal ressalva, com a operação de abertura realizada em β e $\neg\beta$, a qual será melhor detalhada logo adiante, obtemos a nova teoria contraída Θ' . Para que, de fato, uma explicação abdutiva α seja gerada, (ii.2) o processo deve caminhar no sentido de que o tablô $\mathcal{T}((\Theta' \cup \neg\varphi) \cup \alpha)$ seja fechado, isto é, haja uma *expansão* de Θ' em relação a α e φ . Esta segunda etapa pode, contudo, ser tratada exatamente como abordamos na seção II. O que nos leva a apenas nos concentrarmos na primeira (ii.1), relativa à contração.

A fim de nos familiarizarmos com o processo, tomemos o seguinte exemplo relacionado ao retrato atual do Brasil diante da pandemia de COVID-19¹⁹⁷. Seja uma teoria Θ , tal que a = “os aeroportos estão abertos”, b = “a população não respeita o distanciamento social”, d = “há a predominância da variante delta do vírus”, e = “há o aumento do número de casos de COVID” e c = “há o aumento do número mortes relativas à COVID”. Sabe-se que em lugares em que os aeroportos permaneceram abertos e a população não aderiu às medidas restritivas, a variante delta rapidamente predominou ($a \wedge b \rightarrow d$). Também se sabe que onde houve este aumento, houve também o aumento de casos e, consecutivamente, o aumento de mortes ($d \rightarrow e$, $e \rightarrow c$). A questão é que, o que foi observado no Brasil, a despeito de a e b estarem presentes ($a \wedge b$), o número de mortos não aumentou, isto é, $\varphi = \neg c$. Pelo contrário, caiu. É possível se representar tal situação de acordo com o seguinte tablô:



A implementação de um algoritmo sob tais condições anteriormente colocadas nos

¹⁹⁷ Este exemplo foi criado no final do ano de 2021, quando a variante delta do Sars-Cov-2 varria o planeta, mas deixava o Brasil incólume, o que intrigou muitos especialistas da área, os obrigando a criar muitas hipóteses explicativas para o fenômeno não esperado. Algumas mais satisfatórias, outras nem tanto. Ainda que algumas dessas hipóteses tenham se tornado as mais aceitas posteriormente (o fato da população ter sido muito contaminada pela variante gama anterior, possibilitando a aquisição de uma imunidade natural, juntamente com o avanço da vacinação), não são totalmente convincentes para muitos (afinal, a vacinação também avançava em outros países nos quais as variantes beta e alfa também infectaram muita gente e, no entanto, isso não os impediu de serem devastados pela variante delta).

retornaria os ramos fechados de 1 a 9 como os eletivos para serem abertos na operação de contração¹⁹⁸. Também nos retornaria os literais responsáveis por fechar cada ramo. Tomemos, contudo, apenas a título de exemplo, os ramos 1 e 3. O ramo 1 foi fechado pelos literais a e $\neg a$. Podemos, portanto, contraí-lo relativamente a qualquer uma das duas fórmulas literais, mas se observando a fórmula original específica, a qual representa sua *história única*. Em outras palavras, o a que fecha o ramo 1 é original da fórmula $a \wedge b$, já o literal $\neg a$ é advindo de $a \wedge b \rightarrow d$. Algo similar ocorre com d e $\neg d$ no ramo 3. Assim, temos:

Ramo 1, fechado com $\{a, \neg a\}$

i) Instrução contrair por $\{a\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{a \wedge b\} = \{a \wedge b \rightarrow d, d \rightarrow e, e \rightarrow c\}$$

ii) Instrução contrair por $\{\neg a\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{a \wedge b \rightarrow d\} = \{a \wedge b, d \rightarrow e, e \rightarrow c\}$$

Ramo 3, fechado com $\{d, \neg d\}$:

i) Instrução contrair por $\{d\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{a \wedge b \rightarrow d\} = \{a \wedge b, d \rightarrow e, e \rightarrow c\}$$

ii) Instrução contrair por $\{\neg d\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{d \rightarrow e\} = \{a \wedge b, a \wedge b \rightarrow d, e \rightarrow c\}$$

Evidentemente, teremos diversas fórmulas candidatas à contração, produzindo, cada uma delas, respectivamente, novas teorias contraídas Θ' , dentre as quais, algumas podem ou não ser idênticas entre si. Como é o caso da contração do ramo 1 por $\{\neg a\}$ e do ramo 3 por $\{d\}$. Cada uma destas teorias produzidas pode gerar suas respectivas explicações abduativas α , na etapa seguinte de expansão. No caso, por exemplo, de uma contração por $\{\neg d\}$, a crença na sentença “se há predominância da variante delta, então há aumento de casos de COVID”, isto é, $d \rightarrow e$, deveria ser interrogada, e uma possível explicação abduativa consistente para o evento $\neg c$ seria $\alpha = \{a \wedge b \rightarrow \neg c\}$ ¹⁹⁹ (ou melhor, a disjuntiva $\neg(a \wedge b) \vee \neg c$).

