Editora UFPel

Problemas Filosóficos

Uma Introdução à Filosofia

Rodrigo Cid
Luiz Helvécio Marques Segundo
(Organizadores)

DISSERTATIO
FILOSOFIA

PROBLEMAS FILOSÓFICOS
UMA INTRODUÇÃO À FILOSOFIA

Série Dissertatio Filosofia

PROBLEMAS FILOSÓFICOS
UMA INTRODUÇÃO À FILOSOFIA

Rodrigo Cid
Luiz Helvécio Marques Segundo
(Organizadores)

DISSERTATIO
FILOSOFIA
Pelotas, 2020

NEPFIL online

Série Dissertatio Filosofia

A Série Dissertatio Filosofia, uma iniciativa do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Filosofia (sob o selo editorial NEPFIL online) em parceira com a Editora da Universidade Federal de Pelotas, tem por objetivo precípuo a publicação de estudos filosóficos relevantes que possam contribuir para o desenvolvimento da Filosofia no Brasil nas mais diversas áreas de investigação. Todo o acervo é disponibilizado para download gratuitamente. Conheça alguns de nossos mais recentes lançamentos.

Estudos Sobre Tomás de Aquino
Luis Alberto De Boni

Do Romantismo a Nietzsche: Rupturas e Transformações na Filosofia do Século IXI
Clademir Luís Araldi

Didática e o Ensino de Filosofia
Tatielle Souza da Silva

Michel Foucault: As Palavras e as Coisas
Kelin Valeirão e Sônia Schio (Orgs.)

Sobre Normatividade e Racionalidade Prática
Juliano do Carmo e João Hobuss (Orgs.)

A Companion to Naturalism
Juliano do Carmo (Organizador)

Ciência Empírica e Justificação
Rejane Xavier

A Filosofia Política na Idade Média
Sérgio Ricardo Strefling

Pensamento e Objeto: A Conexão entre Linguagem e Realidade
Breno Hax

Agência, Deliberação e Motivação
Evandro Barbosa e João Hobuss (Organizadores)

Acesse o acervo completo em:
wp.ufpel.edu.br/nepfil

Universidade Federal de Pelotas
Departamento de Filosofia
Núcleo de Ensino e Pesquisa em Filosofia
Editora da Universidade Federal de Pelotas

NEPFil online
Rua Alberto Rosa, 154 – CEP 96010-770 – Pelotas/RS

Primeira publicação em 2020 por NEPFil online e Editora da UFPel.

Dados Internacionais de Catalogação

N123 Problemas filosóficos: uma introdução à filosofia.
[recurso eletrônico] Organizadores: Rodrigo Cid; Luiz Helvécio Marques Segundo – Pelotas: NEPFIL Online, 2020.

649p. - (Série Dissertatio Filosofia).

Modo de acesso: Internet
<wp.ufpel.edu.br/nepfil>
ISBN: 978-65-86440-43-0

1. Filosofia. 2. Problemas Filosóficos. I. Segundo, Luiz Helvécio Marques. II. Cid, Rodrigo.

COD 100

ABEC BRASIL
Associação Brasileira de Editores Científicos

Para maiores informações, por favor visite nosso site wp.ufpel.edu.br/nepfil

SUMÁRIO

ORGANIZADORES

Luiz Helvécio Marques Segundo: Doutor em filosofia pelo PPG-Fil/UFSC. Atualmente é pesquisador vinculado à Associação Brasileira de Filosofia da Religião (ABFR). Tem atuado na interseção entre epistemologia, filosofia da religião e filosofia da ciência, investigando questões relativas ao debate entre ciência e religião, com particular ênfase à teoria da evolução biológica. Interessa-se também por abordagens evolutivas à moralidade e à cultura. Foi professor no Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Ouro Preto entre 2016 e 2019.

