



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CULTURA E ARTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA**

RALPH LEAL HECK

**INFORMAÇÃO A PARTIR DE REGRAS: CONSIDERAÇÕES PARA A SOLUÇÃO
DO ESCÂNDALO DA DEDUÇÃO PELA SEMÂNTICA INFERENCIAL-
PRAGMÁTICA**

FORTALEZA

2018

RALPH LEAL HECK

INFORMAÇÃO A PARTIR DE REGRAS: CONSIDERAÇÕES PARA A SOLUÇÃO
DO ESCÂNDALO DA DEDUÇÃO PELA SEMÂNTICA INFERENCIAL-PRAGMÁTICA

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Filosofia. Área de concentração: Lógica.
Orientador: Prof. Dr. Cícero Antônio Cavalcante Barroso.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

H352i Heck, Ralph Leal.

Informação a Partir de Regras : Considerações para a Solução do Escândalo da Dedução pela Semântica Inferencial-Pragmática / Ralph Leal Heck. – 2018.
146 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de cultura e Arte, Programa de Pós-Graduação em Filosofia, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Cícero Antônio Cavalcante Barroso.

1. Informação Semântica. 2. Escândalo da Dedução. 3. Inferencialismo Pragmático. 4. Inferência Material. 5. Mudança de Crença. I. Título.

CDD 100

RALPH LEAL HECK

INFORMAÇÃO A PARTIR DE REGRAS: CONSIDERAÇÕES PARA A SOLUÇÃO
DO ESCÂNDALO DA DEDUÇÃO PELA SEMÂNTICA INFERENCIAL-PRAGMÁTICA

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Filosofia. Área de concentração: Lógica.

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cícero Antônio Cavalcante Barroso (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Joelma Marques de Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luis Filipe Estevinha Lourenço Rodrigues
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Jean-Yves Beziau
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Prof. Dr. Tarcísio Haroldo Cavalcante Pequeno
Universidade de Fortaleza (PUC-RS)

Aos meus amados, Victor e Emanuelle e
em memória de meu pai, Edison.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, prof. Cícero Barroso por toda disponibilidade, compreensão e cuidado ao longo dos anos de elaboração deste estudo.

À minha esposa, Emanuelle, por toda força e paciência nesta jornada que foi o caminho da graduação ao doutorado.

Ao meu filho, Victor por renovar minhas forças e minhas esperanças quando pensei que já não as tinha mais.

À minha mãe, Lígia, minha irmã, Karen, e minhas sobrinhas, Rahysa e Rachel pelo incentivo, consideração e respeito com que tratam meus estudos.

Ao prof. Carlos Brito pelas conversas informais sobre a vida acadêmica e pelas discussões formais sobre minha pesquisa.

Ao prof. Tarcísio Pequeno por ter me acolhido no início do doutorado e ter me apresentado à computação na UFC.

Ao prof. Manfredo Oliveira por estar disponível para conversar em meus momentos de extrema dúvida e incerteza.

Ao prof. José Expedito Passos por torcer e acompanhar minha caminhada desde a graduação.

Ao prof. Marcelino Pequeno por me mostrar o quão próximo estão Filosofia e Computação, nos mais variados temas.

Aos meus caros colegas professores, aos meus amigos e aos meus alunos, por cada palavra de interesse em minha pesquisa e incentivo na execução desta tese.

“Óbice soberbo do eterno zelo.
Origem digital em exaltado verso.
Ouroboros hipotético primeiro,
Orbe de Sahasrara Shiva, ei-lo
Oro nulificador e neutro.

Opus simplificadora, engenho,
Ósculo iniciático, metafórico, alheio.

Oh, ser-inexistente a ti evoco!
Oriente do retorno derradeiro.
Ópera infinita do micro,
Ocupa tudo: início, fim e meio.

Zeromancia de Ralph L. Heck”

RESUMO

O presente estudo tem o objetivo de examinar o problema da informação contida ou gerada em uma dedução, conhecido na literatura como o escândalo da dedução, começando com uma exposição de algumas teorias eminentes da informação semântica e prosseguindo com uma utilização de certos conceitos da semântica inferencial-pragmática de Robert Brandom e de algumas elaborações posteriores desses conceitos para lançar luz sobre o problema. Através desse exame, conclui-se que é possível expandir o quadro de medição de informação proposto por Anderson B. de Araújo de modo que seja possível calcular também a contribuição informacional das regras de inferência material para as deduções. Essa conclusão é sugerida quando articulamos o trabalho de Araújo com a formalização proposta por Richard Evans das regras de autorização de Brandom e com o paradigma AGM (Alcourrón, Gärdenfors e Makinson) de operações de revisão de crenças na forma de cláusulas de Horn. Em termos mais detalhados, o trabalho começa apresentando a teoria precursora da informação semântica, elaborada por Carnap e Bar-Hillel, seguida da exposição da teoria da informação semântica de Hintikka, que reconhece o problema da dedução enquanto tal, sugerindo-lhe uma solução. Depois, apresentamos a Teoria da Informação Semântica de D'agostino e Floridi, que sugerem uma abordagem diferente para solucionar o problema. Em resposta à insuficiência destas propostas investigadas, são apresentados alguns conceitos-chave da filosofia da linguagem de Robert Brandom que servem como arcabouço filosófico suficiente para a exposição de uma modelagem inferencial-pragmática do jogo de dar e pedir por respostas, correspondente ao cenário fundamental de exercício da linguagem e, por conseguinte, do papel informativo que a dedução desempenha em nossas práticas linguísticas. A modelagem se baseia na formalização das relações inferenciais de autorização feita por Evans e na formalização das relações inferenciais de compromisso e sua respectiva medição de informação desenvolvida por Araújo. Mostra-se que o tratamento dado por Evans e Araújo não incorpora um elemento importante para a filosofia da linguagem de Brandom e para a produção de informação pela dedução, a saber, as regras de inferência material. Para completar esta lacuna, recorre-se ao aparato conceitual de representação do conhecimento na forma de operações sobre conjuntos de crenças,

especificamente para o caso de regras de inferência material, sobre conjuntos de crenças na forma de cláusulas de Horn. Ao final, propõe-se como principal desenvolvimento futuro um cálculo de medição de informação de regras materiais associado à proposta de medição de informação fornecida por Araújo.

Palavras-chave: Informação Semântica. Escândalo da Dedução. Inferencialismo Pragmático. Inferência Material. Mudança de Crença.

ABSTRACT

The present study aims to examine the problem of information contained or generated in a deduction, which is known in the literature as the scandal of deduction, beginning with an exposition of some eminent theories of semantic information and proceeding with a use of certain concepts of the inferential semantics of Robert Brandom and some later elaborations of these concepts in order to shed light on the problem. Through this examination, we have concluded that it is possible to expand the information measurement framework proposed by Anderson B. de Araújo so that it is also possible to calculate the informational contribution for deductions of the rules of material inference. This conclusion is suggested when we articulate Araújo's work with the formalization proposed by Richard Evans of Brandom's authorization rules and with the AGM (Alcournón, Gärdenfors and Makinson) paradigm of belief revision operations in the form of Horn clauses. In more detailed terms, the paper begins by presenting the precursory theory of semantic information elaborated by Carnap and Bar-Hillel, followed by the exposition of Hintikka's semantic information theory, which recognizes the problem of deduction as such and proposes a solution. Then, we present the Semantic Information Theory of D'agostino and Floridi, which suggests a different approach to solve the problem. In response to the inadequacy of these investigated proposals, some key concepts of Robert Brandom's philosophy of language are presented which serve as a sufficient philosophical framework for the exposition of an inferential-pragmatic modeling of the game of giving and asking for answers, corresponding to the fundamental scenario of exercise of language and therefore of the informative role that the deduction plays in our language practices. The modeling is based on the formalization of the inferential relations of authorization made by Evans and on the formalization of the inferential relations of commitment and their respective measurement of information developed by Araújo. It is shown that the treatment given by Evans and Araújo does not incorporate an important element for the philosophy of the language of Brandom and for the production of information by deduction, namely, the rules of material inference. To fill this gap, we use the conceptual apparatus of representation of knowledge in the form of operations on sets of beliefs, specifically for the case of rules of material inference, on sets of beliefs in the form of Horn clauses. At the end, it is proposed as main future development a calculation of measurement of

information of material rules associated with the proposal of measurement of information provided by Araújo.

Keywords: Semantic Information. Scandal of Deduction. Pragmatic Inferentialism. Modeling. Belief Change.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	TEORIAS DA INFORMAÇÃO SEMÂNTICA	16
2.1	Problematização.....	16
2.2	A Teoria da Informação Semântica de Carnap e Bar-Hillel.....	19
2.3	A Teoria da Informação Semântica de Hintikka	29
2.4	A Teoria da Informação Semântica de D'Agostino e Floridi.....	48
2.4.1	<i>Tratabilidade</i>	50
2.4.2	<i>Analiticidade, dedutibilidade e informação</i>	52
2.4.3	<i>Informação rasa e profunda: análise e síntese</i>	59
2.4.4	<i>Os três problemas da teoria da informação semântica de D'Agostino e Floridi</i>	61
2.5	Uma comparação entre teorias da informação semântica e a crítica aos seus pressupostos fundamentais.....	64
3	A VIRADA PRAGMÁTICO-INFERENCIAL.....	68
3.1	Da centralidade da representação à inferência	68
3.2	A Filosofia da Linguagem de Brandom: Análise Pragmática, Semântica Inferencialista e Lógica Expressivista	71
3.2.1	<i>A Inferência</i>	73
3.2.2	<i>Autorizações e compromissos</i>	75
3.2.3	<i>A inferência material</i>	79
3.2.4	<i>Relações Inferenciais</i>	85
3.3	Cláusulas de Horn como expressão de inferências materiais	89
4	MODELANDO A LINGUAGEM, SEUS FALANTES E A INFORMAÇÃO SEMÂNTICA.....	94
4.1	Dedução e Inferência	95
4.2	Modelando o discurso e suas autorizações	96
4.3	Em direção a uma teoria inferencialista da informação.....	105
4.4.1	<i>Inserção</i>	107
4.4.2	<i>Deleção</i>	107
4.4.3	<i>Definição de coerência</i>	108
4.4.4	<i>Cálculo de coerência</i>	109
4.4.5	<i>Relevância</i>	110

4.4.6	<i>Cálculo de relevância</i>	110
4.4.7	<i>Informatividade semântica</i>	110
4.5	Medição de informação e a proposta de Araújo para a solução do escândalo da dedução	111
4.6	Sobre a modelagem das regras: representação do conhecimento ..	115
4.6.1	<i>Operação de revisão de crença</i>	117
4.6.1	<i>Operação de contração de crença</i>	118
4.6.3	<i>Interdefinibilidade de operações sobre crenças</i>	120
4.7	Modificação de crença com cláusulas de Horn	122
4.7.1	<i>Revisão de cláusulas de Horn</i>	124
4.7.2	<i>Contração de cláusulas de Horn</i>	125
4.7.3	<i>Iteração de revisão e a identidade das operações com cláusulas de Horn</i>	127
5	CONCLUSÃO	129
5.1	Considerações sobre o segundo nível na medição de informação: o cálculo das regras	129
5.2	Juntando as peças	130
5.3	Considerações finais	133
5.4	Outros desenvolvimentos futuros	137
	REFERÊNCIAS	140

1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem por objetivo avaliar a solução ao escândalo da dedução levantado por Hintikka em sua teoria da informação semântica (HINTIKKA, 1970a): pode uma dedução ser informativa? Após a avaliação da insuficiência das respostas elaboradas pelos principais filósofos da informação semântica que propuseram uma solução para este problema, farei considerações sobre a solução que envolve modificar o quadro referencial teórico pressuposto pelos filósofos avaliados. Esta modificação adota como referencial a concepção de linguagem de Robert Brandom (BRANDOM, 1994). A mudança de quadro referencial (do representacionalismo para o expressivismo inferencialista) nos permite compreender que a dedução tem um papel pragmático e, portanto, não faz sentido procurar uma medição de informação em termos puramente semânticos. Deste modo, é necessário definir um conceito de informação semântico-pragmático para ser possível avaliar a participação da dedução nos processos inferenciais. Estes pressupostos combinam-se com as modelagens de Evans (EVANS, 2016) e Araújo (ARAÚJO, 2016) para formar uma caracterização mais detalhada da informação proveniente da dedução.

O percurso da solução começará com a apresentação da teoria da informação de Carnap e Bar-Hillel (cf. BAR-HILLEL; CARNAP, 1952), que inaugura a abordagem lógica no domínio da informação semântica e introduz as principais equações da teoria, seguida da exposição da teoria da informação de Hintikka (HINTIKKA, 1970a), que reconhece o problema da dedução enquanto tal, e tece uma crítica ao caráter não-criativo da dedução na teoria precedente, sugerindo uma solução inovadora, porém, insatisfatória ao problema. Em seguida, será apresentada a Teoria da Informação Semântica conforme a elaboração de D'agostino e Floridi (D'AGOSTINO; FLORIDI, 2008), que faz críticas às teorias de Carnap/Bar-Hillel e Hintikka, sugerindo uma solução própria para o problema da dedução, abdicando de princípios fundamentais das teorias precedentes ao explorar novos nexos entre analiticidade e computabilidade.

Entretanto, mostrarei que as argumentações destes filósofos são insuficientes para resolver o escândalo. Em especial, por não avaliarem adequadamente a contribuição informativa da dedução. Em resposta a esta insuficiência, elegerei a via

inferencialista da medição de informação como expediente mais abrangente de mediação. Neste estágio da exposição, apresentarei observações em favor da perspectiva inferencialista (JOINET, 2014.), em seguida, tomarei como pressuposto filosófico de uma teoria da informação inferencialista a filosofia da linguagem de Brandom, conforme elaborada em sua obra *Making it Explicit* (BRANDOM, 1994), resgatando, concomitantemente, no artigo de Sellars *Inference and Meaning* (SELLARS, 1953), intuições sobre como a informação deve ser entendida no interior do jogo (mediado por regras materiais) de dar e pedir por razões, que caracteriza a prática da linguagem nas comunidades de falantes. Feito este levantamento teórico, revisarei e integrarei duas propostas de formalização relevantes para a caracterização do cálculo da informação dedutiva, segundo a perspectiva do inferencialismo. A primeira proposta consiste na formalização da prática de autorização e incompatibilidade na execução de inferências, dada determinada situação de debate (EVANS, 2016.), em que as relações de inferência são expressas em cláusulas de Horn. A segunda proposta consiste na medição de informação dedutiva no contexto da formalização de um agente epistêmico ao receber uma nova sentença, que o obriga a modificar seu repertório de conhecimentos, de modo a alterar seus compromissos inferenciais atuais e futuros (ARAÚJO, 2016.). Soma-se a estas teorias a medição de informação contida em expressões que indiquem a modificação de inferências materiais, o que é possível pelos postulados de base da teoria da mudança de crença (*belief change*) (ALCOURRÓN, GÄRDENFORS, MAKINSON, 1985; GÄRDENFORS, 1988), aplicada às cláusulas de Horn (PAGNUCCO; ZHANG; ZHUANG, 2016.) (DELGRANDE; PEPPAS, 2015) (DELGRANDE; WASSERMANN, 2013). Isto culminará na proposta de um cálculo próprio de medição de informação das regras em combinação com a medição de informação semântica das inferências de compromisso.

2 TEORIAS DA INFORMAÇÃO SEMÂNTICA

2.1 Problematização

Esta seção destina-se a uma introdução ao conceito de informação, seus paradigmas contemporâneos e à delimitação do tipo de teoria da informação que será trabalhada ao longo do texto.

'Informação' é uma palavra polissêmica, e opera como *explicandum* associado a variadas descrições, em diferentes teorias, de acordo com o nível de abstração e de requisitos do contexto em que a palavra se vincula. Como podemos atestar na explicação de Shannon:

À palavra "informação" foram dados diferentes significados, por vários escritores no campo amplo da teoria da informação. É provável que, ao menos, certo número destas abordagens se provará suficientemente útil em certas aplicações, para merecerem estudos posteriores e reconhecimento permanente. Dificilmente espera-se que um único conceito de informação dê conta satisfatoriamente das inúmeras aplicações possíveis neste campo amplo. (SHANNON, 1993, p. 180)

Em razão deste contexto plural, ocorreu a tentativa de agrupar as teorias da informação, de modo a sistematizar o conceito. Segundo Adriaans e van Benthem, há três tipos de cenários paradigmáticos para a teoria da informação:

(A) O típico ambiente baseado em lógica permite que um agente adquirira novas informações sobre como é o mundo real, através de atos de observação, comunicação linguística, ou dedução. (...) o paradigma formal para a teoria é a lógica matemática ou computacional.

(B) Em contraste, o cenário típico de Shannon é sobre uma fonte de emissão de sinais em determinadas frequências, com, digamos, uma "linguagem" vista como um produtor de texto global, e a informação que o receptor capta a partir do emissor é medida em termos de redução de incerteza esperada. (...) Por fim, os paradigmas matemáticos da teoria são a teoria da probabilidade e a física.

(...)

(C) Em seguida, tomamos o cenário básico de Kolmogorov. Recebemos uma *string* de código, e nos perguntamos por seu valor informativo. A resposta é a complexidade algorítmica da *string*, definida como o tamanho do menor programa que calcula-o em uma máquina de Turing universal fixa. (...) Assim, surge o seguinte "intercâmbio": Informação-B inicia com a noção de probabilidade como fundamental e deriva um código ideal. Informação-C começa com a noção de código mais curto como fundamental e deriva uma probabilidade a priori a partir dele. (ADRIAANS; VAN BENTHEM, 2008, pp.15-16)

O paradigma (C) é exemplificado por uma teoria da informação algorítmica. A principal característica da teoria é a ideia de que informação tem a ver com o trabalho útil que um algoritmo faz para produzir um resultado e que este trabalho pode ser mensurado com base no comprimento do algoritmo. Assim, o conteúdo informativo de uma *string* gerada é o comprimento em bits do programa mais curto (também chamado de *programa elegante*) usado para produzir a *string*, igualmente referido por sua complexidade. Uma *string* finita s pode ser produzida com o comprimento $|s|¹ + |c|$, onde $|c|$ é o comprimento em bits do código mínimo para produzir s . Este paradigma computacional originou-se de (B), o cenário da teoria da informação de Shannon. Sua teoria tem origem no setor de comunicações elétricas e nasceu da investigação por um modelo estatístico do funcionamento dos equipamentos de transmissão e recepção de sinais. Entretanto, o modelo criado não se restringe ao fluxo de sinais elétricos. Ele pode ser aplicado em contextos abstratos, contendo como forma de transmissão de informação coisas como: palavras, figuras, música, etc. Neste sentido, a ocupação principal do modelo de Shannon é identificar condições eficientes para a transmissão de informação e entender informação como um sinal capaz de reduzir o número de estados possíveis que o receptor pode assumir.

Ambos os paradigmas comportam uma visão sintática e probabilística do conceito de informação, interpretando-a como um fenômeno eminentemente físico-probabilístico. É apenas no paradigma (A) que as noções de *significado* e *verdade* se encontram essencialmente ligadas ao conceito de informação.

No interior deste paradigma, Floridi (FLORIDI, 2011. p.31) fornece uma lista de sete abordagens que exploram a perspectiva da informação sobre a realidade, das quais, figuram duas de interesse para este estudo: a informação em termos de espaço de inferências e a informação em termos de expressões bem formadas, com significado e portadoras de verdade.

A primeira perspectiva procura capturar a informação como o fluxo de inferências que resulta da relação, por meio de mensagens, entre emissores e receptores. Para ela, o papel da atribuição de valores de verdade é secundário. Informações decorrentes de ordens, perguntas, instruções não podem ser

¹ As barras indicam a conversão da string ou do algoritmo em bits.

associadas inequivocamente a valores de verdade, mas, de modo algum, carecem de utilidade. De fato, esta concepção está estreitamente ligada ao estudo da pragmática da linguagem. A argumentação final desta tese pretende mostrar que a função representacional da linguagem assenta-se na função pragmática da linguagem e, por isso, esta perspectiva de informação é mais fundamental que a informação proveniente do modelo seguinte, a saber, o representacional e verofuncional, da linguagem.

A segunda perspectiva, historicamente a primeira a ser desenvolvida no paradigma (A), associa-se aos valores de verdade. Toda informação factual possui um conteúdo semântico (verdadeiro, falso, não-verdadeiro, etc) e para alguns autores, em especial, o conteúdo semântico verdadeiro, é condição necessária para a construção do conhecimento. Aqui, podemos seguir Luciano Floridi (Idem, pp.108-117) e distinguir entre dois modos de definir a relação da informação com os valores de verdade: A abordagem semântica fraca (TWSI) (*Theory of Weakly Semantic Information*) e a abordagem semântica forte da informação (TSSI) (*Theory of Strongly Semantic Information*).

A TWSI postula a independência das unidades de informação (*ínfons*) em relação aos valores de verdade. Nessa concepção, a quantidade de informação de uma proposição p é calculada de acordo com o princípio de relacionamento inverso (IRP), que diz: quanto mais casos possíveis forem excluídos com a informação p , mais informativa ela é. Isto significa que sentenças falsas podem ser informativas e, no caso limite da contradição, tão informativas quanto as sentenças verdadeiras.

Entretanto, como aponta Floridi (ibidem), se aceitarmos que toda sentença falsa seja informativa, nos deparamos com o paradoxo Bar-Hillel-Carnap (BCP), que diz: sentenças logicamente contraditórias, portanto falsas, excluem todos os casos possíveis, logo, são interpretadas pelo IRP como completamente informativas (mais informativas que sentenças verdadeiras).

Na TSSI, a quantidade de informação de uma sentença p depende, ao mesmo tempo, da sua plausibilidade e da sua capacidade de descrever o mundo com acurácia e relevância. Em razão destas restrições, nem contradições, nem tautologias serão consideradas informativas, apenas sentenças contingentes. (cf. ibidem, pp.117-121)

2.2 A Teoria da Informação Semântica de Carnap e Bar-Hillel

Nesta seção será feita uma apresentação da primeira teoria da informação semântica, suas principais funções de medição, acompanhadas de exemplos e, por fim, farei críticas à visão de que sentenças analíticas não são informativas.

A teoria da informação semântica esboçada por Carnap e Bar-Hillel é a teoria que Floridi designa por *TWSI*, sendo também referida na literatura como *teoria clássica da informação semântica*. Seu ponto de partida é a ideia de que há um sentido útil e quantitativo, no qual o conteúdo semântico de sentenças verdadeiras ou falsas de uma dada linguagem L pode ser entendido como um tipo de informação, relativamente, ao conjunto total de situações que podem ser descritas em L . (cf. BAR-HILLEL; CARNAP, 1952. pp.2-3). A teoria deles possui dupla relevância: Eles são os pioneiros na formulação de uma teoria da informação semântica (FLORIDI, 2011. pp.102-114); Além de compartilhar² de algumas das noções e equações de probabilidade fundamentais com teoria matemática da comunicação de Shannon (TMC). Vejamos a teoria.

Em primeiro lugar, Carnap e Bar-Hillel entendem que a quantidade de situações excluídas por uma sentença indica seu conteúdo informativo, isto é, a quantidade de informação contida na sentença.

Para que isto possa ser mensurado, eles definem uma linguagem L , com n constantes e π predicados unários, e com os conectivos lógicos habituais. Dadas essas características, o que L pode descrever consistentemente é uma estrutura que pode variar exatamente de $2^{\pi n}$ modos possíveis. É interessante notar que as constantes individuais são enfatizadas como o ponto de partida da construção das possibilidades que podem ser expressas pela linguagem L .

A primeira noção que Carnap e Bar-Hillel usam para tentar explicar a informação semântica de sentenças é *Cont*. *Cont* é a totalidade dos estados excluídos pelo conteúdo da mensagem. Em outras palavras, se chamarmos o conjunto de estados possíveis de W , podemos definir o conteúdo informacional de uma sentença i , em símbolos $Cont(i)$, do seguinte modo:

² Esse paralelo também é citado por Hintikka e outros. (cf. HINTIKKA, 1970a. p.4; BAR-HILLEL, 1964. Capítulos 15-18; CHERRY, 1957. pp.229-255.)

$$(1) \text{Cont}(i) = \{w \in W \mid w \models \neg i\},$$

Ou seja, o conteúdo de i é o conjunto dos estados de W que falsificam i . Nos casos de uma tautologia t e uma contradição c , temos: $\text{Cont}(t) = \emptyset$ (pois nada falsifica uma tautologia) e $\text{Cont}(c) = W$ (pois tudo falsifica uma contradição).

Vejamos um exemplo: Sejam dois indivíduos quaisquer designados respectivamente, pelas constantes individuais a , b ; e existam dois predicados unários tais que “ x é mulher” é designado por $M(x)$ e “ x é casado” por $C(x)$.

A estrutura W que temos nessas condições é um conjunto de 16 estados possíveis, que variam na combinação de atribuição dos predicados afirmados ou negados às constantes individuais, conforme a seguinte lista:

(Ex1):

w	a		b		w	a		b	
1	Mx	Cx	Mx	Cx	9	Mx	$\neg Cx$	$\neg Mx$	Cx
2	$\neg Mx$	Cx	Mx	Cx	10	Mx	$\neg Cx$	Mx	$\neg Cx$
3	Mx	$\neg Cx$	Mx	Cx	11	Mx	Cx	$\neg Mx$	$\neg Cx$
4	Mx	Cx	$\neg Mx$	Cx	12	$\neg Mx$	$\neg Cx$	$\neg Mx$	Cx
5	Mx	Cx	Mx	$\neg Cx$	13	$\neg Mx$	$\neg Cx$	Mx	$\neg Cx$
6	$\neg Mx$	$\neg Cx$	Mx	Cx	14	$\neg Mx$	Cx	$\neg Mx$	$\neg Cx$
7	$\neg Mx$	Cx	$\neg Mx$	Cx	15	Mx	$\neg Cx$	$\neg Mx$	$\neg Cx$
8	$\neg Mx$	Cx	Mx	$\neg Cx$	16	$\neg Mx$	$\neg Cx$	$\neg Mx$	$\neg Cx$

Tomemos a linha 6. Ela significa um estado $w \in W$ onde a não é mulher, nem casado e b é mulher e casada: $\neg M(a) \wedge \neg C(a) \wedge M(b) \wedge C(b)$. Já uma afirmação i que expresse algo como “ a é mulher ou casado e b é mulher e casada”: $((M(a) \vee C(a)) \wedge (M(b) \wedge C(b)))$ poderia ser satisfeito por 3 dos 16 estados possíveis, nomeadamente, os estados w_1 , w_2 e w_3 . Portanto, a informação de i elimina 13 das 16 descrições de estados.

Mas, o conceito (função) Cont não é capaz de definir sem ambiguidade a soma de informação entre mensagens. Então, Carnap e Bar-Hillel introduzem o conceito pré-sistemático de quantidade de informação in (com i minúsculo). Este conceito permite realizar operações algébricas com a quantidade de informação entre mensagens. Mas, há casos em que a soma pode ser menor que a conjunção

entre os conteúdos, especificamente, quando duas mensagens compartilham parte de seus conteúdos informativos. (cf. BAR-HILLEL; CARNAP, 1952. pp.11-13.)

A partir das definições *Cont* e *in*, eles derivam a medida quantitativa *cont* (medida de conteúdo), uma medida que se baseia na atribuição de probabilidade $m(i)$, e esta probabilidade é definida *a priori* dependendo do número de descrições de estados que tornam verdadeira a sentença i . Note-se que W é definido para ter estados equiponderáveis e que, para toda sentença i , há um conjunto de estados de W que torna i verdadeira (no exemplo anterior: w_1, w_2 e w_3) e outro conjunto de estados de W que torna i falsa ($Cont(i) = \{w_4, \dots, w_{16}\}$) ainda que tal conjunto possa ser vazio, ou o próprio W . Assim, toda sentença i de L pode ser associada a uma probabilidade $m(i)$, sendo $m(i)$ calculada a partir da soma das probabilidades de todos os estados que tornam i verdadeiro. O limite do valor absoluto de $m(i)$ é a soma das probabilidades de todos os estados possíveis de W que é 1. A partir daí, temos a função:

$$(2) cont(i) = 1 - m(i)^3$$

Esta função nos permite medir a quantidade relativa de possibilidades excluídas pela proposição i . Note que $1 \geq cont(i) \geq 0$ se i é contingente, $cont(i) = 1$ se i é uma contradição e $cont(i) = 0$ se i é uma tautologia. Assim, seja $m(i) = 1/3$ para a ocorrência da sentença i , então seu conteúdo nos fornece um valor de $2/3$, o que significa que $2/3$ dos estados de W são excluídos em razão da ocorrência de i . Isto é, *cont* é a medida de probabilidade de todos os estados que não satisfazem certo conteúdo: $cont(i) = m(\neg i) = 1 - m(i)$.

Citaremos algumas das relações fundamentais de probabilidade entre subfórmulas atômicas i e j de uma fórmula molecular:

$$(3) \quad (a) m(i \wedge j) = m(i) \times m(j) \text{ sss } i \text{ e } j \text{ não têm predicados em comum.}$$

$$(b) m(i \wedge j) \leq m(i) \leq m(i \vee j)$$

$$(c) m(i \vee j) = m(i) + m(j) - m(i \wedge j)$$

$$(d) m(i \vee j) = m(i) + m(j) \text{ sss } i \wedge j \text{ é uma contradição em } L$$

³ Alternativamente, $m(i) = 1 - cont(i)$ e $cont(\neg i) = m(i)$. (Cf. BAR-HILLEL; CARNAP, 1956. p.15)

$$(e) m(i \wedge j) = m(i) + m(j) - m(i \vee j)$$

$$(f) m(i \wedge j) = m(i) + m(j) - 1 \text{ sss } i \vee j \text{ é uma tautologia em } L$$

De acordo com o exemplo (Ex1) $i = ((M(a) \vee C(a)) \wedge (M(b) \wedge C(b)))$, i é verdadeira em 3 de 16 possibilidades, logo, $m(i) = \frac{3}{16}$ e portanto, $cont(i) = \frac{13}{16}$.

Uma intuição importante sobre a informação representada por sentenças é a de que, se i e j são sentenças indutivamente independentes⁴, a quantidade de informação de $i \wedge j$ deveria ser igual à quantidade de informação de i mais a quantidade de informação de j , isto é, uma função da quantidade de informação semântica deveria ser aditiva sob a conjunção quando as sentenças são indutivamente independentes. Um problema da função $cont$ é que ela não respeita essa intuição, pois, $cont(i \wedge j) \leq cont(i) + cont(j)$.

Outra questão é que se i e j são sentenças básicas com diferentes predicados primitivos, então a expressão $cont(i \rightarrow j)$ ou $cont(j/i) = \frac{1}{2}$. $cont(i)$ ao invés de calcular a informatividade de j e de i , remove j do cálculo, uma vez que a probabilidade de i não afeta a probabilidade de j e vice-versa: $cont(i/j) = cont(i) = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$. Para resolver ambos os problemas, Carnap propõe uma função que preserve o aspecto informativo de cada sentença, quando elas são expressas em conjunto ou quando uma se segue da outra, introduzindo a função inf (medida de informação). Tal que:

$$(4) inf(i) = \log_2 \frac{1}{1-cont(i)} = \log_2 \frac{1}{m(i)} = -\log_2 m(i)$$

Sendo o limite de inf para sentenças contingentes variando entre 0 e infinito. Vejamos um exemplo envolvendo (3) e uma das sentenças anteriores:

(Ex3): como já calculamos para $i = ((M(a) \vee C(a)) \wedge (M(b) \wedge C(b)))$, $m(i) = \frac{1}{4}$ $cont(i) = \frac{3}{4}$, então temos que $inf(i) = 4 - \log_2 3 = 4 - 1,58 = 2,42$.

Segundo a interpretação de van Rooij (SOMMARUGA, p.170-172), isto significa dizer que a mensagem de i possui pouco mais que dois bits de informação. Cada bit de informação corresponde a uma escolha entre duas opções disponíveis.

⁴ Definimos independência indutiva entre duas sentenças quando a probabilidade de uma sentença, dada a ocorrência da outra sentença, permanece a mesma. Em contraste, a independência de conteúdo ocorre quando, dadas as sentenças i e j , o conteúdo semântico de i é disjuncto ao conteúdo semântico de j . Isto é, i e j são independentes com relação ao conteúdo se $Cont(i) \cap Cont(j) = \emptyset$.

Em nosso caso, há pré-determinado 16 resultados equiprováveis (os 16 mundos possíveis envolvendo a combinação dos indivíduos com os predicados), onde, para uma resposta precisa de qual das 16 opções é o caso, seria necessário um total de 4 bits, i.e. uma sentença j qualquer, que expressasse precisamente uma das 16 opções, deveria resultar em $inf(j) = 4$. A sentença i do exemplo, expressa aproximadamente 2,42 bits deles. Isto significa que a sentença aumenta a certeza (i.e. reduz as possibilidades) de 16 opções, para 3 opções.

Já a função $m(i)$ retorna a probabilidade de i ser o caso, uma vez que, $inf(i)$ retorna a quantidade de redução da incerteza acerca de qual w , tal que $w \in W$, é o caso, dada uma afirmação i . Ou seja, qual dos estados descritos em L é o caso. Note que, para tautologias, $inf(T) = 0$ e $cont(T) = 0$ já que $m(T) = 1$ e para contradições $inf(\perp) = \infty$ e $cont(\perp) = 1$, já que $m(\perp) = 0$.

A segunda vertente da teoria da informação semântica, a Teoria da Informação Semântica Forte (TSSI) propõe novas grandezas e novas medidas para a mensuração da informação semântica, ela postula que a informação só pode ser definida enquanto tal, na medida em que encapsula o valor de verdade “verdadeiro”. A TSSI possui os seguintes *desiderata*: 1. Evitar inconsistências como o Paradoxo Bar-Hillel/Carnap (BCP). Fornecendo um modo de reinterpretar⁵ as funções construídas por Carnap e Bar-Hillel, atribuindo a elas um novo papel informativo, propondo diferentes grandezas e medidas resultantes. 2. Estabelecer o valor verdadeiro como uma característica necessária para a análise quantitativa da informação. 3. Estender a análise quantitativa à toda família de conceitos relacionados à informação como informatividade, desinformação, informação falsa, vacuidade e imprecisão de informação semântica. (cf. FLORIDI, 2011, p.117).

É evidente que o modo como contradições lógicas são integradas (ou expulsas) de dada teoria da informação semântica é um fator determinante na definição das teorias fraca e forte da informação semântica. As contradições lógicas não são informativas (TSSI) ou informativas demais para serem verdade (TWSI). Mas, e o outro extremo das sentenças lógicas? Como essas teorias interpretam as tautologias e a classe de expressões a qual elas pertencem, nomeadamente, as

⁵ Como a questão sobre sentenças falsas não é de utilidade para o nosso estudo, não entraremos em pormenores do assunto. Para uma interpretação das equações de Carnap e Bar-Hillel pela TSSI de modo a superar o BCP, cf. FLORIDI, 2011, pp.127-129.

sentenças analíticas? Para TWSI e TSSI elas não têm utilidade informacional. Devemos perguntar em que sentido as sentenças L-verdadeiras *não possuem* valor informativo. Para Carnap e Bar-Hillel:

(...) ocorrerá, sob todas as explicações previstas por nós, que a quantidade de informação transportada pela sentença '17 X 19 = 323' é zero e que a quantidade de informação de 'As três medianas dos lados de um triângulo plano se cruzam em um só ponto', relativa a um conjunto de frases que servem como um conjunto completo de axiomas para a geometria euclidiana, é igualmente zero. Isso, no entanto, não deve ser de forma alguma entendido como a implicação de que não há uma 'quantidade de informação' em bom sentido, no qual a quantidade de informação dessas frases não será, de fato, zero, e para algumas pessoas, pode até ser bastante alta. Para evitar ambiguidades, vamos usar o adjetivo "semântica" para diferenciar ambos os sentidos pré-sistemáticos de "informação" em que estamos interessados no momento e sua *explicata* sistemática de outros sentidos (tais como "quantidade de informações psicológica para a pessoa P") e os seus *explicata*. Este adjetivo vai, no entanto, ser deixado, em casos em que ambiguidades são pouco prováveis de ocorrer. (CARNAP & BAR-HILLEL, 1952, p.3)⁶.

Para eles, portanto, sentenças do domínio da lógica e da matemática não possuem informação semântica, a despeito de que possam acarretar certa quantidade de informação psicológica para um sujeito. Note que aritmética e geometria são os exemplos escolhidos para receber o adjetivo 'psicológico'. É implícito a isto, a dedução que fornece o resultado em cada um dos exemplos.

Desse modo, penso que descartado no conjunto do que eles chamam de informação *psicológica*, há outras três dimensões informacionais que podem ser percebidas no que tange à aplicação da lógica e que possuem influência no domínio da semântica. As chamarei de dimensões *epistêmica*, *ontológica* e *meta-epistêmica*.

A dimensão *meta-epistêmica* resulta, por exemplo, da aplicação do aspecto lógico do conhecimento (HINTIKKA, 1970, pp.288-291) ao modo pelo qual os sujeitos representam o próprio conhecimento. Neste sentido, uma informação *meta-epistêmica* confirmaria os modos válidos (justificados na lógica) de adquirir ou

⁶ "(...) under all explications envisaged by us, that the amount of information carried by the sentence '17 X 19 = 323' is zero and that the amount of information of 'The three medians of the sides of a plane triangle intersect in one point', relative to some set of sentences serving as a complete set of axioms for Euclidean geometry, is likewise zero. This, however, is by no means to be understood as implying that there is no good sense of 'amount of information', in which the amount of information of these sentences will not be zero at all, and for some people, might even be rather high. To avoid ambiguities, we shall use the adjective 'semantic' to differentiate both the presystematic senses of 'information' in which we are interested at the moment and their systematic explicata from other senses (such as "amount of psychological information for the person P") and their explicata. This adjective will, however, be dropped in those cases where ambiguities are unlikely to arise."

representar (por meio de regras de inferência, regras de tradução, etc.) estruturas de conhecimento (e.g. conhecimento como *crença verdadeira justificada*). Já a informação epistêmica, descreve a informatividade que determinada sentença tem quando apreendida por dado sujeito, em contraste com a informação de ordem psicológica, que diz respeito ao conjunto de informações que um indivíduo particular possui, baseado em suas vivências, suas sensações e lembranças.

Como exemplo de distinção entre epistêmico e psicológico, temos Frege que pontuou a separação entre os componentes *ideia (Idee)* ou *representação (Vorstellungen)* e *pensamento (Gedanke)* (cf. FREGE, 2002. pp.25-27). Para ele, a representação são as imagens mentais associadas à expressão da linguagem, imagens subjetivas resultantes de nossas vivências acerca do conceito e isto pode ser considerado o aspecto psicológico da informação. Ao passo que o pensamento é objetivo, na medida em que é o conteúdo publicamente acessível e julgável das expressões da linguagem, em que sua proficiência se baseia em certas capacidades cognitivas, linguísticas e pragmáticas.

Adiciona-se ao argumento acima, a consideração sobre sua ontologia de três reinos (cf. FREGE, 2002. pp.33-39), em que as verdades lógicas (analíticas), obtidas pelos juízos analíticos, ocupam papel fundamental e frutífero (cf. FREGE, 1983. §17, pp.218-219.). Mesmo que não aceitemos esta ontologia, estou de acordo em aceitar a importância das sentenças da lógica em conjunto com a afirmação de que a tarefa da lógica é fornecer uma base adequada para a epistemologia, já que, a lógica investiga as leis das inferências válidas para a justificação do conhecimento (cf. FREGE, 1979. pp.3-5). Com isto, parece-me plausível defender o argumento em favor da distinção entre epistêmico e meta-epistêmico. Podemos definir meta-epistêmico no sentido da compreensão das regras de correção dos juízos, uma vez que a investigação lógica nos fornece condições de expressar, explicar e justificar *como* deve estar organizado o conhecimento para poder ser considerado como tal. Ao passo que a dimensão epistêmica pode ser entendida como o conteúdo dos juízos obtido em função das competências cognitivas, linguísticas e contextuais dos indivíduos e a lógica teria o papel de revelar o que está subjacente ao juízos mediante dedução.

A aplicação desta investigação lógica à ontologia foi ensejado, ainda que não explicitamente⁷, por Wittgenstein ao separar representação subjetiva (*Vorstellung*) de apresentação (*Darstellung*) (cf. TLP §2.173-2.174 e §5.631)⁸. Em seu *Grundgedanke*, ele afirma que os sinais lógicos não significam (cf. TLP §4.0312), fornecendo, assim, uma distinção dos papéis que os nomes e as proposições desempenham na sua teoria da figuração, tal que, nomes representam (*vertreten*), no sentido em que são substitutos de coisas, e as proposições apresentam (*darstellen*) estados de coisas (cf. TLP §4.04). Ao fazer isto, Wittgenstein nos diz *como* é a forma válida de enunciação de estados de coisas e de seus componentes ontológicos, de modo a mostrar as relações lógicas internas dos objetos e estados de coisas (cf. TLP §4.122). Ora, como ele mesmo frisa, esta descrição não pertence à discussão sobre qual estado de coisas é o caso. Mas, antecede a própria referência, ela nos informa a forma, o *como* as coisas se organizam.

O que há em comum entre os aspectos epistêmico, ontológico e meta-epistêmico é o papel constitutivo que a lógica desempenha. E, neste sentido, a dedução nos permite saber como o mundo (em todos os seus casos) se organiza a partir de determinada forma (e.g. nomes substituem coisas e proposições apresentam estados de coisas possíveis, para o caso do *Tractatus*) e como devem estar organizados os conhecimentos sobre o mundo (aquilo que possibilita algo ser tomado como candidato a conhecimento e quais propriedades são deriváveis deste candidato).

Considerando tanto o caso da lógica representar a forma da realidade, como adotando a tese da inacessibilidade da forma da realidade mesma⁹, o emprego da lógica e da matemática fornece um valor informativo, acerca de certa *forma*

⁷ A escolha de Frege e Wittgenstein na defesa destas dimensões informativas ajuda a mostrar que Carnap poderia ter ampliado sua concepção de informação semântica, ou, ao menos, ter indicado ampliações nos sentidos que descrevo. A escolha de qualquer filósofo posterior a Carnap, neste caso, seria uma crítica anacrônica.