¹⁹⁸ Se analisarmos os ramos 1, 4 e 8 mais atentamente, notaremos que eles foram fechados por a e $\neg a$, sendo que a veio da fórmula $a \wedge b$. Isso significa que abrimos o ramo com a não é ainda suficiente, pois b ainda não foi utilizado. Este é um problema reconhecido pela autora, e um processo computacional deveria, para dar conta disso, realizar um procedimento de *reconstrução* (ou *recomputation*) do ramo (ou mesmo de todo o tablô) a fim de utilizar todos os literais e de que tenhamos certeza de que os ramos em questão foram de fato abertos. Para maiores detalhes, ver ALISEDA, 2006, p. 188 e a devida implementação algorítmica em ALISEDA, 2006 p. 195.

¹⁹⁹ É evidente que, de um ponto de vista empírico, o fato dos aeroportos estarem abertos e a população não aderir às medidas restritivas não implicaria o não aumento do número de mortes. O processo aqui esboçado não possui o

A limitação evidente deste modelo é que, para se contrair um literal, a fórmula toda que representa sua história inicial deve ser derogada. Possivelmente, informações potencialmente valiosas podem ser perdidas neste processo. Aliseda chama tal estratégia de *global*. Em contraste, a fim de tentar atender ao critério racional de mudança mínima, como vimos, ela cria uma outra estratégia chamada *local*. A ideia é similar, mas, em vez de derogar toda a fórmula de onde o literal surgiu, ela realiza, no ramo do tablô, uma substituição daquele literal por T , representando *TRUE*, em cada uma de suas ocorrências (e F , evidentemente, quando o literal contido na fórmula inicial é a sua negação). Tomemos os mesmos ramos 1 e 3. Tal estratégia teria o seguinte resultado:

Estratégia *Local*, Ramo 1, fechado com $\{a, \neg a\}$

i) Instrução contrair por $\{a\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{a\} = \{T \wedge b, a \wedge b \rightarrow d, d \rightarrow e, e \rightarrow c\}$$

ii) Instrução contrair por $\{\neg a\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{\neg a\} = \{a \wedge b, F \wedge b \rightarrow d, d \rightarrow e, e \rightarrow c\}$$

Estratégia *Local*, Ramo 3, fechado com $\{d, \neg d\}$:

i) Instrução contrair por $\{d\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{d\} = \{a \wedge b, a \wedge b \rightarrow T, d \rightarrow e, e \rightarrow c\}$$

ii) Instrução contrair por $\{\neg d\}$:

$$\Theta' = \Theta - \{\neg d\} = \{a \wedge b, a \wedge b \rightarrow d, F \rightarrow e, e \rightarrow c\}$$

As curiosidades aqui são as seguintes. Em primeiro lugar, de fato, qualquer teoria Θ' representada não mais explica c , e as razões são evidentes. No caso da contração por $\{a\}$, $T \wedge b$ obtido não é a mesma coisa que $a \wedge b$, logo, não há mais a implicação de d . Já no caso da contração por $\{\neg a\}$, $F \wedge b \rightarrow d$ é uma tautologia e, portanto, poderia até mesmo ser retirada da teoria; o mesmo para $a \wedge b \rightarrow T$ e $F \rightarrow e$ nas respectivas contrações do ramo 3. Em segundo lugar, temos que as operações de contração do ramo 1 por $\{\neg a\}$ e do ramo 3 por $\{d\}$ e $\{\neg d\}$ nos fornecem resultados logicamente equivalentes aos seus pares na estratégia global, o que nos indica que, nestes casos específicos, quer seja derogarmos a fórmula inicial toda, conforme a estratégia global, quer seja apenas a modificarmos, de acordo com a estratégia local, obteríamos o mesmo resultado. Por outro lado, na contração do ramo 1 por $\{a\}$, houve de fato uma diferença no

“poder” de adicionar novas informações empíricas, como a eficácia das vacinas ou outros fatores. Ele apenas apresenta os resultados possíveis estritamente conforme ao modo como a teoria está construída. Neste caso específico, fica evidente que faltam nela outros elementos de ordem experimental.

resultado entre as duas estratégias: a estratégia local foi capaz de preservar a informação contida em b e, nesse sentido, ela pode ser considerada mais adequada se o critério racional da economia informacional for determinante.

Como conclusão desta seção, gostaríamos de salientar dois pontos importantes. O primeiro diz respeito à abordagem de revisão de crenças por meio de tablôs e a respectiva compatibilidade com os postulados das operações de mudança apresentados. Conforme exposto, eles, os postulados, representam as regras ou restrições sob as quais toda e qualquer mudança de crença, estrita e idealmente racional, deveria estar submetida e podem, em larga medida, ser interpretados como o lado produto do binômio produto e processo. Desse ponto de vista, a “completude” do processo via tablô deveria se adequar às intuições contidas nos postulados. A questão é que isso pode nem sempre ser o caso. Apresentamos, a seguir, quatro exemplos. Os dois primeiros mostrando, de um lado, que há tal compatibilidade e os outros dois, por outro lado, mostrando que não há.