Rodrigo Reis Lastra Cid: Professor Adjunto de Filosofia na Universidade Federal do Amapá. Editor Chefe do periódico Investigação Filosófica. Residência Pós-Doutoral em Filosofia realizada na Universidade Federal de Minas Gerais. Doutor e Mestre em Lógica e Metafísica (Filosofia) pelo Programa de Pós-Graduação em Lógica e Metafísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com período sanduíche na Université Catholique de Louvain. Bacharel em Filosofia pela Universidade Federal em Ouro Preto. Ex-Professor de Filosofia na Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Instituto Federal de Minas Gerais e na Faculdade Dom Luciano Mendes. Pesquisador na área da Metafísica. Membro do GT de Metafísica Analítica da ANPOF, líder do Grupo de Pesquisa Investigação Filosófica (DGP/CNPq) e membro da Society for the Metaphysics of Science.

AUTORES

André Luiz Alves Pereira: Professor de História na SME de Florianópolis. Graduado em História pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestre em História pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atua nas áreas: História Social do Brasil Monárquico e História Social do Brasil Republicano, com ênfase nas relações entre História e Literatura. Investiga paralelamente questões sobre Filosofia das Ciências Sociais e sobre o valor cognitivo da literatura.

Bruno Aislã Gonçalves dos Santos: graduado em Filosofia (Bacharelado e

Licenciatura) pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), é Mestre e Doutor em Ética e Filosofia Política pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e fez estágio de doutoramento na University of St. Andrews (Escócia) sob a orientação de Tim Mulgan. Estuda o utilitarismo clássico e contemporâneo voltado as discussões sobre a justiça distributiva e justiça global. Tem experiência na área de Filosofia, com ênfase em Ética e Filosofia Política. Atua principalmente nas seguintes áreas: Ética, Filosofia Política, Filosofia do Direito, Filosofia da Linguagem e Filosofia da Educação.

Delvair Custodio Moreira: Professor adjunto na Universidade Federal do Maranhão. Doutor em Lógica e Epistemologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (2017); mestre em Lógica e Epistemologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (2013); e bacharel em Filosofia pela Universidade Federal de Ouro Preto (2010). Tem experiência na área de filosofia com ênfase em epistemologia e epistemologia social. Seus principais temas de interesse são: epistemologia do testemunho, conhecimento coletivo e epistemologia da religião.

Diana Taschetto: Doutoranda em Filosofia da Física pela Universidade de São Paulo (USP); mestre em Filosofia pela Universidade de São Paulo (USP), graduanda em Física bacharelado pela Universidade de São Paulo (USP), graduada em Filosofia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Tem experiência em filosofia da física, filosofia da ciência e epistemologia, tendo investigado, enquanto graduanda, questões relacionadas ao falseacionismo (Popper), ao anarquismo epistemológico (Feyerabend) e à metodologia dos programas de pesquisa científicos (Lakatos). Investigou a estratégia de justificação coerentista na epistemologia moral de John Rawls, suas raízes científicas e sua relação com a filosofia de Quine em seu último ano na graduação da UNISINOS. Enquanto aluna de mestrado em Filosofia da Física, na Universidade de São Paulo investigou controvérsias filosóficas nos fundamentos da teoria das cordas. Atualmente investiga observáveis em física quântica.

Ederson Safra Melo: Professor no Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Maranhão. Fez graduação em Filosofia pela Universidade Estadual de Londrina (2009); concluiu o mestrado (2012 com bolsa CNPq) e o doutorado (2017, com bolsa CAPES) na área de Lógica e Epistemologia pelo Programa de

Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina. Durante o doutorado foi pesquisador visitante na Brown University, EUA, (2015 - 2016, com bolsa CAPES/PDSE). Tem experiência nas áreas Filosofia da Lógica, Lógica, Epistemologia e Filosofia da Linguagem. Atua principalmente nos seguintes temas: Paradoxos Semânticos, Dialeteísmo, Teorias da Negação e Teorias da Verdade. É líder do Grupo em Filosofia da Lógica e da Linguagem (GFILL/CNPq) e membro do Grupo de Estudos em Lógica e Filosofia Formal (GELF/CNPq), atuando como coordenador de pesquisa em Filosofia da Lógica. É coordenador do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da UFMA.