⁸ D'Agostino e Floridi apontam uma resposta de Wittgenstein no *Tractatus* ao problema da informatividade de sentenças analíticas (cf. WITTGENSTEIN, 2010, §5.13; §6.122; §6.127): as tautologias são autoevidentes, basta uma inspeção de sua estrutura e a tautologia é revelada. Mas, a resposta é insuficiente por dois motivos: primeiro, como bem aponta Hintikka, nem sempre uma simples inspeção revela a tautologia, segundo, este modo de tratamento só se aplica a lógicas decidíveis, como o caso da LP. (Cf. D'AGOSTINO; FLORIDI, 2008, pp.8-9.)

⁹ i.e. a lógica como um instrumental de aporte epistêmico. O que seria um enfraquecimento da tese de que o estudo da lógica, de algum modo, desvela (ou é a própria) a estrutura última da realidade, tese característica de Frege e Wittgenstein (à época do *Tractatus*).

*atualmente válida*¹⁰ de apresentação das coisas. Em última instância, a negação do valor informativo lógico (neste último caso, aplicado à ontologia) das sentenças analíticas, subverteria o papel informativo do próprio trabalho de Carnap e Bar-Hillel. Pois, eles descrevem certo modo de apresentar a informação, certa norma para se computar quantidade de informação sobre o mundo. Ora, o que fazem em seu texto, de fato, não é descrever coisas, i.e. nos informar no sentido de dizer que situações são ou não o caso. Mas, nos fornecer um modo eficiente de *representar como* informação acerca das situações pode ser mensurada. E esta argumentação deve *também* ser composta de sentenças analíticas.

Podemos acrescentar até mesmo que o valor informativo das sentenças analíticas é útil para nos dar clareza epistêmica sobre o assunto do texto. De fato, esta classe de sentenças é importante (em contextos singulares) e não pode ser ignorada ao falarmos do processo de aquisição e exercício de nosso conhecimento. Mas, note que informação epistêmica, nestes termos, diz respeito à clareza de nossas representações ao expressarmos elas a outrem. E, portanto, tratando-se de informações acerca da qualidade de nossas representações. A adoção exclusiva desta tese nos leva à separação entre nossas representações, a informatividade delas e as coisas mesmas, o que é de fato um problema clássico na filosofia. A aceitação irrefletida dela aponta para um abismo epistemológico entre as coisas e o que sabemos delas¹¹. Se pela experiência cotidiana, com o auxílio da lógica e da matemática construímos determinada forma atualmente aceita da própria realidade e por meio de sentenças analíticas adquirimos conhecimento sobre o que sabemos sobre esta forma, não há razão suficiente para negar o valor informativo das sentenças analíticas. Portanto, a atividade de deduzir, isto é, de produzir novas sentenças via dedução, produz informação objetiva nova, quer da perspectiva epistêmica e meta-epistemológica, quer da perspectiva ontológica.

¹⁰ Digo *atualmente*, pois a forma dependerá da ontologia (também da semântica) que está sendo pressuposta, já que podemos pensar ontologias diferentes para lógicas diferentes e ontologias diferentes para uma mesma lógica. Como veremos no capítulo 3, certa regra de inferência para representar estados de coisas e derivar afirmações destes estados outrora implícitas.

¹¹ Claro que uma alternativa para evitar o abismo seria dizer que toda representação é pública e portanto intersubjetivamente acessível. Mas, isto seria afirmar que a mente é um produto exclusivamente linguístico (remontando ao behaviorismo brando de Gilbert Ryle). Em princípio, recusaremos esta proposta, uma vez que associa necessariamente comportamento e mente. Para maiores discussões (e.g. cf. MASLIN, 2009.; CHURCHLAND, 2004.; RYLE, 1949. CUMMINS, 1991.)

Um exemplo para este argumento é o problema apontado por (JUHL; LOOMIS, 2010. pp.59-60). Nos termos da teoria da informação de Bar-Hillel e Carnap, a principal definição de tautologia é uma definição semântica. Isto significa que uma sentença p qualquer é uma tautologia, se ela é satisfeita em todas as descrições de estados possíveis de L , portanto, não é informativa. Para eles, L -verdade, logicamente verdadeiro, analítico e tautologia (e.g. $Pa \vee \neg Pa$) são sinônimos (cf. CARNAP & BAR-HILLEL, 1952. p.4).

Entretanto, tomemos o exemplo (Ex1). Se uma sentença deve ser satisfeita por todas as descrições de estados de uma Linguagem, a totalidade de estados deve conter todas as combinações de tal forma que os predicados de L devem ser combinados exaustivamente. A partir disto, há duas evidências em favor do aspecto informativo das sentenças analíticas contidas na explicação acima. A primeira se apresenta em casos em que ocorre a introdução de predicados como x é Casado e x é Solteiro (Cx e Sx). Note que a atribuição dos dois predicados ao mesmo indivíduo produziria uma contradição semântica. Isto ocorre porque os autores estabeleceram (implicitamente) uma *regra de equivalência*, a saber: $Cx \equiv \neg Sx$. (cf. Ibidem. p.5). Entretanto, a estipulação dessa regra pressupõe mais do que a simples análise dos predicados poderia fornecer. Mostrando que colocar os conceitos *logicamente verdadeiro*, *analítico* e *tautologia* equivalentes ao conceito de L -verdadeiro é demasiado forçoso. Pois, sintaticamente falando, não há semelhança entre $Cx \equiv \neg Sx$ e $Ca \vee \neg Ca$. Isto mostra que é possível obter informação de sentenças analíticas (a *posteriori*), nomeadamente, o conjunto de descrições incompatíveis com $Cx \equiv \neg Sx$, antes mesmo de calcularmos a informação de uma sentença i qualquer. Isto significa que a dedução nos permite saber o verdadeiro espaço de probabilidades de L . O segundo problema diz respeito à aplicação artificial da definição de L -verdadeiro por satisfação de descrições de estados. Por exemplo, tomemos os predicados Rx e Ax para, x é Verde e x é Amarelo, respectivamente. Note que haverá em algumas descrições de estados da linguagem L , algo como $Ra \wedge Aa$. Tomemos a como determinado ponto dotado de coordenadas espaço-temporais precisas. O que a expressão $Ra \wedge Aa$ significaria, portanto, é que determinado ponto, em determinadas coordenadas, é verde e amarelo ao mesmo tempo. O que consiste em uma contradição. Exigindo a introdução de algumas regras que servirão de limitação (*constraint*) para certas combinações de predicados

e constantes de L. Estes argumentos e exemplos demonstram que algumas sentenças analíticas são de fato informativas, especificamente, aquelas sobre os limitadores (*constraints* – tais como regras de apresentação e estipulações analíticas *a posteriori*) da nossa linguagem L e do nosso mundo, ao contrário do que podia parecer à primeira vista.

2.3 A Teoria da Informação Semântica de Hintikka

Nesta seção, será apresentado o problema da dedução, originalmente formulado por Hintikka. Em seguida, farei uma exposição de sua teoria da informação semântica, seguido das principais funções de medição e do papel informativo que a dedução desempenha nestas medições. Por fim, farei um conjunto de críticas a esta teoria da informação semântica e ao papel que a dedução desempenha nela.

Hintikka foi o primeiro a levantar o problema da dedução. Para ele, é um problema quase tão filosoficamente escandaloso quanto o problema clássico da indução¹². O problema da dedução diz respeito à mensuração da informação produzida pelos argumentos lógicos e matemáticos, encontrando-se atualmente em aberto. O propósito deste estudo consiste em propor-lhe uma solução. Hintikka o chama de *escândalo da dedução* (*Scandal of Deduction*):

Os filósofos em questão ficaram impressionados pelo fato que é verdadeiro e importante, nomeadamente, pelo fato de que, em certo sentido uma inferência lógica não nos dá novas informações acerca do tipo de realidade, as premissas de uma inferência falam. No entanto, eles deixam em aberto a pergunta: que outro tipo de informação argumentos lógicos e matemáticos nos dão? Parece-me que esta é uma questão que lógicos e filósofos têm até agora, quase completamente, falhado em responder. C. D. Broad chamou os problemas lógicos e filosóficos não resolvidos, referentes à indução, de um escândalo da filosofia. Se me é permitido exagerar um pouco – mas, apenas ligeiramente - gostaria de dizer que há, além do escândalo da indução, um, intimamente relacionado e igualmente inquietante, escândalo da dedução, viz. A falha dos filósofos e lógicos em responder à pergunta: Como o raciocínio dedutivo acrescenta ao nosso conhecimento (informação)? (HINTIKKA, 1970a, pp.288-289).

¹² Esse problema é classicamente apresentado por David Hume no Livro I, Seção III, Parte VI do Tratado da Natureza Humana (Cf. HUME, 2009. pp.115-122). Para uma apresentação deste problema na atual filosofia da ciência cf. CHALMERS, 1997.

Ora, mas como é possível que a dedução não seja informativa, se em casos teóricos e cotidianos ela se mostra uma poderosa ferramenta de construção e aquisição de informação? Neste sentido, sentenças resultantes de inferências não são tautologias (do mesmo modo, como vimos nas seções acima, sentenças que expressam certas regras ou restrições em uma dada linguagem não são tautologias). Hintikka foi o primeiro a reconhecer e propor uma alternativa para o problema. Note que, por definição, as deduções têm a seguinte forma:

(5) C é dedutível de $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ se e somente se $A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge \dots \wedge A_n \vdash C$. Isto é, C é dedutível de $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ se e somente se existe uma prova de C a partir de $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$. Tal que, a prova de C a partir de $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ é uma sequência de fórmulas onde, ou cada fórmula é um A_i e $A_i \in \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\}$, ou é um axioma lógico, ou é o resultado da aplicação de uma regra de inferência sobre fórmulas que aparecem anteriormente na sequência da prova.

A relação $A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge \dots \wedge A_n \vdash C$ expressa em (5) é tautológica no sentido de que não é possível que as premissas sejam verdadeiras e a conclusão falsa. Para defender que essas sentenças sejam informativas, Hintikka fez uma distinção entre dois tipos de informação, a informação de superfície (*Surface information*) e a informação de profundidade (*Depth Information*).

Embora ele adote as funções Cont, Inf e cont de Carnap e Bar-Hillel. Diferente deles, que partem da composição dos indivíduos (constantes individuais) para a formação das descrições de estados (*state-descriptions*), Hintikka estabelece que não seja possível designar *a priori* um nome para cada indivíduo do universo (uma restrição de ordem epistêmica), portanto, o emprego da lógica deve estipular e representar os tipos possíveis de indivíduos que podem instanciar todas as combinações de propriedades denotadas pelo vocabulário lógico. O que ele chama de predicados complexos (HINTIKKA, 1970a. p.266), é equivalente aos Q-predicadores que Carnap e Bar-Hillel definem como a conjunção de predicados primitivos negados ou não-negados. A expressão completa de predicados acerca de um indivíduo é chamado Q-sentença e uma descrição do estado é a conjunção de n Q-sentenças, tal que n é a quantidade de indivíduos da linguagem. (BAR-HILLEL; CARNAP, 1956. p.5). A diferença dos constituintes para as descrições de estados é que os primeiros são expressos na forma quantificada. Com isto, Hintikka elabora

uma lista de todos os tipos possíveis e com a lista, cria uma estipulação de todos os mundos possíveis que correspondem aos modos possíveis como os predicados podem ser combinados para articular diferentes tipos de indivíduos em uma dada profundidade de quantificação.

Dessa forma, cada constituinte representa uma descrição completa de certa configuração hipotética do universo do discurso, uma conjunção dos diferentes modos como os indivíduos poderiam se apresentar. Para que o uso da lista se torne prático, Hintikka propõe que cada constituinte da lista se restrinja a apenas os tipos que são *de fato* instanciados na expressão, isto é, se o domínio do quantificador for vazio, a expressão quantificada deve ser eliminada. Aos tipos instanciados em cada constituinte, ele sugere que a probabilidade *a priori* seja distribuída igualmente.

Dada uma sentença s em uma linguagem (que não contenha constantes individuais), há um subconjunto da lista de constituintes que podem substituir s em termos de suas condições de verdade, i.e. um subconjunto da lista de constituintes em que s é verdadeiro com uma quantidade decrescente de quantificadores que pertencem a s , a tal quantidade chamaremos de profundidade de s . Este subconjunto será a forma normal distributiva (disjunta) de s . A partir disto, calculamos a probabilidade de s como o somatório das probabilidades de seus constituintes. Mais a diante veremos os detalhes dos procedimentos de cálculo de profundidade e distribuição de probabilidade.

Vamos iniciar a exposição com o uso de um fragmento da linguagem de primeira ordem, a saber, uma linguagem de predicados unários, para então expandirmos para a linguagem contendo predicados enários.

Seja L_0 uma linguagem que possui uma lista finita apenas de predicados unários, sem constantes individuais, mas com variáveis individuais. Para descrever um mundo possível relativo à L_0 , precisamos listar todos os tipos de indivíduos que podem ser descritos em L_0 . Para tanto, devemos especificar para cada predicado P_i , se um indivíduo x não especificado (por não haver constantes na linguagem) tem ou não P_i . Com isso, obtemos a expressão seguinte:

$$(6)(\pm)P_1(x) \wedge (\pm)P_2(x) \wedge \dots \wedge (\pm)P_k(x)$$

Onde, o '+' indica ausência e o '-' presença de uma negação antes de $P_i(x)$. Em outras palavras, (\pm) representa a resposta "sim" ou "não" para a pergunta "o indivíduo x possui a propriedade número P_i ?" (Cf. HINTIKKA, 1970a p.265)

(Ex4): Assim, suponha uma linguagem com os predicados unários M e C . A lista deve ter a forma: $(\pm)M(x) \wedge (\pm)C(x)$.

Deste modo, conseguimos uma lista completa de todos os tipos de indivíduos ao listar todas as expressões possíveis do tipo (6) (há 2^m expressões desse tipo, tal que m é o número de predicados). Se rotularmos cada ocorrência da lista como $Ct_i(x)$, com i variando de 1 a K (onde $K=2^m$), construiremos uma lista que aparecerá com a seguinte forma:

$$(7) Ct_1(x), Ct_2(x), \dots, Ct_K(x).$$

(Ex5): Em uma lista com 2 predicados (M e C), teremos 4 tipos de indivíduos. Nomeadamente: $Ct_1(x) = (+)M(x) \wedge (+)C(x)$; $Ct_2(x) = (+)M(x) \wedge (-)C(x)$; $Ct_3(x) = (-)M(x) \wedge (+)C(x)$; $Ct_4(x) = (-)M(x) \wedge (-)C(x)$; Segundo (7), isto é traduzido para a forma: $Ct_1(x), Ct_2(x), Ct_3(x), Ct_4(x)$.

A partir de tal lista, podemos descrever um mundo possível w dizendo, para cada tipo de indivíduo Ct_i , se ele existe ou não em w . Deste modo, a listagem dos k indivíduos presentes e ausentes em w terá a seguinte forma, que será a forma geral de um constituinte:

$$(8) (\pm)\exists x Ct_1(x) \wedge (\pm)\exists x Ct_2(x) \wedge \dots \wedge (\pm)\exists x Ct_k(x)$$

(Ex6): de maneira mais extensa, podemos dizer que um constituinte com base em Mx e Cx tem a forma: $(\pm)\exists x((+)M(x) \wedge (+)C(x)) \wedge (\pm)\exists x((+)M(x) \wedge (-)C(x)) \wedge (\pm)\exists x((-)M(x) \wedge (+)C(x)) \wedge (\pm)\exists x((-)M(x) \wedge (-)C(x))$

Também é possível expressar a mesma coisa especificando, para cada mundo w , apenas os indivíduos que existem em w e explicitando que esses são todos os indivíduos de w . Nesse caso, a forma do constituinte é dada pela seguinte expressão:

$$(9) \exists x Ct_{i_1}(x) \wedge \exists x Ct_{i_2}(x) \wedge \dots \wedge \exists x Ct_{i_n}(x) \wedge \forall x (Ct_{i_1}(x) \vee Ct_{i_2}(x) \vee \dots \vee Ct_{i_n}(x))$$

A generalização universal no final da conjunção é a parte que declara que os n indivíduos instanciados são todos os indivíduos de w (é uma forma de cláusula de fechamento sobre as entidades).

(Ex7): baseando-se em (Ex6), temos que há 16 mundos, vamos supor dois destes mundos w_1 e w_2 arbitrários tais que:

$w_1 \models \exists x((+)M(x) \wedge (+)C(x)) \wedge \exists x((+)M(x) \wedge (-)C(x))$, que a partir de (9) é equivalente à: $w_1 \models \exists x Ct_{i1}(x) \wedge \exists x Ct_{i2}(x) \wedge \forall x (Ct_{i1}(x) \vee Ct_{i2}(x))$

$w_2 \models \exists x((+)M(x) \wedge (-)C(x)) \wedge \exists x((-)M(x) \wedge (+)C(x)) \wedge \exists x((-)M(x) \wedge (-)C(x))$, que a partir de (8) é equivalente à:

$$w_2 \models \exists x Ct_{i2}(x) \wedge \exists x Ct_{i3}(x) \wedge \exists x Ct_{i4}(x) \wedge \forall x (Ct_{i2}(x) \vee Ct_{i3}(x) \vee Ct_{i4}(x))$$

Onde cada expressão do tipo (9) é um constituinte em L_0 . É conveniente designarmos cada uma das ocorrências da forma (9) apenas como C_i , de modo que construamos uma lista de constituintes escrita assim:

$$(10) C_1, C_2, \dots, C_m$$

(Ex8) Com base no exemplo anterior e fazendo uma lista de todos os C_i , temos que $w_1 \models C_6$ e $w_2 \models C_{15}$ tais que estão entre C_1 e C_{16} :

C_1	\emptyset
C_2	$\exists x Ct_{i1} \wedge \forall x (Ct_{i1})$
C_3	$\exists x Ct_{i2} \wedge \forall x (Ct_{i2})$
C_4	$\exists x Ct_{i3} \wedge \forall x (Ct_{i3})$
C_5	$\exists x Ct_{i4} \wedge \forall x (Ct_{i4})$
C_6	$\exists x Ct_{i1} \wedge \exists x Ct_{i2} \wedge \forall x (Ct_{i1} \vee Ct_{i2})$
C_7	$\exists x Ct_{i1} \wedge \exists x Ct_{i3} \wedge \forall x (Ct_{i1} \vee Ct_{i3})$
C_8	$\exists x Ct_{i1} \wedge \exists x Ct_{i4} \wedge \forall x (Ct_{i1} \vee Ct_{i4})$
C_9	$\exists x Ct_{i2} \wedge \exists x Ct_{i3} \wedge \forall x (Ct_{i2} \vee Ct_{i3})$
C_{10}	$\exists x Ct_{i2} \wedge \exists x Ct_{i4} \wedge \forall x (Ct_{i2} \vee Ct_{i4})$
C_{11}	$\exists x Ct_{i3} \wedge \exists x Ct_{i4} \wedge \forall x (Ct_{i3} \vee Ct_{i4})$
C_{12}	$\exists x Ct_{i1} \wedge \exists x Ct_{i2} \wedge \exists x Ct_{i3} \wedge \forall x (Ct_{i1} \vee Ct_{i2} \vee Ct_{i3})$
C_{13}	$\exists x Ct_{i1} \wedge \exists x Ct_{i2} \wedge \exists x Ct_{i4} \wedge \forall x (Ct_{i1} \vee Ct_{i2} \vee Ct_{i4})$
C_{14}	$\exists x Ct_{i1} \wedge \exists x Ct_{i3} \wedge \exists x Ct_{i4} \wedge \forall x (Ct_{i1} \vee Ct_{i3} \vee Ct_{i4})$
C_{15}	$\exists x Ct_{i2} \wedge \exists x Ct_{i3} \wedge \exists x Ct_{i4} \wedge \forall x (Ct_{i1} \vee Ct_{i2} \vee Ct_{i4})$

C_{16}	$\exists x C_{i_1} \wedge \exists x C_{i_2} \wedge \exists x C_{i_3} \wedge \exists x C_{i_4} \wedge \forall x (C_{i_1} \vee C_{i_2} \vee C_{i_3} \vee C_{i_4})$
----------	--

Sabendo que cada C_i descreve um mundo possível, para cada sentença s de L_0 , podemos construir uma disjunção de C_i 's em que s é satisfeito, tal que:

$$(11) \quad s \equiv C_{i_1} \vee C_{i_2} \vee \dots \vee C_{i_{w(s)}} \text{ (Onde '}\equiv\text{' aqui denota equivalência semântica)}$$

Para isso, basta que os membros da disjunção sejam todos e apenas os constituintes que descrevem mundos em que s é verdadeira. Tal disjunção será chamada de *forma normal distributiva de s* . Na disjunção, os constituintes que não estão expressos são inconsistentes com s e a quantidade de constituintes indica a amplitude de s , denotada por $w(s)$.

(Ex9): seja a sentença $s = M(a) \vee C(a)$, e dado que s diz respeito a três tipos de indivíduos: C_{i_1} , C_{i_2} , C_{i_3} , nomeadamente, que possuem só o predicado M , os que só possuem o predicado C e os que possuem ambos, e tomando a lista extensiva de mundos possíveis de C_1 a C_{16} , temos que s é satisfeita por todos os mundos, exceto C_1 e C_5 . Deste modo, $s \equiv C_2 \vee C_3 \vee C_4 \vee C_6 \vee \dots \vee C_{16}$ e $w(s) = 14$.

Dito isto, é fácil notar que a probabilidade lógica de verdade (a priori e uniforme) para a soma de todos os estados possíveis no caso de Carnap e Bar-Hillel é a mesma probabilidade para a soma de todos os constituintes de Hintikka para uma expressão s em uma linguagem L_0 qualquer. Essa probabilidade será dividida igualmente entre todos os constituintes da linguagem, definindo assim a probabilidade individual de cada constituinte. Deste modo, calculamos a probabilidade de verdade de s a partir de uma probabilidade $p(s)$, tal que $0 \leq p(s) \leq 1$, obtida a partir do somatório da probabilidade de cada um dos constituintes de s , ou seja:

$$(12) \quad p(s) = \sum p(C_j), \text{ onde } j \in \{i_1, i_2, \dots, i_{w(s)}\}$$

(Ex10): No caso do exemplo anterior, como $s \equiv C_2 \vee C_3 \vee C_4 \vee C_6 \vee \dots \vee C_{16}$. E são 16 constituintes totais da linguagem (note que L_0 só tem dois predicados: Mx e Cx). Então s tem a probabilidade de $\frac{14}{16}$, i.e. $\frac{7}{8}$.

Como vimos, estas definições são restritas à linguagem de primeira ordem¹³ unária, correspondente a um subconjunto extremamente restrito da linguagem de primeira ordem enária e sua expressividade. Mas, Hintikka propôs um método para trabalhar com informação semântica no interior de uma linguagem de primeira ordem, restringindo-a a uma linguagem contendo *predicados e indivíduos em número finito* (determinado *a priori*) e classificando as sentenças de acordo com sua profundidade de quantificadores.

O autor define a profundidade de uma sentença s como comprimento da cadeia mais longa de quantificadores conectados e aninhados em s . (cf. HINTIKKA, 1970^a, nota 10, pp.295-296). Isso lhe permite trabalhar com um número finito de alternativas para cada profundidade, uma vez que as alternativas são modeladas pela aridade dos predicados. Para definir a profundidade, Hintikka introduz a noção de camada de quantificadores (*layers of quantifiers*).

Ao contrário da linguagem usada por Carnap e Bar-Hillel, a linguagem de primeira ordem usada por Hintikka admite predicados enários e o emprego de sentenças quantificadas e, o mais importante, a possibilidade de um quantificador ocorrer dentro do escopo de outros quantificadores. A partir desta possibilidade, Hintikka constrói a primeira (*lower-bound*) e a última (*upper-bound*) camada de quantificadores.

A primeira camada, ou a camada de nível zero é a ligação direta das constantes individuais aos predicados enários, sem quantificação. Como desconhecemos o número de indivíduos que são representados pelas variáveis individuais, introduzimos quantificadores existenciais, tal como na definição de constituintes da linguagem de primeira ordem unária. A cada introdução de uma nova variável quantificada, acresce-se um nível e aumenta-se uma camada de quantificação, até o limite da maior aridade dos predicados de s ¹⁴. Em outras palavras, seja $R_{x_1 \dots x_d}$ um predicado de aridade máxima d em uma linguagem L , então d deve ser entendido como a quantidade total de elementos (indivíduos) do domínio A , em uma estrutura \mathfrak{A} (alternativamente, em um mundo w), correspondendo também ao nível de quantificações necessárias para generalizar R .

¹³ LPO def. Lógica de Primeira Ordem

¹⁴ Cf. HINTIKKA, 1970b, p.141.

Onde, $\exists x_1 \dots \exists x_d R_{x_1 \dots x_d}$ expressaria d camadas de quantificadores e d níveis de profundidade para satisfazer a expressão de um predicado de aridade d.

Por exemplo, uma sentença do tipo $\exists x Rax$ expressa uma sentença de nível de profundidade 1, contendo uma camada de quantificação, já uma sentença do tipo $\exists x \exists y (x \neq y \wedge Rxy)$ expressa uma sentença de nível de profundidade 2, contendo duas camadas de quantificadores, em contrapartida, a sentença $\exists x \exists y (Px \wedge Ray)$ expressa uma sentença de nível de profundidade 1, embora contenha dois quantificadores, já que é possível redefinir os quantificadores em uma sentença equivalente: $(\exists x Px \wedge \exists y Ray)$. Assim, podemos dizer que o nível de profundidade não depende exclusivamente da quantidade de quantificadores ligados¹⁵. Entretanto, o procedimento de construção dos constituintes, a partir das camadas de quantificadores, não se restringe a isto. Para ilustrar o procedimento de construção dos constituintes, vou recorrer de modo simplificado às definições e regras recursivas elaboradas por Rantala (Cf. RANTALA, 1987).

Seja L uma linguagem composta de: 1) conjunto *Var*, contendo todas as variáveis e 2) o conjunto *Pred* contendo todos os predicados de aridade até k, sem símbolos de função, 3) os símbolos lógicos primitivos \neg , \vee e \exists (considerando a máxima expressividade de L), 4) o conjunto *Form_L* composto pela menor classe X contendo todas as fórmulas atômicas de L, fechada sobre as operações de negação, quantificação e aninhamento disjuntivo/conjuntivo.

Temos que, L' é a expansão de L obtida com a adição de um conjunto finito de constantes individuais $\{c_1 \dots c_n\}$, assim: $L' = L \cup \{c_1 \dots c_n\}$ e seja o conjunto X a classe mínima contendo todas as fórmulas atômicas (com ou sem variáveis livres) de L' e satisfazendo os seguintes critérios: se φ está em X e Φ é um subconjunto finito não-vazio de X e x é uma variável, então, $\neg\varphi$, $\exists x\varphi$ e $\forall\Phi$ ($\wedge\Phi$) estão em X. E definimos $\forall\Phi$ ($\wedge\Phi$) da seguinte forma (Ibidem, p.44):

$$(13.1) \text{ Se } \Phi = \{\varphi_1 \dots \varphi_n\}, \text{ então } \forall\Phi (\wedge\Phi) = \varphi_1 \vee \dots \vee \varphi_n (\varphi_1 \wedge \dots \wedge \varphi_n).$$

¹⁵ Há ainda outras exigências, por exemplo, que os objetos quantificados sejam diferentes por definição. Em um caso como $\exists x \exists y (x = y \wedge Rxy)$, não podemos dizer que a sentença possui 2 níveis de profundidade. Mas, sim, duas camadas de quantificadores e apenas um nível de profundidade. (cf. HINTIKKA, 1973a, p.141-142.)

Onde $\bigvee\Phi$ ($\bigwedge\Phi$) é a combinação disjuntiva (conjuntiva) entre todos os predicados e todas as constantes individuais.

Chamamos de sentença uma fórmula sem variáveis livres, assim, Sent_L é o conjunto de todas as sentenças de L' . Chamamos de fórmula prima uma fórmula atômica ou uma fórmula que comece com um quantificador. Se φ é uma fórmula de L , x uma variável, e t um termo de L , denotamos por $\varphi t/x$ a substituição de cada ocorrência livre de x por t em φ . E se $z_1 \dots z_n$ é uma lista de todas as variáveis ordenadas em L , denotamos esta sequência pela expressão (\bar{z}) . A gradação de quantificação (*quantifier rank*) é definida recursivamente (Ibidem, p.45):

$$(13.2) \text{qr}(\varphi) = 0 \text{ se } \varphi \text{ é uma fórmula atômica}$$

$$(13.3) \text{qr}(\neg\varphi) = \text{qr}(\varphi)$$

$$(13.4) \text{qr}(\bigvee\Phi) = \max\{\text{qr}(\varphi) \mid \varphi \in \Phi\} - \text{i.e. o maior nível dentre todos os elementos de } \Phi.$$

$$(13.5) \text{qr}(\exists x\varphi) = \text{qr}(\varphi)+1$$

Uma vez definido o cálculo de profundidade, definimos as operações sobre conjuntos de fórmulas, o que permite a manipulação de conjuntos de constituintes (Ibidem, pp.45-46):

$$(13.6) \neg\Phi = \{\neg\varphi \mid \varphi \in \Phi\}$$

$$(Ex11): \text{para } \Phi = \{\varphi, \psi\}, \text{ então } \neg\Phi = \{\neg\varphi, \neg\psi\}$$

$$(11.7) \exists x\Phi = \{\exists x\varphi \mid \varphi \in \Phi\}$$

$$(Ex12): \text{Seja } \Phi = \{Ma, Cb\}, \text{ então, } \exists x\Phi = \{\exists xMx, \exists xCx\}$$

$$(13.8) *\Phi = \{\langle \Theta, \Phi \setminus \Theta \rangle \mid \Theta \subseteq \Phi\} \cup \{\langle \Phi, \Phi \rangle\}$$

Note que $\{\langle \Theta, \Phi \setminus \Theta \rangle \mid \Theta \subseteq \Phi\}$ cria o conjunto de todos os pares que se podem formar com subconjuntos disjuntos de Φ , mais o par $\langle \Phi, \Phi \rangle$. A estrela em $*\Phi$ expressa a recursão até o limite da combinação de todas as sentenças de Φ .

$$(13.9) \Delta\Phi = \{\bigwedge(\Theta \cup \neg\Psi) \mid \langle \Theta, \Psi \rangle \in *\Phi\} \text{ (com } \Phi \text{ finito e não-vazio)}$$

(Ex13): Seja, $\Phi = \{\varphi, \psi\}$, obtemos, $\Delta\Phi = \{(\varphi \wedge \psi), (\varphi \wedge \neg\psi), (\neg\varphi \wedge \psi), (\neg\varphi \wedge \neg\psi), (\varphi \wedge \neg\varphi \wedge \psi \wedge \neg\psi)\}$.

A partir da operação (13.7), podemos obter $\exists x\Delta\Phi$ de $\Delta\Phi$. Esta expressão combina, para todo $\Phi = \{\varphi, \psi\}$, onde φ e ψ são primos, todas as possibilidades de valoração sobre φ e ψ . Adicionando às expressões quantificadores existenciais, temos: $\exists x\Delta\Phi = \{\exists x(\varphi \wedge \psi), \exists x(\varphi \wedge \neg\psi), \exists x(\neg\varphi \wedge \psi), \exists x(\neg\varphi \wedge \neg\psi), \exists x(\varphi \wedge \neg\varphi \wedge \psi \wedge \neg\psi)\}$. Deste modo, criamos uma lista de todas as possibilidades de satisfação de um dado conjunto de indivíduos e predicados para uma gradação de quantificação $n+1$ qualquer. Assim, podemos organizar estas expressões entre as que são verdadeiras em determinado mundo w (i.e. na estrutura \mathfrak{A}) e as que são falsas em w . Ao conjunto das fórmulas verdadeiras em w (\mathfrak{A}), chamamos de Θ e ao conjunto das fórmulas falsas em w , chamamos de Ψ .

(Ex14): Tomemos $\mathfrak{A} = \langle A, \{R, I\}, \{c\} \rangle$, de uma linguagem $L = \{R, I, c\}$, tal que, A seja o conjunto dos números naturais como domínio da estrutura, R e I sejam, respectivamente, a relação de sucessor e igualdade e c uma constante individual, tal que, $c^{\mathfrak{A}} = 0$. Tomemos $n = 0$, i.e. não há gradação de quantificadores. Isto significa que aplicamos os predicados exclusivamente à constante individual, o que implica em uma descrição das propriedades de 0 em \mathfrak{A} . Essa descrição pode ser dada por $(Icc \wedge \neg Rcc)$. Agora, tomemos $n = 1$. Devemos descrever quais relações da forma $\langle 0, m \rangle$, tal que $m \in A$, são verdadeiras em \mathfrak{A} . As sentenças atômicas resultantes das combinações de R, I, c e x (sendo x introduzido pela suposição de que estamos trabalhando no nível de quantificação $n=1$), formam a seguinte lista: $At_L^1 = \{Icc, Rcc, Icx, Ixc, Ixx, Rcx, Rxc, Rxx\}$. Aplicando a operação (13.9) obtemos todos os tipos de descrição da forma $\langle 0, m \rangle$, os que são satisfeitos em \mathfrak{A} , os que não são e os que são fórmulas inconsistentes (i.e. descrições impossíveis). Gerando um total de $2^k + 1$, para $k = \text{numero de sentenças atômicas de } At_L^1$.

$$\begin{aligned} \Delta At_L^1 = & \{(Icc \wedge Rcc \wedge Icx \wedge Ixc \wedge Ixx \wedge Rcx \wedge Rxc \wedge Rxx), \\ & (\neg Icc \wedge Rcc \wedge Icx \wedge Ixc \wedge Ixx \wedge Rcx \wedge Rxc \wedge Rxx), \\ & (Icc \wedge \neg Rcc \wedge Icx \wedge Ixc \wedge Ixx \wedge Rcx \wedge Rxc \wedge Rxx), \\ & \vdots \\ & (\neg Icc \wedge \neg Rcc \wedge Icx \wedge Ixc \wedge Ixx \wedge Rcx \wedge Rxc \wedge Rxx), \\ & \vdots \\ & (\neg Icc \wedge \neg Rcc \wedge \neg Icx \wedge \neg Ixc \wedge Ixx \wedge Rcx \wedge Rxc \wedge Rxx), \\ & \vdots \\ & (\neg Icc \wedge \neg Rcc \wedge \neg Icx \wedge \neg Ixc \wedge \neg Ixx \wedge \neg Rcx \wedge \neg Rxc \wedge \neg Rxx), \end{aligned}$$

$$(Icc \wedge \neg Icc \wedge Rcc \wedge \neg Rcc \wedge Icx \wedge \neg Icx \wedge Ixc \wedge \neg Ixc \wedge Ixx \wedge \neg Ixx \wedge Rcx \wedge \neg Rcx \wedge Rxc \wedge \neg Rxc \wedge Rxx \wedge \neg Rxx)\}$$

Com a aplicação da operação (13.7), temos $\exists x \Delta At_L^1$, que pode ser interpretado como todas as asserções de existência de relações entre 0 e alguns dos $m \in A$. Se reiterarmos a operação (13.9), obtemos $\Delta \exists x \Delta At_L^1$, que corresponde a uma lista de asserções que consistem em conjuntos de elementos de $\Delta \exists x \Delta At_L^1$ e negações de elementos de $\Delta \exists x \Delta At_L^1$, essas asserções são os constituintes relativos ao universo do discurso de L no nível 1, esta lista tem aqui papel semelhante ao de (8). Como já temos definido \mathfrak{A} , apenas uma dessas afirmações é verdadeira, digamos $C_{\mathfrak{A}}^1$. Esta afirmação é construída a partir das três únicas sentenças de ΔAt_L^1 que são verdadeiras em \mathfrak{A} , a saber: $C_1^1 = (Icc \wedge \neg Rcc \wedge Icx \wedge Ixc \wedge Ixx \wedge \neg Rcx \wedge \neg Rxc \wedge \neg Rxx)$, $C_2^1 = (Icc \wedge \neg Rcc \wedge \neg Icx \wedge \neg Ixc \wedge Ixx \wedge Rcx \wedge \neg Rxc \wedge \neg Rxx)$ e $C_3^1 = (Icc \wedge \neg Rcc \wedge \neg Icx \wedge \neg Ixc \wedge Ixx \wedge \neg Rcx \wedge \neg Rxc \wedge \neg Rxx)$. Fazendo $\Theta = \{C_1^1, C_2^1, C_3^1\}$ e $\Psi = \Delta At_L^1 \setminus \Theta$ (i.e. todas as combinações de todas as descrições possíveis que sejam falsas). Temos que $C_{\mathfrak{A}}^1 = (\bigwedge \exists x \Theta) \wedge (\bigwedge \neg \exists x \Psi)$ o que é equivalente à expressão $C_{\mathfrak{A}}^1 = (\bigwedge \exists x \Theta) \wedge (\forall x \forall \theta)$, esta expressão corresponde à proposição (9). Os constituintes do nível 1 de L têm, portanto, a forma lógica de $C_{\mathfrak{A}}^1$, sendo a própria sentença $C_{\mathfrak{A}}^1$ um constituinte, especificamente, aquele que descreve \mathfrak{A} .

Da mesma forma como acontecia na linguagem de primeira ordem monádica, também será possível na linguagem poliádica expressar qualquer sentença s de um nível n como uma disjunção dos constituintes do nível n que descrevem configurações que verificam s . Por exemplo, sejam C_1^1 , C_2^1 e C_3^1 os constituintes que implicam a verdade de s , logo:

$$(14) \quad s \equiv C_1^1 \vee C_2^1 \vee C_3^1$$

Note que apenas uma camada de quantificação está evidente em (14), mas a aplicação de (13.7) pode ser reiterada até d vezes, tal que d seja a quantidade de entidades do domínio. E usando as regras recursivas (13.2-13.5) podemos calcular quantas camadas de quantificadores uma determinada sentença possui.

Se uma sentença s pertence a uma camada d dizemos que d é a profundidade de s . Se s tem profundidade d , os constituintes que compõem a forma normal distributiva de s também terão profundidade d . Podemos representar esse

fato adicionando uma nova indexação (tal como utilizada no (Ex15)) à forma normal disjuntiva de s:

$$(15) \quad s = C_{i_1}^{(d)} \vee C_{i_2}^{(d)} \vee \dots \vee C_{i_{w(s)}}^{(d)}$$

Cada constituinte $C_i^{(d)}$ será equivalente a uma disjunção dos constituintes de uma camada superior $d+e$, a qual Hintikka dá o nome de *expansão* de $C_i^{(d)}$ na profundidade $d+e$. Isso é possível porque na profundidade $d+e$ há constituintes $C_i^{(d+e)}$ que descrevem os mesmos indivíduos descritos por $C_i^{(d)}$, com a diferença que, em $d+e$, esses indivíduos têm mais relações. Uma vez que reunimos numa disjunção todos esses constituintes $C_i^{(d+e)}$, temos uma sentença equivalente a $C_i^{(d)}$. Todo constituinte expandido que aparece em uma expansão de $C_i^{(d)}$ é dito subordinado à $C_i^{(d)}$.

Em L' , os constituintes são chamados de constituintes atributivos. Esta classe é definida indicando as expressões que relacionam um indivíduo não especificado x a uma série de constantes atribuíveis (a_1, a_2, \dots, a_m) , através de predicados n -ários até uma camada d de quantificações:

$$(16) \quad Ct_i^{(d)}(a_1, a_2, \dots, a_m; x)$$

Uma vez gerada a expressão que caracteriza os tipos de indivíduos que existem nos mundos possíveis descritíveis pela linguagem, segue-se a expressão que dá a forma das expressões que declaram quais desses indivíduos estão instanciados. Com a ressalva de que em L' é preciso caracterizar os tipos de indivíduos existentes em todas as profundidades:

$$(17) \quad (\pm)(\exists x)Ct_1^{(d)}(a_1, a_2, \dots, a_m; x) \wedge (\pm)(\exists x)Ct_2^{(d)}(a_1, a_2, \dots, a_m; x) \wedge \dots \wedge \\ (\pm)A_1(a_m) \wedge (\pm)A_2(a_m) \wedge \dots$$

Onde, $(\pm)A_1(a_m) \wedge (\pm)A_2(a_m) \wedge \dots$ funciona como um apêndice que lista todas as sentenças atômicas com ocorrência de a_m formadas a partir da lista de predicados e constantes (indivíduos, objetos, etc.) em L' . Recursivamente, o modo como a_m se relaciona com as outras constantes $(a_1, a_2, \dots, a_{m-1})$ pode ser expresso acrescentando uma camada de quantificação conforme vimos no emprego da operação (13.7). Na medida em que substituímos as constantes de L' por variáveis e

acrescentamos quantificadores existenciais para ligá-las, adiciona-se uma nova camada de quantificação, isto é, cresce-se um nível na profundidade máxima. Como pode ser exemplificado com a substituição de a_m pela variável ligável y da expressão (16):

$$(18) \ C t_j^{(d+1)}(a_1, a_2, \dots, a_{m-1}; y)$$

Que é o mesmo que:

$$(19) \ (\pm)(\exists x)C t_1^{(d)}(a_1, a_2, \dots, a_{m-1}, y; x) \wedge \\ (\pm)(\exists x)C t_2^{(d)}(a_1, a_2, \dots, a_{m-1}, y; x) \wedge \dots \wedge (\pm)A_1(y) \wedge (\pm)A_2(y) \wedge \dots$$

Ou seja, (18) e (19) produzem uma lista de todos os tipos de indivíduos y que podem ser especificados por meio de $d+1$ camadas de quantificadores e por meio de $m-1$ indivíduos. Este procedimento deve continuar até que toda constante a_i seja substituída por uma variável e subsequentemente ligada por um quantificador existencial, o que resulta finalmente na especificação de todos os constituintes de L' em todas as camadas de quantificadores. Uma vez especificados todos os constituintes $C_i^{(d)}$, podemos encontrar a forma normal distributiva de qualquer sentença s de L' do mesmo modo como se procedeu no caso de L , ou seja, podemos especificar a expressão (15). Com isso, podemos também determinar a probabilidade de s como o somatório da probabilidade dos constituintes que aparecem na forma normal distributiva de s .