Para o primeiro exemplo, tomemos o postulado $K \div 3$ (se $A \notin K$, então $K \div A = K$). Ele nos diz que se A (no nosso caso, φ) está rejeitado em K (ou Θ), logo, contrair por A não é necessário. É evidente que este postulado é bastante intuitivo e racional. Analisando-se mais detalhadamente, é possível notarmos que, se tomarmos $A \notin K$ como $\Theta \neq \varphi$, isto é, um tablô $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$ aberto, notaremos que este é justamente um dos requisitos de ambos os gatilhos. A operação de contração, contudo, só ocorre de fato sob o gatilho da anomalia abdutiva, onde temos também $\Theta \models \neg\varphi$ ($\mathcal{T}(\Theta \cup \varphi)$ fechado) - ou, na notação AGM padrão, $\neg A \in K$ (ou $A \notin K$). Ocorre que, de fato, em nenhum momento a operação de revisão via tablôs contrairá por φ (ou A). Tudo indica, portanto, que se trata de um postulado adequado à construção apresentada por Aliseda.

Para o segundo exemplo, observemos, agora, o postulado de revisão K^*4 (se $\neg A \notin K$, então $K + A \subseteq K * A$). Este postulado nos diz que se $\neg A$ (no caso $\neg\varphi$), não está aceito em K , (no caso, Θ), então a operação de revisão é reduzida a de expansão. Ora, o antecedente da condicional do postulado justamente nos condiciona ao gatilho da novidade abdutiva, isto é, $\Theta \neq \neg\varphi$. Sendo assim, a operação decorrente é, de fato, uma expansão. Logo, o postulado K^*4 parece ser realmente compatível com o processo construído por Aliseda.

Tomemos agora o postulado $K \div 5$ (se $A \in K$, então $K \subseteq (K \div A) + A$). Ele nos diz que se A está aceito em K , então a contração de A seguida da expansão por A deve, por razões de economia informacional, manter pelo menos o que há em K . A intuição por trás deste postulado parece ser clara. A questão é que a situação $A \in K$, representada em nosso modelo por $\Theta \models \varphi$ (ou $\mathcal{T}(\Theta \cup \neg\varphi)$

fechado), representa, de antemão, que φ não precisa ser “explicado”, conforme abordamos em detalhes nas seções anteriores. Em outras palavras, não dispara gatilho algum. Trata-se de um postulado que não tem sentido para os propósitos da abdução.

Por fim, como quarto e último exemplo – e talvez o mais pertinente –, o postulado de expansão $K+2$ ($A \in K + A$). Este postulado nos diz que a sentença A é aceita no conjunto de crenças expandido $K + A$. Representa o sucesso (*success*) da operação. O problema é que não é apenas φ que é aceito em Θ , mas sim φ em conjunto com “algo a mais”, isto é, α , a explicação abdutiva. Em outras palavras, uma expansão abdutiva não é igual a uma simples adição de uma crença a um conjunto de crenças e, assim, o postulado $K+2$ torna-se inapropriado.

Em grande medida, estas situações ocorrem porque os postulados criados por Gärdenfors foram pensados para contextos gerais de mudanças de crenças, não para contextos específicos de processos de abdução. As questões que permanecem, portanto, para serem refletidas são as seguintes: postulados estáticos, que representam apenas o produto finalizado, são de fato necessários quando pensamos na *dinâmica* da mudança de crenças relativas à abdução? Se a resposta for sim, quais seriam esses postulados? Não é possível, infelizmente, neste presente trabalho respondermos tal questão.

O segundo ponto importante para a conclusão desta seção é que o próprio Gärdenfors criou seu modelo de explicação baseado em sua lógica de revisão de crenças, exposto em detalhes no oitavo capítulo de seu livro. Trata-se, portanto, de um modelo de explicação “concorrente” aos de Aristóteles e de Hempel. A ideia central do seu modelo é que o *explanans* deve ter o papel de *reduzir a surpresa* em face ao *explanandum*. Para isso, sua proposta baseia-se em, inicialmente, “medirmos” o “valor de surpresa” referente ao *explanandum* E através do exame da *contração* $K \div E$. Estabelece-se, assim, a seguinte relação inversamente proporcional: se E acabou de ocorrer, seu “valor de surpresa” é alto, mas seu grau de crença associado a E em $K \div E$ é baixo. Em outras palavras, o estado de crenças $K \div E$, neste momento, é muito similar a K . A explicação (*explanans*) surge (isto é, a surpresa diminui) no estado de crenças na medida em que aumentamos a probabilidade do *explanandum* E e, conseqüentemente, seu grau de crença em $K \div E$. Logo, seu modelo envolve noções mais complexas de probabilidade (e, também, mundos possíveis). Diante disso, vale a pena a reflexão acerca da seguinte passagem de Peirce:

Qual é, então, o fim de uma hipótese explicativa? Seu fim é, através da sujeição ao teste do experimento, nos conduzir a *evitarmos qualquer surpresa* e a estabelecermos um hábito de expectativa positiva que não será decepcionado (CP 5.197; os grifos são meus)²⁰⁰.

Seria precipitado e grosseiro pressupor que Peirce endossaria estritamente o modelo de Gärdenfors. O que podemos supor, contudo, é que o advento da dispersão da surpresa é também um componente importante no processo de explicação para Peirce. Assim, a questão que surge imediatamente é se o modelo de Aliseda, baseado em tablôs, seria realmente o adequado, dentro de uma lógica de revisão de crenças, para representar um processo de geração de hipóteses explicativas, ou se ele é uma ferramenta que foi inicialmente construída para outros fins, cuja “adaptação” seria, portanto, imprópria. Esta resposta, todavia, está muito além de nossos esforços para este presente trabalho.