Everton Miguel Puhl Maciel: professor de Filosofia Universidade Federal do Amapá, bacharel em Filosofia pela Universidade Federal de Pelotas, mestrado pela mesma instituição na linha de pesquisa Ética e Filosofia Política; doutor em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, com estágio doutoral em Birkbeck, Universidade de Londres.

Marcio Kléos Freire Pereira: Professor no Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Maranhão, professor permanente no PROF-FILO (Mestrado Profissional em Filosofia – núcleo UFMA) e no PPGFIL/UFMA (Mestrado Acadêmico em Filosofia). Também é líder do GELF/UFMA (Grupo de Estudos em Lógica e Filosofia Formal) e pesquisador do GFILL/UFMA (Grupo em Filosofia da Lógica e da Linguagem). Concluiu bacharelado (1993), licenciatura (1995) e mestrado (1996) em Filosofia pela Universidade Federal da Paraíba, e doutorado (2015) em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência nas áreas de Lógica e Epistemologia, atuando principalmente nos seguintes temas: lógicas modais (lógica do anúncio público, lógica epistêmica dinâmica), filosofia analítica (atitudes proposicionais, teoria do conhecimento), teoria da argumentação (lógica informal) e sua relação com o ensino de Filosofia.

Ramiro de Ávila Peres: Analista do Banco Central. Graduação em direito, mestrado e doutorado em filosofia pela Universidade federal do Rio Grande do Sul. Área: Filosofia, Política e Economia; Ética e Finanças.

Rafael Martins: Doutorando na University of Kansas, onde é também professor assistente. Suas pesquisas concentram-se nas áreas da filosofia política, ética normativa, metaética, filosofia do direito, razão prática e história do pensamento econômico.

Rodrigo Figueiredo: Possui graduação em filosofia pela Universidade Federal de Ouro Preto (2009), mestrado em Lógica e Metafísica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2012) e doutorado em Lógica e Metafísica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017). Atualmente é professor da Faculdade Dom Luciano Mendes. Atua principalmente nos seguintes temas: propriedades, universais, compromisso ontológico, particulares e necessidade. Foi Bolsista da CAPES no Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE).

Sagid Salles: Graduado (licenciatura e bacharelado) em filosofia pela Universidade Federal de Ouro Preto. Mestre pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo Programa de Pós-Graduação Lógica e Metafísica (PPGLM). Doutorado com louvor também pelo PPGLM, com período de sanduíche realizado na Universidade de Miami.

Samuel Bellini-Leite: Doutorado em Filosofia - Lógica, Ciência, Mente e Linguagem - na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestrado em Filosofia - Filosofia da Mente, Ciência Cognitiva e Semiótica - pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Graduado em Psicologia pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Se concentra nas áreas de Psicologia Cognitiva, Filosofia da Psicologia, Psicologia da Educação, Filosofia da Mente e Ciência Cognitiva Teórica. Atualmente leciona na Universidade do Estado de Minas Gerais.

Sérgio Farias de Souza Filho: Pesquisador de Pós-Doutorado da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Doutorado em Filosofia, King's College London. Mestrado em Filosofia pelo Programa de Pós-Graduação Lógica e Metafísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Graduação em Filosofia pela Universidade Federal de Pernambuco. Áreas: Filosofia da Mente, Filosofia da Linguagem, Metafísica e Filosofia da Biologia.