Assim, chegamos à noção de probabilidade de profundidade (*depth probability*). Embora se assemelhe à noção de probabilidade de Carnap e Bar-Hillel e à noção adotada no caso da linguagem de predicados monádicos, a probabilidade de profundidade de s não é calculada a partir de uma distribuição de probabilidade sobre todos os constituintes de L' , mas apenas sobre todos os constituintes consistentes com a mesma profundidade de s .

A dificuldade para determinar a probabilidade é que temos que determinar antes de tudo quais constituintes de L' são inconsistentes. Há dois casos possíveis. Quando a inconsistência de um constituinte é revelada pela manipulação sintática das expressões dentro de um único nível de profundidade, dizemos que ele é *trivialmente inconsistente*. Se a inconsistência surge durante a expansão dos

constituintes, dizemos que o constituinte é *não-trivialmente inconsistente*. Se formos capazes de determinar quais constituintes na forma normal distributiva de s são inconsistentes, poderemos calcular $p(s)$, e uma vez que possamos calcular $p(s)$, poderemos calcular a *informação de profundidade* de s . Ela será dada pelas funções $cont$ e inf , do mesmo modo que sucedia na teoria de Carnap e Bar-Hillel, ou seja, de acordo com estas funções:

$$(20) \text{ cont}(s) = 1 - p(s)$$

$$(21) \text{ inf}(s) = -\log_2 p(s)$$

A noção de *Informação de superfície* é construída com o auxílio da noção de *probabilidade de superfície*. Esta última é definida pela distribuição de probabilidade entre os constituintes não-trivialmente inconsistentes de uma dada camada. Esta distribuição fornece uma *aparente* quantidade de informação, que tem relevância e se sustenta até que sejam identificados constituintes inconsistentes em algum dos níveis superiores da expansão de uma sentença.

Considerando que cada nível é consistente e retrata um conjunto de constituintes consistentes, temos que a probabilidade inicial p para s é dividida entre os constituintes que compõem sua forma normal no nível d , e, em seguida, no nível imediatamente acima ($d+1$) e recursivamente para cada nível superior. Assim, cada constituinte deste nível terá sua probabilidade dividida entre seus próprios constituintes do nível acima. Por exemplo, seja a probabilidade de s de $\frac{1}{2}$.

(Ex16):

$p(s): \frac{1}{2}$				
$p(C_1^{(d)}): \frac{1}{4}$		$p(C_2^{(d)}): \frac{1}{4}$		
$p(C_{1_1}^{(d+1)}): \frac{1}{8}$	$p(C_{1_2}^{(d+1)}): \frac{1}{8}$	$p(C_{2_1}^{(d+1)}): \frac{1}{12}$	$p(C_{2_2}^{(d+1)}): \frac{1}{12}$	$p(C_{2_3}^{(d+1)}): \frac{1}{12}$
$p(C_{i_1}^{(d+2)}): \frac{1}{16}$ $p(C_{i_2}^{(d+2)}): \frac{1}{16}$	$p(C_{i_3}^{(d+2)}): \frac{1}{16}$ $p(C_{i_4}^{(d+2)}): \frac{1}{16}$	$p(C_{i_5}^{(d+2)}): \frac{1}{12}$	$p(C_{i_6}^{(d+2)}): \frac{1}{12}$	$p(C_{i_7}^{(d+2)}): \frac{1}{12}$

Na medida em que avançamos na profundidade de s e encontramos constituintes inconsistentes, eliminamos o braço que contém o constituinte

inconsistente e redistribuímos as probabilidades para os níveis imediatamente abaixo. Suponhamos que C_{i_5} , C_{i_6} e C_{i_7} sejam constituintes inconsistentes. A descoberta da inconsistência destes constituintes provoca a eliminação de C_{2_1} , C_{2_2} e C_{2_3} . E, por consequência, de C_2 .

(Ex17):

$p(s): \frac{1}{2}$			
$p(C_1^{(d)}): \frac{1}{2}$			
$C_{1_1}^{(d+1)}: \frac{1}{4}$		$p(C_{1_2}^{(d+1)}): \frac{1}{4}$	
$p(C_{i_1}^{(d+2)}): \frac{1}{8}$	$p(C_{i_2}^{(d+2)}): \frac{1}{8}$	$p(C_{i_3}^{(d+2)}): \frac{1}{8}$	$p(C_{i_4}^{(d+2)}): \frac{1}{8}$

O que nos permite chegar a seguinte função para o cálculo de *probabilidade de profundidade* de s:

$$(22) p(s) = \sum_{i=1}^m p(C_i^{(n)})$$

Ela descreve a probabilidade de s em função da soma de todos os constituintes de s no nível n.

Mas, a nova árvore, resultado da verificação de inconsistências, expressa um processo de desmembrar os constituintes em uma lista com a probabilidade redistribuída. É isto que exemplifica o método de distribuição de *probabilidade de superfície*:

$$(23) p^{(n)}(s) = \sum_{i=1}^m \bar{p}(C_i^{(n)})$$

A diferença da expressão anterior é que o cálculo de probabilidade leva em consideração os níveis mais profundos dos constituintes separando os constituintes em dois domínios p e \bar{p} . O primeiro domínio representa os constituintes consistentes, onde $p^{(n)}$ denota explicitamente a probabilidade de s calculada no nível n e o segundo domínio representa os constituintes ainda não identificados como inconsistentes. Tais valores variam na medida em que se avança na checagem de

constituintes inconsistentes pela árvore de análise. E, por consequência, o cálculo da informação de superfície necessita da denotação do nível de análise em questão:

$$(24) \text{cont}^{(n)}(s) = 1 - p^{(n)}(s)$$

Há diferenças conceituais entre (21) e (24) quando comparamos duas sentenças φ e ψ . Sejam $\varphi^{(n)} = V\Phi$ e $\psi^{(n)} = V\Psi$, onde Φ e Ψ são conjuntos de constituintes de L no nível n. Note que a partir de (20), são válidas as relações:

$$(25.1) \text{cont}(\varphi) > \text{cont}(\psi) \text{ Se } \vdash \varphi \rightarrow \psi \text{ e } \not\vdash \psi \rightarrow \varphi$$

$$(25.2) \text{cont}(\varphi) = \text{cont}(\psi) \text{ Se } \vdash \varphi \leftrightarrow \psi$$

Agora, considere o caso em que $\Phi \subseteq \Psi$ e $\Theta = \Psi \setminus \Phi$, tal que Θ são constituintes inconsistentes de L. Da perspectiva da informação de profundidade, $p(\varphi) = p(\psi)$ e, portanto, $\text{cont}(\varphi) = \text{cont}(\psi)$. Mas, considerando que a estrutura sintática de ψ é irreduzivelmente mais complexa e mais provável que φ , dada a sua forma normal ao nível n, nos parece que $p(\psi) > p(\varphi)$ e, portanto, $\text{cont}(\varphi) > \text{cont}(\psi)$. Assim, explica-se a aparente diferença de informação entre φ e ψ por meio da informação de superfície, que se limita a avaliar o grau de informatividade no nível de análise *atualmente alcançado*. Em contrapartida, a informação de profundidade é obtida após a comparação dos constituintes em busca de inconsistências nos níveis já completamente analisados.

Ao passo que a diferença entre as propriedades de profundidade e superfície nos fornece uma intuição matemática destes conceitos, o processo de construção e reconstrução das árvores de probabilidade (e *formas normais*) citadas acima, ilustra o significado e a atividade da aquisição de informação de superfície e de profundidade.

Ao avançarmos nos níveis produzindo uma lista maior e mais detalhada de constituintes, aumentamos nossa *informação de superfície*. Segundo Hintikka (HINTIKKA, 1970a, p.291-292), isto exprime nosso conhecimento acerca da composição e complexidade de nosso referencial teórico, i.e. nossas hipóteses não testadas sobre o mundo. Ao desmembrar constituintes em listas cada vez mais complexas, ficamos sabendo mais sobre como os predicados (conceitos) e

indivíduos podem se relacionar, o que restringe as possibilidades em aberto do mundo que interpreta a nossa linguagem.

Já a ação de verificação de inconsistência e eliminação dos ramos da árvore de constituintes, nos fornece uma aproximação crescente da informação de profundidade. A aplicação da lógica nos permite verificar quais constituintes de um mesmo nível são inconsistentes, ratificando a validade dos constituintes restantes e produzindo informação acerca da realidade. Neste caso, na medida em que avançam os níveis, a informação sobre a realidade se torna mais precisa e conceitualmente detalhada, diminuindo nossa incerteza acerca dela. Neste sentido, podemos dizer que informação de profundidade é a redução do grau de incerteza sobre a verdade, decorrente da aplicação da lógica no nosso referencial teórico já interpretado na realidade.

A relação de entre informação de superfície e de profundidade é expresso pela função:

$$(26) \lim_{e \rightarrow \infty} [inf_{surf}(E^{(d+e)}(s))] = inf_{depth}(s) \text{ (HINTTIKA, 1970b, p.140)}$$

Ela diz que o nível de informação de profundidade de s é dado no limiar de um nível infinito de análise da informação de superfície de s .

Contudo, o aporte filosófico dos conceitos de informação de superfície e profundidade não se restringe ao subproduto de um método de análise. Eles são, antes, uma interpretação filosófica do exercício e do emprego da lógica¹⁶. Para considerarmos este aspecto, devemos delimitar alguns pressupostos na caracterização dos dois tipos de informação. O primeiro, como já vimos, é a condição de conversão de uma sentença s qualquer em seus constituintes de mesmo nível ou de níveis superiores na *forma normal distributiva*, o que é representado pela expressão (15) e expresso graficamente pela abertura de uma árvore de análise.

¹⁶ Note que em (RANTALA, 1987. p.69) é apresentado um método de comparação de complexidade entre deduções. Onde, sejam φ e ψ fórmulas de L e seja $\varphi \vdash \psi$, pode-se avaliar a complexidade da dedução comparando as formas normais distributivas analisadas em profundidade das fórmulas φ e ψ . A diferença de nível entre as fórmulas analisadas indica o nível de complexidade envolvido (ou a quantidade de sínteses necessárias) para se obter ψ a partir de φ .

O segundo é o cerne da diferença entre sentenças que produzem informação (de profundidade e superfície) e aquelas que não produzem nada (não-informativas), trata-se da distinção entre as inconsistências triviais e as inconsistências não triviais¹⁷. Esta distinção separa as inconsistências que ocorrem entre componentes sentenciais (em outras palavras, as contradições evidentes em *s*), das inconsistências que são “descobertas” ao se analisar os componentes dos componentes da sentença, isto é, os constituintes dos níveis imediatamente superiores. As deduções triviais são as que ocorrem ainda no mesmo nível de profundidade ao da sentença *s* que se pretende analisar. Nas palavras de Hintikka:

Uma sentença *s* de profundidade *d* é trivialmente inconsistente se e somente se todos os seus constituintes em sua forma normal, à profundidade *d*, são trivialmente inconsistentes. Tais sentenças devem se chamar tautologias de superfície, sua informação de superfície é zero¹⁸. (HINTIKKA, 1970b, p.147)

Já as inconsistências não-triviais de *s* ocorrem ao darmos continuidade ao “*jogo de exploração do mundo*” (Ibidem), isto é, ao analisarmos os constituintes dos constituintes de *s* e explorando as expansões desses constituintes em profundidades cada vez maiores, se necessário¹⁹. A decomposição dos constituintes produz um leque mais amplo de descrições, ou seja, um detalhamento de nosso referencial teórico, somado ao reconhecimento não-trivial de inconsistências proveniente da *explicitação* das condições de satisfazibilidade *s* mediante aplicação da análise lógica. Este detalhamento aumenta a informação de superfície. Nos aproximando cada vez mais da informação de profundidade. Assim, a sentença *s*, ainda que em algum nível mais profundo, possua diversos constituintes inconsistentes ao longo da decomposição, ela permanece portadora de informação, até o caso limite, em que se tenha chegado à conclusão de que *s* é totalmente inconsistente.

¹⁷ Embora, Hintikka tenha conseguido definir um método de quantificação da informação produzida em deduções não-triviais, ele se aplica apenas a um subconjunto restrito de deduções possíveis na lógica de predicados de primeira ordem. (Cf. SEQUOIA-GRAYSON, 2008, pp.25-26.)

¹⁸ "A sentence *s* of depth *d* is trivially inconsistent iff all the constituents in its normal form at depth *d* are trivially inconsistent. Such sentences may be called surface tautologies, their surface information is zero".

¹⁹ Sobre inconsistência trivial, Hintikka menciona informalmente o seguinte: “As observações feitas mostram que a inconsistência de tais componentes pode ser vista a partir do próprio constituinte em um sentido muito direto: diferentes partes de um mesmo componente alegam que sequências diferentes de experiências (descobertas de diferentes tipos de indivíduos) são possíveis no mundo descrito pelo constituinte, o que é, naturalmente, auto-contraditório.” (1970b, p.147).

Dadas estas condições de analisabilidade e não-trivialidade, podemos afirmar a origem da informação de superfície e profundidade. Elas são para Hintikka a diferença entre o *emprego* da dedução como método (i) *preservador da verdade* (*truth preserving*)²⁰, entendido como método preservador da informação, na forma do conceito de *informação de profundidade* e (ii) *ampliativo da verdade*, entendido como ampliativo da informação, na forma do conceito de *informação de superfície*. Nas palavras de Hintikka e Sandu²¹:

Inferências podem ser dedutivas, isto é, necessariamente preservadoras da verdade ou ampliativas, isto é, não necessariamente preservadoras da verdade. Esta distinção pode ser identificada com a distinção entre os passos no raciocínio enquanto não introduz informação nova num raciocínio e enquanto o faz. Pois, se esta informação é genuinamente nova, sua verdade não pode ser garantida pela informação antiga. Ou, ao invés, nós poderíamos identificar inferências dedutivas como não-informativas se nós tivéssemos uma noção viável de informação à disposição. Infelizmente, a viabilidade da noção de informação que poderia ser usada para fazer a distinção foi desafiada por filósofos, notavelmente por W.V. Quine [1970, 3-6, 98-99], como uma parte de sua crítica do que ele chama de distinção analítico-sintético [Quine, 1951]. Um exame mais atento mostra que temos que distinguir entre os dois tipos de informação, chamados informação de profundidade e informação de superfície [Hintikka, 1970. prestes a ser publicado (c)]. Uma inferência dedutiva válida não pode introduzir nova informação de profundidade, mas pode aumentar a informação de superfície. A hesitação de Quine pode ser melhor entendida como baseada na dificuldade em separar informação de profundidade e informação de superfície apenas comportamentalmente. (Cf. HINTIKKA; SANDU, 2007, pp.13-14 in: JACQUETTE, 2007.).

Note que Hintikka enfatiza a distinção entre este caráter informativo e não-informativo²² da dedução. Ou seja, algo pode ser ganho pela dedução e este algo é

²⁰ Julgo possível realizar esta substituição conceitual de verdade por informação por duas razões: (i) No contexto de Hintikka, informação é um conceito semântico; (ii) há uma relação proporcional entre possibilidade de verdade e conteúdo informacional.

²¹ "Inferences can be either deductive, that is, necessarily truth preserving, or ampliative, that is, not necessarily truth preserving. This distinction can be identified with the distinction between such steps in reasoning as do not introduce new information into one's reasoning and such as do not do so. For if that information is genuinely new, its truth cannot be guaranteed by the old information. Or, rather, we could thus identify deductive inferences as uninformative ones if we had a viable notion of information at our disposal. Unfortunately, the viability of a notion of information that could be used to make the distinction has been challenged by philosophers, notably by W.V. Quine [1970, 3-6, 98-99], as a part of his criticism of what he calls the analytic-synthetic distinction [Quine, 1951]. A closer examination shows that we have to distinguish from each other two kinds of information, called depth information and surface information [Hintikka, 1970; forthcoming (c)]. A valid deductive inference cannot introduce new depth information, but it can increase surface information. Quine's scruples can be best understood as being based on the difficulty of separating depth information and surface information purely behaviorally."

²² A dedução não-informativa é útil, por exemplo, para sistemas axiomáticos, na medida em que as deduções exploram certo espaço lógico, desempacotando a informação contida nos axiomas: "A não informatividade (no sentido da informação de profundidade) de inferências dedutivas é uma pressuposição de um dos mais importantes tipos de aplicação da lógica. Esta aplicação é a axiomatização. A principal ideia deste método, vividamente enfatizado por David Hilbert, é resumir

fornecido pela informação de superfície, na medida em que, aplicamos um método de análise, descobrimos que certas hipóteses são inconsistentes e outras não o são:

(...) Alguma coisa obviamente importante pode ser ganha através da dedução. Este ar de não-informatividade pode ser dissipado por meio da distinção entre informação de superfície e informação de profundidade mencionada no §1. Informação de superfície pode ser caracterizada como a informação que pode ser lida a partir de uma sentença sem atividade dedutiva não-trivial, enquanto a informação de profundidade é a totalidade da informação (de superfície) que pode ser extraída dela pela lógica dedutiva. A emergência da nova informação de superfície explica porque inferências puramente dedutivas podem ser experimentadas como informativas e até mesmo produtoras de surpresas.(HINTIKKA; SANDU, 2007, p.14)

Embora seja plausível afirmar certo direcionamento epistêmico e um forte comprometimento ontológico, Hintikka se mantém vinculado ao programa filosófico (mas não à filosofia da informação) de Carnap e Bar-Hillel, isto é, sua lógica e sua filosofia da linguagem não permitem a tematização de propriedades e relações que orientem a dedução como produtora de informação, em grande parte, em razão de sua filosofia estar ainda subordinada às noções de verdade, modelo (representação) e composicionalidade.

Será preciso mais do que intuições para reformular de maneira efetiva o papel informacional da dedução. É inevitável que ocorra uma revisão do aparato lógico e filosófico que dá suporte à filosofia da informação. E encontramos no trabalho de D'agostino e Floridi uma tentativa de conciliar mais claramente a dedução como produtora de informação com uma concepção de lógica e linguagem mais próxima das propriedades intuídas por Hintikka. Mas, curiosamente, as críticas à Hintikka são motivadas por razões diferentes.

2.4 A Teoria da Informação Semântica de D'Agostino e Floridi

Nesta seção, iniciarei com uma recapitulação de alguns problemas apontados na teoria da informação de Hintikka sob a ótica de D'Agostino e Floridi. Em seguida, farei uma breve exposição do conjunto de conceitos meta-lógicos necessários para a compreensão da teoria da informação semântica de D'Agostino e Floridi (e

nosso conhecimento sobre um modelo ou classe de modelos, por exemplo, certos sistemas físicos, em uma teoria axiomática [Hilbert, 1918]. Este, ou estes modelos podem ser estudados por meio da dedução de teoremas provenientes do sistema axiomático. Tal resumo não é possível se nova informação sobre o assunto puder ser introduzida no curso da dedução. (Ibidem.)”

eventualmente, teorias que serão expostas no decurso do estudo). Depois, farei a apresentação da teoria propriamente dita e de seu aparato conceitual e técnicas necessárias para sua aplicação, seguido da exposição do papel que a dedução desempenha na teoria. A parte final desta seção contém um conjunto de críticas sobre as condições restritivas do conceito de analiticidade e de informação proveniente da dedução. A seção se encerra com a comparação entre as teorias da informação vistas até então, seguido de críticas que pontam para a insuficiência no tratamento da dedução como informativa. Esta insuficiência é causada pelos pressupostos filosóficos que orientam a distinção do domínio analítico, o que implica na necessidade de reformulação das bases filosóficas de uma teoria da informação semântica com a finalidade de nos permitir explorar ao máximo o caráter informativo da dedução.

Para D'Agostino e Floridi, o tratamento dado por Hintikka para a informação semântica, ainda que atrativo, possui dois problemas fundamentais. O primeiro é a decidibilidade. Como bem aponta Rantala e Tselishchev, em razão da indecidibilidade da LPO, não é possível estabelecer pesos probabilísticos iniciais (*a priori*) para os constituintes de L (RANTALA; TSELISHCHEV, 1987. p.82). Este problema diz respeito à computabilidade efetiva dos diversos níveis de constituintes, já que não é possível estabelecer também *a priori* o limite máximo destes níveis. Para isto deveria ser dado igualmente *a priori* a cardinalidade dos níveis, o que implicaria segundo a crítica, em uma onisciência lógico-conceitual, que em última instância, implica em uma contradição: qual a razão em executar o procedimento de descoberta dos constituintes mais profundos se já se sabe de antemão até onde exatamente a análise vai? Algo que Hintikka evita justamente creditando à descoberta dos níveis e seus constituintes não-trivialmente inconsistentes ao conhecimento da realidade por meio de nosso aparato conceitual²³.

Em segundo lugar, a noção de informação semântica é questionada por causa das regras de dedução subjacentes à lógica clássica utilizada por Hintikka,

²³ Mesmo que as concepções de informação de superfície e profundidade elaboradas por Hintikka, sejam distintas, inclusive em suas propriedades lógicas, e sejam denotadas por expressões diversas, os dois problemas acima levam-no a reservar um papel exclusivamente metodológico ao conceito de informação de profundidade, ao invés de introduzi-lo como uma ferramenta de medição da informação, restando à distinção entre as funções (21) e (25) uma diferença entre o cálculo geral de informação de uma dada sentença e o cálculo de uma dada sentença considerando o nível de análise em que ela se encontra.

visto que algumas destas regras não podem ser consideradas analíticas no sentido estrito da expressão definida por D'Agostino e Floridi, por fazer uso do que eles chamam de *informação virtual*. Isto é, informação que não estava presente nas premissas de uma dedução, mas que são fundamentais para se inferir a conclusão.

À conjunção dos problemas citados, D'Agostino e Floridi chamam de o problema da analiticidade e tratabilidade (*Analyticity and Tractability problems*) da teoria da informação semântica.

2.4.1 Tratabilidade

Primeiro, veremos a questão da tratabilidade. Para os autores, ela se desdobra em duas perguntas sobre o sistema lógico de Hintikka. (i) Ele é decidível? (ii) Ele é computável em tempo polinomial? Para responder a estas questões, é necessário esclarecer o que é decidibilidade e o que é computabilidade.

Decidibilidade é uma propriedade de certos conjuntos. Podemos defini-la assim: um conjunto A é decidível se e somente se existe um procedimento efetivo que, para cada elemento i do universo do discurso, responde-se se $i \in A$. Um procedimento efetivo, por sua vez, é uma sequência finita de ações executadas com base em uma estrutura de instruções exatas e de fácil compreensão.

Dedutibilidade (implicação sintática): Dizemos que α é dedutível de Γ se e somente se, há uma prova de α a partir de Γ e uma prova de α a partir de Γ é uma sequência finita de sentenças $\Gamma = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\}$, onde cada sentença é: (i) uma premissa (ou seja, um elemento de gama) ou (ii) um axioma lógico, (iii) o resultado da aplicação de regras de inferência sobre premissas ou axiomas, tal que, a última sentença da sequência de aplicações é a conclusão α . Denotamos esta propriedade com a expressão (cf. BARROSO; IMAGUIRE, 2006. p.115):

$$(27) \Gamma \vdash \alpha$$

Consistência: Dizemos que um conjunto de fórmulas Γ é consistente se não ocorre fórmula α tal que: $\Gamma \vdash \alpha$ e $\Gamma \vdash \neg\alpha$.

Implicação tautológica (implicação semântica): Dizemos que α é uma consequência tautológica de Γ (ou Γ implica semanticamente α) se e somente se, para toda função de interpretação u' que atribua o valor de verdade “verdadeiro” aos elementos de Γ (ou modelo que satisfaça Γ , ou mundo possível que torne Γ verdadeiro), $u'(\alpha)=V$. Denotamos esta propriedade com a expressão:

$$(28) \Gamma \models \alpha.$$

Monotonicidade: um conjunto de premissas que deduz certa conclusão pode ser livremente expandido com premissas adicionais sem comprometer a conclusão. Esta propriedade é denotada pela expressão:

$$(29) \text{ Se } \Gamma \vdash \alpha \text{ então } \Gamma, \beta \vdash \alpha$$

É interessante notar que D’Agostino e Floridi se distinguem da tradição representada por Hintikka. Para eles, além de preservação de informação, a analiticidade envolve também tratabilidade. Pelo fato da LPO ser *indecidível*, ela sequer se inscreve como NP-Hard, o que leva a verificação da consistência dos constituintes a ser um procedimento potencialmente sem fim. Um problema NP-hard tem procedimento efetivo, apesar da resposta não ser garantida em tempo polinomial. Já um problema indecidível, não tem procedimento efetivo. Portanto, seu método de análise certamente não é factível (*feasible*). Isto se dá pelo fato de não determinarmos de antemão qual o limite dos níveis de análise, visto que não conhecemos a quantidade exata de elementos do domínio A , a quantidade exata de passos necessários para determinar se os constituintes são (e quais são) consistentes até o nível fundamental. Para D’Agostino e Floridi, as relações de inferência só são analíticas se forem tratáveis, o que exclui, inclusive, a LP clássica (dado o problema da decidibilidade das tautologias). Pois, para serem analíticas, as relações de inferência necessitam de características bem restritivas, como veremos a seguir.

2.4.2 Analiticidade, dedutibilidade e informação

A pergunta pela analiticidade de dada inferência demanda uma explicação do que é o *raciocínio analítico*. D'agostino e Floridi apresentam três definições de analiticidade:

1. Semântica ou significado-teorética. Uma inferência é analítica quando sua correção depende tão somente do significado dos operadores lógicos que ocorrem nas premissas e na conclusão. Este sentido de “analítico” geralmente vem com uma teoria de como o significado de um operador lógico é especificado.
2. Informacional. Uma inferência é analítica quando a informação transmitida pela conclusão está “contida” na informação transmitida pelas suas premissas. Neste segundo sentido, “analítico” significa simplesmente “não-informativo”.
3. Sintática. Uma dedução formal (uma sequência de passos de inferência em um sistema dedutivo formal) é analítica quando obedece ao princípio da subfórmula. A exata formulação deste princípio depende do sistema de dedução formal adotado. Entretanto, a ideia básica é que qualquer fórmula que ocorra na dedução deve ser uma subfórmula no teorema final a ser provado²⁴. Nas palavras de Gentzen: “Nenhum conceito entra em uma prova a não ser aqueles contidos em seu resultado final, e que seu uso seja portanto, essencial para a obtenção daquele resultado” (Gentzen, 1935. p.69) então para “o resultado final é, tal como foi, gradualmente construído a partir de seus elementos constituintes” (Gentzen, 1935. p.88). (D'AGOSTINO; FLORIDI, 2008. p.11)

A definição 1 torna exclusiva a satisfazibilidade de uma sentença à definição dos conectivos. Isto significa uma condição restritiva na interpretação das sentenças. A interpretação não captura relações sutis entre elementos intrasentenciais sobre os quais versam as sentenças. Deste modo, as expressões da linguagem não podem ser avaliadas em suas condições de verdade em termos de seus elementos subsentenciais. Como, por exemplo, $Sa \equiv \neg Ca$, onde podemos dizer que toda valoração v que torna Sa verdadeiro, torna Ca falso e vice-versa. E isto tem como efeito a desvinculação de sua teoria com o princípio da relação inversa (IRP), característicos da teoria da informação de Carnap; Bar-Hillel e Hintikka, por não haver necessidade de uma estrutura e um domínio objetual para a satisfação das sentenças elementares.

A definição 2 restringe o papel das sentenças obtidas via dedução ao determinar que elas não devem conter mais informação do que aquela contida nas premissas. O problema dessa questão é antevisto por Hempel (cf. HEMPEL, 1945).

²⁴e.g. Ver definição de *dedutibilidade* acima.

O que é levantado no item 1 é reforçado no item 2: O caráter estático da dedução é inflacionado em detrimento de seu caráter dinâmico, isto é, a conclusão de um raciocínio analítico, não pode produzir nenhuma informação nova, portanto, o resultado não deve ser relevante em termos informacionais para qualquer finalidade que seja.

Contudo, a definição nada diz sobre o valor informativo da própria inferência. De fato, como foi levantada sobre a perspectiva estática a definição é correta. Depois que se tenha provado que α se deduz de Γ , é evidente que a informação da primeira está contida na última. Mas, isto ignora o valor informacional da própria prova de Γ à α , pois ela pode fornecer informação aos agentes que fazem uso da lógica em questão. O que parece estar de acordo com a dimensão meta-epistêmica que definimos anteriormente.

A matemática e a lógica obtiveram muito de seu crescimento em razão da “descoberta” de teoremas e metateoremas, que nada mais são que sentenças deduzidas de outras e, ainda assim, oferecem informação relevante, abrindo novos conjuntos de propriedades e campos de aplicação para as antigas sentenças de dado domínio. D’Agostino e Floridi se apoiam em Kant para justificar sua distinção:

“Juízos analíticos (afirmativos) são portanto aqueles em que a ligação do predicado com o sujeito é cogitada através da identidade; aqueles em que essa conexão é cogitada sem identidade são chamados juízos sintéticos. Os primeiros poderiam ser chamados explicativos, os últimos, juízos aumentativos; porque o anterior não adiciona no predicado nada à concepção do sujeito, mas apenas o analisa em suas concepções constituintes, o que já foi pensado no sujeito, embora de uma maneira confusa; o último adiciona a nossas concepções do sujeito um predicado que não estava contido nele, e que nenhuma análise poderia jamais ter descoberto ali.” (Immanuel Kant, Critique of Pure Reason, traduzido por J.M.D. Meiklejohn, Henry G. Bohn, London 1855). Mutatis mutandis, alguém poderia dizer que uma inferência é analítica se ela nada adiciona na conclusão à informação contida nas premissas, mas apenas a analisa em suas peças de informação constituintes, que foram pensadas já nas premissas, embora de uma maneira confusa. A confusão desaparece uma vez que o significado dos operadores lógicos é propriamente explicado. (cf. D’Agostino e Floridi, 2008. nota 8, p.12)

Esta consideração nos reporta diretamente aos primórdios da filosofia analítica, como o trabalho clássico de Frege (cf. FREGE, 1884.), pois, a partir da dimensão transformativa (interpretativa) da análise e do papel expressivo das relações lógicas

entre conceitos²⁵ (cf. *Conceitografia* in: FREGE, 2012.), podemos obter informações valiosas para o desenvolvimento e clarificação conceitual das ciências. Obtemos uma nova visão do objeto de análise ao decompor-lo em diferentes quadros conceituais, explicitarmos e compararmos seu papel nas relações entre conceitos. Por exemplo, a passagem de sentenças da linguagem ordinária para a linguagem da lógica de predicados e suas definições não-triviais nos permitiu projetar sem muitas ambiguidades (em alguns casos com a explicitação lógica das ambiguidades) propriedades sobre objetos no mundo. A consideração das relações (sintáticas e semânticas) entre essas propriedades no interior da projeção (deste quadro referencial teórico) nos permite falar sobre as propriedades fundamentais da nossa própria *atividade de representar*. Isto significa que abdicar do papel *dinâmico* da dedução, oculta o fato de que a atividade de análise filosófica seja, em vias de fato, informativa. Embora as críticas às concepções de análise (cf. WITTGENSTEIN, 1994) e de verdade *a priori* (cf. QUINE, 2010.) tenham levado a novos significados para analiticidade acredito que o caráter informativo da dedução na filosofia e na lógica permanece.

A definição 3 cria restrições a relação de dedutibilidade, impedindo que sentenças que não ocorrem nas premissas entrem na prova. Esta é a condição que restringe a introdução de informação nova nas deduções²⁶.

Para que as sentenças sejam analíticas no sentido proposto, as partes 1, 2, e 3 devem estar, nas palavras de D'Agostino e Floridi:

Todas as inferências que são analíticas no sentido semântico informacional devem ser prováveis por meio de deduções formais as quais são analíticas

²⁵ “Segundo minha maneira de representar um juízo, *não há lugar* para a distinção entre *sujeito e predicado*. Para justificar isto, observo que os conteúdos de dois juízos podem diferir de dois modos: primeiro, pode-se dar que [todas] as consequências deriváveis do primeiro juízo, quando este é combinado com outros juízos determinados, também possam sempre ser derivados do segundo juízo, quando combinado com estes mesmos juízos; segundo, pode-se dar que não seja este o caso. As duas proposições: ‘Em Platéia os gregos derrotaram os persas’ e ‘Em Platéia os persas foram derrotados pelos gregos’, diferem quanto ao primeiro modo. Mesmo que se pudesse reconhecer uma ligeira diferença quanto ao sentido, a concordância ainda assim prevalece. A parte do conteúdo que é a *mesma* em ambas [as proposições], chamo de *conteúdo conceitual*.” (FREGE, 2012. p.15)

²⁶ D’agostino e Floridi adicionam mais um significado de analítico à lista. Para eles, o quarto sentido de analítico “nós chamaremos ele de sentido estritamente informacional. Uma inferência é analítica no sentido estritamente informacional (ou estritamente analítico, para encurtar) quando a conclusão pode ser deduzida das premissas sem fazer uso de qualquer informação virtual, i.e. quando cada sentença que ocorre na prova pertence implicitamente a qualquer dos estados informacionais contendo a informação transportada pelas premissas.” (Cf. *Ibidem*. p.22).

no sentido sintático, isto é, de tal forma que obedecem ao princípio da subfórmula. (D'Agostino e Floridi, 2008. p.13)

Para concretizar este princípio e o princípio da tratabilidade, eles propõem um sistema intelim (introdução-eliminação) enxuto, doravante denotado por SIS, para *Semantic Information System* (Sistema de Informação Semântica), que, supostamente, resolveria o problema da dedução. As características gerais da (SIS) são:

- (i) O recuo da lógica de predicados de primeira ordem (LPO) à lógica proposicional (LP).
- (ii) A modificação das regras da lógica clássica leva os autores a trocar a semântica de estados de coisas por estados informacionais. Para eles, os estados informacionais são mais adequados para os propósitos de uma análise da informação semântica, o que também é reflexo da escolha da LP.
- (iii) A reinterpretação semântica dos conectivos e a substituição das regras de dedução natural clássicas pelo sistema de dedução construtivo chamado *Intelim Deduction* (inspirado na lógica intuicionista e no cálculo de seqüentes de Gentzen).
- (iv) Eliminação das tautologias no sistema lógico via constrição do conceito de dedutibilidade.
- (v) A reinterpretação das propriedades de informação na forma da informação rasa e profunda, em substituição às noções de informação de superfície e profundidade de Hintikka.

Para cumprir a proposta de um sistema de dedução sensível o suficiente para cumprir com seu critério 3 (sintático) de analiticidade, eles recorrem à distinção entre informação e *informação virtual*. A última corresponde à informação injetada na dedução por regras tais como a introdução da disjunção ($\alpha \vdash \alpha \vee \beta$) e a condicionalização ($\alpha \vdash \beta \rightarrow \alpha$), que adicionam subfórmulas que não pertencem ao conjunto das premissas iniciais da dedução. Por exemplo, isto significa dizer que, dada uma linguagem \mathcal{L} , um subconjunto Γ de \mathcal{L} e uma fórmula α de \mathcal{L} , se $\Gamma \vdash \alpha$ a segunda regra permite afirmar que $\Gamma \vdash \beta \rightarrow \alpha$ a despeito do fato de que $\beta \notin \Gamma$. Esta

introdução permite o aumento da quantidade de consequências lógicas sobre Γ , por isto, os autores a chamam de *informação virtual* (condição 4).

Para D'Agostino e Floridi é necessário introduzir um sistema de dedução natural mais *sensível* (mais fraco) que o clássico, que não faça uso da informação virtual. Eles recorrem ao sistema de dedução natural de Gentzen e redefinem suas regras de dedução intelim²⁷, deste modo, redefinindo não só as condições de verdade e falsidade dos conectivos, como eliminando todas as regras aumentativas, i.e. todas as regras de dedução que fazem uso de hipóteses temporárias como a *reductio ad absurdum* (como introdução da negação e como expressão da lei do terceiro excluído), teorema da dedução (condicionalização) e eliminação do existencial²⁸ (se fosse aplicável à LP). Para eles, o sistema resultante dessas redefinições de regras será interpretado em termos de estados informacionais. Define-se estado informacional como:

Consideremos uma linguagem proposicional padrão L, identificada com o conjunto de todas as sentenças bem formadas e nos lembremos de que uma valoração é um mapeamento de L em {0,1}. (algumas vezes, falaremos da valoração de um conjunto de sentenças Δ significando um mapeamento de Δ em {0,1}.) Se nós aplicarmos às valorações 0 e 1 à leitura informacional lembrada nos parágrafos anteriores, uma valoração descreve um estado informacional, $v(P) = 0$ significa que o pedaço de informação "P é falso" pertence ao estado informacional em questão e $v(P) = 1$ significa que o pedaço de informação "P é verdadeiro" pertence ao estado informacional em questão. Entretanto, se eles têm que descrever estados informacionais, ao invés de mundos possíveis, tais valorações são usualmente parciais: em dados estados informacionais algumas sentenças não serão assinaladas com 1, nem com 0, refletindo nossa ignorância sobre seu valor de verdade. (Ibidem. p.32)²⁹

Ancorado nessa semântica de estados informacionais, o significado informacional dos operadores lógicos apresentará todas as características que eles consideram desejáveis. Cito:

²⁷Intelim é uma abreviação para "introdução e eliminação"

²⁸ $P_1: \exists \alpha \varphi; P_2: \text{suponha } \varphi[\beta/\alpha] \rightarrow \psi \Rightarrow C: \psi$ Executável com as seguintes condições: (i) a variável β não ocorre em φ , (ii) β não ocorre livre nem ligada em ψ , (iii) β não é empregada em nenhuma hipótese anterior, nem em suposições que introduzam β em alguma sentença de Γ .

²⁹"Let us consider a standard propositional language L, identified with the set of all its well-formed sentences, and let us recall that a valuation is a mapping of L into {0, 1}. (Sometimes we shall speak of a valuation of a set of sentences Δ , to mean a mapping of Δ into {0, 1}.) If we apply to the values 0 and 1 the informational reading recalled in the previous paragraph, a valuation describes an information state, $v(P) = 0$ means that the piece of information "P is false" belongs to the information state in question and $v(P) = 1$ means that the piece of information "P is true" belongs to the information state in question. However, if they have to describe information states, rather than possible worlds, such valuations are usually partial : in a given information state some sentences may be assigned neither 1 nor 0, reflecting our ignorance about their truth-value."

“O significado informacional dos operadores lógicos” é uma noção tratável, que cumpre com todos os requisitos: (i) dedutibilidade intelim goza da propriedade de subfórmula (todas as suas inferências válidas podem ser justificadas por meio das deduções que são analíticas no sentido sintático, de acordo com nosso requisito (4) [ver nota 39] e (ii) há um procedimento de decisão factível para estabelecer quando uma dada conclusão se segue das premissas dadas. Todas as inferências são justificadas pela “explicação” do significado informacional dos operadores lógicos e tal explicação pode ser resolvida na prática³⁰. (Ibidem. p.28)

Com a referida reformulação das regras de introdução e eliminação dos conectivos³¹ no sistema de dedução natural gentziano, D'Agostinho e Floridi apresentam o seguinte sistema intelim enfraquecido (D'AGOSTINO; FLORIDI, 2008, p.25): Sejam φ e ψ metavariables para fórmulas assinaladas, X, Y , etc. para conjuntos finitos de fórmulas assinaladas (marcadas com t ou f) e $\bar{\varphi}$ como o conjugado (inversão de valor assinalado) para φ , o que significa se $\varphi = fP$, então $\bar{\varphi} = vP$ e vice-versa, portanto,

1	R	$X \Rightarrow \varphi$ dado que $\varphi \in X$
2	W	$X \Rightarrow \varphi / X' \Rightarrow \varphi$ dado que $X \subseteq X'$
3	$t \wedge$ Introdução	$X \Rightarrow tP; X \Rightarrow tQ / X \Rightarrow tP \wedge Q$
4	$t \wedge$ Eliminação	$X \Rightarrow tP \wedge Q / X \Rightarrow tP$ $X \Rightarrow tP \wedge Q / X \Rightarrow tQ$
5	$t \vee$ Introdução	$X \Rightarrow tP / X \Rightarrow tP \vee Q$ $X \Rightarrow tQ / X \Rightarrow tP \vee Q$
6	$t \vee$ Eliminação	$X \Rightarrow tP \vee Q; X \Rightarrow fP / X \Rightarrow tQ$ $X \Rightarrow tP \vee Q; X \Rightarrow fQ / X \Rightarrow tP$
7	$t \rightarrow$ Introdução	$X \Rightarrow fP / X \Rightarrow tP \rightarrow Q$ $X \Rightarrow tQ / X \Rightarrow tP \rightarrow Q$
8	$t \rightarrow$ Eliminação	$X \Rightarrow tP \rightarrow Q; X \Rightarrow tP / X \Rightarrow tQ$ $X \Rightarrow tP \rightarrow Q; X \Rightarrow fQ / X \Rightarrow fP$
9	$t \neg$ Introdução	$X \Rightarrow fP / X \Rightarrow t\neg P$
10	$t \neg$ Eliminação	$X \Rightarrow t\neg P / X \Rightarrow fP$
11	$f \wedge$ Introdução	$X \Rightarrow fP / \Rightarrow fP \wedge Q$ $X \Rightarrow fQ / \Rightarrow fP \wedge Q$
12	$f \wedge$ Eliminação	$X \Rightarrow fP \wedge Q; X \Rightarrow tP / X \Rightarrow fQ$ $X \Rightarrow fP \wedge Q; X \Rightarrow tQ / X \Rightarrow fP$
13	$f \vee$ Introdução	$X \Rightarrow fP; X \Rightarrow fQ / X \Rightarrow fP \vee Q$

³⁰ “the informational meaning of the logical operators’ is a tractable notion, which complies with all our requirements: (i) intelim deducibility enjoys the subformula property (all its valid inferences can be justified by means of deductions which are analytical in the syntactic sense, in accordance with our requirement (4)) and (ii) there is a feasible decision procedure to establish whether a given conclusion follows from given premises. All inferences are justified by ‘explication’ of the informational meaning of the logical operators and such explication can be carried out in practice.”.

³¹ A bi-implicação não ocorre porque ela pode ser definida como $(\alpha \rightarrow \beta) \wedge (\beta \rightarrow \alpha)$.