V - CONCLUSÃO E PRÓXIMOS OBJETIVOS

A abdução é um tipo de raciocínio responsável pela criação (e seleção) de hipóteses explicativas, ainda que conjecturais e revogáveis, para fenômenos surpreendentes. Sendo um tipo de raciocínio, é comum guardarmos certa esperança de que, pelo menos algum de seus traços, possam ser formalizados logicamente. Contudo, ela também possui um caráter espontâneo, livre e inconsciente, algo similar a um instinto, criativo, com origem no juízo perceptivo, o qual, juntamente com o fato de ser um raciocínio, nos impõe um paradoxo, o *paradoxo da abdução*. Conseguir dar conta de tratar formalmente todas as características e aspectos da abdução, portanto, parece ser impossível. Entretanto, é possível ficarmos mais na ponta do *iceberg*, de acordo com o exemplo trazido por Santaella no capítulo introdutório, ou tentarmos explorar suas outras regiões mais submersas. Em minha visão, é exatamente este último percurso que toma Aliseda ao criar uma *taxonomia geral* para a abdução e ao desenvolvê-la principalmente sob uma perspectiva integrada de *produto e processo*.

Por outro lado, para que as hipóteses geradas pelo raciocínio abduutivo sejam de fato explicativas, é necessário que elas sejam submetidas a concepções de explicação mais rigorosas, sobretudo se o fim for a formalização. Na seção introdutória, tivemos oportunidade de nos familiarizarmos com duas delas, a de Aristóteles e a de Hempel. A primeira tem um caráter normativo e ideal, rígido e muitíssimo exigente, sobretudo relativo às *questões intensionais* “extralógicas” sutis, porém poderosas, as quais nos permitem concluir que explicar algo

²⁰⁰ Para fins de maior clareza, vale destacar o respectivo trecho original: “[...]to lead to the avoidance of all surprise [...]”.

cientificamente seja muito mais “profundo” e complexo do que simplesmente elaborarmos um mecanismo lógico-formal. Já a concepção de Hempel, a qual se transformou numa espécie de parâmetro contemporâneo diante do qual todas as outras concepções de explicação científica devem ser contrastadas, consegue se adequar de modo mais satisfatório às ciências modernas, com as “leis” e as “condições determinantes”, mas sob o preço de não possuir nenhum tipo de característica intensional ou essência que propicie a captura mais efetiva da causa explicativa de um determinado fenômeno. Tudo fica por conta do processo da validade do argumento dedutivo e da noção de consequência lógica a ele subjacente.

Outro fator de contraste são as noções de “inferência” diversas. Para Aristóteles, a validade silogística é similar, mas não igual, à clássica. Contudo, especificamente para o “silogismo científico”, isso não é suficiente, e noções intensionais são necessárias para, de fato, explicarmos causalmente algo. Explicar e “provar” ou “deduzir” são coisas distintas e bem demarcadas por Aristóteles. Hempel, por outro lado, utiliza uma noção de inferência mais forte do que a clássica. É mais forte apenas no sentido da exigência para que os dois grupos de premissas específicos estejam presentes, contenham proposições verdadeiras e consistentes. Já Peirce possui uma noção de inferência completamente distinta, a de um “sistema causalmente ordenado de aceitações”, e a inferência abdutiva é uma versão mais “fraca” dessa concepção. O silogismo aristotélico e a estrutura dedutiva sobre a qual Hempel constrói seu modelo não seriam “inferências” para Peirce, mas “argumentos”. Evidentemente, a mera tentativa de formalização lógica da noção peirceana de inferência já traria imensas dificuldades. Aliseda, por sua vez, permanece muito mais próxima da visão hempeliana nesse aspecto, a despeito de enfatizar que sua taxonomia não depende de um ou outro tipo de inferência, pois conseguiria absorver outros que fossem necessários.

Sob essas circunstâncias, isto é, tendo de lidar paralelamente com as características particulares da abdução, da explicação e das noções de inferência, Aliseda elabora, inicialmente conforme à perspectiva de produto, um *argumento explanatório* geral, do qual a *explicação ou hipótese abdutiva* é parte, e o especifica em diferentes graus de “força”, adicionando condições distintas à noção de consequência lógica implícita. Temos como resultado os *estilos de inferência abdutiva* simples, consistente, explanatório, mínimo e preferencial, dos quais nos concentramos predominantemente nos três primeiros. O estilo simples explica pouco, talvez até mesmo nada, mas estaria mais “próximo” do caráter mais espontâneo e descontrolado da abdução. Já o estilo explanatório, quando associado ao consistente, é muito próximo do modelo hempeliano e, portanto, possui maior força explanatória. Contudo, é possível que seja muito rígido para refletir um autêntico raciocínio abductivo espontâneo e livre. Independentemente dessas questões, as regras

estruturais também nos mostraram que os estilos inferenciais possuem diferenças consideráveis em suas propriedades combinatórias quando comparados à inferência clássica. De acordo com as restrições impostas ao respectivo estilo inferencial, as propriedades de monotonicidade, contração, corte, permutação e reflexividade, comumente associadas à LPC, passam a se comportar de modo muito distinto. As restrições impostas podem ser intuitivamente desejáveis, em um modelo de explicação e de raciocínio abductivo, mas suas respectivas propriedades combinatórias podem não ser. Trata-se de um “balanço” que deve ser adequado em cada contexto de aplicação.