Thales Borrely dos Santos: Bacharel em física pelo Instituto de Física da

Universidade de São Paulo (IFUSP). Foi aluno de iniciação científica do laboratório de cristais iônicos, filmes finos e datação do IFUSP. Nesse período foi bolsista do CNPq com quatro projetos distintos, todos na área de filmes finos de óxidos produzidos por deposição assistida por feixe de íons. Entre 2014 e 2017 fez mestrado acadêmico nesse mesmo laboratório. Ainda em 2017 ingressou no programa de doutorado onde desenvolve o projeto "Células fotovoltaicas baseadas em pontos quânticos de submonocamada de InAs" sob orientação do professor Dr. Alain André Quivy.

Tiago Luís Teixeira de Oliveira: Professor do departamento de filosofia do Colégio Pedro II. Doutor em filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais com estágio pós-doutoral na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Áreas: Epistemologia, Filosofia da Ciência e Ensino de Filosofia.

1

Lógica

Éderson Safra Melo
Marcio Kléos Freire Pereira

1. Introdução: lógica e inferência

A palavra 'lógica" admite várias acepções no português. Podemos nos deparar com expressões como "a lógica do mercado de ações", "a lógica da vida", dentre outras, com acepções como *o funcionamento* ou *o sentido de algo*. Todavia, a palavra "lógica" serve também para se referir à disciplina Lógica, que teve sua origem na Antiguidade, com os trabalhos de Aristóteles, e tem se desenvolvido e se prestado a aplicações em diversas áreas. Aristóteles levou o crédito de ser conhecido como "o pai da Lógica", por ser considerado o primeiro a estabelecer um sistema de lógica, conhecido como *teoria do silogismo*. Embora tenha existido inicialmente uma tradição paralela independente de Aristóteles (a lógica estoica), por razões históricas, a Lógica se resumiu basicamente à lógica aristotélica até meados do século XIX, quando foi revolucionada pelos trabalhos de George Boole (1815-1864) e Gottlob Frege (1848-1925). A publicação da obra *Conceitografia* (1879), de Frege, representa um marco na história dessa disciplina, fazendo com que passasse a ser qualificada como *simbólica* ou *matemática*, devido ao uso de notações simbólicas similares às da Matemática, além de novas aplicações voltadas para esta ciência. Desde o século XX, a Lógica tem permitido diversas aplicações e desenvolvimentos em numerosas áreas, tanto dentro da Filosofia como em algumas ciências – por exemplo, na Linguística, na Ciência da Computação, na Inteligência Artificial, entre outras.[1]

[1]Para história da Lógica, veja KNEALE & KNEALE, 1980.

Aqui não trataremos dessas aplicações e nos restringiremos à análise de argumentos, considerada, às vezes, como a aplicação *canônica* da Lógica (cf. PRIEST, 2014). Nessa acepção, a Lógica explora os mecanismos ou métodos de inferências que podem ser utilizados para análise de argumentos. Nessa perspectiva, podemos adotar a seguinte noção de Lógica: "LÓGICA é a ciência que estuda princípios e métodos de inferência, tendo o objetivo principal de determinar em que condições certas coisas se seguem (são consequências), ou não, de outras" (MORTARI, 2016, p. 14).

Como ponto de partida, tomamos a Lógica (com a inicial maiúscula para denotar a disciplina intelectual) como um conjunto de lógicas (com a inicial minúscula) que constituem teorias de inferências. Mas o que é uma inferência?

Para ilustrar o conceito de inferência, vejamos rapidamente uma anedota. Três lógicos entram em um bar e o garçom pergunta: *todostrês* vão tomar cerveja? Suponha que nenhum dos lógicos sabe das intenções dos demais. O primeiro lógico diz que não sabe se os três pretendem beber cerveja. Depois, o segundo lógico também diz que não sabe a resposta. Por fim, o terceiro lógico convictamente diz: sim, nós *todos* iremos tomar cerveja. A questão que se coloca é: por que o terceiro lógico tem a resposta para a pergunta do garçom e os demais não? A resposta é que, no contexto da anedota, o terceiro lógico pode inferir a informação que responde à pergunta a partir das respostas dos outros dos lógicos – i.e., foi possível extrair a informação que serviu como resposta para o garçom. Mas como isso foi possível? (O leitor pode pensar um pouquinho para tentar descobrir como isso se deu antes de ler o próximo parágrafo).