14	$f \vee$ <i>Eliminação</i>	$X \Rightarrow fP \vee Q / X \Rightarrow fP$ $X \Rightarrow fP \vee Q / X \Rightarrow fQ$
15	$f \rightarrow$ <i>Introdução</i>	$X \Rightarrow tP; X \Rightarrow fQ / X \Rightarrow fP \rightarrow Q$
16	$f \rightarrow$ <i>Eliminação</i>	$X \Rightarrow fP \rightarrow Q / X \Rightarrow tP$ $X \Rightarrow fP \rightarrow Q / X \Rightarrow fQ$
17	$f \neg$ <i>Introdução</i>	$X \Rightarrow tP / X \Rightarrow f \neg P$
18	$f \neg$ <i>Eliminação</i>	$X \Rightarrow f \neg P / X \Rightarrow tP$

Uma sequência intelim é fechada, se na mesma sequência, ocorre fP e vP para alguma fórmula p no percurso de dedução. Quando uma sequência intelim que parte de Γ é fechada, o conjunto de premissas Γ é dito intelim inconsistente (pois, $\Gamma \vdash \alpha$ e $\Gamma \vdash \neg\alpha$), denotado pela expressão: $\Gamma \vdash$. A principal consequência deste sistema para a teoria da informação é que as restrições às regras de inferência tornam as deduções computáveis em tempo polinomial quadrático, convertendo a dedutibilidade intelim um problema computacional do tipo Polinomial.

Da perspectiva semântica, o significado informacional é dado pelos estados informacionais. O uso de valorações definidas em termos de estados informacionais, significa que elas não serão sempre saturadas, pois muitas vezes a condição descendente não é imediatamente (trivialmente) verificável. Isso ocorre porque um estado informacional pode nos dar informação sobre um todo sem nos dar informação sobre as partes do todo. Por exemplo, podemos ter um estado de informação que nos informa que o inventor do cálculo foi Newton ou Leibniz, sem que haja nesse mesmo estado qualquer informação sobre Newton ou sobre Leibniz individualmente.

(Ex19): A partir da álgebra Booleana, em uma definição clássica da fórmula de $\alpha \vee \beta$ interpretada, dizemos:

$$(30) \quad v(\alpha \vee \beta) = 1 \text{ se e somente se } v(\alpha) = 1 \text{ ou } v(\beta) = 1.$$

São dadas simultaneamente as condições descendente e ascendente, respectivamente:

$$(31) \text{ se } v(\alpha \vee \beta) = 1, \text{ então } v(\alpha) = 1 \text{ ou } v(\beta) = 1$$

$$(32) \text{ se } v(\alpha) = 1 \text{ ou } v(\beta) = 1, \text{ então } v(\alpha \vee \beta) = 1.$$

Em uma notação alternativa temos:

$$(33) v(\alpha \vee \beta) = 1 \Leftrightarrow [v(\alpha) = 1 \text{ ou } v(\beta) = 1] \text{ quando } v(\alpha \vee \beta) = 1 \Rightarrow [v(\alpha) = 1 \text{ ou } v(\beta) = 1] \text{ e } v(\alpha \vee \beta) = 1 \Leftarrow [v(\alpha) = 1 \text{ ou } v(\beta) = 1].$$

Isto significa que a definição clássica exige a satisfação das condições necessárias e suficientes da fórmula, ao passo que, na proposta de D'Agostino e Floridi, o condicional descendente não será exigido. Por isso, os autores não falam de definição de verdade quando apresentam as valorações, eles as apresentam apenas como restrições (*constraints*) sobre valorações.

2.4.3 Informação rasa e profunda: análise e síntese

Tendo em vista estas regras semânticas, é possível reinterpretar o que ocorre quando deduzimos as valorações das subfórmulas a partir da valoração sobre fórmulas dadas. Os autores se referem à informação obtida pela dedução como 'informação implícita', sugerindo que ela pode ser obtida com o emprego de maior ou menor quantidade de informação virtual. Quando ela é obtida sem recurso a informação virtual, eles dizem que essa informação está em um estado informacional de profundidade zero ou, simplesmente, que ela é uma informação rasa.

Eles definem a *informação rasa* do seguinte modo:

Dada uma valoração v , dizemos que um fragmento de informação $\langle P, i \rangle$, com $i \in \{0,1\}$ está implicitamente contido em v no nível 0 se o fragmento de informação complementar $\langle P, |1 - i| \rangle$ é imediatamente descartado somente em virtude do significado dos operadores lógicos. Se adicionarmos o fragmento de informação $\langle P, 1 \rangle$ ($\langle P, 0 \rangle$) à valoração a torna não-admissível, i.e. viola uma das restrições especificadas pelo significado definido do principal operador lógico de P , então seu complemento $\langle P, 0 \rangle$ ($\langle P, 1 \rangle$) está implicitamente contido em v na profundidade 0. Um requisito minimal sobre um estado informacional é que ele é fechado sobre tal informação implícita na profundidade 0, i.e. o tipo de informação que imediatamente se segue do significado das restrições.

Chamamos estado informacional de profundidade 0 ou estado informacional raso uma valoração admissível v que é fechada sobre o seguinte condição (lembre que A é o conjunto das valorações admissíveis):

$$(D_0) \text{ Para cada formula } P \in L: v \cup \{\langle P, i \rangle\} \notin A \Rightarrow \langle P, |1 - i| \rangle \in v$$

Em outras palavras, se um fragmento de informação está implicitamente contido no nível 0 em uma valoração v , então deve estar explicitamente contido em v . (Ibidem. p.36)

Isto significa que a informação de nível 0 representa a informação total que os agentes (nos termos dos autores: *reasoners*) possuem explícita ou implicitamente com base no significado dos operadores lógicos e no princípio de consistência expresso por D_0 .

Assim, seja Γ um conjunto de sentenças, dizemos que qualquer aplicação das regras do sistema de dedução intelim $\Gamma \vdash_0 \alpha$ é correspondente ao nível zero de profundidade da dedução, se a partir apenas de aplicações das regras (sem hipóteses) obtemos atribuições de valorações $v'(\alpha)$ ($\Gamma \Vdash_0 \alpha$). Deste modo, dizemos que P é uma consequência lógica de profundidade-0 de Γ e escrevemos $\Gamma \Vdash_0 P$ se $v(P) = 1$ para cada estado informacional raso v tal que $v(Q) = 1$ para todo $Q \in \Gamma$ (Cf. Ibidem. p.37).

Diferente de Hintikka, em D'Agostino e Floridi os níveis de profundidade são sinônimos de refinamento das valorações por meio do uso de hipóteses (i.e. pelo recurso reiterado de informação virtual), a cada iteração da hipótese acresce-se um nível de profundidade à valoração/prova. A noção de refinamento e nível de profundidade é fornecida pelas seguintes definições:

Dadas duas valorações (admissíveis) v e v' , dizemos que v' é um refinamento de v sobre P se: (i) $v \sqsubseteq v'$ e (ii) P é definido em v' . (...) Chamamos estado de informação no nível k uma valoração admissível v que é fechada sob as seguintes condições:

(D_k) Para toda fórmula $Q \in \mathcal{L}$, se as seguintes condições são verdadeiras: Existe uma fórmula atômica P tal que $v'(Q) = i$ (com $i = 0,1$) para cada estado de informação v' de profundidade $k-1$ o qual é um refinamento de v sobre P , então $v(Q) = i$ (D'AGOSTINO; FLORIDI, 2008. p.40)

(Ex23) Isto significa que, dado um conjunto Γ de fórmulas, por exemplo:

$$(34) \quad v(P \vee (Q \vee S)) = 1, v(P \rightarrow R) = 1, v(Q \rightarrow R) = 1 \text{ e } v(R \rightarrow S) = 1$$

temos que o valor da subfórmula R não é fornecido pela valoração v , mas, por um refinamento v' da valoração v , resultado da aplicação das tabelas de restrição e do princípio D_0 . Mas, para chegarmos à valoração $v'(R)$, é necessário definir o valor de

outras sentenças que estejam relacionadas à R, direta ou indiretamente (i.e. determinar o valor das sentenças ao redor de R), deste modo, refinando (expandindo) as valorações sobre as fórmulas e suas subfórmulas. Para obtermos o valor de R, devemos primeiro considerar uma valoração v' em que o valor de P é definido. Suponhamos que $v'(P) = 1$, então temos que $v'(R) = 1$ pela tabela de restrições, dado que $v(P \rightarrow R) = 1$. Se $v'(P) = 0$, então, dado que $v(P \vee Q) = 1$, temos que $v'(Q) = 1$. Daí, como $v(Q \rightarrow R) = 1$, chegamos mais uma vez à conclusão que $v'(R) = 1$. Assim, obtemos o valor de R, mas descartamos o valor de P por se tratar de uma valoração virtual.

O mesmo princípio de profundidade vale para as deduções intelim, o recurso à informação virtual segue uma hierarquia de dedutibilidade, onde, uma sequência intelim de profundidade k , baseada em um conjunto de fórmulas assinaladas X , é uma sequência ϕ_1, \dots, ϕ_n de fórmulas assinaladas, tal que, para cada elemento ϕ_i da sequência, (i) ϕ_i é um elemento de X ou (ii) ϕ_i é intelim dedutível no nível $k - 1$ a partir de ambos: $\phi_1, \dots, \phi_{i-1}, tP$ e $\phi_1, \dots, \phi_{i-1}, fP$, para alguma sentença atômica P . Vê-se assim que, A cada uso de uma hipótese de valoração de sentenças atômicas para deduzir outras sentenças atômicas, a profundidade aumenta em 1.

Segundo os autores, este procedimento de análise é efetivamente computável em tempo polinomial n^{2k+2} , se o nível de profundidade k for fixado em um número natural predefinido e Γ for um conjunto finito. (Ibidem. p.41)

2.4.4 Os três problemas da teoria da informação semântica de D'Agostino e Floridi

Para encerrar a apresentação da teoria semântica de D'Agostino e Floridi, é necessário discutir três problemas no tratamento dado ao escândalo da dedução pelos autores: (i) Problema lógico, (ii) Problema teórico e (iii) Problema filosófico.

(i) A teoria de D'Agostino e Floridi ignora a diferença fundamental entre informação no sentido objetivo (ontológico) e informação no sentido epistêmico.

Apresentando a falsa visão de que informação sobre as coisas (ontológica)³² só é informação enquanto tal, se sou capaz de representá-la completamente (epistêmico). Por outro lado, esta distinção conserva uma característica interessante. Se sou capaz de fornecer completamente as razões que me levam a valorar uma fórmula como verdadeira é porque tenho mais informação acerca dela do que se apenas soubesse que ela é verdadeira. Todo o procedimento descrito por D'Agostino e Floridi pode ser pensado como um método que controla o uso de informação virtual em uma dedução. A princípio, esse uso deve ser o mais restrito possível, mas, dependendo das deduções que devam ser estabelecidas, a informação virtual pode ser readmitida. E na medida em que adquire capacidade de recorrer à informação virtual, o sistema dedutivo aproxima-se da LP clássica e seu poder de dedução. É interessante notar que cada nível é identificado pelos autores como um sistema lógico segundo a concepção de Tarski (fechado sobre as propriedades de transitividade, monotonicidade e reflexividade), cada um dos níveis é mais robusto (*powerful*) em relação ao anterior, e se aproximam mais e mais da lógica proposicional clássica. Ou seja, apesar de legar um papel dinâmico e justificacional para a dedução, a solução de D'Agostino e Floridi parece forçar uma redução artificial no uso da informação virtual só para poder descobrir, em seguida, que a informatividade da dedução está nesse mesmo caráter virtual das suposições que eram bloqueados no nível 0.

(ii) Se é verdade que todas as sentenças genuinamente analíticas (no sentido dos autores) são apenas aquelas tratáveis, isto evoca a noção de que só é informação se é completamente acessível a nós, mas isto é uma restrição epistêmica à informatividade das deduções, na medida em que, se um agente (máquina, algoritmo, sujeito) não é capaz de efetivamente decidir em tempo polinomial sobre tal dedução, a informação que poderia ser obtida em situações de acaso (descoberta, tentativa e erro, aprendizagem), por exemplo, por definição, não deveria existir.

Segundo Brandom (BRANDOM, 1994. pp.117-118), as regras definidas por Gentzen de introdução dos conectivos lógicos nos explicitam as condições suficientes para o emprego do conectivo, já as regras de eliminação, são tomadas

³² Os estados inválidos de um sistema; os mundos incompatíveis com a informação.

como as consequências necessárias do emprego do conectivo. No primeiro caso, podemos falar das circunstâncias da enunciação de uma expressão que contenha o conectivo, como conectivo mais externo. No segundo caso, das consequências da enunciação da expressão que contém o conectivo. Segundo Brandom (Ibidem), Dummett generaliza este modelo intelim, o que permite falarmos de condições de justificação e consequências da aceitação de uma expressão. As regras, portanto, passam a ser compreendidas de uma perspectiva pragmática (DUMMETT, 1973. p.453):

Aprender a usar uma expressão [declaração] de uma determinada forma envolve, então, aprender duas coisas: as condições sob as quais se justifica fazer a afirmação; e o que constitui a aceitação dela, isto é, as consequências de aceitá-la. Aqui, "consequências" devem ser tidas como incluindo ambos: os poderes inferenciais da declaração e qualquer coisa que considere agir na verdade da declaração.

Contudo, a concepção restritiva de analiticidade proposta por D'Agostino e Floridi em combinação com o sistema de Gentzen, ao invés de fornecer um caráter mais abrangente para a dedução, como o aspecto prático tematizado por Dummett e Brandom, limita-a a funcionar como um método de descoberta das valorações das subfórmulas até a condição ideal de uma função de interpretação sobre um fragmento da LP o que, como vimos, poderia perfeitamente funcionar como um preâmbulo para a teoria da informação semântica de Carnap e Bar-Hillel.

(iii) Há, por fim, um problema de ordem filosófica, como aponta Sagüillo (SAGÜILLO, 2014. pp.76-77), em relação à discussão sobre o conceito de informação que se estende a todos os filósofos apresentados até agora. Há duas interpretações filosóficas para o conceito de informação semântica: (i) ontológica (Information₁), ou seja, modelo-teorética (*model-theoretical*) e (ii) epistêmica (Information₂), ou seja, prova-teorética (*proof-theoretical*). A Informação₁ é o resultado da aplicação de uma estrutura: <Linguagem, Regras de Inferência, Domínios> que decidirá em quais domínios uma sentença *p* é mais ou menos informativa, na medida em que representa um fragmento de um ou mais modelos. Isto significa que a sentença *p* é marcada como informativa quanto maior for a quantidade de modelos excluídos pela asserção de *p*, podendo isso ser interpretado também de uma perspectiva modal: quantos mais mundos forem excluídos da relação de acessibilidade com a asserção de *p*, mais informativa *p* é (algo que já

vimos delineado nas sessões precedentes sobre Carnap e Bar-Hillel), este tipo de informação tem um apelo metafísico e formal, na medida em que, assume que a linguagem e a lógica em questão abarcam a totalidade de mundos ou modelos possíveis. Portanto, a Informação₁ obtém seu valor ontológico, a partir da pressuposição de um vínculo com um determinado conjunto de domínios (conjuntos de entidades, estados possíveis, estados de coisas, mundos possíveis, etc..) para ser reconhecida enquanto tal. Já a Informação₂, é o potencial de deduções disponíveis a partir de um conjunto de premissas Γ no interior de um sistema dedutivo D, contanto que as deduções a partir de Γ não sejam triviais (tautologias evidentes ou epistemicamente triviais) para os agentes que fazem uso do sistema, de modo que, o processo dedutivo de Γ à conclusão p opere como um desempacotamento (*unpacking*) da informação p contida em Γ para um dado sistema dedutivo S. Em outras palavras, a dedução de Γ à p é informativa se $\Gamma \vdash p$ é *relevante* no procedimento de prova (ou asserção) de outra sentença do sistema S, digamos, a prova (ou asserção) de q . A Informação₂ é entendida como epistêmica na medida em que depende de um agente e de um procedimento de prova para ter sua relevância semântica, i.e. seu grau de não-trivialidade e informatividade definidos. Portanto, necessitam de um agente para integrar p ao conjunto de sentenças informativas (inferencialmente válidas). Para Sagüillo, a atividade de dedução pertence à noção de Informação₂, e é ela quem desempenha um papel vital no desenvolvimento e na criatividade das provas lógicas e matemáticas, e como veremos mais a diante, desempenha papel relevante em qualquer atividade linguística que se destine a dar razões (fornecer justificativas) e compreender as consequências de determinada procedimento de prova ou asserção.

2.5 Uma comparação entre teorias da informação semântica e a crítica aos seus pressupostos fundamentais

Em razão disso, é evidente que até o momento, o escândalo da dedução permanece sem uma resposta satisfatória. Ora, as deduções e, por consequência, as sentenças analíticas desempenham papéis relevantes, como: provas indiretas; suposições úteis; etapas de uma prova; teoremas e corolários fundamentais para o desenvolvimento de mais áreas que a lógica e a matemática, como processos

heurísticos e atividades cotidianas. E mais do que isto, nos permite explicitar de maneira eficiente as relações e operações de que lançamos mão na prática linguística e informacional. Entendo esta relevância como duplo potencial de ganho substancial de informação que a dedução pode oferecer. Neste sentido, podemos associar a relevância informativa de uma sentença p para um agente A , de duas formas: 1) como o trabalho lógico necessário para assimilar p em um sistema S para o agente A e todos os agentes que compartilhem aproximadamente do mesmo sistema e 2) o trabalho dedutivo necessário para se chegar à p . Há ainda outro modo de pensarmos como a dedução pode ser informativa. Através de operações que exemplifiquem as regras de dado sistema. Seguindo esta intuição, até mesmo uma simples dedução como o exemplo $\alpha \vdash \alpha$ nos diz alguma coisa útil. Uma vez que se prove que $\vdash \alpha \rightarrow \alpha$ podemos representar esta implicação (ao menos na lógica clássica) como $\vdash \neg\alpha \vee \alpha$ e isto nos diz alguma coisa, não sobre o mundo, mas sobre as próprias *regras de expressão* da lógica (por exemplo, de qual lógica estamos fazendo uso) e suas respectivas propriedades. Assim, ao desempenhar um papel em uma demonstração para a finalidade que seja, este percurso dedutivo nos acrescenta conhecimento de algum tipo, um conhecimento objetivo acerca das regras e princípios da lógica em questão. Algo que penso ser de ordem meta-epistêmica.

Vejam os retrospectivamente os posicionamentos adotados pelos filósofos da informação semântica expostos até o momento:

(35):	Carnap e Bar-Hillel	Hintikka	D'Agostino e Floridi
Papel informativo da dedução	Não há	Como verificador de conjuntos de condições de satisfazibilidade de fórmulas	Como verificador dos valores de verdade das subfórmulas de um dado conjunto de fórmulas.
Principais funções de Medição de informação	$cont(p)$ $inf(p)$	$cont^{(n)}(s) = 1 - p^{(n)}(s)$ $\lim_{e \rightarrow \infty} [inf_{surf}(E^{(d+e)}(s))]$ $= inf_{depth}(s)$	Após o procedimento de refinamento semântico completo, $cont(p)$ $inf(p)$
Qual o tipo de produção de informação via dedução?	Não há	Há ganho na demarcação das hipóteses aceitáveis para satisfazer determinada fórmula.	Refinamento na função parcial de atribuição proposicional de valor de verdade em direção a uma função

			(interpretação) total.
--	--	--	------------------------

Diante deste quadro, podemos observar que o valor informacional da dedução é em todos os casos bastante limitado. O problema, contudo, não está na relação entre dedução e analiticidade como pensaram D'Agostino e Floridi, nem na noção de satisfazibilidade e consistência como pensou Hintikka, mas na própria relação entre dedução e representação. Este último conceito constitui o cerne da concepção de semântica expostas até agora. E como aponta Brandom (BRANDOM, 2001. p.7), desde Descartes, a Tradição (em especial, a iluminista) privilegiou a referência em detrimento da inferência. Conhecimento, consciência (*awareness*), percepção e significado são definidos em termos de ideias, representações. O que conduz a visão representacionista motivado pelo paradigma semântico designacional:

A relação do nome com o seu portador. De um modo padrão de seguir essa direção de explicação, é preciso introduzir uma categoria ontológica especial de estados de coisas, considerada como sendo representada por frases declarativas em algo como a mesma forma em que os objetos são representados por termos singulares. (Ibidem, p.14)

Neste sentido, informar-se envolve obter uma representação da forma de articulação dos objetos, em que todos os detalhes já estão dados, deste modo, todo trabalho dedutivo não passaria de uma investigação de valor subjetivo acerca de uma coisa que objetivamente já está dada, pois tudo já está denotado. Assim, a dedução perde seu sentido como produtora de informação. Mas, não é isso que nossa experiência cotidiana e a investigação matemática nos diz.

O papel privilegiado da representação também afeta de outras formas a semântica. Austin critica a investigação unilateral de que as expressões (fórmulas) de uma linguagem devem possuir um sentido denotativo e não-conotativo independente (livre) de seu contexto de enunciação. Isto é, as sentenças devem, além de serem consideradas em seu sentido padrão, mas também em relação ao uso dado por aquele que profere a expressão:

Por mais tempo que o necessário, os filósofos acreditaram que o papel de uma declaração [*statement*] era tão somente o de 'descrever' um estado de coisas, ou declarar um fato, e que deveria ser de modo verdadeiro ou falso. (...)

(...) De início apareceu, nem sempre formulada sem deplorável dogmatismo, a concepção seguindo a qual toda declaração (factual) deveria ser

‘verificável’, o que levou à concepção de que muitas ‘declarações’ são apenas o que se poderia chamar de pseudodeclarações. (...) Contudo, até mesmo nós, os filósofos, estabelecemos certos limites para a quantidade de sentenças sem sentido que estamos dispostos a admitir. Com isso, passou-se a perguntar, em um segundo estágio, se muitas das aparentes pseudodeclarações seriam realmente ‘declarações’. Passou-se geralmente a considerar que muitos proferimentos que parecem declarações não têm, ou tem apenas em parte, o propósito de registrar ou transmitir informação direta acerca dos fatos. (...) Nós, muitas vezes, também usamos proferimentos cujas formas ultrapassam pelo menos os limites da gramática tradicional. (...) Seguindo esta linha de pensamento, tem-se demonstrado atualmente de maneira minuciosa, ou pelo menos têm-se procurado parecer provável, que muitas perplexidades filosóficas tradicionais surgiram de um erro – o erro de aceitar como declarações factuais diretas proferimentos que ou são sem sentido (de maneiras interessantes embora não gramaticais) ou então foram feitos com propósito bem diferentes. (AUSTIN, 1962. pp.2-3)

Estes dois indícios exigem uma reformulação no fundamento semântico da tradição. Uma reformulação que permita considerarmos as dimensões meta-epistêmica, epistêmica e ontológica como igualmente informativas.

O caminho que escolhi para responder a estas questões procura preservar as boas intuições apresentadas por Hintikka, D’Agostino, Floridi e Sagüillo. Este percurso põe o que chamamos de inferência, da qual a dedução é um tipo, como cerne da atividade enunciativa, racional e informacional. Preservando o papel dinâmico (inferencial) da dedução, enquanto produtora de razões e avaliadora de consequências, seu caráter pragmático e expressivo e evidenciando o aporte epistêmico e relacional da informação. Este caminho é chamado de inferencialismo. O que pretendo tomar como fundamento para pontar uma solução satisfatória para o escândalo da dedução, propondo-se como uma ruptura drástica com os pressupostos representacionais, ontológico-semânticos e logicistas da filosofia analítica do século XX.

3 A VIRADA PRAGMÁTICO-INFERENCIAL

Neste capítulo será discutida a proposta de mudança paradigmática da relação entre linguagem, conhecimento (com suas representações) e realidade. Iniciaremos com as observações de Joinet sobre a necessidade de mudança da concepção de lógica enquanto teoria da prova, para uma concepção de lógica mais dinâmica se se quiser desenvolvê-la a fim de valer o slogan “a lógica é o estudo e a expressão da forma do raciocínio humano”. Neste sentido, é necessária uma mudança radical no modo de interpretarmos o papel da lógica, da linguagem e de nossas práticas informacionais.

Seguindo este raciocínio, será exposta a filosofia da linguagem de Brandom. Os componentes pragmáticos, inferencialistas e expressivistas de sua filosofia fornecem as condições suficientes para a elaboração de uma teoria da informação semântica. Nesta exposição estarão contidos conceitos fundamentais contidos na obra *Making it Explicit*, tais como, a noção de jogo de dar e pedir por razões, a prática de contar escores, as inferências materiais, de autorização, de compromisso e de incompatibilidade. Este capítulo se encerra com a exposição da técnica de conversão das sentenças da LPO em cláusulas de Horn com o objetivo de expressar as regras de inferência material conforme pode ser inferido dos escritos de Sellars e Brandom.

3.1 Da centralidade da representação à inferência

A pergunta pelo papel informativo da dedução parece sem sentido, se recordarmos a definição de dedutibilidade³³. Entretanto, isto está longe de ser verdade. A definição original de lógica, de Aristóteles, passando por Kant, até Gentzen, é o estudo das leis do raciocínio. Jean-Baptiste Joinet em seu artigo *Proofs, Reasoning and Metamorphosis of Logic*, onde propõe o resgate da lógica como teoria do processo intelectual de raciocinar, afirma que a lógica dedicou-se atualmente muito mais em desenvolver a noção de prova (prova-teoreticamente), do que a noção de raciocínio (PEREIRA, 2014. p.52). Desta forma, construindo um paradigma bem diferente do que poderia significar a lógica como estudo e expressão do raciocínio (*reasoning*). O raciocínio é um processo dinâmico, o que parece ser o

³³ Página 48, proposição (24). Ou (cf. BARROSO; IMAGUIRE, 2006. p.115).

oposto do legado formalista da lógica. Ainda que se defenda que ocorra uma representação da dinâmica do raciocínio, do passo a passo da atividade dedutiva, apenas esta ocorrência não é suficiente para “assimilar a dinâmica envolvida no processo complexo geral pelo qual um indivíduo delibera, deduz e modifica seus ou suas representações abstratas e julgamentos concretos.” (ibidem. p.55)

Uma crítica semelhante vale para a semântica. Para ele, deve-se mudar da semântica das sentenças para a semântica das provas. Esta última se encontra circunscrita entre dois polos, a semântica denotacional e a semântica operacional. A primeira determina as interpretações quase exclusivamente por extensão, desconsiderando o caráter dinâmico das provas. A segunda opera com a descrição do conjunto de todos os passos computacionais de uma prova, sem compromisso com a denotação. Para Joinet, a melhor semântica é o meio termo dos polos, a semântica de interação (*interaction semantics*). Ela é baseada numa semântica de jogos (*game theory*), onde a dinâmica é interpretada como uma interação estruturada num jogo entre processos (ibidem. p.57). Neste sentido a semântica deve ser revista sob uma nova perspectiva. Esta perspectiva é de uma semântica inferencial que ponha em evidência a pragmática da linguagem.

Seguindo este argumento, podemos pensar a construção de uma sequência de prova, não como uma ação que deva ser executada exclusivamente por um agente (indivíduo, entidade, sistema, etc) em um único passo (exceto para aquelas deduções que são consequência imediata). Mas, processos que possam ser executado reiteradamente por e entre vários agentes, dotados de diferentes estruturas, com processos ocorrentes em diferentes níveis de abstração, a fim de obter uma conclusão satisfatória.

Ao pensarmos o conceito de informação como manipulação de probabilidade de representações e pensarmos a implicação entre duas sentenças como o conteúdo representacional de um que está contido no conteúdo representacional de outro (ou a probabilidade de uma está contida na probabilidade de outra), em que estas representações encerradas nas sentenças já estão dadas completamente pelas primeiras, fica difícil enxergar como o fato de um processo de extração de uma representação do interior de outra representação pode ser relevante (informativo), se a segunda já está dada em função da primeira, mesmo que não admitíssemos às críticas de Austin e outros filósofos.

Para que seja possível enxergar uma saída, é necessário mudar radicalmente os pressupostos da semântica empregada pelos filósofos estudados anteriormente. Em primeiro lugar, é necessário mudar a ordem de explicação filosófica do papel de uma sentença como agente representacional (ou informativo). Isto é, devemos mudar “representamos para deduzir”, por “deduzimos para representar”. A motivação deste argumento é tornar explícitas e informativas expressões que digam respeito à própria forma adequada de apresentação. O que chamei anteriormente de dimensão ontológica da informação.

Em segundo lugar, a representação e toda discussão dos seus componentes semânticos (usualmente, sentido e referência) se constitui um subconjunto muito restrito do que podemos fazer com a linguagem, como foi aludido com a breve citação de Austin no final do capítulo passado. Já que o procedimento de prova (a dedução) é por excelência um fazer, uma atividade recursiva em que cada premissa, em cada etapa dedutiva, desempenha um papel relevante para a conclusão, nada mais justo do que rever o próprio papel da semântica em vista da dimensão pragmática da linguagem (Cf. BRANDOM, 1994. p.83).

A revisão começa com a pergunta: o que significa uma proposição (expressão, afirmação)? Ora, pensá-la como um *médium* de referência a algo na realidade, como vimos, nos deixa sem resposta sobre de que forma cada parte subsentencial contribui para a informação contida na proposição. Neste sentido, é mais vantajoso definirmos uma proposição como um lance em um espaço de lances proposicionais (tal como um lance em um jogo de linguagem), inspirado no que foi proposto por Wittgenstein (cf. WITTGENSTEIN, 2009). Cada proposição é uma ação linguística que pressupõe o comprometimento do falante com uma rede de pressupostos que validam a afirmação da proposição feita e informa seus interlocutores sobre as consequências desta tomada de posição, o andamento do jogo, dos conceitos evidenciados e de que modo estes interlocutores podem se comportar (agir) a partir de tal afirmação. Neste sentido, a validade dos lances é modificada localmente, a partir de certas regras materiais compartilhadas entre os falantes. O que corresponderia à dimensão meta-epistêmica da informação que aludi no capítulo anterior.

Em terceiro lugar, é necessário dar relevância para a dimensão epistêmica da informação. A definição puramente representacional de informação diz respeito apenas à satisfação de determinada expectativa sobre as coisas (i.e. qual é o estado

de coisas atual). Como apontam Sagüillo (cf. SAGÜILLO, 2014.), Hempel (cf. HEMPEL, 1945.) e Bremer (cf. BREMER, 2003.), há outros modos de pensar a informação semântica além de transmitir o conhecimento acerca de estados de coisas (ou estados informacionais). Neste sentido, a informação semântica deve ter seu escopo alargado, permitindo ser extraída de contextos não-representacionais e, ainda assim, inferenciais que marcam a expressão como informativa, segundo cada indivíduo que faz uso ou que endossa a afirmação.

Para satisfazer esta mudança paradigmática irei adotar a filosofia da linguagem de Robert Brandom e, com isto, seu programa de análise pragmática da linguagem, sua semântica inferencialista e sua concepção expressivista da lógica.

3.2 A Filosofia da Linguagem de Brandom: Análise Pragmática, Semântica Inferencialista e Lógica Expressivista

Brandom dispõe sua filosofia da linguagem como uma síntese de duas tradições filosóficas aparentemente opostas. De um lado, a tradição analítica dos filósofos da linguagem formal, que tem como objeto principal de investigação a função designativa-representacional da linguagem. Esta tradição se baseia em elementos semânticos clássicos como o princípio da composicionalidade, teoria dos modelos, teoria da referência e teorias extensionais de verdade (correspondenciais, desquotacionais, deflacionárias, etc.). Se inscrevem neste grupo filósofos como Frege (pós-Conceitografia), Carnap e Tarski.

Do outro lado, a tradição dos filósofos pragmatistas e os filósofos da linguagem ordinária, que enfatizam o estudo da linguagem enquanto uma dimensão histórico-natural das práticas sociais. Compreende-se aqui o significado da linguagem enquanto uso em contextos delimitados pelos objetivos e relações sociais que vinculam os falantes, ou seja, em oposição ao modelo abstrato da linguagem na tradição anterior, o estudo da linguagem ordinária detêm-se na avaliação dos elementos (e.g. asserir, inferir, arguir, justificar, etc.) que permitem fazer algo quando se diz algo, seu escopo de avaliação da prática linguística é local, i.e. contextual. Inscrevem-se neste grupo filósofos como Wittgenstein (em sua última posição filosófica), Quine, Sellars, Dummett e Davidson.

Neste sentido, a concepção de análise pragmática da linguagem de Brandom é a elaboração de uma teoria do uso da linguagem natural humana, valendo-se do

aparato formal do primeiro grupo, elegendo como componentes semânticos fundamentais dois elementos da pragmática da linguagem: a asserção e a inferência e elegendo dois componentes deônticos fundamentais: o compromisso e a autorização. A escolha destes elementos conduz à definição sistemática da linguagem natural como “o jogo de dar e pedir razões”.

Habilitar-se a este jogo é ser capaz de reconhecer e atribuir escores (to *scorekeep*) quando estamos autorizados e/ou comprometidos com determinadas asserções e quando estas autorizações ou compromissos nos conduzem (através da inferência) a outras autorizações e compromissos, disponíveis por meio de novas asserções. Formalmente, estas asserções vinculam-se a status deônticos entendidos como status sociais, baseados nas normas implícitas, socialmente instituídas, que mediam a prática linguística dos falantes em determinado contexto. A marcação destes status deônticos é denominada por Brandom como a *prática de contar escores (scorekeeping practice)*. Para ele, é através desse mecanismo pragmático-normativo que produzimos e consumimos conteúdos proposicionais (cf. BRANDOM, 1998. p.xiv.). Assim, a capacidade representacional da linguagem se vê analisável a partir das práticas sociais e inferenciais que prescrevem o uso comprometido e bem-sucedido da linguagem. (Ibidem. p.xvii e p.141-142).

Para Brandom, a análise deste mecanismo pragmático e a ênfase na linguagem natural são o que diferencia sua proposta dos projetos semânticos formalistas, é o que o leva a chamar sua proposta de Semântica Filosófica³⁴. Este projeto filosófico é composto de duas dimensões. Uma semântica fundada nas inferências (formais e materiais) que nos permite passar de uma asserção à outra e uma dimensão pragmática que procura explicitar como, a partir da prática (indo do *fazer ao significar*), construímos os conteúdos de nossas asserções. Portanto,

³⁴ Para Brandom, “Philosophical semantics is distinguished from formal semantics by its explicit concern with the relation between the use of semantic concepts, on the one hand, and pragmatic accounts of the proprieties of practice governing the employment of what those concepts apply to, on the other. Philosophical semantics is committed to explaining the content of concepts such as *content*, *truth*, *inference*, *reference*, and *representation*, while formal semantics is content to use such concepts, assuming them (and so the pragmatic significance of applying them) already to be implicitly intelligible. The difference between doing either sort of semantics for artificial languages and for natural languages is that in the former case there are no antecedent proprieties governing the use of the expressions, to which the semantic theorist is responsible. Since the language is not already in use, the theorist is free to *stipulate* an association of contents with expressions, in order to determine how they are to be understood to be correctly used. In the case of natural languages, however, the theorist’s use of semantic concepts is not *synthetic* (to settle the proper employment of expressions that antecedently are subject to no such proprieties) but *analytic* (to codify and express antecedently existing proprieties of employment)”. (Ibidem.p.145)

Brandom dispõe-se a fundar a dimensão inferencial semântica da linguagem na dimensão normativo-pragmática³⁵.

Na semântica inferencial, o tema fundamental de investigação passa da pergunta pela capacidade da linguagem de produzir referência (e, portanto, de representar), para a pergunta sobre a articulação do uso³⁶ da inferência como condição da referência e de outras propriedades semânticas. Nossos conceitos, nomes próprios, etc. devem ser entendidos em termos de asserções e inferências. Onde cada conceito desempenha um papel na cadeia de inferências, cada asserção expressa um elo na cadeia, e a inferência expressa um tipo de movimento³⁷ de um elo à outro(s) da cadeia. Portanto, não podemos entender asserção dissociado da compreensão do que é uma inferência.

3.2.1 A Inferência

Podemos falar que a inferência é a capacidade racional de operar asserções e que a asserção é a ação de expressar uma sentença³⁸ de uma linguagem, tal que, os sons que emito na expressão desempenhem o *papel funcional (functional role)*³⁹ de premissa ou conclusão de certa inferência.

³⁵ “For the semantic explanatory strategy being developed here looks first to inference, on the semantic side, and aspires to making the representational dimension of intentional content intelligible ultimately in inferential terms. And on the pragmatic side, the strategy is to begin with an account of norms implicit in practice and work out toward an understanding of their relation to their naturalistic setting, which the normative practices in their most sophisticated form make it possible to describe objectively.” (Ibidem. p.149)

³⁶ Faz sentido pensar nos conteúdos de expressões linguísticas como conferidas a elas pelo modo que são usadas. Barulhos e marcas não significam nada por si só. Ninguém pensa que sejam *intrinsecamente* com conteúdo. (Ibidem.146)

³⁷ Movimento interpessoal pertencente à prática social de comunicação (cf. Ibidem. p.158)

³⁸ Brandom define que a interpretação de uma expressão enquanto sentença ocorre quando tomamos aquela expressão como sujeita a avaliações no que diz respeito às propriedades de julgar, raciocinar, verdade e inferência. (Ibidem. p.144)

³⁹ Vale notar que sua abordagem funcionalista do conteúdo semântico vale para a totalidade de estados intencionais. Ou seja, um estado intencional tem seu conteúdo determinado em função do papel que ele desempenha no funcionamento do sistema intencional: “Broadly functionalist approaches to content are of this sort. They understand intentional states to be contentful in virtue of the role they play in the proper functioning of some system of which they are a part. Going into a certain state is something that is done appropriately under some circumstances, according to the functional interpretation of the system, and it has certain appropriate consequences.” (Ibidem. p.147) Estas consequências subordinam-se funcionalmente às práticas sociais linguísticas, as quais Brandom chama de *visão linguística da intencionalidade*: “It deserves nonetheless to be called a *linguistic view of intentionality* (of the relational rather than the analogical variety) because linguistic practice is nonetheless accorded a certain kind of explanatory priority over rational agency”. (Ibidem. p.152)

As sentenças são portadoras de conceitos, portanto os conceitos se encontram ligados por inferências. A cadeia em que se encontram os conceitos componentes de uma sentença é holística, i.e. cada conteúdo conceitual se articula de diversos modos com outros conteúdos, a esta articulação chamamos de *relação inferencial*. (Ibidem. p.426). As relações inferenciais delimitam os conteúdos conceituais. Pois, definimos o *conteúdo de um conceito* pela totalidade de inferências possíveis que podem ser realizadas com ele. Tal que, os conteúdos conceituais proposicionais das asserções, que se constituem elemento mais básico da prática social linguística de dar e pedir por razões (cf. Ibidem. p.156), “fazem sentido apenas no contexto das práticas sociais linguísticas, as quais têm como seu núcleo a *comunicação interpessoal de informação por meio das asserções*” (Ibidem. p.155) (grifo nosso).

Segundo Brandom, há três (Ibidem. p.132) formas de compreender a relevância da inferência na semântica: (i) o inferencialismo fraco, (ii) o inferencialismo forte e (iii) o hiperinferencialismo.

(i) entende a articulação inferencial entre asserções como condição necessária, mas não suficiente para asserir conteúdos conceituais. (ii) e (iii) entendem a articulação inferencial como necessária para a expressão do conteúdo. Mas, (iii) toma a dimensão inferencial como a única fonte de origem dos conceitos (*narrow inferential articulation*), ao passo que (ii) admite circunstâncias e consequências não-inferenciais de aplicação da linguagem, reconhecendo que ações e eventos físicos podem tanto originar como resultar da prática linguística⁴⁰.

É na concepção (ii) de inferencialismo que se insere Brandom. Note que a despeito dele permitir uma relação cognitiva e comportamental externa à prática de dar e pedir por razões, a construção do conteúdo conceitual que corresponde ao objeto de manipulação destas inferências encontra significado apenas na prática dos falantes (Ibidem. p.134), criadores e consumidores de conceitos. A criação e o consumo dos conceitos são marcados pela capacidade do agente de dominar a prática da aplicação do conceito, i.e. o uso de dada palavra (BRANDOM, 2000.p.6). Desse modo, há uma dimensão normativa que se funde com a dimensão semântica, na medida em que certas regras fazem a mediação de nossas práticas linguísticas,

⁴⁰ Cf. SELLARS, 1954.

articulando compromissos e autorizações que atravessam a atividade inferencial assertórica.

3.2.2 Autorizações e compromissos

Da perspectiva da pragmática, o ponto de partida é nossa capacidade de elaborar conceitos como formas de ação, a partir de regras sociais-comportamentais implícitas, que podem ser ocasionalmente tornadas explícitas⁴¹, mas que nem sempre corresponderão a um consenso na compreensão da norma, o que conduz a sanções sobre o movimento indevido de certas inferências e interpelações de outros falantes, no intuito de se obter uma demarcação dos compromissos e autorizações (i.e. os status deônticos) articulados no discurso dos falantes. Em última instância, a principal função do estudo filosófico da linguagem é explicitar o significado (o conteúdo) de expressões da linguagem explicitando-se seu uso em dado contexto de emprego, bem como, as regras (racionais e sociais)⁴² que nos habilitam a criá-los e articulá-los, acompanhando as atribuições deônticas (de compromissos e autorizações) dos interlocutores sobre os falantes. Isto significa analisar, explicitar, clarificar os elementos determinantes no uso de expressões linguísticas, e a forma de sua dinâmica nas práticas de dada comunidade falante⁴³.

Neste sentido, o método do pragmatismo inferencial analítico de Brandom⁴⁴ parte da elucidação das práticas sociais que se qualificam como práticas

⁴¹ Brandom admite que no final da cadeia de explicitação das regras implícitas deve residir regras que não podem ser tornadas explícitas pela expressão linguística delas, mas somente pela execução da própria regra. Assumindo cabalmente a precedência do “*knowing-how*” sobre o “*knowing-that*”.

⁴² i.e. lógicas e materiais.