Já sob a perspectiva de processo, Aliseda nos apresenta uma abordagem “computacional” baseada nos *tablôs semânticos*. Mais do que uma simples ferramenta de análise de validade de argumentos, sob esta implementação bastante peculiar, os tablôs parecem conseguir dar conta, ainda que não livre de controvérsias, do processo de “geração” das hipóteses abductivas propriamente ditas, dada uma determinada teoria e um evento surpreendente. Sua abordagem de processo é casada com sua taxonomia e com os estilos de inferência abductiva e, por isso, é atraente. É uma abordagem correta, mas não completa, o que pode ser um enorme problema para a ortodoxia da Lógica, mas provavelmente não para os cientistas da computação. Certamente, nenhuma das explicações abductivas encontradas por este processo seriam adequadas sob uma perspectiva aristotélica, mas conseguiriam, com bastante assertividade, se adequar ao modelo hempeliano. Do ponto de vista do processo abductivo, novamente, quanto mais rígida é a noção de inferência implícita na construção do tablô, mais ela possui força explanatória, mas menos ela se assemelha ao caráter descontrolado e inconsciente da abdução.

Em relação à questão da consistência entre os grupos de premissas de um argumento explanatório, temos um ponto de discordância em relação à Aliseda. A minha posição é a de que a ideia de consistência, no sentido de não contradição, só é necessária em uma explicação formal caso ela esteja umbilicalmente ligada à de não explosão e de não trivialização, característica da LPC. Com essas noções dissociadas, é possível pensarmos em uma lógica, como a *mbC*, a mais simples das LFIs, que consiga sustentar evidências ou razões para crer contraditórias, sem que isso implique trivialização ou explosão do sistema. Com esse advento, e com os tablôs-*mbC*, não só conseguimos encontrar explicações abductivas que não estariam disponíveis em um modelo baseado na LPC, como estaríamos mais próximos do caráter hipotético ou conjectural da abdução, visto que, quer seja no cotidiano, quer seja no contexto científico estrito, nos deparamos com hipóteses contraditórias, entre si ou em relação às teorias prévias, com alguma frequência. Além do mais, com a paraconsistência, não enfrentaríamos situações de revisão das teorias desnecessariamente, como, por exemplo, quando a teoria é satisfatória, mas as evidências em si

próprias carecem de maior justificação empírica ou lógico-matemática. Evidentemente, há problemas de adequação dos tablôs-*mbC* à taxonomia geral e à abordagem de processo propostas por Aliseda, como, por exemplo, o caso dos gatilhos, algo, contudo, que acreditamos ser superável.

Com a abdução pensada sob a ótica da revisão de crenças, sobretudo da lógica AGM, as perspectivas filosóficas e formais mudam consideravelmente. A explicação abdutiva deixa de ser um componente proposicional que precisa ser “encaixado” em um conjunto de premissas condicionado a uma noção de inferência lógica dedutiva similar à clássica, para ser uma crença que, juntamente com o fenômeno surpreendente que originou a dúvida, e a fim de que sejam adequadamente “aceitos”, submete um estado de crenças prévio a uma operação de mudança, resultando um novo estado de crenças. Na minha visão, esse tipo de abordagem parece ser mais próxima, mas não igual, à noção de inferência peirceana, bem como parece mais bem acomodar as ideias de fixação de crenças e dispersão da surpresa (e da dúvida), tão relacionadas à abdução e ao próprio pragmatismo. A questão é que Aliseda implementa tal perspectiva, sobretudo a operação de contração, também por meio de processos baseados em tablôs semânticos. Apesar de sua implementação conseguir demonstrar algumas características interessantes, tanto em sua versão global quanto local, os tablôs semânticos são estruturas conceitualmente (e filosoficamente) muito distintas da lógica AGM. Neles subjazem, inexoravelmente, noções de inferência similares à clássica, isto é, lógico-semânticas. Ademais, os resultados apresentados por eles parecem nem sempre satisfazer os usuais postulados da lógica AGM. Em mais um ponto de desacordo com Aliseda, entendemos que os postulados representam critérios racionais *mínimos* para mudanças de crenças e eles não podem simplesmente ser abandonados por conta do uso de alguma ferramenta. Podemos pensar, assim, em duas saídas: encontrarmos novos postulados que sejam mais adequados ao raciocínio abductivo e aos tablôs semânticos de Aliseda, possibilitando que a abordagem obtenha a “completude”, ou, munidos desses mesmos novos postulados, encontrarmos outros mecanismos ou funções, diferentes dos tablôs, os quais consigam também construir explicações abductivas. Independentemente de qual rota seja mais satisfatória, a taxonomia geral e a noção de produto e processo trazidas por Aliseda não devem ser abandonadas.