A pista para saber como o terceiro lógico pôde responder à pergunta de maneira convicta está na expressão "todos três" contida na pergunta do garçom ("*todostrês* vão tomar cerveja?"). Se o primeiro lógico que respondeu à pergunta não pretendesse tomar cerveja, a resposta dele seria "não", deixando claro que nem todos iriam tomar cerveja (já que ele mesmo não iria tomar cerveja). Como ele pretendia tomar cerveja, mas não pode falar sobre as pretensões de seus colegas lógicos, apenas diz: "eu não sei". O mesmo raciocínio vale para o segundo lógico que respondeu da mesma maneira, com a diferença de que o segundo lógico já havia concluído que o primeiro também iria tomar cerveja. Como o segundo lógico ainda não tinha a resposta do terceiro lógico, ele apenas respondeu dizendo que não sabia. Agora, sabendo das informações contidas nas respostas dos dois primeiros, o terceiro lógico teve condições de inferir que os dois iriam tomar cerveja, já que os dois primeiros responderam que não sabiam se todos os três iriam tomar cerveja. Com base nessas informações e sabendo que ele próprio irá tomar cerveja, ele conseguiu *inferir* que todos os três lógicos irão tomar cerveja.[2]

O processo de extrair informações a partir de outras é o que entendemos por processo de inferência. Assim, podemos inferir ou extrair consequências daquilo de que dispomos como informação (algo em que acreditamos ou que estamos supondo ser verdadeiro). Na anedota acima, com base nas informações disponíveis, o terceiro lógico conseguiu obter como consequência algo que ele não sabia antes (i.e, que todos três iriam tomar cerveja). De modo geral, a Lógica estuda princípios de inferências que autorizam ou não certas informações serem consequências de outras. Grosso modo, a Lógica diz respeito à relação de consequência estabelecida nas diferentes lógicas (como na lógica clássica, por exemplo).

A presente exposição não pretende desempenhar o papel de um curso básico de Lógica que instrumentaliza o leitor com todos os conceitos, técnicas e métodos fundamentais daquela disciplina. Há alguns manuais introdutórios que cumprem muito bem esse papel. Indicaremos alguns desses manuais ao longo do texto. Aqui, pretendemos apenas oferecer uma visão bastante geral sobre a Lógica e como ela é entendida em sua aplicação canônica, a análise de argumentos. Para tanto, na próxima seção, trataremos de argumentos bons e ruins do ponto de vista lógico. Depois, na seção 3, faremos uma apresentação sucinta de uma lógica muito simples: o Cálculo Proposicional Clássico (CPC). Especificamente, apresentaremos uma linguagem para o CPC (na subseção 3.1), depois veremos sua parte semântica (subseção 3.2) e, por fim, apresentaremos sua contraparte sintática (na subseção 3.3). Encerraremos na seção 4, fazendo algumas considerações breves sobre a relação entre as contrapartes sintática e semântica do CPC, bem como mencionando algumas lógicas não clássicas e alguns problemas filosóficos que surgem na Lógica.

---

[2]A anedota acima pode ser encontrada no documentário sobre Lógica produzido pela BBC intitulado *The Joy of Logic*. O documentário com legendas em português pode ser encontrado através do seguinte link:https://www.youtube.com/watch?v=dr1PO-AOeFY.