⁴³ A possibilidade de representação da linguagem e a própria mente como fonte doadora da intencionalidade são objetos derivados da linguagem. Isto é, a mente e os conceitos são resultado do emprego coletivamente mediado, portanto, público, da linguagem. (BRANDOM, 1994.p.153) Esta construção coletiva é o que Brandom chama de o jogo de dar e pedir razões. Portanto, o núcleo desta prática racional é a asserção e o que fundamenta as asserções é o significado pragmático de nossas ações linguísticas, cabendo ao projeto de formalização deste jogo, o papel de explicitar as regras implícitas a estas ações.

⁴⁴ Este modelo, inspirado em Davidson, subsume os modelos lógico e instrumental. O primeiro expressa inferências teóricas, ocupando-se na maior parte das vezes com hipóteses e provas, da qual faz parte o modo de raciocínio das ciências empíricas. O segundo, lida com inferências práticas, nas quais preferências, desejos e crenças fornecem as premissas para uma ação, uma forma de raciocínio meio-fim. Já o modelo davidsoniano, segundo Brandom, constrói constelações de conexões comportamentais-racionais com base em um holismo semântico partilhado pelos falantes, em que cada falante pode tomar como ponto de partida para ações linguísticas ou não linguísticas as ações linguísticas ou não linguísticas de outros. Com o acréscimo feito por Brandom de que o conteúdo conceitual das expressões da linguagem é determinado pelo papel que elas desempenham como premissas e conclusões em inferências. (cf. BRANDOM, 2010.)

especificamente linguísticas. A partir daí, seguem-se considerações sobre os diferentes tipos de conteúdos semânticos a partir de práticas que habilitam estados, performances e expressões corretamente executadas. Portanto, sua semântica é fundada nas práticas locais de produzir e consumir atos de linguagem e elaborada para esclarecer como estas práticas são capazes de conferir conteúdos semânticos à vasta modalidade de conteúdos possíveis:

A estratégia explanatória perseguida aqui é começar com uma consideração sobre práticas sociais, identificar a estrutura particular que elas devem exibir para qualificá-las especificamente como práticas linguísticas, e então considerar que diferentes tipos de conteúdos semânticos essas práticas podem conferir aos estados, performances e expressões apanhados neles de maneiras adequadas. O resultado é um novo tipo de papel conceitual semântico. Isto é ao mesmo tempo firmemente enraizado nas práticas atuais de produção e consumo de atos de fala e suficientemente fina e articulada para tornar clara como essas práticas são capazes de conferir a rica variedade de tipos de conteúdos que filósofos da linguagem têm revelado e se revelaram. (BRANDOM, 1994.p.xii)

Antes de tomar estas afirmações como garantidas, é necessário se perguntar pelo modelo das práticas sociais linguísticas, isto é, o critério que distinga as práticas linguísticas adequadas para conferir conteúdo semântico, daquelas inadequadas:

De acordo com o modelo, tratar uma performance como uma afirmação é tratá-la como empreendimento ou reconhecimento de um certo tipo de *compromisso*, o que será chamado de compromisso "doxástico" ou "asserional". Estar comprometido doxasticamente é ter certo status social. Os compromissos doxásticos são normativos, mais especificamente status *deônticos*. Tais status são criações das atitudes práticas dos membros de uma comunidade linguística, que são instituídos por práticas que governam a tomada e tratamento de indivíduos *como* comprometidos. Os compromissos doxásticos são essencialmente um tipo de status deôntico para o qual a questão da *autorização* pode surgir. Sua articulação inferencial, em virtude da qual eles merecem ser entendidos como proposicionalmente dotadas de conteúdo, consiste em relações consequenciais entre os compromissos e direitos doxásticos particulares, dos modos pelos quais uma reivindicação (*claim*) pode comprometer ou autorizar outras (para as quais, portanto, pode servir como uma razão). (ibidem. p.142)

Dito de outro modo, os compromissos e autorizações assemelham-se aos status deônticos tradicionais de obrigação e permissão, salvo pela recusa da interdefinição das duas noções, pois compromisso não pode ser definido em termos em autorização e vice-versa, já que pressuporia uma noção de negação primitiva, o que não é o caso (cf. ibidem. p.160).

Assim, na medida em que nossas afirmações (e crenças) são compromissos (doxásticos), nos encontramos obrigatoriamente enredados num conjunto de consequências e pressupostos (justificativas) que envolvem a adoção de tais compromissos e autorizações. E este é o critério social pragmático que demarca o que é uma asserção: algo pode ser tomado ou tratado como uma asserção, quando o que é expresso é tomado como um compromisso acerca de um conteúdo asserível (conteúdo judicável), uma vez reconhecido como tal, abre-se um conjunto de autorizações e o que é produzido a partir da ação de executar a asserção é reconhecido como uma sentença declarativa (cf. *Ibidem.* p.157).

Mas, como devem ser entendidos compromissos e consequências de autorizações; como estas categorias deônticas se relacionam para tornar possível o jogo de dar e pedir por razões? Estes status são sociais, instituídos por indivíduos que os atribuem e os reconhecem uns aos outros. Assim, o compromisso (*commitment*) pode ser entendido como a responsabilidade (uma atitude prática daqueles que atribuem o compromisso) sobre certa performance, tal que o sujeito comprometido encontra-se disponível à sanção, caso não aja de acordo com o compromisso atribuído. E a autorização (*entitlement*) pode ser entendida como a atribuição de autoridade para a execução (e conseqüente reconhecimento público) de uma determinada performance.

Um exemplo pode ilustrar esta diferença: meu primo vai ao cartório e lavra uma procuração para que eu aja em seu nome. Em termos de autorização, estou habilitado a agir em seu nome nos termos do texto da procuração. Mas, posso não fazê-lo se quiser. Digamos que a procuração seja para receber alguma quantia ou documento importante. Posso não ir buscar tal documento. Já o compromisso lega a mim a responsabilidade sobre a busca do documento ou quantia, uma vez que represento meu primo na transação. O que é essencial nesta prática é entendê-la em termos da atitude de tomar, tratar ou atribuir alguém como comprometido ou autorizado a certas performances, no caso, linguísticas.

Note que para tomar este compromisso, deve haver um contexto de práticas adequadas para o reconhecimento público de minhas ações e elas, por sua vez, devem seguir uma sequência correta, apropriada para a atribuição do compromisso. Para Brandom, as práticas linguísticas reconhecidas enquanto tais são aquelas

aceitas pela comunidade falante⁴⁵, tais que sejam capazes de expressar compromissos ou fornecer autorizações para novas ações linguísticas, ações do próprio indivíduo ou de outros falantes, que endossem, contestem ou repreendam a ação de outros – em suma, que atribuam (*attributing*) um status deôntico e mantenham o registro deste status:

Os praticantes linguísticos competentes acompanham seus próprios compromissos e autorizações e os dos outros. Eles são (nós somos) registradores de escores deônticos (*deontic scorekeepers*). Atos de fala, paradigmaticamente asserções, alteram a pontuação deôntica; elas mudam os compromissos e autorizações que são apropriados a atribuir, não apenas àquele que produz o ato de fala, mas também àqueles a quem ele se direciona. O trabalho da teoria pragmática é explicar a *significância* (*significance*) de vários tipos de atos de fala em termos de propriedades práticas que regem a manutenção do escore deôntico; que lances são apropriados, dado certo escore e qual a diferença que esses lances fazem neste escore. O trabalho da teoria semântica é desenvolver uma noção dos *conteúdos* (*contents*) dos compromissos discursivos (e as performances que os expressam) que combina com a consideração do significado de diferentes tipos de ato de fala na determinação da cinemática da marcação de escores (*scorekeeping kinematics*) (Ibidem. p.142).

Cada ação linguística deve ser inferencialmente articulada, i.e. servir como premissa ou conclusão em cadeias de ações linguísticas, cabendo aos interlocutores o registro (*acknowledging*) do movimento inferencial e deôntico dos falantes no decurso da interlocução. É isto que garante o papel comunitário, normativo, inferencial e conteudal de nossas ações⁴⁶ no jogo de dar e pedir por razões. As asserções⁴⁷, que representam o caso fundamental do jogo, são entendidas como uma prática reconhecida pela comunidade interpretante na forma de um compromisso que leva os praticantes da atividade a manter o registro dos escores deônticos de si e dos outros, em virtude das alterações de suas atitudes deônticas práticas de atribuir e tomar compromissos assercionais e suas correspondentes

⁴⁵ “Nossa atividade institui normas, impõe significâncias normativas sobre um mundo natural que é intrinsecamente sem significância para a condução ou concessão da ação. Uma significância normativa é imposta em um mundo não-normativo. Como uma capa jogada sobre sua nudez. Através de agentes formando preferências, questionando ordens, entrando em acordos, congratulando e culpando, estimando e concedendo.” (Ibidem. p.48)

⁴⁶ “As práticas que conferem um conteúdo proposicional - e outros tipos de conteúdo conceitual - contêm implicitamente normas relativas à maneira de como é correto utilizar expressões, em que circunstâncias são apropriadas realizar diferentes atos de linguagem e quais são as consequências apropriadas de tais atos” (Ibidem. p.xiii).

⁴⁷ Note que a asserção é uma prática. Aquilo que pode ser usado pelos falantes como premissa ou conclusão de uma inferência é o conteúdo da asserção, ele é obtido a partir do proferimento ou inscrição da asserção. Brandom o chama de *sentença declarativa* e a articulabilidade inferencial da sentença declarativa, ele chama de *conteúdo proposicional*. (cf. Ibidem. p.168)

autorizações (Cf. *Ibidem*. p.167), ou seja, registrar escores deônticos é como fazer um registro do que cada interlocutor acredita com base no que ele fala e das consequências do que ele fala.

Deste modo, Brandom unifica as dimensões pragmático-normativa e inferencial. Ele fundamenta-se na compreensão de Kant acerca das definições de conceito, juízo e norma. Para Kant, os conceitos são delimitados por nossas concepções de regras de conduta (instituídas socialmente), os conceitos são funções de juízos. Estes últimos, no decurso de seu emprego, determinam nossos comprometimentos e responsabilidade sobre as normas de que fazemos uso. Para Brandom, ocorre uma inversão deste processo: “um juízo é a internalização de um processo público de asserção” (*Ibidem*. p.158)). É, portanto, a síntese dos empregos dos juízos (i.e. dos processos públicos de asserção) que garante a unidade de nossa racionalidade e discursividade. Onde a garantia da discursividade é dada pela centralidade da dimensão assertórica-proposicional (de onde se expressam os juízos). Entretanto, a síntese deve respeitar a arbitrariedade e relatividade de nossas normas (normas num sentido amplo, que varia de nossas concepções de causalidade, fenomenologia das cores, até as incompatibilidades entre compromissos, i.e. normatividade num sentido social, ontológico e epistemológico (cf. BRANDOM, 2008.p.195-196)). A este sistema arbitrário (social e historicamente mediado) de normas, Brandom chama de conjunto de *inferências materialmente válidas*, e aos conjuntos de asserções conflitantes dá-se o nome de *incompatibilidade material*. É a partir desta relação de inferência e de incompatibilidade e suas consequências nos status deôntico que o antecedem e os que são originados por ele, que se constituem as peças-chave para a definição de conteúdo conceitual. Vimos como os status deônticos operam, agora vejamos como cada um dos componentes restantes se articulam para formar o conteúdo conceitual das asserções.

3.2.3 A inferência material

Brandom define a inferência material da seguinte forma: “o tipo de inferência cuja correção essencialmente envolve os conteúdos conceituais de suas premissas e conclusões pode ser chamado de, seguindo Sellars, ‘inferência material’”

(BRANDOM, 1994. p.97). Esta relação permite reconhecer a correção da dedução de 'Brasil está ao sul do Canadá', a partir da expressão 'Canadá está ao norte do Brasil', em função dos conteúdos conceituais componentes da expressão, sem depender exclusivamente de sua forma lógica. E esta capacidade de endossar a conclusão a partir das premissas indica a competência de usar os conceitos *sul*, *norte*, *Brasil*, *Canadá*, etc. Neste sentido, inferências como a do exemplo, não devem ser entendidas como entitemas, i.e. não ocultam premissas implícitas para se chegar ao resultado, mas sim, tornam explícitas relações inferenciais entre conceitos. Isto significa entender que a inferência não se restringe à manipulação de vocabulário lógico ou ao endosso de tautologias. Mas, consiste em exibir a capacidade de ser racional, i.e. distinguir inferências boas de más ao seguir regras da lógica ou de qualquer outro domínio. E, para Brandom, seguir e exprimir tais regras é exatamente o que nos permite discriminar entre exibir simplesmente um comportamento regular e reconhecer uma norma implícita na prática de alguém, a partir da ação de seguir uma regra. Em outras palavras, o papel da prática inferencial separa as boas inferências, das incorretas e o papel da expressão inferencial é tornar explícito o movimento dos argumentos, as ligações arbitrárias entre eles. Ou seja, é exibir justificadamente a racionalidade, não em virtude exclusiva da forma lógica dos argumentos, mas em virtude, fundamentalmente, dos modos materiais de uso (emprego), socialmente normatizado, dos conceitos.

Neste sentido, a articulação inferencial, embora reconhecida por Brandom como uma articulação lógica (ou melhor, "a força lógica das razões" (Ibidem. p.98)), não é uma articulação formalista. A exclusividade da articulação formal como único critério de julgamento para correções boas ou más corresponde ao que ele chama de "Dogma". De fato, o dogma consiste em fixar a associação da correção à forma e a verdade ao conteúdo. Aos grupos que usam o dogma, Brandom chama de abordagem formalista da inferência (cf. Ibidem. p.98)), entendendo a inferência de um conjunto de premissas para uma conclusão como uma condicional que se resolve com a aplicação de *Modus Ponens*. A resposta de Brandom para evitar o Dogma e fundamentar sua inferência material é reconhecer a necessidade de um conjunto de regras de inferência não-lógicas básicas, que recebem prioridade explanatória na passagem das premissas à conclusão de qualquer inferência, ao que ele denomina de linha de raciocínio pragmatista (*pragmatist line of thought*) (Ibidem. p.101). Note que isto não significa a exclusão do aspecto formal, mas

apenas que ele não é condição suficiente, nem necessária, para executar uma dedução. Neste sentido, é o raciocínio com base em conteúdos não-lógicos que permite a expressão do vocabulário lógico, como os conectivos, regras de inferência, etc. Em outras palavras, é o *saber como*⁴⁸ empregar compromissos e autorizações que nos habilita⁴⁹ a saber que os conceitos lógicos têm tais e tais conteúdos

Seguindo os passos da investigação de Sellars (cf. SELLARS, 1953. pp.270-271), Brandom afirma que o emprego de condicionais subjuntivos (cf. VON FINTEL, 2012) é um modo paradigmático⁵⁰ de *tornar explícita* uma inferência material. Para von Fintel, há dois modos clássicos de compreender condicionais: como indicativos e subjuntivos-contrafactuais, entretanto, um exame mais acurado revela três tipos de condicionais: (1) os condicionais indicativos, (2) os condicionais contrafactuais e (3) os condicionais subjuntivos. Tomemos os exemplos, respectivamente:

(Ex.24.1) Se não estou com o casaco, alguém está.

(Ex.24.2) Se esperássemos mais um pouco, ele estaria morto.

(Ex.24.3) Se ele não apareceu, eu ganho o prêmio.

⁴⁸ A este *saber como* Brandom identifica com o modelo de racionalidade prática. Ela consiste na articulação do raciocínio para fins de ações. Este modelo é embasado pela decisão-teórica e jogo-teórica (cf. BRANDOM, 2010. p.16)

⁴⁹ Brandom atribui este *projeto expressivo* (*expressive project*), inferencial e centrado na noção de condicional, inicialmente, à obra *Begriffsschrift*, em que Frege instituiu uma notação própria para expressar uma prova, um conteúdo, uma asserção; define a posse de um conteúdo como o endosso das inferências a ele associadas e estabelece a condicional como forma fundamental para se expressar (tornar explícito) um conteúdo judicável como afirmado (*bejaht*) ou negado (*verneint*). (Cf. BRANDOM, 1998. pp.107-111)

⁵⁰ De fato, para Brandom, o uso da condicional subjuntiva expressa muito bem as sequências inferenciais, as relações de implicação material, as relações de herança de compromisso, herança de autorização e as relações de herança de incompatibilidade. Uma expressão subjuntiva denota um caráter de hipótese, concessão, dúvida ou desejo. A condicional subjuntiva é tomada de uma perspectiva modal em que se considerarmos o antecedente tomado por certo, o conseqüente é confirmado, tal que o conseqüente ocorre em um dado mundo, mas o antecedente não. O conjunto relevante de mundos possíveis em que o antecedente é verdadeiro é determinado pelo contexto do enunciado, tal que, em todos os aspectos relevantes, os mundos do antecedente e do conseqüente são similares. Por exemplo: “Mesmo que Pedro não tivesse sido assaltado, ele estaria sem suas coisas.” Ou “se eu tivesse soltado este pedaço de giz, ele teria caído no chão”. A análise deste tipo de enunciado que parece ser o caso para Brandom é enunciada por von Fintel (VON FINTEL, 2012. p.469): “a análise proposta por Stalnaker e Lewis é uma análise variável estrita (pela terminologia de Lewis), na qual começamos do antecedente e identificamos entre os mundos do antecedente aqueles que são tão similares quanto possível ao mundo atual. A semântica variável estrita (...) prediz uma variedade de comportamentos não-monotônicos.” Isto é, as relações descritas pelos condicionais subjuntivos (mesmo em face de serem contrafactuais, como é o caso do segundo exemplo, com a adição da informação contida no antecedente, que entram em contradição com o estado atual do mundo), ajudam a tornar explícitas as propriedades da inferência material válidas em nosso mundo. (BRANDOM, 1998. p.103).

Note que no caso (Ex.24.1) não está determinado se o sujeito está ou não com o casaco. Apenas que, independentemente da verdade do antecedente, o conseqüente deve ser verdadeiro.

Já em (Ex.24.2), o antecedente é expresso como verdadeiro. Uma vez que a conjugação do verbo “esperar” indica que “poderíamos ter esperado, mas não o fizemos”. Segundo von Fintel (cf. VON FINTEL, 2012 p.467), condicionais contrafactuais são compostos por duas camadas de tempo passado, preferindo ele, chamar estes condicionais como “condicionais de ‘passado adicional’”.

Já em (Ex.24.3), segundo Sellars (cf. SELLARS, 1953. p.326), os condicionais subjuntivos exprimem relações inferenciais materiais entre conceitos. Seja $\phi a \rightarrow \psi a$ um condicional subjuntivo, é admissível inferir o conseqüente do antecedente, à parte das relações lógicas entre os conceitos envolvidos. Isto é, a expressão subjuntiva indica a inferência entre conceitos particulares. Na expressão “Se tivesse chovido, a rua estaria molhada”, não há uma inferência estritamente formal, mas pragmática. Neste caso particular, a passagem do antecedente para o conseqüente é permitida, operando como a passagem de um termo descritivo para outro termo de uma dada linguagem (Ibidem. p.324). Como expressa Sellars, a função essencial do condicional subjuntivo é exprimir regras de inferência material. Neste sentido, podemos substituir o condicional subjuntivo por uma expressão explícita da regra de inferência material, como é o caso: “Já que, toda vez que chove as ruas ficam molhadas, que irá chover implica (*entails*) que as ruas estarão molhadas.” (Ibidem. p.325) E isto transmite a mesma informação de que “asserir a existência de ruas molhadas, pode ser inferida de uma sentença que assera a existência de chuva”. (Ibidem)

Há, portanto, dois modos de expressar uma regra de inferência material: na própria linguagem objeto ou na metalinguagem. No primeiro caso, o condicional subjuntivo é o mais adequado: “Se a fosse ϕ , ele seria ψ ”. No segundo caso, obtém-se o mesmo resultado através da expressão: “ ‘ ψa ’ pode ser inferido de ‘ ϕa ’ ” (Ibidem. p.326). De fato, para Sellars, assim como para Brandom, toda regra (lógica ou material) deve ter em sua composição: (Ex.24.1) a atividade de asserir (o estado disposicional – um compromisso doxástico – componente do evento de “asserir”) e (Ex.24.2) o traço normativo característico dos predicados deônticos “deve” e “pode”, i.e. necessidade e possibilidade lógicas e necessidade e possibilidade material. (Ibidem. p.331). É interessante notar que, para Sellars, os componentes (Ex.24.1) e

(Ex.24.2) transmitem informações diferentes. O tipo (Ex.24.1) transmite por meio da asserção, informação sobre os estados mentais do agente i.e. seus compromissos doxásticos em face de um contexto e o tipo (Ex.24.2) transmite informação sobre a que o agente está autorizado a fazer por meio de um “modo de comportamento governado por regras”, transmitido pela expressão da regra. (Ibidem. p.333)

Assim, Sellars e Brandom, reafirmam o papel necessário das regras de inferência material tornadas explícitas pelo emprego dos condicionais subjuntivos e distintivo das regras de inferência lógica, que encontram prova de eficiência no emprego dos conceitos, tanto na ciência (como exemplo de rigor conceitual), quanto no cotidiano de nossa linguagem. (BRANDOM, 1994. p.103)

Entretanto, Brandom não defende uma separação completa das regras em regras lógicas e regras materiais. Ao contrário, ele propõe que possamos explicar as regras de inferência lógica a partir das inferências materiais. Mas, de que modo?

A explicação é baseada na segmentação de uma linguagem L em duas classes de vocabulários, os fixados que compõem a classe K e os substituíveis que compõem a classe não-K (Ibidem. p.104). As inferências K-válidas são um *conjunto de regras de inferência material* que dependem exclusivamente de K cumprindo dois requisitos: (1) devem ser consideradas inferências boas e (2) as inferências não podem ser tornadas ruins pela substituição de um vocábulo não-K por outro não-K. Nesta definição há dois casos limite, se o conjunto de vocábulos não-K é vazio, as inferências são válidas para toda a linguagem L em virtude da K-forma, i.e. das regras materiais de inferência K-válidas. O outro caso diz que se em L não houver um conjunto de vocábulos insubstituíveis, a noção de preservação inferencial da K-forma seria inútil e da perspectiva das inferências K-válidas, a substituição de um vocábulo por outros poderia tornar uma inferência boa ou má arbitrariamente. Assim, as inferências que são tratadas como logicamente válidas são aquelas que preservam a forma lógica do vocabulário lógico, indiferente à substituição de vocábulos não-lógicos. Tomemos um exemplo trivial:

(Ex25)

Todos os homens são mortais,
 Todos os gregos são homens,
 Logo, todos os gregos são mortais.

Os vocábulos que não forem lógicos podem ser substituídos desde que se preserve a forma lógica da inferência⁵¹. Assim:

(Ex.26)

Todos os blergs são blings,
 Todos os blongs são blergs,
 Logo, todos os blongs são blings.

Este exemplo demonstra a preservação da forma lógica modificando arbitrariamente o vocabulário não-lógico. À preocupação central com a preservação da forma lógica e sua identificação com a própria racionalidade é chamada de *modelo de racionalidade lógico* (cf. BRANDOM, 2010. pp.15-17) ou *abordagem formalista da inferência* (cf. BRANDOM, 2001. pp.52-53). Em que ser racional consiste em preservar as inferências lógicas do raciocínio. Este modelo é característico da tradição semântica e formalista de Frege, Russell e Wittgenstein (*Tractatus*). Brandom diz que a transição entre conceitos é baseada em relações formais (sintáticas) e de verdade (semânticas) entre expressões. No caso de expressões sem aparente relação lógica, argumenta-se que a transição conceitual é dada por *entítemas*, i.e. sentenças que estão implicitamente ligadas por implicações lógicas. Como é o caso da expressão: “Se p, então q”, para “se chover, a rua ficará molhada.” Em que se defende que entre a condicional $p \rightarrow q$, há condicionais implícitas, como “se chover, então parte da água ficará depositada no chão, se alguma água ficar depositada no chão, então as ruas ficarão molhadas”, i.e. $(p \rightarrow r) \wedge (r \rightarrow q)$.

Brandom, seguindo Sellars, diz que os filósofos da inferência formal se mantêm presos ao dogma da inferência. Que significa: as inferências são boas ou ruins apenas em virtude de sua forma lógica e o conteúdo conceitual das expressões presentes na inferência envolve apenas a verdade das premissas explícitas e implícitas.

Da perspectiva da semântica, a ampliação que Brandom apresenta⁵² estende a noção de preservação da forma para vocabulários não-lógicos, como o vocabulário da Zoologia, da Teologia, da Medicina, da Física, da Matemática⁵³, etc.

⁵¹ Outro modo de entender esta questão: quando expressamos “os gregos foram conquistados pelos romanos” e “os romanos conquistaram os gregos” embora tenham sentidos diferentes, ambas expressam o mesmo conteúdo. Ou seja, a sentença foi modificada, mas sua forma lógica permanece a mesma. (cf. Ibidem. nota 3, p.15)

3.2.4 Relações Inferenciais

Assim, o emprego de condicionais, aliado às regras de inferência material nos permite apreender o conteúdo semântico dos enunciados, na medida em que eles atuam em diversas inferências de um mesmo segmento de vocabulário fixado. Esta atuação ocorre em uma “rede de inferências relacionando-se com outras sentenças” (BRANDOM, 1994. p.426), o mesmo vale para as expressões subsentenciais, em que um termo singular “depende de seu lugar numa rede de substituições relacionando-se com outros termos” (ibidem)⁵⁴. Portanto, os significados sentenciais e subsentenciais⁵⁵ são determinados pragmaticamente na medida em que o procedimento de substituição com preservação da correção é um tipo de inferência material, que por sua vez, trata-se de um compromisso inferencial, ou seja, uma sequência inferencialmente mediada de lances no *jogo de dar e pedir razões*. À cada lance desta sequência, corresponde um compromisso assertórico, i.e. um lance feito no jogo com a pretensão de afirmar algo, pressupondo certas condições (certo contexto) e comprometendo-se com certas consequências. A natureza deste comprometimento assertórico e inferencial é normativa, regulada pelas relações de preservação de compromisso (*commitments*) e preservação de autorização (*entitlements*) reconhecidos (*acknowledged*) por outros falantes, num jogo pragmático de marcação de pontos (*pragmatic scorekeeping*).

Logo, o emprego dos condicionais (os comprometimentos inferenciais) é determinado pelo status normativo das atitudes práticas entre os falantes de tomá-los (reconhecê-los, atribuí-los, etc) como corretos ou incorretos (cf. Ibidem. p.133-134) e as expressões dos enunciados (os comprometimentos assertóricos) tem seu significado definido pelo papel que desempenham na rede de relações inferenciais normativamente instituídas: “O conteúdo é entendido em termos de *propriedade de inferência* [grifo nosso] e estas são entendidas em termos de atitudes normativo-instituintes de tomar ou tratar lances como apropriados ou inapropriados na prática.”

⁵² Para Brandom, esta ampliação segue o projeto fregeano de definição de conteúdo semântico como invariância inferencial sob substituição, contido no *Begriffsschrift*.

⁵³ É interessante notar que se pensarmos deste modo com a matemática, o problema de uma fundamentação lógica da matemática que foi discussão vívida no período inicial da filosofia analítica, se revolve. Não com uma resposta positiva, mas com uma solução para o problema, na medida em que a matemática se constrói lógica e pragmaticamente. (cf. BRANDOM, 2008. pp.74-77)

⁵⁴ Neste sentido, não se pode significar, tampouco mensurar informativamente conceitos isoladamente. Brandom compreende um holismo inferencial semântico tanto dos termos singulares, quanto das expressões sentenciais.

⁵⁵ Sobre a triangulação como a fonte de significação de termos singulares. (cf. Ibidem. 427ss)

(Ibidem. p.134) Mas, o que de fato nos permite ligar as regras normativas que governam o emprego dos condicionais com as regras de inferência material, para formar os lances e cadeias de lances⁵⁶ no jogo de dar e pedir por razões é a noção de *incompatibilidade de compromissos*. Ela fornece o limite das inferências, ou seja, até onde a cadeia das asserções que faço preserva sua correção, podendo ser tomadas ou rejeitadas como compromissos inferencial e assertórico genuínos. (Ibidem. pp.114-115)

Deste modo, Brandom define três dimensões da articulação amplamente inferencial: (i) a dimensão deôntico-semântica; (ii) a dimensão concomitante-comunicativa; e (iii) a dimensão da autoridade, responsabilidade e endosso. Em (i) há três tipos de relações inferenciais deôntico-semânticas⁵⁷ que se interpenetram para formar a prática linguística significativa pragmaticamente mediada e articulada: as relações de preservação de compromisso, preservação de autorização e implicações de incompatibilidade.

(i.a) Relação de preservação (ou herança) de compromisso:

Definimos uma relação inferencial de preservação de compromisso quando nos comprometemos com uma afirmação como consequência do compromisso com outra (Cf. Ibidem. p.168). Ou seja, a preservação de compromisso entre duas sentenças (não idênticas) p e q é entendida como “a prática da regularidade consequencial de marcação de pontos: qualquer um comprometido com (o que é expresso asserindo-se) p está comprometido com (o que é expresso asserindo) q.” (Cf. BRANDOM, 2010. p.21) Este tipo de relação é o gênero da qual as *inferências dedutivas* fazem parte, tanto as formalmente, quanto as materialmente boas.

Inferências da forma: “Brasil está ao sul do Canadá, então, Canadá está ao Norte do Brasil” ou “Eu solto esta pedra, então, a pedra cai no chão” são exemplos

⁵⁶ Note que reconhecemos uma cadeia inferencial enquanto tal, na medida em que nossos compromissos assercionais são herdados pelo locutor e os interlocutores que endossam a asserção, de onde eles podem partir para realizar novas inferências e asserções. Neste sentido, toda inferência é uma relação de hereditariedade de compromissos.

⁵⁷ Brandom fornece três relações inferenciais semânticas (compromisso, autorização e incompatibilidade) e três relações inferenciais sócio-pragmáticas (empírica, prática e de testemunho), estas três últimas dizem respeito, respectivamente, à estrutura de entrada da linguagem (estímulo cognitivo com resposta linguística), estrutura de saída da linguagem (entrada linguística, inferencialmente reconhecida, saída como modificação de uma situação não-linguística) (cf. BRANDOM, 1994. p.142) e a última diz respeito à herança não-inferencial interpessoal de compromissos e autorizações com base na confiabilidade da fonte (*reliability source*) do testemunho (de uma inferência semântica ou de uma inferência empírica). (cf. BRANDOM, 2010. pp.21ss) A adoção desta dimensão sócio-pragmática de inferências é o que caracteriza o inferencialismo forte com uma *concepção ampla de articulação inferencial*. (cf. BRANDOM, 1994. p.131)

deste tipo de inferência. O comprometimento das premissas da inferência leva ao comprometimento com a conclusão, na medida em que respeita as relações de implicação material.

(i.b) Relação de preservação de autorização:

Definimos uma relação inferencial de preservação de autorização quando estamos autorizados a uma afirmação como consequência da autorização de outra afirmação. Ou seja, a relação de preservação de autorização entre duas sentenças (não idênticas) p e q é entendida como a “prática de uma regularidade consequencial de marcação de pontos: tal que, qualquer um autorizado a comprometer-se com p está autorizado a comprometer-se com q ” (ibidem.), na ausência de uma evidência contrária. A inferência indutiva faz parte deste tipo de relação.

Inferências na forma: “se eu riscar um fósforo, então, o fósforo acenderá.” Para ser tomada como correta, dependerá da ausência de fatores (sentenças) que impeçam a conclusão do argumento (por exemplo: o fósforo estar seco, o ambiente não estar muito frio, etc.). Ou seja, o comprometimento com a premissa não compromete o falante com a conclusão, ela apenas o autoriza a assumir a conclusão, na ausência de evidências contrárias.

(i.c) Definição de relação de incompatibilidade inferencial (cf. Brandom, 2008. p.123ss)

A relação semântica de incompatibilidade envolve a interação entre compromissos e autorizações. Duas asserções são incompatíveis se o compromisso de uma impede a autorização à outra. Assim, dizemos que p e q são incompatíveis quando o compromisso com p desautoriza a asserção de q . Além disso, se p implica materialmente q , então, se r é incompatível com q , r também é incompatível com p . Por exemplo, tudo o que é incompatível com “Miau é um felino” é incompatível com “Miau é um gato” (cf. BRANDOM, 1994. p.160). Definimos a relação de incompatibilidade material justamente ao apresentar conjuntos incompatíveis de sentenças.

Quando é o caso de uma incompatibilidade como “Miau é um gato” e “Miau é um anfíbio”, isto significa que não estou autorizado a comprometer-me com ambas, se eu o fizer, não estarei autorizado a nenhum compromisso sob pena de retratar

minha contradição, escolhendo alguma deles, ou nenhuma. A origem do compromisso equivocado com asserções incompatíveis pode ser cognitivo ou semântico. Da perspectiva pragmática, a sustentação de uma incompatibilidade implica em uma sanção por parte dos interlocutores: uma advertência, a perda de autorizações, a demanda imediata pela correção do compromisso, etc. A retratação, por sua vez, não possui um procedimento fixo. Já que, não se tem de antemão qual das asserções deve ser preferível à outra ao comprometer-se. Outra característica semântica relevante é o fato de que algumas asserções podem ser compatíveis se organizadas em subconjuntos, mas incompatíveis se tomadas em um único conjunto, por exemplo: $\{p, p \rightarrow q, q \rightarrow r, \neg r\}$. (cf. BRANDOM, 2010. p.23)

(ii) (dimensão concomitante-comunicativa) lida com a diferença social entre a preservação (herança) de compromisso e autorização intrapessoal e interpessoal de uma afirmação como premissa ou conclusão. No caso intrapessoal, a adoção de um compromisso implica na adoção das consequências deste compromisso, que são outros compromissos e autorizações. Por outro lado, a adoção de uma sentença como parte do repertório inferencial de um sujeito, em geral, implica na perda do direito a compromissos que o sujeito estava autorizado antes da adoção. Da perspectiva interpessoal, ou seja, comunicacional, o proferimento de uma asserção disponibiliza a sentença declarativa na arena pública, de modo que outros indivíduos podem se valer dela para asserções futuras. Ou seja, executar uma inferência e asserir algo significa licenciar ou autorizar outros a atribuir este compromisso a si mesmos e ao locutor original. Quando esta adoção ocorre, dizemos que ocorreu uma herança de compromisso interpessoal. (cf. BRANDOM, 1994. p.170)

Já (iii) (a dimensão da autoridade, responsabilidade e endosso) diz respeito à condição do interlocutor em preservar a garantia de futuras asserções, dadas as asserções já feitas. Isto é, a preservação da autoridade, a ratificação da responsabilidade e a manutenção do endosso entre os interlocutores. Esta dimensão envolve o enlace com as duas dimensões anteriores e nos permite entender que:

Retrospectivamente, uma sentença [é tomada como] como verdadeira ou como *informação* - ou seja, asserindo-a – [significa ter] sido tomada como pondo a [asserção] adiante, para servir como razão para outras asserções, tornando-a disponível como uma premissa, a partir da qual outras podem ser inferidas. Isso significa que outros podem herdar a autorização a um compromisso assertivo de quem faz uma afirmação e, assim, licenciar ou

garantir sua reasserção e a afirmação do que se segue dela. (Ibidem. p.170)
(grifo nosso)

O que se tem que concluir em vista desta dimensão da semântica inferencial de Brandom é que as asserções possuem um entrelaçamento social e inferencial. Proferir uma asserção não apenas licencia os interlocutores às asserções seguintes, mas compromete quem a profere com a eventual justificação da asserção inicial (cf. Ibidem. p.172). Neste sentido, responsabilidade, autoridade (fornecida pelas autorizações e compromissos resultantes da asserção inicial) e endosso, que é dado pelos interlocutores que aceitam como válida a sequência inferencial (a justificação) da argumentação, se juntam ao aspecto inferencial de preservação de compromissos e autorizações. Isto significa que, na atividade de marcar escores, subjacente à prática das asserções, o proferimento de uma asserção não modifica os marcadores deônticos apenas do sujeito que a proferiu, mas dos interlocutores, que implicitamente endossam a afirmação, permitindo que o jogo transcorra. E isto, também é parte determinante para o conteúdo das asserções.

3.3 Cláusulas de Horn como expressão de inferências materiais

Segundo Sellars, as regras de inferências materiais são regras de transformação que especificam as circunstâncias na qual é derivável (no sentido de é permitido derivar ou é uma consequência de) uma expressão a partir de outra. (SELLARS, 1953. p.330) Ser derivável quer dizer: dado uma expressão A, é permitido derivar B e não é permitido derivar não-B. (Ibidem). A condição para esta expressão é possível dada uma metalinguagem sintática que contenha (i) um termo para a atividade de asserir e (ii) uma expressão que tenha a força assertórica de “deve”. Estas propriedades são suficientes para expressar regras que representem a passagem de dados conceitos a outros conceitos. (Idem, p.331) a forma expressa por ele é: $\phi_a \supset \psi_a$. Ou: a autorização da regra $\forall x(\phi_x \supset \psi_x)$ em uma linguagem L é dada “sem apelo a evidencia ou fundamentação, em outras palavras, a outras palavras cuja asserção anterior a autorização dependeria” (Idem, p.330).

Brandom exemplifica esta relação de inferência do seguinte modo (BRANDOM, 2000. p.88):

- 1 Se eu risco este fósforo seco e bem feito, então ele irá acender. ($p \rightarrow q$)
- 2 Se p e o fósforo está em um campo eletromagnético muito forte, então ele não irá acender. ($p \& r \rightarrow \sim q$)
- 3 Se p e r e o fósforo está em uma gaiola de Faraday, então ele irá acender. ($p \& r \& s \rightarrow q$)
- 4 Se p e r e s e a sala está vazia de oxigênio, então ele não irá acender. ($p \& r \& s \& t \rightarrow \sim q$)

Aqui podemos ver que há outras características das inferências materiais. Elas permitem a criação de hierarquias com conclusões oscilantes. E como já foi exposto, elas nos permite fazer a transição entre conceitos e formam uma teia de autorizações, compromissos e por causa dessa oscilação, ela permite expressar incompatibilidades entre conceitos.

Seguindo as características dadas por Sellars e Brandom, Evans assume que a forma de expressar as inferências materiais de autorização e incompatibilidade pode ser feita por meio das *cláusulas de Horn* (EVANS, 2016. p.395). Embora Evans tenha feito uso de letras sentenciais (L_0), veremos adiante que é possível construir cláusulas de Horn com uma linguagem L de predicados. De fato, a possibilidade de converter regras expressas em L para cláusulas de Horn traz diversas vantagens, a mais importante delas é poder ligar a modelagem de Evans com a modelagem do prof. Araújo, que será apresentada mais a diante. Entretanto, ao eleger as cláusulas como forma de expressar as regras de inferência material, perde-se parte da expressividade da linguagem de onde elas se originam. Uma vez que elas são dotadas de uma forma lógica particular.

Uma cláusula de Horn é uma disjunção de literais com no máximo um literal positivo. Lembrando que um literal é uma fórmula atômica ou a negação de uma fórmula atômica. Equivalentemente, cláusulas de Horn também podem aparecer na forma condicional:

$$(36) (\alpha_1 \wedge \dots \wedge \alpha_n) \rightarrow \beta.$$

Onde cada α_i e β são fórmulas atômicas. Cláusulas de Horn com essa forma condicional são chamadas de regras. Uma fórmula de Horn é um conjunção de regras. As regras de inferência material de Brandom, em particular, podem ser representadas como cláusulas de Horn, e, efetivamente, um importante fragmento L' da linguagem da LPO é constituído de expressões equivalentes a fórmulas de Horn.

Se uma expressão pertence a L' , o procedimento para convertê-la em fórmula de Horn é o seguinte⁵⁸:

(37.1) Utilizando as identidades como da implicação: $\alpha \rightarrow \beta \dashv\vdash \neg\alpha \vee \beta$, simplifique a expressão para que ela contenha apenas os símbolos e conectivos lógicos: $\forall, \exists, \wedge, \vee$ e \neg .

(37.2) Utilizando as *Leis de De Morgan* e a *Forma Normal Prenex*, desloque a negação das expressões quantificadas e moleculares para as expressões atômicas, não quantificadas.

(Ex27) $\neg\forall xPx$ para $\exists x\neg Px$; $\neg(\forall xPx \vee \exists xQx)$ para $\exists x\neg Px \wedge \forall x\neg Qx$

(37.3) Utilizando as funções de Skolem elimine os quantificadores existenciais das expressões lógicas. As funções de Skolem consistem na aplicação da forma prenex de expressões lógicas de segunda ordem sobre expressões lógicas de primeira ordem. O procedimento envolve a combinação recursiva de três casos:

(37.3.1) Substituição de expressões lógicas contendo o quantificador existencial, não estando o quantificador no escopo de algum quantificador universal, por expressões lógicas contendo um símbolo de constante.

(Ex28): $\exists x\neg Px$ para $\neg Pc$.

Onde c não pode ser uma constante que já tenha sido utilizada. Chamamos c de constante de Skolem.

(37.3.2) Substituição de expressões lógicas contendo o quantificador existencial, que estejam no escopo de um ou mais quantificadores universais, por uma expressão funcional (admite-se que na linguagem já existam funções), atribuindo à variável do quantificador universal o papel de argumento da função.

(Ex29): $\forall x\exists yRxy$ para $\forall xRxf(x)$.

(Ex.30): $\forall x_1\exists y_1\forall x_2\forall x_3\exists y_2R(x_1y_1x_2x_3y_2)$ para $\forall x_1\forall x_2\forall x_3\exists y_2R(x_1f(x_1)x_2x_3y_2)$, em seguida, para $\forall x_1\forall x_2\forall x_3R(x_1f(x_1)x_2x_3f(x_1x_2x_3))$.

⁵⁸ Para o procedimento original de conversão de fórmulas da LPO em fórmulas de Horn por meio da base e do universo de Herbrand (cf. DAVIS; PUTNAM, 1960.).

(37.3.3) Renomeie todas as variáveis ligadas pelos quantificadores para que cada quantificador tenha um nome de variável único.

(Ex31): $\forall xQx$ para $\forall yQy$, se x já estiver em uso. Isto significa alterar o nome das funções.

(Ex32): $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 R(x_1 f(x_1) x_2 x_3 f(x_1 x_2 x_3))$ para $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 R(x_1 g(x_1) x_2 x_3 h(x_1 x_2 x_3))$.