Nessa direção, a título de exemplo, o principal foco de Pagnucco (1996), ao desenvolver sua tese de doutorado, não utiliza o modelo AGM como *meio* para produzir explicações abductivas, mas, de modo até mesmo inverso, trata a abdução como um processo de revisão de crenças em si próprio, isto é, a abdução está, em seu modelo, “*interna*” ou subjacente ao processo de revisão de crenças. Nesse sentido, o autor deixa de tratar a nova operação de expansão abductiva como a mais trivial e desimportante, aquela que apenas adiciona uma nova informação ao conjunto de crenças,

para posicioná-la em um lugar de destaque junto à contração. Afinal, de modo similar ao apresentado pelos tablôs semânticos de Aliseda, a operação de expansão por ele proposta passa a adicionar ao conjunto de crenças a nova informação juntamente com sua respectiva explicação hipotética. Assim, a expansão e a contração, passam elas a ser operações primitivas utilizadas para criar, por meio das contrações de Levi, a operação de revisão. Em oposição aos tablôs de Aliseda, no entanto, Pagnucco desenvolve construções, tanto baseadas em funções de seleção (*maxichoice*, *full meet*, *partial meet expansion*) quanto em *epistemic entrenchment* e esferas de Grove - todas específicas para a operação de expansão abdutiva -, bem como seus respectivos postulados racionais AGM. Se há alguma compatibilidade (ou “completude”) entre os tablôs de Aliseda e os postulados AGM apresentados por Pagnucco é algo pertinente de ser mais bem estudado.

De modo similar, Jorge Lobo e Carlos Uzcátegui (1996) identificam um tipo de situação de revisão na qual construções baseadas nos postulados AGM convencionais apenas absorvem uma nova informação, quando deveriam, na verdade, consonantes com qualquer raciocínio habitual do agente, ter incorporado outra informação explicativa que o fizesse tomar outra rota de decisão, algo que é típico do raciocínio abduativo. A ideia principal seria, em um processo de revisão de Θ (relativo a uma teoria de domínio abduativo Σ) por φ , encontrarmos uma explicação α para φ , tal que φ seja uma consequência de $\Theta * \alpha$. De modo mais formal, uma explicação para φ é qualquer fórmula α que satisfaz $\Theta * (\Sigma \wedge \alpha) \vdash \varphi$ ²⁰¹. Evidentemente, os autores criam novas funções de construção e postulados para acomodar tal perspectiva.

Em outra abordagem, relativa à revisão de crenças, mas não à abdução, Testa (2014) permite que conjuntos de crenças possam suportar *coerentemente*²⁰² crenças contraditórias. O autor cria o sistema AGM_{\circ} ²⁰³, com seus postulados e construções, relativos igualmente às operações de expansão, contração e revisão²⁰⁴, mas baseados, dessa vez, em *critérios de racionalidade e atitudes epistêmicas* peculiares, graças ao aumento de expressividade da linguagem *mbC*. Os critérios de racionalidade para o sistema AGM_{\circ} são os mesmos do sistema AGM padrão, com duas diferenças expressivas, a saber, (i) em vez da consistência, há o critério da *não-contradição*, o qual nos diz que “*sempre que possível*, os estados epistêmicos devem

²⁰¹ LOBO, et al., 1996, p. 387. Alteramos a simbologia para que ela fique mais próxima da utilizada neste trabalho.

²⁰² Testa define *estados epistêmicos coerentes* em sua tese conforme: “[...] o que chamamos de estados epistêmicos coerentes, nesta tese, são aqueles que não são contraditórios ou, caso o sejam, a sentença envolvida em cada uma das contradições não é consistente - e portanto, o estado epistêmico não é trivial” (TESTA, 2014, pp. 17-18).

²⁰³ O sistema AGM_{\circ} cria novos postulados e construções AGM para se adequar à nova linguagem *mbC* subjacente. O autor, contudo, também cria o sistema AGM_p , baseado em AGM-compatibilidade, isto é, a tentativa de adequar a *mbC* preservando-se a estrutura do AGM clássica. Atereime aqui apenas ao AGM_{\circ} .

²⁰⁴ Testa, na verdade, apresenta os postulados para dois tipos de revisão, a interna e a externa. Não nos cabe aqui as abordar.

permanecer não-contraditórios”²⁰⁵, contudo, “caso contraditório, o estado epistêmico deve ser *coerente*”²⁰⁶; (ii) as crenças consideradas consistentes pelo agente, isto é, $\circ p$, não podem ser derogadas do estado epistêmico. Um critério chamado por Testa de *não-revisabilidade*. As três atitudes epistêmicas do modelo AGM padrão, por sua vez, são ampliadas para sete. Em outras palavras, dado o aumento do poder expressivo promovido pela *mbC*, o agente pode desfrutar de novas atitudes diante das crenças. São elas:

- (i) φ é aceita: se $\varphi \in \Theta$
- (ii) φ é rejeitada: se $-\varphi \in \Theta$
- (iii) φ é indeterminada (ou subdeterminada): se $\varphi \notin \Theta$ e $-\varphi \notin \Theta$
- (iv) φ é superdeterminada (ou contraditória): se $\varphi \in \Theta$ e $-\varphi \in \Theta$
- (v) φ é consistente: se $\circ\varphi \in \Theta$
- (vi) φ é fortemente aceita: se $\varphi \in \Theta$ e $\circ\varphi \in \Theta$
- (vii) φ é fortemente rejeitada: se $\sim\varphi \in \Theta$ (ou $\neg\varphi \in \Theta$ e $\circ\varphi \in \Theta$)