2. Argumentos
2.1. O que é um argumento?

Saber argumentar bem é uma habilidade importante em numerosas atividades cotidianas, desde aquelas mais informais – por exemplo, tentar convencer um amigo acerca de determinada informação – até contextos mais sérios e de grande impacto social – por exemplo, quando um cientista precisa convencer seus pares acerca de algum resultado, ou quando um parlamentar precisa justificar um projeto de lei. Embora o convencimento possa eventualmente depender também de elementos subjetivos – por exemplo, a eloquência ou o carisma pessoal do argumentador, ou, ainda, as vantagens e desvantagens pessoais em se concordar com sua argumentação –, trataremos aqui apenas do convencimento estritamente racional, deixando os demais fatores para outros campos de estudo (como a Retórica).

Na Filosofia, a argumentação é fundamental, visto que somos cobrados acerca das razões para se aceitar as teses que sustentamos. Frequentemente, precisamos também argumentar contra as teses que criticamos ou não achamos razoáveis por algum motivo. Como poderíamos trabalhar com qualquer problema filosófico sem recorrer a argumentos? Poderíamos fundamentar, por exemplo, alguma tese sobre a confiabilidade das teorias científicas ou sobre direitos humanos fundamentais com base em evidências observáveis? Não podemos decidir sobre a maioria das questões filosóficas a partir de dados empíricos; restando-nos, assim, recorrer à argumentação. Em síntese, na Filosofia se trabalha prioritariamente com argumentos e o sucesso de um trabalho filosófico depende necessariamente de se lidar bem com construções argumentativas. Bom, mas o que é um argumento?

> Um ***argumento*** é um conjunto de sentenças no qual uma dessas sentenças (a *conclusão*) se distingue das demais (as *premissas*) por ser consequência delas. Dizendo de outra maneira, as premissas são evidências que garantiriam a conclusão.

A conclusão é a sentença que deve ser estabelecida ou sustentada pelo argumento. Podemos ter argumentos com apenas uma premissa até argumentos com um número muito grande, porém sempre finito, de premissas. Ao caracterizar argumentos como um conjunto de sentenças, é importante destacar que não podemos ter o caso em que o referido conjunto de sentenças seja vazio, nem o caso em que o conjunto de sentenças seja infinito.[3] No primeiro caso, não haveria nada para estabelecer algo (nenhuma premissa), nem nada a ser estabelecido (nenhuma conclusão) e, portanto, não teríamos um argumento. No segundo caso, sempre haveria razões adicionais sem que a conclusão pudesse ser estabelecida e, assim, nunca terminaríamos o argumento.

Feita essa breve caracterização, vamos conferir alguns exemplos de argumentos. Para facilitar a explicação de nossos exemplos, indicaremos a conclusão pela letra maiúscula em negrito '**C**' e as premissas pelas letras maiúsculas em negrito '$\mathbf{P_1}$, $\mathbf{P_2}$, ...', com índices, respectivamente, para enumerar a premissa 1, premissa 2, etc.

Consideremos, então, o seguinte conjunto de afirmações:

$\mathbf{P_1}$**:** Se Deus é perfeito, então não está sujeito a carência alguma.

$\mathbf{P_2}$**:** Deus é perfeito.

C: Logo, Deus não está sujeito a carência alguma.

De acordo com a definição dada acima, temos um argumento. Há um conjunto de afirmações ($\mathbf{P_1}$, $\mathbf{P_2}$, **C**), em que $\mathbf{P_1}$ e $\mathbf{P_2}$têm o papel de sustentar a afirmação **C**.

Podemos extrair mais de uma conclusão nesse argumento, além da afirmação **C**? Estritamente, pensando apenas neste conjunto de afirmações, temos apenas a conclusão enunciada em **C**. No geral, dizemos que um argumento tem apenas uma conclusão, de modo que se há mais de uma conclusão, há mais de um argumento. Na prática, entretanto, é muito comum encadearmos argumentos, tirando conclusões intermediárias a fim de chegar na conclusão

[3]Na filosofia da lógica há uma discussão sobre qual entidade é um portador de verdade por excelência, em que se discute qual entidade (sentenças, proposições, enunciados) veicula ou porta primariamente a verdade. Neste texto não discutiremos a questão dos portadores de verdade e também não faremos um uso técnico dos termos 'sentenças', 'afirmações', 'proposições' e 'enunciados', tomando tais termos como intercambiáveis. Para uma discussão sobre portadores de verdade, ver HAACK, 2002, cap. 6.

desejada. Podemos usar a conclusão de um determinado argumento como premissa de outro argumento. Considere, por exemplo, o seguinte argumento:

P_1: O engano depende de alguma carência.