(37.4) Elimine os quantificadores universais, restando apenas a expressão com os predicados, funções, constantes e variáveis (cf. Enderton, 2001. p.300).

(Ex31): $\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 R(x_1 g(x_1) x_2 x_3 h(x_1 x_2 x_3))$ para $R(x_1 g(x_1) x_2 x_3 h(x_1 x_2 x_3))$.

Em termos semânticos, isto é equivalente a dizer que para toda expressão lógica de primeira ordem φ , há uma expressão lógica, livre de quantificadores existenciais (por funções Skolem) e que em todas as ocorrências anteriores de expressões universalmente quantificadas serão tratadas como predicados ou funções contendo variáveis livres.

(37.5) Aplicando as regras de equivalência lógica da dupla negação, as leis de De Morgan e de distributividade, passe as expressões resultantes de (37.4) para a forma normal conjuntiva (distribuição da conjunção sobre disjunções). Se a fórmula resultante for uma conjunção de cláusulas de Horn, ela será uma fórmula de Horn.

(37.6) As disjunções de literais que contêm mais de um literal positivo são chamadas de cláusulas não-Horn e podem ser representadas pela forma de Kowalski.

(Ex36): $\neg P_1 \vee \dots \vee \neg P_m \vee Q_1 \vee \dots \vee Q_n$ se torna $P_1 \wedge \dots \wedge P_m \rightarrow Q_1 \vee \dots \vee Q_n$

Se considerarmos a definição dada por Sellars e von Fintel sobre os condicionais subjuntivos, podemos entender por que as expressões de regras materiais devem ser expressas na forma de *cláusulas de Horn*. Já que o procedimento admite a tradução de relações arbitrárias entre conceitos para a forma da implicação, sem a ocorrência de negações na fórmula e que cada expressão implicativa significa a exclusão de um conjunto de outros literais, que levariam a uma contradição (ou na insatisfazibilidade da expressão), isto estaria de acordo com Brandom ao dizer que a negação não desempenha uma noção primitiva, mas o

papel expressivo de explicar incompatibilidades (BRANDOM, 1994. p.498). Em segundo lugar, as expressões quantificacionais expressam relações substitucionais de termos singulares e predicados, o que se justifica pelo procedimento de skolemização, sendo tais expressões skolemizadas coerentes com a proposta de Brandom de identificar estas locuções com o papel expressivo de tornar explícitas as relações anafóricas da linguagem (Ibidem. p.xix)⁵⁹.

⁵⁹ Anáfora é o uso de uma expressão cuja interpretação é dependente de outro termo anteriormente empregado no mesmo contexto de enunciação.

4 MODELANDO A LINGUAGEM, SEUS FALANTES E A INFORMAÇÃO SEMÂNTICA

Neste capítulo, inicio explicitando a relação entre inferência e dedução, segundo a filosofia de Brandom, em seguida, será feita a apresentação de duas modelagens diferentes para seu jogo de dar e pedir razões. O objetivo deste capítulo é construir um cenário formal em que seja possível falarmos de medição da informação contida em regras de inferência material. As modelagens combinadas servirão para expressar as operações que fazemos ao manipular a linguagem. A primeira modelagem concentra-se em formalizar as inferências de autorização e incompatibilidade, a partir de uma representação em forma de autômatos, esta modelagem expressa regras de inferência como cláusulas de Horn. A segunda modelagem concentra-se em formalizar as inferências de compromisso a partir da representação de um agente epistêmico em forma de banco de dados e operações estruturais sobre ele, estas operações estruturais modificam o banco de dados, com exceção das teorias entendidas como crenças fundamentais. Esta última modelagem traz consigo um cálculo de informação dedutiva baseada nas operações estruturais e na quantidade de premissas utilizadas para se chegar a uma determinada expressão. Uma vez que tenhamos argumentado que as inferências de compromisso podem ser descritas na forma de cláusulas de Horn, será possível propor um conjunto de operações sobre as cláusulas de Horn que represente nossa capacidade de aprender, revisar e abandonar regras de inferência material. Ao fazer isto, poderemos falar de um cálculo que avalie a quantidade de informação contida nas próprias regras que orientam nossas práticas linguísticas, em especial, nas inferências de compromisso, que segundo Brandom é o genus do qual a dedução faz parte. E, ao combinar os cálculos de medição, será possível vislumbrar uma medição de informação completa (dos compromissos e de suas regras de inferência material).

4.1 Dedução e Inferência

O significado de uma dada sentença é definido pela força assertórica da sentença. Essa força nada mais é que sua capacidade de modificar os compromissos e autorizações dos vários interlocutores no decurso do jogo de dar e pedir razões. Deste modo, inferir é o conceito-chave de ligação entre conteúdo semântico e significação pragmática. A inferência, portanto, não pode ser pensada separada destes componentes.

Segundo Brandom, para especificar o conteúdo inferencial associado com uma sentença devemos começar indicando o papel que ela desempenha em três diferentes tipos de estrutura inferencial ampla: inferências de compromissos, inferências de autorização e incompatibilidades.

Especificar o papel inferencial permissivo de uma sentença é especificar as inferências preservadoras de autorização nas quais a sentença desempenha um papel essencial. O papel da sentença na inferência será essencial se a remoção da autorização da sentença implica que o agente perde a autorização para asserir a conclusão, mesmo estando comprometido e autorizado às premissas restantes da inferência. Este tipo de inferência tem como gênero as inferências indutivamente boas.

Já o papel compromissivo de uma sentença é especificado através do papel que as inferências preservadoras de compromisso desempenham ao tomarmos como ponto de partida essa mesma sentença. Pois, a partir do compromisso com a sentença, comprometemo-nos com o conjunto de asserções que dela se deduzem. “Este tipo de inferência é o gênero material-inferencial na qual as inferências dedutivas logicamente válidas são uma espécie formal” (Ibidem, p.189)

A relação de incompatibilidade é a terceira dimensão. Ela é heterogênea em sua articulação, uma vez que “Se A está comprometido com p, então A não está autorizado à q” (idem). Prescrevendo modificações simultaneamente nos escores de compromisso e autorização.

Neste sentido, para compreender o papel que desempenha a dedução como produtora de informação, devemos dar um passo acima e buscar compreender a

classe completa da qual a dedução lógica faz parte. Deste modo, as inferências de compromisso constituem, a partir de agora, o cerne de nossas considerações sobre a produção de informação, visto que, deduções logicamente válidas diferem de deduções teologicamente válidas precisamente nas regras de inferência material que formam as inferências preservadoras de compromisso, autorização e de incompatibilidade de cada domínio do conhecimento e em seu respectivo vocabulário fixado. No interior do domínio escolhido, o que cada lance (asserção) nos compromete é “autorizado por e incompatível com, a depender em que mais asserções determinado sujeito está comprometido e que informações colaterais estão disponíveis como hipóteses auxiliares para a inferência em questão” (Ibidem, p.477). Isto é, cumpre avaliar a lista de inferências materiais e a lista de compromissos doxásticos de dado agente da linguagem para se ter ideia do conteúdo semântico e do valor pragmático que cada sentença possui no jogo, com ênfase no padrão de derivação das inferências de compromisso.

Com este cenário em vista, ao nos debruçarmos sobre as inferências, e em especial, ao nos propormos medir a quantidade de informação das inferências de compromisso, estaremos medindo também a quantidade de informação contida na dedução.

4.2 Modelando o discurso e suas autorizações

Seguindo o registro de escores nos jogos de linguagem (*Scorekeeping in Language Games*) de Lewis (cf. LEWIS, 1979.), Brandom caracteriza a dimensão prática da linguagem (nossas ações linguísticas) através da prática do registro de escores (*scorekeeping practice*) governada por regras (BRANDOM, 1994. pp.181-182). Esta prática possui duas dimensões: (1) as regras constitutivas e (2) as regras regulativas. As regras constitutivas são definidas por (1.1) A especificação de regras de cinemática do escore e (1.2) a especificação da correção do jogo. As regras regulativas são entendidas como diretivas sobre (2.1) a direção em que deve se desenvolver o escore e (2.2) o modo como os falantes devem se comportar para manter a correção do jogo. (1.1) e (1.2) não são definições de escore e jogo correto (LEWIS, 1979. p.343). (1.1) pode ser entendido como a descrição de uma função que modifica uma upla de variáveis e as desenvolve de um determinado modo no decurso do jogo, a quantidade de variáveis é dada pelos parâmetros do jogo (o que

pode mudar em razão das ações). A manipulação destas variáveis é feita pelos participantes, a partir de cada ato de fala expresso por eles. Em (1.2) ocorre a especificação do único modo pelo qual o jogo pode se desenvolver, isto é, a especificação de que há uma e apenas uma função que modifica a upla de parâmetros do jogo, dado o histórico de ações feitas pelos agentes; (1.1) e (1.2) juntos especificam (2.1) e (2.2), na medida em que a função de transição dos escores define o único modo de desenvolvimento, portanto a direção dos escores e determinam (2.2), na medida em que o histórico dos agentes do jogo determina quais próximas ações estão de acordo com a função e quais não estão, a cada vez que uma ação é debeatada.

No caso específico dos jogos de linguagem, há o seguinte conjunto de características relevantes:

(a) Os componentes de marcação dos escores são entidades abstratas: conjuntos de proposições pressupostas, fronteiras entre cursos de ações permitidas e não permitidas;

(b) Que ação é correta depende do estado atual do escore.

(c) Regras que especificam a cinemática do escore:

“Se em um tempo t o escore conversacional é s e se entre t e t' o curso da conversação é c , então no tempo t' o escore é s' , onde s' é determinado de um certo modo por s e c .” (Ibid. p.345)

(d) Os falantes devem estar de acordo com as diretivas. Mesmo que seja parte delas sustentar uma situação de conflito de argumentos em direção a um consenso entre os contestadores.

(e) Determinado o escore conversacional, o histórico da conversação e as regras que especificam a cinemática, juntas elas podem ser tomadas como regras constitutivas semelhantes a definições, de tal modo que a função de escore da conversação pode ser definida como uma função de transição de estágios conversacionais em n -uplas de entidades cabíveis que se desenvolvem de um modo específico.

(f) Os jogos de linguagem tendem a se desenvolver de tal modo que é requerido que qualquer coisa que possa acontecer conta como uma jogada (um lance) correta. Isto se exemplifica nas mudanças de escores provocadas por outras razões externas ao jogo como quando algum evento ocorre no cenário da

conversaço. Para lidar com isto Lewis propõe uma regra geral de acomodação do escore conversacional (Ibid. p.347):

Se no tempo t algo é dito que requer componentes s_n do escore conversacional para se ter um valor no alcance de r se o que é dito é verdadeiro, ou outrossim, aceitável; e se s_n não tem um valor no alcance de r antes de t ; e se tais e tais outras condições ocorrem, então, em t , o componente-escore s_n adquire algum valor no alcance r ⁶⁰.

Em suma, se m é uma asserção, Δ_n é o conjunto de incompatibilidades no instante t do jogo, e $m \notin \Delta_n$ em t , então m é um lance válido em t . Nesse mesmo instante, o curso da interlocução e o histórico de asserções são atualizados. Se $m \in \Delta_n$, então o interlocutor executou um lance indevido⁶¹. Ele pode: (i) receber algum tipo de sanção e/ou (ii) ser convidado a retratar-se. Em ambos os casos, os escores são modificados e o jogo continua. Podemos entender, então, a aceitação de dado proferimento como permitido (i.e. estando autorizado a proferir m) em dado momento da interlocução, como dependente do histórico (i.e. dos compromissos assercionais já proferidos e endossados) e do atual estado das autorizações e compromissos herdados, além disso, podemos entender m como o conjunto de alterações nos escores após seu proferimento. Ou seja, de que modo Δ_n foi modificado para algum $\Delta_{n'}$, com a atualização de m sobre o curso atual s e o histórico t .

Brandom adequa a proposta de Lewis às marcações deônticas. A função de transição deve ter como parâmetros as asserções, as circunstâncias e as consequências das asserções, onde as circunstâncias são o estado atual do escore e as consequências são o valor que o escore assume após a asserção. Estes valores são descritos em termos de escores deônticos e o significado das nossas ações linguísticas deriva das circunstâncias e consequências em determinado sistema de marcação deôntica. Os escores deônticos consistem em uma constelação de compromissos e autorizações, da parte dos vários interlocutores, fornecendo a todos eles quais compromissos cada um possui e quais autorizações cada um tem disponível para si em cada estágio do debate, de tal modo que (BRANDOM, 1998. p.183):

⁶⁰ O alcance r são os valores que os parâmetros do escore pode assumir.

⁶¹ Note que a escolha pelo critério negativo de correção não pertence ao Brandom, mas ao David Lewis (cf. LEWIS, 1979. p.339-359). Entretanto, a escolha da definição de correção por ações incorretas é perfeitamente compatível com a noção de incompatibilidade material, além de ser mais facilmente representável, considerando-se que na maior parte dos jogos de linguagem, podemos fazer mais coisas que não fazê-las.

(...) entender ou capturar o significado de um ato de fala requer ser capaz de dizer em termos de tais escores quando seria apropriado (as circunstâncias de aplicação) e como transformaria o escore caracterizando o estágio no qual é realizado o escore obtido no próximo estágio da conversação do qual o escore é parte (consequências de aplicação).

Seguindo estas diretrizes e a distinção entre compromisso e autorização, podemos dividir o jogo de dar e pedir por razões em duas instâncias que operam simultaneamente: (1) A instância histórica e pública do jogo, isto é, das ações já tomadas pelos participantes, dos escores distribuídos, das consequências (inferenciais e de incompatibilidade) já julgadas (computadas) pelos participantes, tudo em vistas da dimensão das regras constitutivas do jogo, o que virá a ser chamado por Evans (EVANS, 2016. p.395) de *estado de debate* (*debate-state*) e (2) a instância individual de cada participante, isto é, a totalidade dos compromissos assertóricos (doxásticos), das regras de inferência e atividades cognitivas de assimilação dos resultados dos compromissos assertóricos já tomados, pressupostos nos compromissos assumidos pelo agente e supostamente assumidos por outros, mas que, não foram inteiramente expressos na arena pública do jogo do qual participam.

Dentre os tipos de inferências que podem mover o jogo de dar e pedir por razões, opto por um tipo que julgo fornecer condições adequadas para o tratamento da informação. Trata-se da *inferência de confiabilidade*. Ela tem como característica principal, além da usual prática de asserção e prática de atribuição de crenças (compromissos doxásticos), a possibilidade, segundo Brandom, de servir como fonte para se *extrair informação* por meio das observações (relatos inferenciais e não-inferenciais – *inferencial or non-inferencial reports*) de outros agentes. (Cf. BRANDOM, 2000. p.120)

Quais são as características desse tipo de inferência? Seu ponto de partida é tomar alguém como fonte confiável de conhecimento. Neste sentido, atribuir conhecimento a alguém é atribuir certo tipo de compromisso inferencialmente articulado ao proferimento do relato (de natureza inferencial ou não-inferencial) e atribuir certo tipo de autorização para aquele compromisso doxástico. Além disto, para que seja tratado como conhecimento, é necessário que o relato seja verdadeiro. Brandom entende que a atribuição de verdade a um relato se traduz pelo endosso do relato por parte do agente que atribui conhecimento ao sujeito que

profere o relato e a tomada para si do compromisso doxástico do relator. (Idem. p.119)

Estes componentes coincidem com as duas instâncias histórico-pública e individual-publicizável discutidas acima. Para explicitar a primeira instância, apresentarei a modelagem do jogo de “dar e pedir razões” elaborado por Richard P. Evans, que se baseia no software GOGAR⁶², desenvolvido por John Macfarlane, que fora aluno de Brandom.

O objetivo deste ponto é representar a dimensão prática (pública) da inferência de autorização segundo o modelo de Brandom. Para isto, faremos uso da formalização de Evans, que determina as inferências a partir de um conjunto inicial de proposições, seguindo um conjunto pré-estabelecido de inferências materiais na forma de cláusulas de Horn, sempre em vistas de evitar a inferência de determinados conjuntos incompatíveis de proposições, correspondentes às relações de incompatibilidade. É interessante notar que esta modelagem usa a formalização de autômatos para representar o esquema de funcionamento da asserção, das inferências de autorização e incompatibilidade material.

Uma vez completada esta exposição, farei acréscimos à formalização de Evans, com o objetivo de introduzir uma função que represente mudanças nas autorizações das asserções sobre regras de inferência material, deste modo, habilitando a revisão de regras a partir da instância histórico-pública. Da perspectiva de Lewis, trata-se de uma função que modifique a função de contagem dos escores, especificamente, os escores de compromisso. Para, na seção seguinte, apresentar uma modelagem lógica da dimensão individual-publicizável (dos compromissos doxásticos) e do sistema de adoção de compromissos doxásticos oriundos de outros agentes, de tal forma, a medir a quantidade de informação contida na ação de assumir o compromisso para si e adotar certa regra de inferência material.

Uma vez que o GOGAR é a emulação da prática assertórica da linguagem e que todo estado intencional dos sujeitos é regrado a partir de certos conjuntos de práticas linguísticas⁶³, Evans expressa uma regra geral para toda prática social

⁶² Game Of Giving and Asking for Reasons. É um software que emula a prática social de asserir segundo o inferencialismo de Brandom. Ele foi desenvolvido por John MacFarlane (cf. <http://johnmacfarlane.net/gogar.html>)

⁶³ A mente e a intencionalidade para Brandom são fenômenos irreduzivelmente normativos. (Cf. BRANDOM, R. *Reply to Sebastian Rödl's "Brandom's Theory of the Mind"*. in: WEISS, 2010. p.309).

linguística (z) como uma relação de mediação entre o sujeito (x) e seus estados intencionais (y) expressos na linguagem:

(38) Def. de relações de mediação: $\forall x \forall y (\exists z (B(x, z) \wedge C(z, y)) \rightarrow Axy)$

I.e. x tem um estado intencional y porque há uma prática social [B] z na qual x participa de z e z institui [C] y.

Uma vez que os estados intencionais (doxásticos) são viabilizados por práticas linguísticas socialmente instituídas, cumpre determinar os componentes fundamentais destas práticas. Dos três tipos de relação de inferência: Autorização, Compromisso e Incompatibilidade, Evans opta por restringir-se à relação de autorização para representar como o espaço de asserções possíveis funciona na medida em que o jogo é jogado. Para ele, se estou autorizado a asserir p, devo estar justificado em asserir p. Se isto não for o caso, o interlocutor pode pedir ao agente que justifique a asserção. Quando isto ocorre, dois são os casos possíveis: (i) x é bem sucedido em justificar ou (ii) x é malsucedido e deve se retratar da asserção (i.e. retirando a asserção)⁶⁴, arcando com as consequências.

No momento em que a proposição (*claim*) é desafiada, ela perde seu status de direito e deve ser justificada por outras asserções. É possível que as asserções da base inicial possam ser desafiadas. Entretanto, para Evans, isto levaria a um regresso ao infinito⁶⁵. Vejamos a estrutura básica dos agentes da modelagem:

(39) Dado um conjunto *background* composto de X agentes, de S sentenças disponíveis de uma linguagem L , tal que $S \subset L$ e S é definido pela função da relação de mediação entre práticas sociais, temos um *estado de debate* (*debate-state*) D_x , tal que, um agente particular $x \in X$, onde $x \equiv (A, C, \mathcal{E}, I)$ consiste de (cf. Ibidem. pp.395-396):

1. Um conjunto $A \subseteq X \times S$ de asserções, em que cada asserção é um par consistindo da pessoa que asseriu e a sentença asserida.

⁶⁴ Em termos de operações sobre a base de dados: *Em (i), reforço p e o interlocutor é obrigado a atualizar seu banco de dados .Em (ii) eu sou forçado a atualizar meu banco de dados (removendo a asserção ou adicionando sua negação).*

⁶⁵ Da minha perspectiva, Brandom se previne do regresso ao infinito afirmando que as razões últimas são: i) práticas não asseríveis (baseado em *knowing-how*), caso o diálogo chegue a um meta-nível ou ii) asserções não-inferenciais, ou seja, asserções que não digam propriamente de regras da linguagem, mas de interações cognitivas ou relatos confiáveis.

2. Um conjunto $C \subseteq P(S) \times S$ de inferências preservadoras de compromisso na forma de cláusulas Horn (horn-clauses). Cada cláusula horn $(\psi_1 \wedge \psi_2 \wedge \dots \wedge \psi_n) \rightarrow \phi$ é representado pelo par $\langle \{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n\} \in P(S), \phi \in S \rangle$.
3. Um conjunto $\mathcal{E} \subseteq P(S) \times S$ de inferências preservadoras de autorização, igualmente na forma de cláusulas Horn.
4. Um conjunto $I \subseteq P(P(S))$ de conjuntos de conjuntos de incompatibilidade.

Em razão das relações de inferência e incompatibilidade estarem associadas a agentes particulares é possível que os agentes tenham diferentes interpretações dos percursos argumentativos válidos para seguir o debate: um agente pode pensar que p inicia uma consequência preservadora de compromisso para q , enquanto outro agente não pensa o mesmo, pois um tem uma determinada inferência listada em \mathcal{E} , ao passo que o outro agente não tem. É possível ocorrer semelhante assimetria entre as relações de autorização e as relações de incompatibilidade. Em GOGAR há uma função que computa, a partir do estado do debate, o que um determinado agente está autorizado a asserir⁶⁶:

$$(40) \text{Entitled}_x(A, C, \mathcal{E}, I) \subseteq A$$

Note que, no caso do cumprimento de uma condição de incompatibilidade, o status de autorização é removido. Passemos agora à definição informal de Incompatibilidade:

(41) *Se x compromete-se com a asserção de p , então x não tem o direito de asserir q , desde que q seja incompatível com p .*

Assim, é possível que dois interlocutores estejam, cada um comprometido com asserções incompatíveis com as do outro, sem que isto afete o discurso de ambos. Ao ressaltar essa possibilidade, Evans propõe que as relações de incompatibilidade sejam de comum conhecimento do grupo de interlocutores (i.e. todos os membros do grupo devem reconhecer que certas asserções são

⁶⁶ O direito de asserir ou a autorização à asserção de uma proposição qualquer é computado na modelagem de Evans partindo de dois pressupostos: 1) Ignora-se quem disse o quê. Depois de proferidas, as sentenças são asserções sem referência direta ao falante dela. 2) Ignora-se as inferências preservadoras de compromisso e que o conjunto de asserções é fechado sob a relação de preservação de autorização.

incompatíveis com as asserções que já contam com os compromissos tomados pelos participantes do grupo). Isto redefine a incompatibilidade acima:

(42) *Se x compromete-se com a asserção de p, então y não tem o direito de asserir q⁶⁷.*

Isto cria um conjunto de incompatibilidades que deve ser considerado por todos os interlocutores, que inclusive pode ser construído na medida em que o debate avança. A partir deste ponto, será feita a modificação da proposta de Evans, ela tem o objetivo de simplificar a relação entre os conjuntos de autorizações e de incompatibilidade. A relação de compromisso será mantida na upla que descreve o estado do debate, com o objetivo de introduzir a dimensão doxástica dos indivíduos enquanto agentes em um debate.

Em primeiro lugar, no âmbito procedimental, vejamos como devem ser computados os proferimentos de autorização em um debate:

1. Iniciar assumindo que todas as afirmações estão autorizadas.
2. Registrar os compromissos proferidos
3. Computar as consequências imediatas das afirmações correntes autorizadas.
4. Remover todas as afirmações incompatíveis com compromissos já assumidos.
5. Repetir o passo 3 a 5 até que mais nenhuma proposição seja adicionada ao conjunto de afirmações (*claims*) autorizadas.

Expressando em termos funcionais, temos:

(43) Incompatibilidade: $Inc(S) = \{x \in S | \exists y_1, \dots, y_n \in S \text{ tal que } \{x, y_1, \dots, y_n\} \in I\}$

I.e. a função de incompatibilidade (*Inc*) toma o conjunto *S* e retorna o conjunto das sentenças que são incompatíveis entre si dentro de *S*.

Onde, $\phi(S) = S - Inc(S)$. I.e. $\phi(S)$ são as sentenças possíveis de compromisso, subtraindo-se as possibilidades que levam à incompatibilidade.

⁶⁷ Aqui, seria interessante adicionar o marcador de autoridade. Esta definição só é válida para todo *x* que possui um status de autoridade superior a *y*. No caso de status inferior, *x* pode ser interpelado por *y* para justificar sua asserção.

Evans define Cn_1 como a classe das consequências imediatas de S de acordo com as cláusulas horn em \mathcal{E} :

$$(44) Cn_1(S) = S \cup \{p \in S \mid (\{q_1, \dots, q_n\} \vdash p) \in \mathcal{E} \wedge \{q_1 \wedge \dots \wedge q_n\} \subseteq s\}$$

A partir disto, ele define uma função que compõe as consequências com as asserções já proferidas:

$$(45) \text{ Uma função } N: P(S) \mapsto P(S), \text{ tal que } N = \phi(S) \circ Cn_1(S)$$

Assim, N é uma função que toma um conjunto de asserções, produz suas consequências de acordo com a lista de cláusulas de Horn em \mathcal{E} e elimina suas incompatibilidades.

Agora definimos uma sequência indutiva de conjuntos de autorizações E_0, E_1, \dots, E_n onde:

$$(46) E_0 = \phi(S)$$

$$(47) E_{n+1} = N(E_n)$$

Como X está contido em $Cn_1(X)$, temos que para todo n , $E_n \subseteq E_{n+1}$. Assim, se S e \mathcal{E} são finitos, esta sequência converge e nós definimos:

$$(48) Entitled_x(A, \mathcal{E}, I) = \bigcup_{i \geq 0} E_i$$

A marcação de autorização de uma proposição é preservada por padrão, contanto que não existam fatores comissionais contrários. No entanto, certos compromissos podem impedir a autorização a outros compromissos e, portanto, a outras autorizações.

Evans define a Justificação de p como o conjunto das sentenças que, ao serem asseridas, fazem com que p seja incluído no conjunto das afirmações autorizadas:

É uma consequência da definição de autorização que o debate nunca chegue em uma situação sem saída (i.e. de parada). Qualquer afirmação em qualquer debate é redimível, no sentido em que, para toda proposição p que é afirmada no debate (A, C, \mathcal{E}, I) , há extensões $(A' \supseteq A, \mathcal{E}' \supseteq \mathcal{E}, I' \supseteq I)$ tal que p é autorizado em $(A', C', \mathcal{E}', I')$. Isto significa que é sempre possível adicionar novas proposições, assim

novas autorizações, ao debate com o intuito de justificar as asserções iniciais. Note que esta introdução não deve gerar uma justificativa circular, como adverte Brandom⁶⁸.

Além destas características, Evans inclui do GOGAR várias formas de representar os diferentes lances possíveis no jogo de dar e receber razões. Dessa forma, o GOGAR tem recursos para representar conceitos como: "ônus da prova", "relação de poder", "retratação", etc.

Evans reconhece, no entanto, que o GOGAR pode não ter todos os recursos necessários para representar completamente a riqueza do jogo de dar e pedir razões. Nesse sentido, ele afirma: “uma simulação mais rica modelaria o modo como agentes adquirem informação, como um debate pode mudar a mente de alguém e como suas crenças podem afetar suas ações subsequentes (como Marx famosamente insistia)”⁶⁹ (Evans, 2016. p.409). Explorar esta intuição e satisfazer a exigência de aquisição, revisão e troca e de informação é objetivo dos próximos tópicos.

4.3 Em direção a uma teoria inferencialista da informação

Esta seção tem o objetivo de apresentar a teoria da informação semântica desenvolvida pelo professor Anderson Beraldo de Araújo (cf. ARAÚJO, 2016) como modelo para satisfazer a dimensão individual dos interlocutores em dado debate. Araújo incorpora como informativas deduções válidas, isto é, entende as inferências preservadoras de compromisso (da qual as deduções são um gênero) como

⁶⁸ “O estilo justificatório de retratação, no qual um interlocutor oferece premissas com diferentes conteúdos como razões para uma afirmação (*claim*), ameaça um regresso sobre a afirmação de seus conteúdos. Em cada estágio, a retratação de um compromisso deve envolver apelo para compromissos que ainda não foram invocados (...)”. O mesmo vale para a autorização. (Cf. BRANDOM, 1994. p.176)

⁶⁹ Note que não trataremos duas relações não-inferenciais práticas desenvolvidas por Sellars e adotadas por Brandom, mas que podem ser posteriormente introduzidas (Cf. Brandom, 1994.pp.131-132):

- 1) Movimento de entrada de linguagem (Language-entry move): Este movimento descreve uma inferência de uma percepção para uma asserção. – Normalmente, os agentes começam com um determinado conjunto de crenças.
- 2) Movimento de saída de linguagem (Language-exit move): Este movimento descreve a transição de uma asserção para uma ação.

informativas. Para isto, será necessário integrar a teoria com o modelo de preservação de autorização de Evans e ajustar o vocabulário de Araújo com o léxico de Brandom, unificando as teorias e abrindo o caminho para uma visão mais abrangente do papel informativo da dedução. Entendido como fenômeno dinâmico que incide sobre todas as dimensões responsáveis pela produção do conhecimento. A saber: a atribuição, o endosso e a explicitação de autorizações, de compromissos, além da adoção de compromissos de outros para si.

O modelo de tratamento apresentado nesta seção entende que a dedução é informativa na medida em que ela expressa a atividade dinâmica de funcionamento das inferências de compromisso de um agente. A informação tem relação com as cadeias de processos que habilitam determinado agente a um ou mais compromissos, na medida em que tais compromissos são produzidos por dedução. Nos termos de Brandom, podemos entender que a estrutura da dimensão individual-publicizável do jogo de dar e pedir razões pode ser interpretada como o conjunto de compromissos doxásticos (asseracionais), de regras de inferência material e de relatos não-inferenciais (oriundos de *ações cognitivas cíclicas*⁷⁰) para a assimilação de novos compromissos e retratação de suposições e compromissos anteriores. Sentenças falsas, portanto, são igualmente informativas, já que valorações são, em princípio, irrelevantes ao inferencialismo.

Para representar o interlocutor (agente) na estrutura de debate D_x , que expusemos no tópico anterior⁷¹, trataremos um agente $x \in X$ como uma dupla $x = (B \times Op(B))$. Onde B é um banco de dados na forma $B = \langle A, T \rangle$, tal que A seja uma estrutura finita de primeira ordem sobre a assinatura S, T uma teoria correta, finita, de primeira ordem sobre A e $Op(B)$ sejam as operações disponíveis de *inserção* e *deleção* sobre B.

(Ex.38) Seja $B1 = \langle A1, T \rangle$ um banco de dados com a assinatura $S = (\{s, l, a\}, \{C, Z, M, P\})$, com $s = \text{'caderno'}$, $l = \text{'pincel'}$, $a = \text{'casaco'}$, $C = \text{'colorido'}$, $Z = \text{'azul'}$, $M = \text{'vermelho'}$, $P = \text{'ocupa mais espaço que'}$.

⁷⁰ Leia-se: "Test-Operate-Test-Exit cycle of perception, performance e assessment of the results of the performance" (cf. BRANDOM, 2008. p.178).

⁷¹ Além disso, explicitar a modificação dos compromissos dado certo contexto de justificação no meta-nível e explicar de que forma a dedução pode produzir informação, de modo que seja entendido como condição necessária para satisfazer a ação de justificar.

Tal que $A1 = (\{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{a}, \bar{l}\}_Z, \{\bar{s}\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$.

$T = \{\forall x((Zx + Mx). \neg(Zx.Mx)), \forall x((Zx + Mx) \rightarrow Cx)\}$

A barra acima das constantes individuais indica indivíduos do domínio de A.

Vejamos como são definidas as operações estruturais sobre B.

4.4.1 Inserção

Seja $B = \langle A, T \rangle$ um banco de dados sobre uma assinatura S, Uma inserção de um símbolo n-ário $\sigma \in S'$ em B é um banco de dados $B' = \langle A', T \rangle$, onde A' é uma estrutura sobre $S' = S \cup \{\sigma\}$ com as seguintes propriedades (ARAÚJO, 2016. p.131):

(49.1) $A'(\tau) = A(\tau)$ para todo $\tau \neq \sigma$, tal que $\tau \in S$

(49.2) Se $n = 0$ (n da aridade do símbolo), então $A' = A \cup \{\sigma\}$ e $A'(\sigma) =$

a (i.e. σ é um individuo), desde que, para todo $\phi \in T, A' \models \phi$

(49.3) Se $n > 0$, então $A' = A \cup \{a_1, \dots, a_n\}$ e $A'(\sigma) =$

$A(\sigma) \cup (\{a_1, \dots, a_n\})$, desde que, para todo $\phi \in T, A' \models \phi$.

Isto significa que podemos incluir tanto relações n-árias quanto objetos.

(Ex.39) Seja $B1 = \langle A1, T \rangle$ a base de dados do (Ex.38), a Base de dados $B2 = \langle A2, T \rangle$ com a assinatura $S' = S \cup \{c\}$, onde $c = \text{'carro'}$ e $A2 = (\{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \bar{c}_c, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{a}, \bar{l}\}_Z, \{\bar{s}\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$ é uma inserção sobre B1. Assim também, podemos introduzir relações de objetos. Seja $B3 = \langle A3, T \rangle$ resultante da inserção de a em M sobre B2, onde $A3 = (\{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \bar{c}_c, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{a}, \bar{l}\}_Z, \{\bar{s}, \bar{a}\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$. Vale observar que a operação de introdução de um novo objeto sempre o coloca sob uma interpretação já empregada. É necessária uma nova operação para acrescentar uma nova interpretação.

4.4.2 Deleção

Seja $B = \langle A, T \rangle$ um banco de dados sobre uma assinatura S, Uma deleção de um símbolo n-ário $\sigma \in S'$, $S - \{\sigma\} \subseteq S' \subseteq S$, a partir de B, é uma base de dados $B' = \langle A', T \rangle$ onde A' é uma estrutura sobre S' com as seguintes propriedades:

(50.1) $A'(\tau) = A(\tau)$ para todo $\tau \neq \sigma$, tal que $\tau \in S$

(50.2) Se $n = 0, A = A - \{\sigma\} \subseteq A' \subseteq A$ e $A'(\sigma) \in A'$, desde que, para todo $\phi \in T, A' \models \phi$

(50.3) Se $n > 0, A' = A - \{a_1, \dots, a_n\} \subseteq A' \subseteq A$ e $A'(\sigma) = A(\sigma) - \{a_1, \dots, a_n\}$, desde que, para todo $\phi \in T, A' \models \phi$.

(Ex.40) Seja $B_1 = \langle A_1, T \rangle$ a base de dados do (Ex.38) e $B_2 = \langle A_2, T \rangle$ com a assinatura S , onde $A_2 = (\{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{s}_a, \bar{c}_c, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{l}\}_Z, \{\bar{s}\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$, a base de dados resultante da deleção s a partir de B_1 . Similarmente podemos realizar a operação de deleção de Z a partir de B_2 , onde $B_3 = \langle A_3, T \rangle$, tal que $A_3 = (\{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{s}_a, \bar{c}_c, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\}_Z, \{\bar{s}\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$. Note que B_2 é uma deleção a partir de B_1 , mas B_3 não o é. Isto significa que cada operação de inserção e deleção constrói uma nova base de dados.

Note que Brandom mantém que a aquisição de um conceito nunca é feita de modo independente de outros conceitos, há pressuposto um holismo semântico (ver nota 62 – expressões anafóricas). Neste sentido, vale ressaltar a necessidade de uma cláusula para a introdução de novos objetos (constantes) ou predicados no banco de dados: Uma constante ou predicado só podem ser introduzidos se estiverem em alguma relação lógica possível com outras constantes ou predicados por meio de uma fórmula pertencente à T . Esta introdução se aplica apenas a expressões que contenham exclusivamente constantes ou predicados que não pertençam à B .

4.4.3 Definição de coerência

Uma atualização \bar{B} de um banco S de dados B é uma sequência finita ou infinita $\bar{B} = (B_i: 0 < i \leq \omega)$, onde $B_1=B$ e cada B_{i+1} é uma operação de inserção ou deleção em B_i . Uma atualização \bar{B} de B é dita *coerente* com a proposição ϕ se $\bar{B} = (B_1, B_2, \dots, B_n)$ e $A_n \models \phi$; De outra forma, \bar{B} é dito *incoerente* com ϕ : “em outras palavras, uma atualização para uma proposição ϕ é uma sequência de mudanças em dado banco de dados que produz uma estrutura na qual ϕ é verdadeiro. Desta forma, podemos medir a quantidade de coerência das proposições”. (Ibidem. p.133).

4.4.4 Cálculo de coerência

Seja $\bar{B} = (B_1, B_2, \dots, B_n)$ uma atualização do banco de dados B. Se \bar{B} é coerente com ϕ , definimos a coerência de ϕ com relação a \bar{B} por:

$$(51) H_{\bar{B}}(\phi) = \frac{\min\{m \leq n: A_m \models \phi\}}{\sum_{i=1}^m i} > 0$$

Devemos entender o numerador como o valor do menor ou igual índice de operações m em relação a n , tal que ϕ seja uma consequência lógica de A_m e o denominador deve ser entendido como o somatório dos índices até m .

Mas, se \bar{B} é incoerente com ϕ , então:

$$(52.1) H_{\bar{B}}(\phi) = 0$$

(52.2) $H_{\bar{B}}(\phi) = 1$ para qualquer ϕ , se $A \models \phi$ ou se ϕ é uma tautologia na linguagem B.

(52.3) $H_{\bar{B}}(\phi) = 0$, se ϕ for uma contradição;

(52.4) $0 < H_{\bar{B}}(\phi) < 1$, se ϕ não está na linguagem de B;

(Ex41) Seja $\bar{B} = (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5)$ em que $B_1 = \langle A_1, T \rangle$, tal que $A_1 = (\{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{l}\}_Z, \{\bar{s}\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$ e $T = \{\forall x((Zx + Mx). \neg(Zx.Mx)), \forall x((Zx + Mx) \rightarrow Cx)\}$. E uma operação de deleção s a partir de B_1 , tal que $B'_2 = \langle A'_2, T \rangle$ com $A'_2 = (\{\bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{l}\}_Z, \{\bar{s}\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$, seguido de uma operação de deleção de M , tal que $B'_3 = \langle A'_3, T \rangle$ com $A'_3 = (\{\bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{l}\}_Z, \{\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$, uma operação a partir de B_3 de inserção de b como constante, tal que $B'_4 = \langle A'_4, T \rangle$ com $A'_4 = (\{\bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \bar{a}_b, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{l}\}_Z, \{\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$ e, por fim, uma operação a partir de B_4 de inserção de b sobre $\{\bar{l}, \bar{a}\}$, tal que $B'_5 = \langle A'_5, T \rangle$ com $A'_5 = (\{\bar{l}, \bar{a}, \bar{b}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \bar{a}_b, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{l}\}_Z, \{\}_M, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_P)$.

Para que a sentença $\neg Ms$ possa ser dedutível de B, são necessárias duas operações ($\min\{m \leq n: A_m \models \phi\}$, tal que $m = 2$) em uma sequência de três configurações de B ($\sum_{i=1}^m i$, tal que $m = 1$). Logo $H_{\bar{B}}(\neg Ms) = \frac{2}{3} = 0,66$. Já uma sentença como $\neg(s=b)$ exige quatro operações em uma sequência de 5

configurações, logo $H_{\bar{B}}(\neg(s = b)) = \frac{4}{10} = 0,4$. Note que de acordo com o cálculo de coerência de $H_{\bar{B}}(\neg Ms \wedge \neg(s = b)) = 0,4$, ao passo que $H_{\bar{B}}(Ms) = H_{\bar{B}}(s = b) = 0$. Portanto, $H_{\bar{B}}(\neg Ms \wedge (s = b)) = 0$, pois, $s = b$ é incoerente e, pela mesma razão, $H_{\bar{B}}(\neg Ms \wedge (s = b) \wedge Pa) = 0$, independente da complexidade da fórmula.

4.4.5 Relevância

Considere $(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n)$ uma dedução válida de fórmulas sobre a assinatura S cujas premissas estão em um conjunto $\Gamma = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_m\}$ tal que sua conclusão é $\phi = \phi_n$. Representamos esta dedução por $\Gamma\{\phi\}$. (alternativamente: $\{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_m\}\{\phi_n\}$)

Seja $\bar{B} = (B_1, B_2, \dots, B_n)$ uma atualização da base S de dados $B = \langle A, T \rangle$ coerente com ϕ . As premissas relevantes da dedução de $\Gamma\{\phi\}$, com respeito a \bar{B} são as premissas verdadeiras em B_n , que não sejam consequências lógicas de T , i.e. as proposições no conjunto $\bar{B}(\Gamma)$ para todo $\psi \in \Gamma$ para o qual $B_n \models \psi$, mas $T \not\models \psi$.

4.4.6 Cálculo de relevância

Seja B um banco S de dados. Se \bar{B} é uma atualização de B , coerente com ϕ , a relevância $R_{\bar{B}}(\Gamma)$ da dedução $\Gamma\{\phi\}$ em \bar{B} é a cardinalidade de $\bar{B}(\Gamma)$ dividido pela cardinalidade de Γ , ou seja, o número de premissas relevantes sobre o número de premissas totais para a dedução (cf. ARAÚJO, 2016. p.134):

$$(53) R_{\bar{B}}(\Gamma) = \frac{|\bar{B}(\Gamma)|}{|\Gamma|}$$

Mas, se \bar{B} é incoerente com ϕ , então $R_{\bar{B}}(\Gamma) = 0$ ⁷².

(Ex.43) Tomemos $\bar{B} = (B_1, B_2, B_3, B_4, B_5)$ do (Ex.41), onde $T = \{\forall x((Zx + Mx) \cdot \neg(Zx \cdot Mx)), \forall x((Zx + Mx) \rightarrow Cx)\}$. Então, $R_{\bar{B}}(\Gamma) = R_{\bar{B}}(\{Zl\}\{\exists xZx\}) = \frac{1}{1} = 1$ e em uma situação como $R_{\bar{B}}(\Gamma) = R_{\bar{B}}(\{Pas, \exists yPay\}\{\exists x\exists yPxy\}) = \frac{1}{2} = 0,5$.

4.4.7 Informatividade semântica

⁷² No sentido definido, tautologias e contradições não são tratadas como premissas relevantes. O motivo é que toda tautologia é consequência lógica de T e toda contradição é incoerente com a conclusão.