Evidentemente, com esses novos critérios e atitudes epistêmicas, as operações de expansão, contração e revisão, bem como seus postulados e construções, precisam ser redefinidos²⁰⁷. Afinal, com o aumento da expressividade da linguagem subjacente aos conjuntos de crenças acarreta-se diferentes modos de “racionalização” para o agente. Ademais, diferentes extensões da lógica *mbC* – como a *mbCciw*, *mbCci*, *mbCcl* e outras – dão origem a outras atitudes epistêmicas, algo que pode ser bastante conveniente ao tratarmos de processos abduativos e que certamente merece uma investigação mais aprofundada.

Esses são bons exemplos, entre muitos outros, de trabalhos bastante interessantes que podem ser úteis para a produção de uma abordagem integrada de paraconsistência, lógica AGM, abdução e a taxonomia proposta por Aliseda. Não sabemos se os tablôs semânticos, especificamente, podem ser adaptados para esse tipo de integração, tampouco sabemos se isso é desejável. De qualquer modo, as perspectivas para novos horizontes de estudo nesse sentido são bastante vastas e promissoras. É conveniente ressaltarmos, ainda, que boa parte das abordagens lógico-formais de abdução utiliza a noção clássica de inferência, fazendo com que se assemelhem,

²⁰⁵ TESTA, 2014, p. 118; os grifos são meus.

²⁰⁶ Ibid., p. 119. De acordo com as atitudes epistêmicas apresentadas logo a seguir, a coerência de um estado epistêmico pode ser traduzida para “a sentença envolvida na contradição não deve ser fortemente aceita ou fortemente rejeitada” (TESTA, 2014, p. 119).

²⁰⁷ Para uma extensiva abordagem dos postulados e construções para o sistema AGM_{\circ} , ver TESTA, 2014, pp. 25-53.

em alguma medida, ao modelo de explicação hempeliano. Não é necessário, contudo, que assim seja. Há modelos de explicação na filosofia da ciência contemporânea, como é o caso dos modelos de Wesley C. Salmon e Bas Van Fraassen²⁰⁸, que não utilizam propriamente a noção de “inferência”, mas de estatística e probabilidade. Evidentemente, os estilos e tablôs abduativos de Aliseda não são compatíveis com tais abordagens, mas sua taxonomia geral, sobretudo no que se refere ao parâmetro inferencial, é. Certamente, alargar o campo de estudos futuros para abranger tais modelos seria uma contribuição bastante relevante.

²⁰⁸ Para maiores detalhes sobre ambas as abordagens, ver SALMON, 1984 e o capítulo cinco de FRAASSEN, 1980.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALISEDA, A. **Abductive Reasoning - Logical Investigations into Discovery and Explanations**. [S.l.]: Springer, 2006. ISBN ISBN-10 1-4020-3906-9 (HB).
- ANGIONI, L. **Os Seis Requisitos das Premissas da Demonstração Científica em Aristóteles**. Manuscrito – Revista Internacional de Filosofia, 2012. Disponível em: <<http://orcid.org/0000-0002-3265-5330>>.
- ANGIONI, L. **Demonstração, silogismo e causalidade**. Lógica e Ciência em Aristóteles, Campinas, 2014.
- ARISTÓTELES. **The Complete Works of Aristotle - The Revised Oxford Translation**. 4a. ed. Princeton: Jonathan Barnes, Princeton University Press, v. 2, 1991.
- ARISTÓTELES. **Metafísica IV e VI**. Tradução de Lucas Angioni. Campinas: IFCH/Unicamp, 2007. 59 p.
- ARISTÓTELES. **Segundos Analíticos - Livro I**. Tradução de Lucas Angioni. [S.l.]: IFCI-I/UNICAMP, 2014. ISBN ISSN: 1676-7047.
- BACHA, M. D. L. **A Teoria da Investigação de C. S. Peirce**. São Paulo: PUC-SP, 1997.
- BERKELEY, G. **A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge**. [S.l.]: Oxford University Press, 1998 [1710]. ISBN ISBN: 0198751605.
- BUENO-SOLER, J. et al. **Formal (In)consistency, Abduction and Modalities**. In: MAGNANI, L.; BERTOLOTTI, T. Springer Handbook of Model-Based Science. [S.l.]: Springer International Publishing, 2017. ISBN ISBN: 978-3-319-30525-7.
- BURCH, R. **Charles Sanders Peirce**. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2021 Edition), 2021. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/peirce/>>.
- CARNIELLI, W. A.; CONIGLIO, M. E. **Paraconsistent Logic: Consistenc'y, contradiction and negation**. Campinas: [s.n.], 2016.
- CHIBENI, S. S. **Hume e as crenças causais**. Epistemología e Historia de la Ciencia, Córdoba, 12, 2006.
- CHIBENI, S. S. **Berkeley: Uma física sem causas eficientes**. Cadernos de história e Filsoofia da Ciência, 18, n. 2 (2008): Série 3, 2008. 357-390.