P_2: Deus não está sujeito a carência alguma.

C: Logo, Deus não é enganador.

Note que a conclusão **C** do primeiro argumento está sendo usada como a premissa **P_2** do segundo argumento. Ser premissa ou conclusão depende do papel que as informações desempenham nos argumentos.

Considerando a maneira como os argumentos foram organizados acima, fica fácil identificar o que é premissa e o que é conclusão. Todavia, na prática – nos livros de Filosofia, por exemplo – os argumentos não aparecem organizados esquematicamente com premissas e depois conclusão, e muito menos com símbolos (como **C**, **P_1**, **P_2**, ...). Por exemplo, o último argumento acima é um esquema simplificado de um argumento famoso, apresentado por René Descartes (1973, p. 120) na sua *Meditação Terceira* que adaptamos livremente para ilustrar essa flexibilidade na disposição de premissas e conclusão:

> Deus [...] que possui todas as altas perfeições de que o nosso espírito pode ter alguma ideia, sem, no entanto, compreendê-las, que não está sujeito a carência alguma e que nada tem de todas as coisas que assinalam alguma imperfeição. Daí é bastante evidente que ele não pode ser enganador, posto que é manifesto pela luz natural que o engano depende de alguma carência.

Diferente do arranjo esquemático que fizemos com os argumentos apresentados anteriormente, note que, na apresentação de Descartes, a conclusão não aparece depois das premissas. No trecho citado, a conclusão aparece no meio do argumento, e não no final. A conclusão poderia aparecer também no começo do argumento, antes de todas as premissas. De fato, a ordem das afirmações não é determinante para a classificação do que é premissa ou conclusão nos argumentos. Na prática, as premissas e conclusões podem aparecer em qualquer posição do argumento. Isso pode dificultar um pouco o nosso trabalho de identificar o que é premissa e o que é conclusão de um dado argumento.

Felizmente, há alguns indicadores que podem ajudar a determinar as expressões que desempenham o papel de premissa ou de conclusão. Por exemplo, no argumento de Descartes apresentado acima, temos expressões que indicam premissas e conclusões. Especificamente, o trecho "daí, é bastante evidente que" indica que a afirmação logo após o mesmo é a conclusão do argumento. Depois dessa conclusão, aparece a expressão "posto que", prenunciando uma razão ou justificativa para sustentar a conclusão. Essas expressões são chamadas de marcadores ou indicadores de premissas ou conclusão. Nos quadros abaixo, há alguns exemplos de indicadores de premissas e de indicadores de conclusão.

Indicadores de premissa: pois, posto que, porque, já que, uma vez que, ora, desde que, em virtude de, sabemos que, a razão é que, etc.

Indicadores de conclusão: logo, portanto, consequentemente, segue-se que, por conseguinte, assim, então, por isso, de onde resulta que, temos que, etc.

Esses indicadores funcionam como uma espécie de guia no sentido de que nos ajudam a determinar o que é premissa e o que é conclusão dos argumentos. Porém, nem todos os argumentos exibem tais indicadores. Alguns argumentos contêm apenas indicadores de premissas, outros apenas indicadores de conclusão, e ainda há argumentos sem quaisquer indicadores explícitos. Contudo, mesmo sem indicadores, um argumento minimamente bem construído deve permitir a identificação do que é premissa e do que é conclusão recorrendo-se ao contexto do argumento (por exemplo, o autor de um texto pode ter deixado claro na introdução o que estaria assumindo ou o que pretende estabelecer em alguma parte do texto).