Define-se informatividade semântica do seguinte modo⁷³:

$$(54) I_{\bar{B}}(\Gamma\{\phi\}) = R_{\bar{B}}(\Gamma) \cdot H_{\bar{B}}(\phi)$$

Isto é, dados um conjunto de atualizações sobre o banco de dados \bar{B} , e um conjunto determinado de premissas relevantes Γ para se chegar a uma sentença qualquer ϕ , a *informatividade semântica* I é o produto entre a relevância de Γ em relação à \bar{B} , e a coerência de ϕ em relação à \bar{B} .

(Ex.44) Tomemos $\bar{B} = (B_1, B_2, B_3)$ do (Ex.41), onde $I_{\bar{B}}(\Gamma\{\neg Ma\}) = R_{\bar{B}}(\Gamma) \cdot H_{\bar{B}}(\neg Ma)$. Como $H_{\bar{B}}(\neg Ma) = \frac{2}{3} = 0,66$ e $R_{\bar{B}}(\Gamma) = R_{\bar{B}}(\{\forall x(\neg Mx)\}\{\neg Ma\}) = \frac{1}{2}$, portanto $I_{\bar{B}}(\Gamma\{\neg Ma\}) = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} = 0,333 \dots$

Segundo Araújo (ARAÚJO, 2016. p.136): “Quanto mais coerente é a conclusão de uma dedução válida, mais informativa ela é, mas quanto mais relevantes forem suas premissas, mais informação elas fornecem”.

4.5 Medição de informação e a proposta de Araújo para a solução do escândalo da dedução

Note que para cada dedução válida $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n \models \phi$ na linguagem B , $I_{\bar{B}}((\psi_1 \wedge \psi_2 \wedge \dots \wedge \psi_n) \rightarrow \phi) = 0$ para qualquer atualização \bar{B} . Entretanto, se $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n \models \phi$ não está inicialmente na linguagem de B , $I_{\bar{B}}((\psi_1 \wedge \psi_2 \wedge \dots \wedge \psi_n) \rightarrow \phi) > 0$ para \bar{B} coerente com $(\psi_1 \wedge \psi_2 \wedge \dots \wedge \psi_n) \rightarrow \phi$.

A proposta de Araújo mostra que quando interpretamos novas expressões da linguagem, nós precisamos fazer atualizações nas nossas crenças, o que é equivalente ao processo pragmático de acomodarmos nossas suposições para endossarmos uma proposição de modo a torná-la derivável de nossos compromissos. Isto se dá a partir de um conjunto de operações de assimilação e descarte de suposições. Deste modo, as mudanças que uma asserção ϕ requer da base de dados são operações estruturais, inserções e deleções, que geram uma

⁷³ Informatividade semântica mede quantas operações estruturais fazemos para se obter a informação semântica de uma proposição.

atualização no nosso conjunto de crenças \bar{B} em uma estrutura indicada por Araújo como uma base de dados $B = \langle A, T \rangle$, tal que, seja coerente com ϕ . A asserção ϕ em questão é nova, portanto, não é inicialmente dedutível em A , nem é uma consequência lógica de T . Mas, note que T é entendido por Araújo como nossas *crenças fundamentais* (ARAÚJO, 2014. p.4), o que me leva a crer que as expressões formuladas em A , as que não são preservadas por T , sejam nossas crenças provisórias. Mas, provisórias em que sentido? No sentido do contexto do debate com outros agentes.

Nestes termos, julgo adequado ajustar a terminologia de Araújo, entendendo T como o conjunto de compromissos e regras de inferência material adotado pelo agente x no debate D ; ao passo que A é tomado como o conjunto de crenças de x , desde que não estejam em contradição com T . Portanto, B deve ser entendido como a expressão do estado atual de um agente em dado momento do jogo de linguagem e o conjunto de deduções formuláveis a partir de B como os compromissos disponíveis no atual estado do jogo de dar e pedir razões (de uma perspectiva epistemológica, os possíveis estados disposicionais doxásticos) que x pode assumir em determinado momento do debate.

Note que, em princípio, o agente x não possui uma representação estrutural das relações de incompatibilidade. Esta característica tem duas vantagens, a primeira é que ela permite que o agente erre e seja repreendido por seus interlocutores, sem realizar necessariamente uma modificação em B , pois a justificção pode requerer apenas a *explicitação* da inferência que levou x a executar a asserção.

Uma vez que, a relação de incompatibilidade nos diz que o compromisso com a asserção de p implica na perda da autorização sobre q , ela não deve estar completamente explicitada para o agente. A segunda vantagem, em conjunto com a habilidade de revisar (inserir e deletar), é a preservação da não-monotonicidade do debate. A não-monotonicidade das autorizações se exprime a partir da seguinte regra:

Como aparecerá, inferências preservadoras de autorização são sempre anuláveis; a autorização que alguém adquire é, portanto, apenas *prima facie*. Não se está autorizado à conclusão de uma boa inferência de preservação de autorização se estiver comprometido com algo incompatível com ela. (BRANDOM, 2008. p.120. nota 2)

Isto quer dizer que comprometer-se com a asserção de q implica estar autorizado a asserir p . Mas, se ao comprometer-se simultaneamente com a asserção de r implicar estar autorizado a asserir $\neg p$, então, dado o compromisso com as asserções q e r , o agente não estará mais autorizado a asserir p , nem $\neg p$ (cf. EVANS, 2016. p.404). Em outras palavras:

$$(Ex.45) A = \{p, \neg p, q, r\}; \mathcal{E} = \{\{q\} \rightarrow p, \{r\} \rightarrow \neg p\}; I = \{\{p, \neg p\}\}$$

De modo diferente, podemos afirmar que a modelagem feita por Araújo também preserva a propriedade de não-monotonicidade das inferências de compromisso. Tomando como base uma atualização \bar{B} de um banco de dados B , tal que, no decurso da manipulação do banco de dados para a adequação com ϕ , a lista das inferências de compromisso que se relacionam com a produção de ϕ irá mudar. Um exemplo paradigmático é dado por Brandom (BRANDOM, 2000. p.88):

Considere os argumentos que estão codificados nas seguintes condicionais:

- 1 Se eu risco este fósforo seco e bem feito, então ele irá acender. ($p \rightarrow q$)
- 2 Se p e o fósforo está em um campo eletromagnético muito forte, então ele não irá acender. ($p \& r \rightarrow \sim q$)
- 3 Se p e r e o fósforo está em uma gaiola de Faraday, então ele irá acender. ($p \& r \& s \rightarrow q$)
- 4 Se p e r e s e a sala está vazia de oxigênio, então ele não irá acender. ($p \& r \& s \& t \rightarrow \sim q$)

O raciocínio em que realmente nos engajamos sempre permite a construção de hierarquias inferenciais com conclusões oscilantes como essa. (AR. p.88)

O interessante deste exemplo é que tais inferências podem ser lidas tanto como o acréscimo de asserções ao banco B a partir de uma atualização sequencial de A , levando ao comportamento não-monotônico da inferência, como uma série de modificações na regra de inferência material que leva a concluir q e $\neg q$ alternadamente. Este segundo sentido será visto mais adiante e se enquadra na proposta de modificar o conjunto T , o que implica falarmos de operações estruturais sobre T semelhante às operações sobre A , diferindo apenas no modo como serão tratadas as operações sobre as regras de inferência em função de sua forma lógica específica.

O importante neste momento é ressaltar que em ambas as dimensões inferenciais de autorizações e compromissos (coletiva e individual) é possível avaliar

os elementos das cadeias de asserções e, até mesmo, as próprias regras de inferência material em função da não-monotonicidade e das relações de incompatibilidade.

Conforme vimos anteriormente, Sellars apresenta duas concepções de informatividade, ou seja, duas fontes potenciais de informação. Uma que opera no nível da linguagem objeto, tratando do que é transmitido pelas asserções que fazemos (segundo Brandom, os compromissos e autorizações proferidos) e outra que expressa regras e opera no meta-nível, lidando com as regras pressupostas que nos habilitam a *fazer* as asserções (as regras de inferência material). (Cf. apud. p.28)

Vimos, também, que existem duas *funções de justificação* de asserções (crenças), uma que opera no nível da linguagem objeto e outra que opera no meta-nível, isto é, na justificação da regra. Seguindo estas distinções, julgo plausível investigar a possibilidade de adicionar mais uma função de medição de informação. Em acréscimo à função proposta por Araújo, ela deve calcular a *coerência* necessária para introduzir regras e a *relevância delas em relação ao poder de derivações da teoria T*, no que toca as regras de inferência contidas nela.

Antes de fazermos observações sobre a possibilidade destes cálculos, é necessário fazer algumas considerações sobre o modo peculiar como operam as crenças fundamentais que compõem T. No que diz respeito às inferências materiais, em primeiro lugar, elas não podem ser expressões atômicas, já que cada regras de inferência que pode aparecer em T deve envolver o domínio parcial de um ou mais conceitos⁷⁴. Evans capturou este comportamento ao dizer que as regras de emprego conceitual podem ser expressas por meio de cláusulas de Horn (EVANS, 2016. p.395), embora Araújo não tenha se pronunciado sobre isto.

Em segundo lugar, as crenças podem ser sobre propriedades e objetos não disponíveis no banco de dados. Isto se justifica pelo fato de podermos endossar determinado compromisso de outro indivíduo (atribuindo-o verdade), mas não

⁷⁴ Nas palavras de Brandom, se segue imediatamente de tal demarcação inferencial do conteúdo conceitual que afim de dominar qualquer conceito, deve-se dominar muitos conceitos. Capturar um conceito consiste em dominar ao menos algumas de suas relações inferenciais com outros conceitos. Cognitivamente, capturar apenas um conceito é o som de uma mão sozinha batendo palmas. Outra consequência é que para ser capaz de aplicar um conceito não-inferencialmente, deve-se ser capaz de usar outros inferencialmente. (BRANDOM, 2000. P.49)

sermos capazes de justificá-lo de imediato. Requerendo de nós a investigação das condições de atribuição do indivíduo em questão como fonte confiável.

4.6 Sobre a modelagem das regras: representação do conhecimento

Para falarmos de medição de informação sobre regras, devemos por um lado, reconstruir algumas das intuições apresentadas por Araújo e por outro, estabelecer um modo próprio de tratamento das regras. Inspirado em sua sugestão de aprofundamento⁷⁵, recorri ao estudo da mudança de crença (*belief change*). Esta área lida com o estudo da representação do conhecimento a partir de estratégias (funcionais) de como um agente racional altera suas crenças na presença de uma nova informação. (cf. DELGRANDE; WASSERMANN, 2013. p.475), isto é, a revisão representa a situação na qual nova informação venha a ser inconsistente com as crenças K de um indivíduo e, por isso, necessite ser incorporada de modo consistente, sendo exceção quando a própria fórmula para a revisão é inconsistente (Ibid. p.478). Com a diferença de que tratarei da modificação de nossas *crenças fundamentais* no sentido que foi interpretado de Araújo, mais especificamente como um subconjunto de T, que são nossas regras de inferência material. Onde nova informação deverá significar a adição de uma nova regra e a revisão ou eliminação de uma regra já estabelecida.

Uma das condições básicas para a representação das alterações do conjunto de crenças no sentido acima e, por consequência, da medição de informação é o cômputo da manipulação de dado conteúdo (unidade ou conjunto de conhecimentos) através de um conjunto de operações preestabelecidas. Elas são chamadas de operações de modificação de crença (*belief change operations*) e servem para representar a modificação no conjunto inicial de crenças de dado agente. Há duas operações que são recorrentes na literatura sobre mudança de

⁷⁵ “A segunda linha de pesquisa possível é desenvolver uma teoria dinâmica completa da informatividade semântica, incorporando a revisão de crenças na linha da teoria AGM (cf. Alchourrón et al. 1985). No presente artigo, as crenças [fundamentais] do banco de dados foram mantidas fixas, mas uma abordagem mais realista deve incorporar a revisão de crenças. Por exemplo, se considerarmos sistemas distribuídos, os agentes provavelmente terão algumas crenças diferentes. Neste caso, é necessário analisar as mudanças de informação semântica, dados conflitantes e assim por diante.” (ARAÚJO, 2016. p.139) .

crença: a revisão de crença (*belief revision*) e a contração de crença (*belief contraction*).

Semelhante ao que foi proposto por Araújo, a operação de revisão de crença é a modificação do conjunto inicial de crenças do agente para acomodar uma nova informação, em especial, aquelas informações que entrariam em contradição com o conjunto de crenças inicial (PEPPAS, 2008. p.317). A operação de contração de crenças conduz o agente à redução de seu cabedal de crenças, através da eliminação de determinada crença ou conjunto de crenças. (cf. DELGRANDE; WASSERMANN, 2013. p.475)

O paradigma clássico deste estudo é chamado de AGM por causa dos trabalhos originais dos desenvolvedores dessa área (CF. ALCOURRÓN, GÄRDENFORS, MAKINSON, 1985; GÄRDENFORS, 1988). Os conceitos preliminares e terminologia básica do paradigma AGM são os seguintes:

Dada uma linguagem L e uma lógica governada pela relação de consequência \vdash , L é fechado sobre os conectivos clássicos e \vdash . Tal que, para um conjunto de sentenças Γ de L , denotamos $Cn(\Gamma)$ o conjunto de todas as conseqüências lógicas de Γ :

$$(55) Cn(\Gamma) = \{\varphi \in L \mid \Gamma \vdash \varphi\}$$

Uma teoria K de L é qualquer conjunto de sentenças de L fechado sob \vdash . i.e. $K = Cn(K)$. Denotamos o conjunto de todas as teorias de L por \mathbb{K}_L . Uma teoria K de L é completa se e somente se para toda sentença $\varphi \in L$, $\varphi \in K$ ou $\neg\varphi \in K$. Denotamos todas as teorias consistentes e completas de L por \mathbb{M}_L . Para todo conjunto de sentenças Γ de L , $[\Gamma]$ denota o conjunto de todas as teorias consistentes e completas que contém Γ . O mesmo vale para a notação $[\varphi]$, o que significa o mesmo que $[\{\varphi\}]$. Para uma teoria K e um conjunto Γ de sentenças de L , $K + \Gamma$ é fechado sob \vdash e denota $Cn(K \cup \Gamma)$. Igualmente, $K + \varphi$, sendo uma abreviação para $K + \{\varphi\} = Cn(K \cup \{\varphi\})$. E os símbolos \perp e \top , contradição e tautologia arbitrariamente pré-fixados, respectivamente.

Dadas estas definições iniciais, vejamos as principais operações de revisão e contração da perspectiva da abordagem AGM.

4.6.1 Operação de revisão de crença

A operação de revisão de crença é uma função do conjunto de crenças K e uma fórmula φ em um conjunto de crença K' tal que $\varphi \in K'$. Como já dissemos, para manter a consistência do conjunto K a partir da adição de φ , algumas sentenças devem ser eliminadas, antes que φ possa ser consistentemente adicionada, para fins de exposição, assume-se que a lógica subjacente seja a lógica proposicional. Formalmente, chamamos $*$ de operador de revisão. Ele executa a operação de revisão mapeando K e $\varphi \in L$ em um novo conjunto $K * \varphi$. (lemos: o conjunto de crenças K revisado por φ , alternativamente: uma revisão de K por φ). Um exemplo para esta operação é o caso de uma pessoa pensar que o golfinho é um peixe e que nenhum peixe mama, em seguida, receber a informação de que todo golfinho nana. Ela se vê na condição de revisar a crença de que golfinhos são peixes e todas as consequências desta crença equivocada.

O paradigma AGM apresenta oito postulados com os quais todo operador de revisão deve concordar (DELGRANDE; PEPPAS, 2015. p.3):

$$(56.1) (K^*1) K * \varphi = Cn(K * \varphi)$$

$$(56.2) (K^*2) \varphi \in K * \varphi$$

$$(56.3) (K^*3) K * \varphi \subseteq K +_{PC} \varphi, \text{ onde } +_{PC} \text{ denota expansão}^{76}.$$

$$(56.4) (K^*4) \text{ Se } \neg\varphi \notin K, \text{ então } K +_{PC} \varphi \subseteq K * \varphi.$$

$$(56.5) (K^*5) \text{ Se } \varphi \text{ é inconsistente, então } K * \varphi \text{ é inconsistente.}$$

$$(56.6) (K^*6) \text{ se } \varphi \equiv_{PC} \psi, \text{ então } K * \varphi = K * \psi, \text{ onde } \equiv_{PC} \text{ denota equivalência lógica de acordo com a LP.}$$

$$(56.7) (K^*7) K * (\varphi \wedge \psi) \subseteq (K * \varphi) +_{PC} \psi.$$

$$(56.8) (K^*8) \text{ Se } \neg\psi \notin K * \varphi \text{ então, } (K * \varphi) +_{PC} \psi \subseteq K * (\varphi \wedge \psi).$$

(K*1) e (K*2) garantem a pertença da nova crença φ e a consequências lógicas de sua revisão a partir de K . Sendo o resultado de $K * \varphi$ consistente, (K*3) e (K*4) garantem que o conjunto de crença revisado é uma expansão de K por φ , ou melhor, o acréscimo de K por φ ($K \cup \{\varphi\}$). Somente quando φ é inconsistente, $K * \varphi$

⁷⁶ Expansão é usualmente compreendida como uma operação de acréscimo de uma crença φ ao conjunto K . Um exemplo de expansão vem da ação de aprender algo (cf. GÄRDENFORS, 1988. p.48ss). Por exemplo, se sei que miau é um gato e depois aprendo que todo gato é mamífero. Ao aprender isto, passo a ter como uma das consequências que miau é um mamífero.

é inconsistente (K*5). (K*6) garante que a revisão seja independente da forma sintática revisora. (K*7) e (K*8) expressam a relação entre revisão, a conjunção de uma sentença, com a expansão de outra. Qualquer função que satisfaz estes postulados é chamada de função de revisão AGM (*AGM revision function*).

(Ex.46) Suponhamos $K = \{p \vee q, r \rightarrow s, s \rightarrow (t \wedge \neg p)\}$ e $\varphi = \{r\}$ a operação $K * \varphi$ produz um conjunto K' , tal que $K' = \{p \vee q, r \rightarrow s, s \rightarrow (t \wedge \neg p), r\}$, deste modo, temos uma classe de consequência $Cn(K')$ diferente da classe $Cn(K)$, por exemplo: $Cn(K') \vdash (\neg p \wedge q)$, mas $Cn(K) \not\vdash (\neg p \wedge q)$

(Ex.47) Dado K' e $\varphi = \{\neg t\}$, a operação $K' * \varphi$ produz um $K'' = \{p \vee q, r \rightarrow s, r, \neg t\}$, uma vez que elimina todas as sentenças que poderiam trazer t de volta a $Cn(K'')$.

4.6.1 Operação de contração de crença

A operação de contração de crença é uma função que toma o conjunto de crenças K e uma fórmula φ e aponta para um conjunto de crença K' tal que $\varphi \notin K'$, denotada pela expressão $K \dot{-} \varphi$. Contudo, diferente da operação de deleção fornecida por Araújo, em que cada operação elimina ou uma constante ou a extensão de um dado predicado por vez, a operação de contração ao remover uma crença φ qualquer de K' , para evitar que a crença φ retorne em função de outras crenças que a implicam (conjunta ou separadamente), preservando o fechamento de $Cn(K')$ sobre consequência lógica, elimina todas as crenças que possam implicar φ na mesma operação (GÄRDENFORS, 1988. p.60ss). Um exemplo de aplicação desta operação é ao lidar com uma determinada disputa sobre uma crença e sua contraditória φ e $\neg\varphi$, empregamos a operação $K \dot{-} \varphi$ e mantemos $Cn(K')$ até que o status de uma das duas crenças seja reestabelecido.

Formalmente, uma função de contração $\dot{-}$ satisfaz os seguintes postulados (DELGRANDE; WASSERMANN, 2013. p.478):

(57.1) (K $\dot{-}$ 1) $K \dot{-} \varphi$ é um conjunto de crenças.

(57.2) (K $\dot{-}$ 2) $K \dot{-} \varphi \subseteq K$.

(57.3) (K $\dot{-}$ 3) Se $\varphi \notin K$, então $K \dot{-} \varphi = K$.

(57.4) (K÷4) Se $\varphi \notin K$, então $\varphi \notin K \div \varphi$

(57.5) (K÷5) Se $\varphi \in K$, então $K \subseteq (K \div \varphi) +_{PC} \varphi$

(57.6) (K÷6) Se $\varphi \equiv_{PC} \psi$, então $K \div \varphi = K \div \psi$

(57.7) (K÷7) $K \div \varphi \cap K \div \psi \subseteq K \div (\varphi \wedge \psi)$

(57.8) (K÷8) Se $\psi \notin K \div (\varphi \wedge \psi)$ então, $K \div (\varphi \wedge \psi) \subseteq K \div \psi$.

Toda função que satisfaz estes postulados é chamada de função de contração AGM. Dada A pressuposição da onisciência lógica do agente sobre seus próprios estados, (K÷1) é auto-evidente. (K÷2) afirma que o conjunto inicial fica menor após a operação de contração. (K÷3) diz que se a sentença φ não estava em K, então a operação não altera nada. (K÷4) diz que somente as tautologias contidas em K não podem ser excluídas. O postulado (K÷5), chamado de postulado de recuperação diz que após a remoção de φ em $K \div \varphi$, seguido de uma expansão $K + \varphi$, em combinação com o postulado (K÷2), retorna o conjunto original K. Isto significa que a operação $K \div \varphi$ causa uma mudança mínima no conjunto de crenças. (K÷6), tal como (K*6), diz que a contração não é sensível à variação sintática de sentenças equivalentes. O postulado (K÷7) diz que o princípio de mudança mínima não é afetado pela contração de uma conjunção $K \div (\varphi \wedge \psi)$. O postulado (K÷8) diz que dado $\psi \notin K \div (\varphi \wedge \psi)$, então $K \div \psi$ é a mudança minimal de K para remover ψ , o que significa que $K \div (\varphi \wedge \psi)$ não pode ser maior que $K \div \psi$. Ele pode ser menor ou igual.

(Ex.48) Suponhamos que $K = \{((\neg p \vee q) \wedge r) \rightarrow s, (v \vee s) \rightarrow (t \wedge q), \neg p, r, v\}$ e $\varphi = \{r\}$ a operação $K \div \varphi$ produz um conjunto K' tal que $K' = \{((\neg p \vee q) \wedge r) \rightarrow s, (v \vee s) \rightarrow (t \wedge q), \neg p, v\}$, deste modo, teríamos uma classe de consequência $Cn(K')$ diferente da classe $Cn(K)$, por exemplo: $Cn(K') \not\vdash s$, quando $Cn(K) \vdash s$, embora $Cn(K') \vdash t$ e $Cn(K) \vdash t$.

(Ex.49) Agora, tomando o mesmo K do exemplo anterior, se $K \div (\varphi \wedge \psi)$, tal que $\varphi = \{r\}$ e $\psi = \{v\}$, então $K' = \{((\neg p \vee q) \wedge r) \rightarrow s, (v \vee s) \rightarrow (t \wedge q), \neg p\}$ e $Cn(K') \not\vdash s, Cn(K') \not\vdash t$ e $Cn(K') \not\vdash q$.

4.6.3 Interdefinibilidade de operações sobre crenças

Uma característica importante e que serve como evidência para a completude destas funções lógicas, é a interdefinibilidade entre elas. A primeira é a definição da revisão em termos da contração, chamada de Identidade de Levy (*Levy Identity*):

$$(58) K * \varphi = (K \dot{-} \neg\varphi) +_{PC} \varphi$$

E a segunda define a contração em termos de revisão e é chamada de Identidade de Harper (*Harper Identity*):

$$(59) K \dot{-} \varphi = (K * \neg\varphi) \cap K$$

Em ambos os casos, elas satisfazem os postulados (K*1)-(K*8) e (K÷1)-(K÷8), respectivamente.

Além destas duas funções de interdefinibilidade, há funções disponíveis para desenvolver *modelos construtivos* de contração e revisão. As funções exprimem a dinâmica na modificação de crença, elas organizam e definem prioridades nas modificações empregáveis em K, dada a aplicação de alguma das funções de modificação da crença (no caso, revisão ou contração). Existem diferentes funções, cada qual, com características e justificativas de emprego próprias, em geral, elas servem para computar fatores extra-lógicos que determinam as crenças que uma sentença φ deve modificar ou remover de K. Por exemplo: as funções de seleção (*selection functions*) podem modificar os conjuntos de conseqüências dedutivas minimais (*minimal*) ou maximais (*maxichoice*) de K; enraizamento epistêmicos (*epistemic entrenchments*) que hierarquizam todo $\varphi \in K$ a partir do grau de resistência de φ em sofrer modificação ou eliminação em razão de uma nova informação ψ ; e o sistema de esferas (*system of spheres*) que funciona como um pré-ordenamento das teorias consistentes e completas de [K]. As duas primeiras funções são usadas para modelar dinamicamente a função de contração e a última para modelar a revisão. (Cf. PEPPAS, 2008. pp.323-329)⁷⁷. Embora originalmente construídas para um tipo específico de operação, em razão das identidades de Levy e Harper, elas também podem ser traduzidas para sua operação complementar.

⁷⁷É interessante notar que algumas destas modelagens dinâmicas têm em comum o fato de se basearem em uma semântica de mundos possíveis, como o sistema de esferas e o ranking de fidelidade (*faithful ranking*).

Mesmo que a proposta de construção de modelos dinâmicos das operações de modificação de crença seja atraente para o contexto inferencialista pragmático da investigação do cálculo de informação, nos ateremos à investigação do modelo axiomático. Por um lado, a modelagem axiomática é mais enxuta e, em princípio, não está comprometida com nenhuma semântica específica, o que deixa aberto o espaço para futuramente construirmos um modelo dinâmico que faça uso da semântica (de incompatibilidade) de Brandom e um ordenamento influenciado pela sua contagem de escores.

Por outro lado, os principais desenvolvimentos da modificação de crença em cláusulas de Horn que estejam mais próximos ao paradigma AGM ocorre no cenário modelo-teorético⁷⁸, o que nos deixa com poucos recursos para a exposição da questão. E qualquer tentativa de desenvolver uma modelagem dinâmica própria e adequada à proposta filosófica de Brandom ultrapassaria o escopo deste estudo. Ainda assim, me esforçarei para apontar as características e os postulados que envolvem as operações de revisão, contração e, adicionalmente, de iteração sobre revisão de cláusulas de Horn.

A necessidade de um tratamento próprio às cláusulas se dá em função dos axiomas das operações de revisão e contração. Seguindo a definição acima, seja K um conjunto de crenças na forma de cláusulas de Horn, e φ uma cláusula, o axioma da revisão (K^*4) diz que Se $\neg\varphi \notin K$, então $K +_{PC} \varphi \subseteq K * \varphi$, mas não há sentenças negadas nas cláusulas de Horn. Um problema semelhante ocorre em (K^*5) que diz: Se φ é inconsistente, então $K * \varphi$ é inconsistente. O que implica que $\neg\varphi$ é consistente (cf. ENDERTON, 2001. p.88ss), incorrendo no mesmo problema. Outro problema surge dos axiomas (K^*7) e (K^*8), ambos operam com conjunções de crenças. Mas, sejam φ e ψ cláusulas de Horn, $(\varphi \wedge \psi)$ não são cláusulas, logo (K^*8) falha e (K^*7) falha por não haver cláusulas da forma $(\varphi \wedge \psi)$ com as quais possa operar.

Para resolver (K^*4) é necessário introduzir um símbolo lógico que substitua uma situação de negação de uma cláusula de Horn. E, por consequência, interpretar (K^*5) como um axioma que preserva a consistência da operação em função da não pertença do símbolo lógico ao resultado da operação de revisão.

⁷⁸ O que parece ser um desenvolvimento valioso para os filósofos da informação estritamente representacionalistas.

No caso de $K \div \varphi$, os mesmos problemas de (K*7) e (K*8) valem para (K \div 7) e (K \div 8), já no caso de (K \div 5) a recuperação falha, pois a contração de φ e todas as cláusulas que podem ser implicadas por ela não retornam ao estado original com a simples expansão $K + \varphi$.

A solução para (K \div 7) e (K \div 8) consiste em estabelecer uma função que manipule φ e ψ de uma cláusula $\varphi \rightarrow \psi$ de modo independente entre as expressões, sem comprometer a forma lógica da cláusula de Horn. A solução para (K \div 5) deve assegurar a consistência de K após a revisão e para fazer o axioma se restringe às tautologias.

E por causa destes problemas a identidade de Harper, que define a $K * \varphi$ a partir da contração de $\neg\varphi$, também não pode ser usada sem tratamento. Por causa desses motivos, utilizarei o estudo de (ZHUANG; PAGNUCCO; ZHANG, 2016.) como responsável por elaborar os correlatos das identidades de Levy e Harper para as cláusulas de Horn, o que no atual contexto significaria uma evidência e um ponto de partida para a prova das mesmas identidades em semânticas alternativas.

4.7 Modificação de crença com cláusulas de Horn

Como já foi visto, o paradigma AGM (em especial, a formulação axiomática) é direcionado para mudanças de crença em um nível abstrato, tendo subjacente a lógica proposicional clássica. Os trabalhos que escolhemos como fonte para apresentar a aplicação da revisão de crença às cláusulas de Horn procuram se manter o mais próximos possível do AGM, além de preservar a forma lógica das cláusulas de Horn, a despeito das operações de revisão e contração aplicadas sobre elas.

Vou iniciar com a recapitulação das regras de definição de uma cláusula de Horn e as características que um conjunto de crenças Horn. Uma cláusula de Horn pode ser expressa como uma regra da forma:

Seja $\mathcal{P} = \{a, b, c, \dots\}$ como um conjunto finito de variáveis proposicionais e \mathcal{L}_H denota a linguagem de fórmulas de Horn sobre $\mathcal{P} \cup \{\perp\}$, onde uma fórmula de Horn é

uma conjunção finita de cláusulas de Horn. Assim, \mathcal{L}_H é o menor conjunto dado por (DELGRANDE; PEPPAS, 2015. p.2):

(60): 1. $a_1 \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n \rightarrow a$ é uma cláusula Horn, onde $n \geq 0$ e $a, a_i \in \mathcal{P} \cup \{\perp\}$ para $(1 \leq i \leq n)$.

Se $n = 0$, então $\rightarrow a$ é também escrito a e ele é um fato⁷⁹.

2. Se φ é uma cláusula de Horn, então (φ) é uma fórmula de Horn.

3. φ e ψ são fórmulas de Horn, então $(\varphi \wedge \psi)$ também é.

Definimos os axiomas e regras da relação de inferência para fórmulas Horn do seguinte modo (DELGRANDE; WASSERMANN, 2013. p.482):

(61): Axiomas: $\perp \rightarrow a$; $a \rightarrow a$

Regras:

1. De $a_1 \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n \rightarrow a$ e $b_1 \wedge b_2 \wedge \dots \wedge b_n \rightarrow a_1$, infere-se $b_1 \wedge b_2 \wedge \dots \wedge b_n \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n \rightarrow a$ (versão estendida de modus ponens)
2. De $a_1 \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n \rightarrow a$ infere-se $a_1 \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n \wedge b \rightarrow a$ (strengthening)⁸⁰
3. Para cláusulas Horn r_1 e r_2 se $\text{corpo}(r_1) = \text{corpo}(r_2)$ e $\text{cabeça}(r_1) = \text{cabeça}(r_2)$, infere-se r_2 de r_1 (e vice-versa). Onde, para cada cláusula de Horn $(\psi_1 \wedge \psi_2 \wedge \dots \wedge \psi_n) \rightarrow \phi$, o corpo é $(\psi_1 \wedge \psi_2 \wedge \dots \wedge \psi_n)$, e a cabeça é ϕ . A regra apenas indica que a ordem dos átomos no corpo ou na cabeça é irrelevante.
4. (a) De $\varphi \wedge \psi$ infere-se φ e ψ . (instância da definição 3)
(b) De φ e ψ infere-se $\varphi \wedge \psi$. (4a e 4b tornam válidos (K*7) e (K*8) ao permitir desfazer a conjunção e refazê-la livremente alternando da metalinguagem à linguagem-objeto)

Dizemos que similar às regras para os conjuntos de crenças, temos que dado um conjunto de fórmulas de Horn Γ , seu fechamento de derivações de Horn é

⁷⁹ Como estamos trabalhando exclusivamente com regras, ignoraremos a segunda metade da regra. Desta forma, toda cláusula que tenha a forma " $\rightarrow a$ ", não deve ser considerada regra. No máximo, uma sentença proferida pertencente a T.

⁸⁰ Salvo $a_1 \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n \wedge b \rightarrow \perp$

denotado por $Cn_H(\Gamma)$ e dado um conjunto H de teorias Horn, $H = Cn_H(H)$, chamado de conjunto de crenças de Horn. $H + \varphi = Cn_H(H \cup \{\varphi\})$ denota a expansão de H e $H_{\perp} \subseteq \mathcal{L}_H$ é o conjunto de crenças inconsistente. Para fins de modelagem, H é finito e consideraremos a constante \perp como o símbolo lógico equivalente a alguma incompatibilidade material no jogo de dar e pedir por razões (i.e. $\exists a \exists b, (\{a\} \cup \{b\}) \vdash \perp$). É interessante notar que a modificação de crença com cláusulas de Horn tem a vantagem de ser tratável (tractable – feasible) (cf. DELGRANDE; WASSERMANN, 2013. pp.476-477).

4.7.1 Revisão de cláusulas de Horn

A adaptação inicial feita em (DELGRANDE; PEPPAS, 2011. p.841) dos postulados do AGM para as teorias Horn tem a seguinte forma:

$$(62.1) (H^*1) H * \varphi = Cn_H(H * \varphi)$$

$$(62.2) (H^*2) \varphi \in H * \varphi$$

$$(62.3) (H^*3) H * \varphi \subseteq H +_{HC} \varphi$$

$$(62.4) (H^*4) \text{ Se } \perp \notin H +_{HC} \varphi, \text{ então } H +_{HC} \varphi \subseteq H * \varphi.$$

$$(62.5) (H^*5) \text{ Se } \varphi \text{ é consistente, então } \perp \notin H * \varphi.$$

$$(62.6) (H^*6) \text{ se } \varphi \equiv_{HC} \psi, \text{ então } K * \varphi = K * \psi.$$

$$(62.7) (H^*7) H * (\varphi \wedge \psi) \subseteq (H * \varphi) +_{HC} \psi.$$

$$(62.8) (H^*8) \text{ Se } \perp \notin (K * \varphi) +_{HC} \psi \text{ então, } (H * \varphi) +_{HC} \psi \subseteq K * (\varphi \wedge \psi).$$

Onde $+_{HC}$ denota a operação de acrescentar uma cláusula de Horn a um conjunto de cláusulas de Horn e \equiv_{HC} denota equivalência entre cláusulas. Os postulados (H*4) e (H*5) foram ligeiramente modificados, pois não existe na linguagem das cláusulas de Horn átomos negados, tampouco, que a negação de uma cláusula seja também uma cláusula de Horn. Mas, a modificação mantém sua função original dos postulados. O verdadeiro problema surge ao avaliarmos os resultados do emprego dos postulados (H*7) e (H*8), conforme expõe (DELGRANDE; PEPPAS, 2015. p.6) e (ZHUANG; PAGNUCCO; ZHANG, 2016. p.9).

Contudo, a adição de um postulado de restrição chamado (Acyc)⁸¹ no ordenamento dos modelos que satisfazem o conjunto de crenças modificado pela revisão resolve o problema apontado por eles.

(Ex.50) Seja $H = \{(a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4) \rightarrow b_1, (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \rightarrow c_1, (c_1 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1\}$ e $\varphi = \{(d_1 \wedge d_2 \wedge d_3) \rightarrow c_2\}$ a operação $H * \varphi$ produz um $H' = \{(a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4) \rightarrow b_1, (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \rightarrow c_1, (d_1 \wedge d_2 \wedge d_3) \rightarrow c_2\}$. Note que $Cn(H) \vdash (a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1$, mas $Cn(H') \not\vdash (a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1$.

4.7.2 Contração de cláusulas de Horn

Utilizarei o artigo (DELGRANDE; WASSERMANN, 2013) para apresentar os postulados da contração em conjuntos de crenças formados por cláusulas de Horn. As propriedades básicas como $Cn_H(H)$ e \vdash permanecem iguais. Os postulados modificados que formam as propriedades da operação de contração em cláusulas de Horn são os seguintes (Ibidem. p.488):

(63.1) (H_w⁻1) $H \dot{-}_w \varphi$ é um conjunto de crença Horn

(63.2) (H_w⁻2) Se não $\vdash \varphi$, então $\varphi \notin H \dot{-}_w \varphi$.

(63.3) (H_w⁻3) $H \dot{-}_w \varphi \subseteq H$

(63.4) (H_w⁻4) Se $\varphi \notin H$, então $H \dot{-}_w \varphi = H$.

(63.5) (H_w⁻5) Se $\vdash \varphi$, então $H \dot{-}_w \varphi = H$.

(63.6) (H_w⁻6) Se $\varphi \equiv \psi$, então $H \dot{-}_w \varphi = H \dot{-}_w \psi$

(63.7).(H_w⁻7) Se $H \neq H \dot{-}_w \varphi$, então $\exists \beta \in \mathcal{L}_H$, tal que: (i) $\{\varphi, \beta\} \vdash \perp$, (ii) $H \dot{-}_w \varphi \subseteq Cn_H(\beta)$ e (iii) $\forall H'$, tal que, $H \dot{-}_w \varphi \subset H' \subseteq H$, temos que, $H' \not\subseteq Cn_H(\beta)$.

Os postulados (H_w⁻1), (H_w⁻2), (H_w⁻3), (H_w⁻4) e (H_w⁻6) são equivalentes aos postulados de contração AGM, chamados respectivamente de fechamento, sucesso, inclusão, vacuidade e extensionalidade. O postulado (H_w⁻5) é uma versão enfraquecida do postulado de recuperação, uma vez que a operação de expansão de φ sobre um conjunto de crenças $H \dot{-}_w \varphi$ não o retorna para o estado original H,

⁸¹(Acyc): Se para $0 \leq i < n$ temos $(H * \mu_{i+1}) + \mu_i \not\vdash \perp$, e $(H * \mu_0) + \mu_n \not\vdash \perp$, então $(H * \mu_n) + \mu_0 \not\vdash \perp$. O objetivo deste postulado é manter a consistência do conjunto de crenças em função da regra de fortalecimento e dos outros postulados. (cf. PAGNUCCO; ZHANG; ZHUANG, 2016. p.9); (cf. DELGRANDE; PEPPAS, 2015. pp.7-12).

este postulado evita o problema atribuindo às tautologias a condição de neutralização da operação de contração, este postulado chama-se falha. O postulado ($H \dot{-}_w 7$) é chamado de maximalidade.

(Ex.51) Seja $H = \{(a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4) \rightarrow b_1, (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \rightarrow c_1, (c_1 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1\}$ e $\varphi = \{(a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4) \rightarrow b_1\}$ a operação $H \dot{-}_w \varphi$ produz um $H' = \{(b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \rightarrow c_1, (c_1 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1\}$. Note que $Cn(H) \vdash (a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1$, mas $Cn(H') \not\vdash (a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4 \wedge b_2 \wedge b_3 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1$.

Além disso, o operador $\dot{-}_w$ denota uma operação de contração *maxichoice*. Definimos uma operação *maxichoice* como uma função que seleciona um $K' \subset K$, onde K' é o maior subconjunto de K que falhe em implicar φ . Em termos mais formais:

- (64) (i) K' é um subconjunto de K ,
(ii) $\varphi \notin K'$ e
(iii) Para qualquer $\psi \in H$, mas $\psi \notin H'$, $\psi \rightarrow \varphi \in H'$. A última cláusula diz que se fosse o caso de $K' + \psi$, então $K' \vdash \varphi$.

(Ex.52) Note que a operação deve remover qualquer possibilidade de retorno da sentença contraída. Seja $H = \{a_1 \rightarrow b_1, a_2 \rightarrow b_1, a_3 \rightarrow b_1, a_4 \rightarrow b_1, (a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4) \rightarrow b_1, (b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \rightarrow c_1, (c_1 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1\}$ e $\varphi = \{(a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4) \rightarrow b_1\}$ a operação $H \dot{-}_w \varphi$ irá produzir um $H' = \{(b_1 \wedge b_2 \wedge b_3) \rightarrow c_1, (c_1 \wedge c_2 \wedge c_3) \rightarrow d_1\}$. Já que as implicações $a_1 \rightarrow b_1, a_2 \rightarrow b_1, a_3 \rightarrow b_1$ e $a_4 \rightarrow b_1$, podem ser fortalecidas pela regra 2 (*strengthening*) para produzir $(a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \wedge a_4) \rightarrow b_1$.

Esses postulados precisam ser complementados com as definições de certas funções que são usadas para gerar uma série ordenada e hierarquizada de conjuntos de crenças K , de modo que seja possível identificar os conjuntos de crenças que são mais epistemicamente enraizados (*epistemically entrenched*) (cf. GÄDERNFORS, 1988. p.81). O que significa que dependendo da hierarquia, o resultado de (Ex.52) pode sofrer mudanças.

A ideia por trás desta propriedade é uma ordenação no valor de importância que as sentenças desempenham na participação de K . Isto é: (i) podemos determinar um ordenamento relativo de enraizamento epistêmico independente das operações sofridas por K e (ii) quando um conjunto K é alvo de uma operação, as sentenças em K que serão modificadas (eliminadas ou revisadas) são as que têm

menor enraizamento epistêmico. Gädernfors (GÄDERNFORS, 1988. p.86ss) compreende esta propriedade como a importância que determinadas crenças desempenham no conjunto total das crenças K . Em termos práticos, o quão úteis estas sentenças são nas atividades de investigação e deliberação. Quando temos em vista um plano, uma investigação, uma hipótese, etc. há crenças que são mais importantes que outras para conduzirmo-nos nestas atividades. Neste sentido, estas crenças não devem ser ordenadas em função de sua probabilidade de ocorrência ou de serem verdadeiras, mas de seu aporte num determinado contexto pragmático de emprego de crenças.