CHIBENI, S. S. **Hume e as bases científicas da tese de que não há acaso no mundo.**

Principia, 16, n. 2, 2012. 229-254. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/principia/article/view/1808-1711.2012v16n2p229>>.

DOUVEN, I. **Abduction.** Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2021. Disponível em:

<<https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/abduction/>>.

FABIAN, U. C. B. V. **Hume e a crença na existência de conexões necessárias na natureza: uma pergunta para a qual não parece haver resposta.** Campinas: Unicamp, 2022.

FANN, K. T. Peirce's Theory of Abduction. [S.l.]: Martinus Nijhoff, The Hague, Holland, 1970.

ISBN ISBN-13: 978-90-247-0043-1.

FLÓREZ, J. A. **Peirce's Theory of the Origin of Abduction in Aristotle.** Transactions of the Charles S. Peirce Society, 50, n. 2, 2014. Disponível em:

<<http://www.jstor.org/stable/10.2979/trancharpeirsoc.50.2.265>>.

FRAASSEN, B. V. **Scientific Image.** Oxford: Oxford University Press, 1980. ISBN ISBN: 0-19-824427-4.

GÄRDENFORS, P. **Knowledge in Flux.** Massachusetts: Halliday Lithograph, 1988. ISBN ISBN 0-262-07109-6.

GAUDERIS, T. **Modeling Hypothetical Reasoning by Formal Logic.** In: MAGNANI, L.; BERTOLOTI, T. Springer Handbook of Model-based Science. [S.l.]: Springer International Publishing, 2017. ISBN ISBN: 978-3-319-30525-7.

HANSSON, S. O. **A Textbook of Belief Dynamics - Theory Change and Database Updating.** Student Edition. ed. [S.l.]: Kluwer Academic Publishers, 1996.

HANSSON, S. O. **Logic of Belief Revision.** The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2017 Edition), 2017. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/logic-belief-revision/>>.

HARMAN, G. H. **The Inference to the Best Explanation.** The Philosophical Review, 74, 1965. 88-95.

HEMPEL, C. G. **The Function of General Laws in History.** The Journal of Philosophy, 39, n. 2, 1942. 35-48.

HEMPEL, C. G. **Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science.** Nova Iorque: The Free Press, 1965.

HUME, D. **Investigacoes sobre o Entendimento Humano e Sobre os Princípios da Moral**. Tradução de José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 2003[1748]. ISBN ISBN: 85-7139-526-8.

LOBO, J.; UZCÁTEGUI, C. **Abductive Change Operators**. *Fundamenta Informaticae*, 27, 1996. 385-411.

MENDELL, H. **Aristotle and Mathematics**. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2019 Edition). Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/aristotle-mathematics/>>.

MENNA, S. H. **N.R. Hansson e a Metodologia da Investiação Científica**. Campinas: Unicamp, 2001.

MINNAMEIER, G. **Forms of Abduction**. In: MAGNANI, L.; BERTOLOTTI, T. *Springer Handbook of Model-Based Science*. [S.l.]: Springer International Publishing, 2017. ISBN ISBN: 978-3-319-30525-7.

MORTARI, C. A. **Introdução à Lógica**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 2001. ISBN ISBN 85 71 39 337 0.

OKASHA, S. **Philosophy of Science - A Very short Introduction**. Nova Iorque: Oxford University Press, 2002. ISBN ISBN 0-19-280283-6.

PAGNUCCO, M. **Role of Abductive Reasoning within the Process of Belief Revision**. Sidnei: Basser Department of Computer Science - University of Sydney, 1996.

PEIRCE, C. S. **How to Make our Ideas Clear**. *Popular Science Monthly*, 12 janeiro 1878. 286-302. Disponível em: <<https://courses.media.mit.edu/2004spring/mas966/Peirce%201878%20Make%20Ideas%20Clear.pdf>>.

PEIRCE, C. S. **The Collected Papers of Charles Sanders Peirce**. [S.l.]: Harvard University Press, 1958.

PRIEST, G.; TANAKA, K.; WEBER, Z. **Paraconsistent Logic**. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2018 Edition), 2018. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/logic-paraconsistent/>>.

SALMON, W. C. **Scientific Explanation and the Causal Structure of the World**. Princeton: Princeton University Press, 1984. ISBN ISBN: 0-691-07293-0.

SANTAELLA, L. **Abduction And The Limits Of Formalization**. Revista Eletrônica Informação e Cognição, v. 2, n. 1, p. 22-27, 2000. ISSN 1807-8281.

SANTAELLA, L. **Abduction: The logic of guessing**. Semiótica, São Paulo, v. 2005, p. 175-198, 2005. ISSN 1613-3692.

SCHICKORE, J. **Scientific Discovery**. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2018 Edition), 2018. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/scientific-discovery/>>.

SHAPIRO, G. **Habit and Meaning in Peirce's Pragmatism**. Transactions of the Charles S. Peirce Society, Indiana, 9, 1973. 24-40. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/40319672>>.

TESTA, R. R. **Revisão de crenças paraconsistente baseada em um operador formal de consistência**. Campinas: Unicamp, 2014.

WOODWARD, J. **Explanation**. In: STATHIS PSILLOS, M. C. The Routledge Companion to Philosophy of Science. [S.l.]: Routledge, 2008. ISBN ISBN 0-203-00050-1.