4.7.3 Iteração de revisão e a identidade das operações com cláusulas de Horn

Uma vez que a operação de revisão de cláusulas de Horn tem sido apresentada como compatível com os postulados AGM, é possível apresentar os postulados clássicos (não-horn) que governam a revisão iterada⁸² (DELGRANDE; PEPPAS, 2015. pp.12-13):

(70.1) (DP1) *Se $\varphi \vdash \psi$, então $(K * \psi) * \varphi = K * \varphi$.*

(70.2) (DP2) *Se $\varphi \vdash \neg\psi$, então $(K * \psi) * \varphi = K * \varphi$.*

(70.3) (DP3) *Se $\psi \in K * \varphi$, então $\psi \in (K * \psi) * \varphi$.*

(70.4) (DP4) *Se $\neg\psi \notin K * \varphi$, então $\neg\psi \notin (K * \psi) * \varphi$.*

Os autores, ao recorrerem a uma caracterização semântica modelo-teorética, provam que os postulados (DP1)-(DP4) são consistentes com os postulados (H*1)-(H*8) e (Acyc), portanto, são empregáveis no contexto das cláusulas de Horn.

O passo que finaliza a exposição sobre o quadro referencial das operações de mudança de crença sobre conjuntos de cláusulas de Horn é a defesa da identidade entre as operações de revisão e contração Horn.

Tendo em vista as identidades de Levy e Harper e a forma lógica das cláusulas, é evidente que executar uma operação de revisão ou contração de uma sentença sobre um conjunto de crenças em termos da operação complementar com a negação da mesma sentença, implica que a sentença negada não seja uma

⁸² Estes postulados foram formulados originalmente em (DARWICHE; PEARL, 1997. pp.1-29).

cláusula de Horn. Para solucionar isto, Pagnucco et.al. propõem realizar uma operação iterada de operações complementares a partir das consequências lógicas da sentença negada por meio de fortalecimentos de Horn (*Horn strengthenings*)⁸³, onde as sentenças fortalecidas sejam contraídas ou expandidas do conjunto de crenças original. (ZHUANG; PAGNUCCO; ZHANG, 2016. pp.15-24).

O benefício desta identidade é que: se podemos pensar em uma definição de contração em termos de revisão, então podemos pensar em uma operação de iteração sobre contração definida em termos de iteração sobre revisão. Esta possibilidade fecha o quadro necessário para justificarmos a possibilidade de estender as funções de medição de formação de Araújo às cláusulas de Horn, tal que constituem o núcleo das teorias que um agente epistêmico tem disponível para realizar deduções no banco de dados e, portanto, gerar informação por meio de asserções.

⁸³ Cf. SELMAN; KAUTZ, 1991.

5 CONCLUSÃO

Nesta última seção será feito o encerramento do estudo. Nela, começaremos pontuando a possibilidade de elaborar um cálculo que quantifique as operações sobre nossos compromissos e nossas regras de inferência material, em seguida, veremos como as diferentes modelagens se unem para formar uma única imagem funcional do jogo de dar e pedir por razões. Em seguida, farei uma recapitulação do que foi visto ao longo do estudo e apontarei para desenvolvimentos futuros que ajudem a dar maior profundidade à proposta e aos temas abordados ao longo do texto.

5.1 Considerações sobre o segundo nível na medição de informação: o cálculo das regras

Uma vez apresentada a possibilidade de manipular cláusulas de Horn de modo semelhante às operações de inserção e deleção de Araújo, resta pontuar a possibilidade de expandir o tratamento dado por ele às regras de inferência material que podem estar contidas no conjunto dos teoremas T do banco de dados $B = \langle A, T \rangle$.

Um modo que considero plausível seria reproduzir o cálculo de informação $I_{\bar{B}}(\Gamma\{\phi\}) = R_{\bar{B}}(\Gamma) \cdot H_{\bar{B}}(\phi)$ no contexto das operações de cláusulas de Horn e combinar os resultados entre as manipulações de A e T . Parece plenamente possível fazer uma medida da relevância das premissas de um conjunto Γ e da coerência de uma sentença ϕ deduzida de Γ no contexto dessas manipulações. De posse dessas duas medidas podemos usar a equação de Araújo para calcular a informatividade da dedução. Esta equação nos permitirá acompanhar o percurso de aquisição e perda de informação no decorrer de um diálogo entre indivíduos.

5.2 Juntando as peças

Uma forma de unificar as teorias expostas é pensar em uma situação semelhante àquela descrita por Brandom (cf. BRANDOM, 1998. p.190-191), exceto que estará implícito que os agentes serão contadores de escores uns dos outros.

Usando os recursos de modelagem vistos, temos um debate na forma D_x , possuindo os agentes $S_n \in X$, onde $S_n \equiv (A_S, T_M, \mathcal{E}, I, Op(B))$ em que A_S é o conjunto de asserções. T_D é um conjunto das inferências preservadoras de compromisso do debate, descrito na forma de cláusulas de Horn, tal que, dado agente S_n é representado por um banco $S_n = \langle A, T \rangle$, em que A são os estados doxásticos e T as crenças fundamentais, onde T_M é o conjunto de inferências preservadoras de compromisso que S_n conhece, tal que $T_M \subseteq T$ e $T_M \subseteq T_D$. O conjunto \mathcal{E} é o conjunto de inferências preservadoras de autorização, igualmente na forma de cláusulas Horn e I o conjunto que descreve os conjuntos de incompatibilidade. Deste modo, os agentes instanciam, por meio da estrutura D_x , um conjunto inicial de asserções A , dois conjuntos de regras de inferência material (de autorização e de compromisso) \mathcal{E} e T_M , respectivamente. Dois tipos de operações distintas: revisão e contração sobre regras $Op(T_M)$ (via AGM); inserção e deleção sobre estados doxásticos $Op(A)$ (via Araújo) e um conjunto de relações de incompatibilidade I .

Contudo, nem sempre é o caso que as incompatibilidades e as inferências de autorização e compromisso serão seguidas sem engano, pois algum dos agentes pode não reconhecer dada situação $\varphi \in A$ e $\psi \in \mathcal{E}$ e $\{\varphi, \psi\} \in I$. Esta situação de impasse leva o sujeito a atualizar suas *crenças fundamentais*, no nosso caso, suas regras de inferência de compromisso, uma vez que consideraremos \mathcal{E} e I fixados.

(Ex.53) Assim, podemos exemplificar do seguinte modo: existe uma inferência em que asserir que Sávio é bom e justo me compromete com Sávio ser santo. O sujeito S_1 , asseriu que Sávio é santo e também conduziu alguém ao céu, portanto está comprometido com Sávio ser bom e justo e está autorizado a asserir que Sávio é iluminado. O sujeito S_2 , pretende conhecer que Sávio é santo (portanto, tomar tal asserção por verdadeira e justificada), mas o sujeito S_2 não possui nenhuma regra que justifica que asserir que Sávio é bom e justo, implica que Sávio seja santo. (exceto a autorização de endosso sobre a expressão ‘Sávio é santo e também

conduziu alguém ao céu', justificada pelo status de S_1). Assim, antes de *conhecer* que Sávio é santo (embora já endosse isto como verdadeiro), S_2 pede à S_1 pela justificação sobre Sávio ser santo. S_1 , portanto, descreve a regra que o autoriza ao compromisso de Sávio ser santo em função de ele ser bom e justo.

Assim, seja $S_2 = \langle A, T \rangle$, tal que $A = (\{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}, \bar{s}_s, \bar{l}_l, \bar{a}_a, \{\bar{s}, \bar{l}, \bar{a}\}_C, \{\bar{l}, \bar{a}\}_B, \{\bar{s}, \bar{l}\}_J, \{\bar{a}\}_S, \{I\} \{(\bar{s}, \bar{a})\}_R, \{(\bar{s}, \bar{a})\}_E)$, $T = \{\forall x \exists y (R(x, y) \wedge C(x) \rightarrow B(x)), \forall x (S(x) \wedge \exists y E(x, y) \rightarrow I(x)), \neg \exists x \forall y R(x, y)\}$, onde $T_M = H$ (cláusulas de Horn) e $T_M \subseteq T$ e uma assinatura S : $R =$ 'x gosta de y'; $C =$ 'x é caridoso', $B =$ 'x é bom', $J =$ x é justo, $S =$ x é santo, $E =$ x conduz y ao céu, $I =$ x é iluminado, $a =$ André, $l =$ Luiz, $s =$ Sávio.

No primeiro momento, a investigação das regras por S_2 o leva à operação de revisão (expansão) $T_M * \{B(x_1) \wedge J(x_1) \rightarrow S(x_1)\}$, tal que, $T'_M = \{\forall x \exists y (R(x, y) \wedge C(x) \rightarrow B(x)), \forall x (B(x) \wedge J(x) \rightarrow S(x)), \forall x (S(x) \wedge \exists y E(x, y) \rightarrow I(x))\}$ o que nos termos do inferencialismo pragmático, significa a expansão de uma regra de inferência material. Assim, S_2 internaliza a regra de inferência material atualizando seu conjunto T , i.e. ganha informação sobre as regras do jogo, sobre o que ele pode se comprometer em função das autorizações contidas no conjunto \mathcal{E} e junto com isto, ele adquire um novo conjunto de inferências, tanto em A , quanto em T .

Com a adição desta regra, S_2 não ganha informação sobre Sávio, mas sobre os compromissos contidos em asserir que determinados indivíduos são santos e mais que isto, ele percebe agora que, se está autorizado a asserir que dado indivíduo é santo e que este indivíduo já tenha conduzido alguém ao céu, então S_2 está autorizado a afirmar que tal indivíduo é iluminado, isto é, se S_2 compromete-se com a asserção de que Sávio é iluminado, S_2 está comprometido com uma cadeia de outros predicados pressupostos para a asserção de que Sávio é iluminado. Visto que, T_M (tratado a partir do método proposto para converter sentenças da LPO temporariamente em LP), após a operação de expansão, pode ser expresso do seguinte modo: $T'_M = \{R(x_1, g(x_1)) \wedge C(x_1) \rightarrow B(x_1), B(x_1) \wedge J(x_1) \rightarrow S(x_1), S(x_1) \wedge E(x_1, h(x_1)) \rightarrow I(x_1)\}$.

Com esta modelagem, podemos avaliar o ganho de nova informação sobre as regras. Pois, em função da regra 2 de dedução sobre cláusulas de Horn, temos que $Cn(T'_M) \vdash R(x_1, g(x_1)) \wedge C(x_1) \wedge J(x_1) \wedge E(x_1, h(x_1)) \rightarrow I(x_1)$. Portanto, S_2 adquiriu

novos modos de empregar seus conceitos e regras. O que não é o caso antes da introdução da nova regra ($Cn(T_M)$).

Agora, em posse desta nova regra, S_2 pode realizar as mudanças necessárias em seu banco de dados para asserir justificadamente que Sávio é santo e, além disso, que é iluminado.

Este exemplo nos permite dizer que em posse de uma equação que avalie tanto as operações em A, quanto em T, é possível dizer se houve, de fato, ganho no âmbito das inferências formais e materiais, habilitando-nos a expressar e quantificar sobre qualquer outra asserção φ que S_2 tenha feito antes da revisão da regra ou que venha a fazer recordando-se do estado antes da revisão, desta maneira sabendo se φ seria mais fácil de ser compreendido antes ou depois da revisão e, também, fazer um mapeamento do aprendizado de S_2 sobre o conhecimento que ele adquiriu ao longo de certo intervalo de tempo. Esta sugestão de cálculo nos permitirá representar as mudanças de dado conteúdo conceitual em posse de dado agente, em face da mudança (revisão ou contração) de alguma regra material que oriente suas inferências.

Como isto se relaciona com o escândalo da dedução? Uma vez que o problema é provar que as deduções são informativas, agora estando em posse de argumentos suficientes, posso dizer que a dedução fornece informação por dois caminhos: 1) no trabalho de manipulação do conjunto de estados doxásticos de determinado sujeito, com a finalidade de alcançar determinado estado doxástico (informação epistêmica) e 2) no potencial de emprego das regras que medeiam nossas práticas linguísticas, na medida em que, as operações nos habilitam a elaborar e proferir novos tipos de compromissos e autorizações, além de nos permitir reconhecer novos encadeamentos inferenciais e reconhecer aqueles que são inválidos (informação meta-epistêmica e ontológica). Ao segundo caminho pertencem as sentenças analíticas, visto que elas contribuem para a delimitação dos parâmetros de nossa prática de produzir e consumir conceitos, como tivemos a oportunidade de discutir desde a primeira crítica à primeira teoria da informação semântica.

5.3 Considerações finais

A jornada expositiva desta tese teve seu início com a primeira teoria da informação semântica desenvolvida por Carnap e Bar-Hillel. Apesar de ser uma teoria eficiente e versátil, base para a maioria das teorias da informação semântica posteriores, em um sentido fundamental, ignorou o papel relevante que as deduções e, por consequência, as sentenças analíticas, desempenham como produtoras de informação.

Esta intuição foi apreendida por Hintikka, levando-o a construir uma teoria da informação semântica linguisticamente mais rica e que expressasse o papel informativo das sentenças analíticas, obtidas via dedução, num esquema semântico arbóreo de decomposição de sentenças em seus constituintes. Deste modo, a dedução contribuiria como ferramenta de elucidação da consistência lógica das condições de satisfação de uma determinada sentença, gerando informação durante o processo de análise, na medida em que se aprofunda nos níveis da árvore de constituintes. Embora tenha sido a primeira teoria a qualificar o papel da dedução como informativo (também, o primeiro filósofo a identificar o problema – escândalo da dedução), sua teoria da informação pecava por depender de um método de análise infactível. A descida e a decomposição dos níveis durante a análise são potencialmente infinitas. Isto significa que mesmo se aceitássemos que a dedução oferece um tipo de informação qualitativa (da ordem do mais claro, melhor distribuído, etc.) a execução da análise poderia facilmente não ter fim, mantendo sempre um grau de imprecisão sobre o valor informacional de determinada sentença.

Guiados por estas críticas e dispostos a superá-las, D'Agostino e Floridi propuseram um conjunto de restrições à linguagem, às regras de inferência e às condições de aplicação da dedução como produtora de informação. O resultado foi uma linguagem finita, baseada em lógica proposicional, utilizando-se de um sistema inferencial resultante de um amálgama entre o sistema de dedução natural e o cálculo de seqüentes. Sua justificativa central era a noção de analiticidade e, por consequência, o impedimento da introdução de informação virtual, i.e. a introdução via regras de dedução de sentenças externas ao seu conjunto inicial. A dedução teria o papel de elucidar (i.e. refinar) o valor semântico dos componentes subsentenciais das sentenças que fazem parte deste conjunto inicial e um estágio

preliminar à aplicação da teoria da informação semântica. As críticas que fiz a esta proposta dizem respeito, em primeiro lugar, ao papel limitado que a dedução desempenha como produtora de informação. Na medida em que se chega à valoração semântica das sentenças atômicas do conjunto inicial de sentenças, a dedução perde seu poder informativo e o esquema de associação de valores de verdade aproxima-se da função de interpretação padrão da lógica proposicional.

Isto quer dizer que a proposta deles deve ser pensada como um método que restringe o uso de informação virtual na dedução e gradativamente elimina esta restrição. Inicialmente, esse uso deve ser o menor possível, onde, dependendo das deduções que devam ser estabelecidas, a informação virtual pode ser readmitida. E na medida em que as deduções adquirem capacidade de recorrer à informação virtual, o sistema dedutivo aproxima-se da LP clássica e seu poder de dedução. Ou seja, D'Agostino e Floridi parecem forçar um controle artificial no uso da informação virtual só para poder revelar, em seguida, que a informatividade da dedução está nesse mesmo caráter virtual das suposições que eram proibidas no nível inicial.

Em segundo lugar, que a escolha da linguagem proposicional em troca da computabilidade (factibilidade) do cálculo informacional é uma limitação que não compensa a perda de poder expressivo, uma perda até maior do que foi proposto por Carnap e Bar-Hillel o que, neste sentido, representa um retrocesso.

Em terceiro lugar, a concepção de informação de D'Agostino e Floridi (assim como de todos os filósofos precedentes) dedica-se ao aspecto da Informação₁, o que faz da dedução e das sentenças analíticas, apenas acessórios linguísticos, com pouca relevância acerca do mundo e de como articulamos nossos conceitos para referi-lo.

É neste ponto que se dá a crítica filosófica à própria concepção de semântica pressuposta às teorias da informação precedentes. Há, segundo considerei ao longo do texto, três dimensões a serem referidas por nossas sentenças analíticas que nos proporcionam alguma informação. A dimensão epistêmica, que compreende a descrição dos compromissos doxásticos adotados por um agente e sua manipulação desses compromissos, em outras palavras, a possibilidade de obtermos informação ao avaliar as consequências do testemunho de um lance no jogo de dar e pedir razões. Isto foi representado pelo cálculo de informação da modelagem de banco de dados de Araújo.

A dimensão meta-epistêmica que compreende as regras constitutivas (normativas) que orientam nossas ações com o objetivo de permitir e preservar a coerência de nossos lances no jogo de dar e pedir razões. Esta é a consideração do domínio de nossas regras de inferências materiais, esta consideração é de ordem superior a da dimensão epistêmica, já que dita os parâmetros de desdobramento de um sujeito epistêmico no interior de determinado jogo. Neste sentido, a tentativa de refletir sobre a possibilidade de quantificar ganhos a partir deste domínio se constitui um esforço para produzir um resultado concreto, em termos de medição de informatividade, na comparação entre quais conjuntos de regras me proporcionam maior envergadura, portanto, possuem maior potencial de ganho epistêmico.

A dimensão ontológica que compreende as regras constitutivas do modo de elucidação das relações entre os agentes, a linguagem e o mundo. Ela emerge das relações representadas na prática de contar escores (*scorekeeping practice*) de Lewis, na modelagem de Evans e na modelagem de Araújo. Estes dois últimos, ao seguirem as diretrizes estabelecidas pelo conceito de “jogo de dar e pedir razões” de Brandom se constituem esforços na direção da elucidação desta dimensão a partir de uma fundamentação inferencial-pragmática, mas um esforço que está igualmente presente em todos os filósofos da informação semântica que tiveram suas teorias explicitadas ao longo deste estudo. Contudo, apenas a partir das considerações feitas ao longo do texto é adequado falar de um cálculo que avalie o grau de informatividade dessas modelagens. Na medida em que elas mesmas são expressões lógicas e tomam como pressuposto certas regras de projeção.

Para que fosse possível levantar de maneira satisfatória o questionamento sobre essas dimensões foi necessário uma reformulação radical no quadro referencial filosófico de onde poderia emergir uma teoria da informação semântica que tratasse de regras. Esta mudança foi motivada pelo problema do escândalo da dedução. No meu entendimento, uma filosofia que consegue cumprir a exigência de tematizar a informação no domínio da dedução é aquela elaborada por Brandom. Sua filosofia pragmática-inferencialista-expressivista nos fornece os argumentos suficientes para a formulação (através do expressivismo) de um cenário de troca de mensagens em que as inferências de autorização e compromisso (da qual a dedução é uma parte) não apenas produz e gerencia informação, como é responsável pela definição de conteúdo conceitual (i.e. significado - categoria tão cara à semântica), através da proposta de uma semântica inferencialista. Sua

filosofia também fornece o aparato conceitual para a formalização da dinâmica de uso das regras, contexto e práticas que formam o cenário no qual ocorre a troca de informação semântica, através da prática deôntica (normativa) de contar escores.

A prova da proficiência do pensamento de Brandom no campo da filosofia da informação (e, originalmente, da inteligência artificial) são os trabalhos de Evans e Araújo. O primeiro, inspirado no trabalho de McFarlane, ocupou-se em modelar as inferências de autorização a partir de uma linguagem para representar autômatos. Com este feito, ele provou ser plenamente possível formalizar uma situação de debate, as regras que orientam as inferências de autorização, as incompatibilidades materiais e a elaboração das condições de revisão dos argumentos proferidos no debate em casos de incompatibilidade. Ao passo que Araújo vai mais longe no sentido da filosofia da informação e elabora um modelo coerente com a filosofia da linguagem de Brandom para as inferências de compromisso, baseado em operações com banco de dados. No interior deste banco de dados é possível calcular o quanto determinada sentença deduzida de um conjunto de premissas produz de informação baseado exclusivamente nas operações de acomodação da sentença e nos processos de dedução necessários para se obtê-la. De modo simplificado, podemos dizer que seu cálculo de informação quantifica o trabalho (epistêmico, cognitivo, computacional, etc.) dedutivo necessário para produzir determinada sentença.

Meu ponto de partida é o ponto de chegada do estudo de Araújo. Tive por objetivo concretizar três intuições expostas ao longo das linhas do meu trabalho. A primeira é considerar a possibilidade de um cálculo para a informação proveniente das regras de inferência material, algo que foi explicitamente dito por Sellars sobre os tipos de informação ocorrentes em nossas práticas linguísticas. A segunda é formalizar e operacionalizar o papel das inferências materiais, que são a expressão das próprias regras que orientam nossas práticas linguísticas, as quais, como sugerem Sellars e Brandom, são mais bem representadas na forma de cláusulas de Horn. A terceira intuição é seguir um dos desenvolvimentos possíveis apontados por Araújo, nomeadamente, a incorporação da revisão (e contração) de crença de acordo com o paradigma AGM. Exceto que preservei sua modelagem para os compromissos e apliquei a revisão de crença apenas no conjunto das teorias que representa o ponto de partida das inferências que o banco de dados (i.e. o agente epistêmico) pode fazer e que, em meu entendimento, é o *locus* de ocorrência das

regras de inferência material, que norteiam nossas inferências (de compromisso, de autorização e de incompatibilidade), neste caso específico, nossas deduções.

Para argumentar em favor de minhas intuições, apresentei os postulados elaborados por Delgrande, Peppas, Wassermann, Pagnucco, Zhang e Zhuang para a modelagem de operações de mudança de crença usando cláusulas de Horn. Estas operações estabelecem uma situação análoga às operações propostas por Araújo, o que me permite a hipótese de que um cálculo das regras de inferência material, além de possuir um comportamento matemático semelhante ao proposto por Araújo, pode ser facilmente combinado com sua medição, permitindo diversos modos de aplicação como o cálculo de quanto um agente epistêmico ganhou ou perdeu ao ter uma de suas regras de inferência material modificadas, quanto um indivíduo adquire de informação ao longo de um debate, ou mesmo quanto de informação pode ser extraída de determinado conteúdo conceitual no decurso das operações sobre as regras que definem seu significado.

5.4 Outros desenvolvimentos futuros

É evidente que a explicação das filosofias e teorias figuradas neste estudo falha na tarefa de abranger a riqueza de consequências lógicas e filosóficas das ideias e das combinações entre as ideias investigadas. Há muitas questões, em especial, sobre Brandom e sobre modificação de crença que permaneceram em aberto. Apontarei apenas duas.

A primeira questão que permanece em aberto e representa um caminho profícuo de desenvolvimento é o esclarecimento da semântica para o vocabulário lógico e não-lógico usado por Brandom, em especial, relacionando-a com as modelagens propostas por Araújo e por mim.

Brandom faz menção ao sistema de dedução natural de Gentzen como ponto de partida de um sistema dedutivo satisfatório, em especial, à interpretação que Dummett faz das regras de introdução e eliminação dos conectivos (Cf. BRANDOM, 1998. pp.117-118; Cf. BRANDOM, 2000. pp.62-63). De acordo com o modelo de dedução natural de Gentzen, interpretado por Dummett, o conteúdo com o qual alguém está comprometido pode ser representado pelas inferências que o agente implicitamente endossa. A inferência que se origina das circunstâncias apropriadas de emprego (i.e. as circunstâncias sob as quais o conceito é corretamente aplicado

– suas condições inferenciais suficientes: as regras de introdução) e das consequências apropriadas de aplicação, proferimento ou uso (i.e. as autorizações, compromissos e incompatibilidades decorrentes do emprego do conceito - suas consequências inferencialmente necessárias: as regras de eliminação). Esta distinção se aplica especialmente no tratamento dos conectivos lógicos.

Contudo, Brandom no *Making it Explicit* atesta a carência e necessidade da explicitação destas regras:

O atual procedimento define a introdução de um conectivo apenas como o principal conectivo em uma fórmula e define como eliminar apenas ocorrências principais. No entanto, a generalidade total é garantida pelo trabalho recursivo. Deve-se observar que, de acordo com a abordagem desenvolvida aqui, as definições padrão de estilo Gentzen para conectivos lógicos ainda são possíveis para conjunção e disjunção, mas o papel expressivo de condicionais, negação e muitos outros bits de vocabulário lógico requer que eles sejam compreendidos como tendo outro tipo de regra de introdução (BRANDOM, 1998. p.668 nota 74).

Na obra *Between Saying and Doing*, Brandom chega à forma final das suas regras semânticas no que é chamado de *Incompatibility Semantics* (Cf. BRANDOM, 2008. p.123-126). O nome se origina do fato da relação de incompatibilidade, junto com a de inferência material, ser um conceito primitivo, que opera como critério definicional para determinado contexto de exercício da prática de dar e pedir razões, i.e. as propriedades pelas quais identificamos os compromissos e autorizações a estes compromissos são reconhecidos e rejeitados a cada lance (cada ato de fala) em determinada prática linguística (jogo). Note que as inferências boas que compõem as práticas são inferências materialmente corretas (tornadas explícitas pelo vocabulário lógico) (Cf. BRANDOM, 1998. p.113) e as inferências rejeitadas pertencem à relação de incompatibilidade. Neste sentido, a negação é “então explicada como desempenhando o papel expressivo de ‘explicitar incompatibilidades’.” (BRANDOM, 1994. p.498), ou seja, ela é *explicitada* na lógica, onde suas condições de uso são definidas, mas ela não é *explicada*, pois não pode ser decomposta em termos mais primitivos (Ibidem. p.112). O que a coloca como uma semântica que não utiliza o conceito de verdade, nem de interdefinibilidade da negação por alguma relação vero-funcional⁸⁴.

A segunda questão é o aprofundamento do estudo da mudança de crença no paradigma AGM. Em primeiro lugar, é patente a necessidade da construção de um

⁸⁴ A descrição completa desta semântica está presente no apêndice 1 da obra *Between Saying and Doing*. (Cf. BRANDOM, 2008. pp.141-155).

discurso filosófico mais sólido que validasse a associação entre esta área da representação do conhecimento e a filosofia da linguagem de Brandom. Em consequência disto, tendo em vista a proposta da semântica de incompatibilidade na questão acima, penso ser fundamental elaborar modelos construtivos das operações sobre conjuntos de crenças baseado na semântica de incompatibilidade. Isto parece ser uma questão profícua. Pois, pode tornar possível preservar as intuições de Carnap e Bar-Hillel sobre a informatividade das sentenças (não mais como exclusão de modelos, mas como exclusão de incompatibilidades), por causa disto, preservar boa parte de suas equações, inclusive aquela que os liga à teoria da informação de Shannon. A conclusão desta tarefa reduziria ainda mais a influência da lógica formalista e da interpretação representacionista de linguagem sobre os estudos em filosofia da informação semântica, epistemologia, lógica e inteligência artificial.

REFERÊNCIAS

- ADRIAANS, P.; VAN BENTHEM, J. Introduction: Information is what Information does. In: Adriaans, P.; van Benthem, J. (Eds.). **Handbook of Philosophy of Science**, Vol.8: Philosophy of Information. Netherlands: Elsevier B. V., 2008. p.7-32.
- ALCHOURRÓN, C. E.; GÄRDENFORS, P.; MAKINSON, D. On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions. In: **The Journal of Symbolic Logic**, Vol. 50, No. 2 New York: Association for Symbolic Logic, 1985. pp. 510-530.
- ARAÚJO, Anderson B. de. Semantic Information and Artificial Intelligence. In: MÜLLER, Vincent C. (Ed.). **Fundamental Issues of Artificial Intelligence**. Oxford: Springer, 2016. p.129-140.
- _____. **Quantitative Approach to Semantic Informativity**. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1404.3782.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.
- AUSTIN, John L. **How to do Things with Words**. Oxford: Clarendon Press, 1962.
- _____. **Quando dizer é fazer: Palavras e Ação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1990.
- BAR-HILLEL, Joshua. **Language and Information, Jerusalem and Massachusetts**: Addison-Wesley and The Jerusalem Academic Press, 1964. Chapters 15-18.
- _____.; CARNAP, Rudolph. **An outline of a theory of semantic information**. Massachusetts: MIT Press, 1952.
- BARROSO, Cícero A.C.; IMAGUIRE, Guido. **Lógica: Os jogos da Razão**. Ceará: Editora UFC, 2006.
- BAWDEN, D. Information as self-organised complexity: A unifying viewpoint. In: **Information**, 2007. Disponível em: <http://informationr.net/ir/12-4/colis/colis31.html>;. Acesso em: 21 jul. 2016.
- _____.;L. ROBINSON. **Introduction to Information Science**. London: Facet Publishing, 2012.
- BÉZIAU, Jean-Yves. Bivalence, excluded middle and non contradiction. In: **The Logica Yearbook**. Prague: L. Behounek, 2003. pp. 73-84.
- BRANDOM, Robert B. **Articulating Reasons: An Introduction to Inferencialism**. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- _____. **Between Saying and Doing: Towards an Analytic Pragmatism**. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- _____. Conceptual Content and Discursive Practice. In: **Grazer Philosophische Studien**. Leiden: Brill, 2010. Vol. 81 No. 1 pp.13-35.

_____. **Making it Explicit: Reasoning, Representing and Discursive Commitment.** Cambridge: Harvard University Press, 1998.

BREMER, Manuel E. Do Logical Truths Carry Information? In: **Minds and Machines.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. Vol.13, pp. 567-575.

BURGIN, Mark. **Theory of Information: Fundamentality, Diversity and Unification.** Singapore: World Scientific Publishing Company, 2010.

BURIDAN, John. **Summulae de Dialectica.** trad. Gyula Klima, New Haven: Yale University Press, 2001.

CARNAP, Rudolph. **Logical Foundations of Probability.** Chicago: University of Chicago Press, 1950.

_____. The Two Concepts of Probability: The Problem of Probability. In: **Philosophy and Phenomenological Research.** Vol.5 No.4, 1945. pp.513-532.

_____. **The Logical Syntax of Language.** London: Routledge, 1949.

_____. **Two essays on Entropy.** Los Angeles: University of California Press, 1977.

CARSETTI, Arturo. **Epistemic Complexity and Knowledge Construction.** Netherlands: Springer, 2013.

CHAITIN, Gregory J. **Algorithmic Information Theory** [3rded]. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

_____. **From Philosophy to Program Size, Key Ideas and Methods:** Lecture Notes on Algorithmic Information Theory. Tallinn: Institute of Cybernetics: 2003.

_____. **Information Randomness & Incompleteness:** Papers on Algorithmic Information Theory. Singapore: World Scientific Publishing Company, 1990.

_____. **The limits of Mathematics:** A Course on Information Theory and Limits of Formal Reasoning. Singapore: Springer-Verlag, 1998.

_____. **Thinking about Gödel and Turing:** Essays on complexity, 1970-2007. Singapore: World Scientific Publishing Company, 2007.

CHALMERS, A. F. **O que é a Ciência afinal?** 2^a Ed. São Paulo: Brasiliense, 1997.

CHANG, Chin-Liang; LEE, Richard Char-Tung. **Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving.** New York: Academic Press, 1973.

Cherry, C. **On Human Communication.** *Massachusetts:* M.I.T. Press, 1957.

CHURCH, A. **The Calculi of Lambda-Conversion.** London: Princeton University Press, 1941.

COOK, S. **The P Versus NP Problem.** Abril, 2000. [Manuscrito preparado para o Clay Mathematics Institute for the Millennium Prize Problems] (rev. Novembro, 2000)

Disponível em: <http://www.claymath.org/sites/default/files/pvsnp.pdf>. Acesso em 03 ago. 16.

COVER, T. M.; THOMAS, J. A. **Elements of Information Theory**. New Jersey: Wiley-Interscience, 2006.

CUMMINS, R. **Meaning and Mental Representation**. Bradford Books, 1991.

D'AGOSTINO, M.; FLORIDI, L. **The Enduring Scandal of Deduction: Is Propositional Logic Really Uninformative?** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2008.

DARWICHE, A.; PEARL, J. On the logic of iterated belief revision in: **Artificial Intelligence**. Volume 89, No.1-2, Amsterdam: Elsevier, 1997. pp.1-29.

DAVIS, M.; PUTNAM, H. A Computing Procedure for Quantification Theory. In: **Journal of the ACM**. Vol. 7, Issue 3, 1960. pp.201-215.

DELGRANDE, J.P.; PEPPAS, P. Revising Horn Theories. In: **Proceedings of the Twenty-Second International Joint Conference on Artificial Intelligence**. Barcelona: AAAI Press, 2011. pp.839-844.

_____. Belief revision in Horn theories. In: **Artificial Intelligence**. No.218, Amsterdam: Elsevier, 2014. pp.1-22.

_____.; WASSERMANN, R. Horn Clause Contraction Functions. In: **Journal of Artificial Intelligence Research**. No.48, California: AI Access Foundation, 2013. pp.475-511.

DENNETT, D. **Brainstorms**. Massachusetts: MIT Press, 1978.

DOUSA, T. M.; IBEKWE-SANJUAN, F. **Studies in History and Philosophy of Science: Theories of Information, Communication and Knowledge: A Multidisciplinary Approach**. New York: Springer, 2014.

DRETSKE, F. **Knowledge and the Flow of Information**, Stanford: CSLI Publications, 1999.

DUMMETT, M. **Frege: Philosophy of Language**. New York: Harper & Row, 1973.

ENDERTON, H. B. **A Mathematical Introduction to Logic**. Los Angeles: Harcourt Academic Press, 2001.

EVANS, R. P. Computer Models of Constitutive Social Practice. In: MÜLLER, V. C. (Ed.) **Fundamental Issues of Artificial Intelligence**. Oxford: Springer, 2016. [Cap. 23] pp.391-411.

FLORIDI, L. **The Philosophy of Information**. Oxford: Oxford University Press, 2011.

_____.; ILLARI, Phyllis. (Eds.) **The Philosophy of Information Quality**. New York: Springer, 2014.

FREGE, G. **Os Primeiros Escritos Lógicos de Gottlob Frege**. Trad. Paulo Alcoforado; Alessandro Duarte; Guilherme Wyllie. São Paulo: Instituto Brasileiro de Filosofia e Ciência Raimundo Lúlio "Ramon Llull", 2012.

_____. **Lógica e Filosofia da Linguagem**. Trad. Paulo Alcoforado. São Paulo: Edusp, 2002.

_____.; PIERCE, C. S. **Escritos Coligidos, Sobre a justificação científica de uma Conceitografia e Os Fundamentos da Aritmética**. [Col. Os Pensadores] Trad.Org. Luís H. L. dos Santos. [1884]. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

_____. **Posthumous Writings**. Oxford: Blackwell, 1979.

GABBAY, D.; GUENTNER, F. (eds.) **Handbook of Philosophical Logic Vol. I: Elements of Classical Logic**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Co., 1983.

GÄRDENFORS, P. **Knowledge in Flux: Modeling the Dynamics of Epistemic States**. Massachusetts: MIT Press, 1988.

HEMPEL, C. G. On Nature of Mathematical Truth. In: **American Mathematical Monthly**. Washington: Mathematical Association of America, 1945. Vol. 52, pp.543-556.

HILBERT, D., ACKERMANN, W. **Grundzüge der Theoretischen Logik**. Berlin: Springer, 1928.

HINTIKKA, J. On Semantic Information. In: HINTIKKA, J.; SUPPES, P. **Information and Inference**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1970a. pp.3-27.

_____. Surface Information and Depth Information. In: HINTIKKA, J.; SUPPES, P. **Information and Inference**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1970a. pp.263-297.

HINTIKKA, J. Information, Deduction, and the A Priori. In: **Noûs**, Vol. 4, No. 2. New Jersey: Wiley, 1970b. pp. 135-152.

_____.; HINTIKKA, M. B. **The Logic of Epistemology and the Epistemology of Logic: Selected Essays**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989.

HUHNS, M. N; SINGH, M. P. Cognitive Agents. in: **IEEE Internet Computing**, 1998. pp.87-89.

HUME, D. **Tratado da Natureza Humana** [1711-1776]. São Paulo: UNESP, 2009.

HUNTER, G. **Metalogic: An Introduction to the Metatheory of Standard First Order Logic**. Berkley: University of California Press, 1973.

JACQUETTE, D. (Ed.) **Philosophy of Logic**. North-Holland: Elsevier, 2001.

JOINET, J.-B. Proofs, Reasoning and the Metamorphosis of Logic. In: PEREIRA, L.C.; HAUSLER, D. H.; PAIVA, V. de; **Advances in Natural Deduction: A Celebration of Dag Prawitz's Work**, 2014. pp.51-61.

JUHL, C.; LOOMIS, E. **Analiticity**. New York: Routledge, 2010.

KAISER, Ł. **Logic and Games on Automatic Structures: Playing with Quantifiers and Decompositions**. New York: Springer, 2011.

KENNEDY, J. (ed.). **Interpreting Gödel: Critical Essays**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

KOMOLGOROV, A. N. Logical Basis for Information Theory and Probability Theory. In: **IEEE Transactions on Information Theory**. Vol.14, No.5, New Jersey: IEEE Information Theory Society, 1968. pp. 662-664.

_____. Three approaches to the quantitative definition of information. In: **International Journal of Computer Mathematics**. Vol. 2, Philadelphia: Gordon and Breach Science Publishers, 1968, pp. 157-168.

LAMBALGEN, M. van. Algorithmic Information Theory. In: **The Journal of Symbolic Logic**, Vol. 54, No. 4, pp. 1389-1400.

LEWIS, D. Probabilities of Conditionals and Conditional Probabilities II, In: **Philosophical Review**, 1986. No.95. pp. 581–589.

_____. Scorekeeping in a Language Game. In: **Journal of Philosophical Logic** [1979] Vol. 8, No.3, Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2004. pp.339-359.

LI, M.; VITÁNY, P. **An Introduction to Komolgorov Complexity and its Applications**. New York: Springer, 2008.

MASLIN, K. T. **Introdução à Filosofia da Mente**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

MORTARI, C. **Introdução à Lógica**. São Paulo: Unesp, 2001.

PEPPAS, P. Belief revision. In: VAN HARMELEN, F.; VLADIMIR, L.; PORTER, B. **Handbook of Knowledge Representation**, Netherlands: Elsevier, 2008. pp.317–359.

PEREIRA, L. C.; HAEUSLER, E. H.; PAIVA, V. de. (Eds.) **Advances in Natural Deduction: A Celebration of Drag Prawitz's Work**. Dordrecht: Springer, 2014.

POLLOCK, J. **Language and Thought**. New Jersey: Princeton University Press, 1983.

QUINE, W. V.O. Dois dogmas do empirismo. In: **De um ponto de vista lógico**. São Paulo: Unesp, 2010.

RANTALA, V. *Constituents*. In: **Jaakko Hintikka**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1987. pp. 43-76.

_____.; TSELISHCHEV, V. Surface Information and Analyticity. In: **Jaakko Hintikka**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1987. pp. 77-90.

RUZSA, I. **Introduction to Metalogic with an Appendix on Type-Theoretical Extensional and Intensional Logic**. Budapest: Áron Publishers, 1997.

RYLE, G. **The Concept of Mind**. New York: Barnes and Noble, 1949

SAGÜILLO, J. M. Hintikka on Information and Deduction. In: **Teorema**. Vol. XXXIII/2, Oviedo: Universidad de Oviedo, 2014. pp. 75-88.

SELLARS, W. Inference and Meaning. In: **Mind**. Oxford: Oxford University Press, 1953. Vol. 62, No. 247. pp. 313-338.

_____. Some Reflections on Language Games. In: **Philosophy of Science**. Vol. 21, No. 3. Chicago: University of Chicago Press, 1954. pp. 204-228.

SEQUOIAH-GRAYSON, S. Information Flow and Impossible Situations. In: **Logique et Analyse**, 2006. Vol. 196, pp. 371-398.

_____. The scandal of deduction: Hintikka on the information yield of deductive inferences. In: **Journal of Philosophical Logic**. New York: Springer, 2008. Vol. 37, No. 1, pp. 67-94.

SELMAN, B.; KAUTZ, H. Knowledge Compilation Using Horn Approximations. In: **Proceedings of the Ninth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-91)**. California: Anaheim, 1991.

SHANNON, C. E. in: **Collected Papers**. Sloane, N. J. A.; Wyner, A. D. (eds.) New York: IEEE Press, 1993.

SOMMARUGA, G. (ed.) **Formal Theories of Information: From Shannon to Semantic Information Theory and General Concepts of Information**. Berlin: Springer, 2009.

SOUZA, J. N. de. **Lógica para Ciência da Computação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

STEKELER-WAITHOFER, P. (Ed.) **The Pragmatics of Making it Explicit**. Amsterdam: John Benjamins Pub. Co., 2008.

STONIER, T. **Beyond information: The natural history of intelligence**. Berlin: Springer, 1992.

_____. **Information and meaning: An evolutionary perspective**. Berlin: Springer, 1997.

_____. **Information and the internal structure of the universe**. Berlin: Springer, 1990.

VON FINTEL, K. Subjunctive Conditionals. In: RUSSELL, G.; GRAFF, D. (eds.). **Routledge Companion to Philosophy of Language**. New York: Routledge, 2012. pp. 466-477.

WEISS, B.; WANDERER, J. (Eds.) **Reading Brandom: on Making it Explicit**. London: Routledge, 2010.

WITTGENSTEIN, L. **Philosophical Investigations** [1953] (4th ed.). Oxford: Blackwell, 2009.

_____. **Tratado Lógico Filosófico** [1961] (edição bilíngue). São Paulo: Edusp, 2010.

ZHUANG, Z. PAGNUCCO, M. Two Methods for Constructing Horn Contractions. In: JIUYONG, L. (Ed.) **AI 2010: Advances in Artificial Intelligence**. Heidelberg: Springer, 2010. pp.72-81.

ZHUANG, Z. PAGNUCCO, M. ZHANG, Y. Inter-Definability of Horn Contraction and Horn Revision. In: **Journal of Philosophical Logic**. Volume 46, No. 3, Netherlands: Springer, 2017. pp 299–332.