2.2. Validade e correção de argumentos

Como vimos, em um contexto lógico, um argumento tem a finalidade de estabelecer uma conclusão, sustentada através de suas premissas. Por vezes, um argumento pode ter premissas implícitas e até redundantes (premissas contendo informações repetidas com outras palavras). Se alguma de suas premissas não for aceita, o argumento pode não atingir sua finalidade – caso as demais premissas não garantam juntas a conclusão desejada. Além disso, é possível tentar fornecer razões para as premissas de um argumento recorrendo a um novo argumento (lembre das cadeias de argumentos mencionadas anteriormente).

Todavia, mesmo com premissas verdadeiras e aceitas pelo nosso interlocutor, há ainda a possibilidade de um argumento não ter êxito em sustentar a sua conclusão. A passagem das premissas para a conclusão pode não funcionar se a conclusão não for uma consequência das premissas.

Além disso, nem todos os argumentos sustentam sua conclusão com a mesma força. Na Lógica, consideramos como paradigmáticos os argumentos classificados como *válidos*. Para tornar clara a noção de validade, consideremos o seguinte argumento:

P_1: Ou João está na universidade, ou está em casa.

P_2: João não está em casa.

C: Por conseguinte, João está na universidade.

Podemos dizer que a conclusão está justificada pelas premissas? Aparentemente, sim. Note que não precisamos ter conhecimento sobre o contexto do argumento (não precisamos saber quem é João e nem em qual universidade ele estuda) para sabermos que a conclusão é uma consequência inevitável das premissas. Mesmo não sabendo nada a respeito de João, dizemos que se for verdade que ou ele está na universidade ou ele está em casa, e que, além disso, se for verdade que ele não está em casa, somos levados a concluir que é verdade que João está na universidade. Ou seja, não é possível que as premissas sejam verdadeiras e a conclusão seja falsa, ao mesmo tempo. Dizemos, nesses casos, que **C** é uma consequência lógica de **P_1** e **P_2**.

Uma conclusão é **consequência lógica** de um conjunto de premissas se não é possível ter uma situação em que todas aquelas premissas sejam verdadeiras e a conclusão em questão seja falsa.

Os argumentos cujas premissas e conclusões exibem essa relação são chamados de *válidos*. Assim, podemos apresentar a noção de argumento válido da seguinte maneira:

Um **argumento é válido** se e somente se sua conclusão for uma consequência lógica de suas premissas.

Diante dos últimos quadros de definições, temos que, em um *argumento válido*, *se* as premissas forem verdadeiras, a conclusão necessariamente será verdadeira. Observe que a noção de validade não exige que as premissas sejam de fato verdadeiras; a validade de um argumento demanda apenas que não pode haver uma situação possível em que suas premissas sejam verdadeiras e sua conclusão seja falsa. Caso essa combinação (de premissas verdadeiras e conclusão falsa) seja possível, teremos um contraexemplo que evidencia que o argumento não é válido.

Para ilustrar esse ponto, consideremos o seguinte argumento:

P_1: Se João está tocando bateria, então ele está no quarto.

P_2: João está no quarto.

C: Portanto, João está tocando bateria.

É possível arrumarmos um contraexemplo para o argumento em questão? Ou seja, é possível ter uma situação em que as premissas do argumento sejam verdadeiras e a sua conclusão seja falsa? De novo, não precisamos saber se de fato as premissas são verdadeiras. Podemos refletir com base em hipóteses ou suposições para analisar a validade do argumento, mesmo sem saber quem é João, se ele toca bateria no quarto etc. Suponhamos que **P_1** e **P_2** sejam verdadeiras. Disso se segue necessariamente que João está tocando bateria?

Considerando as premissas do argumento, é perfeitamente possível ter uma situação em que João esteja no quarto e, mesmo assim, não esteja tocando bateria. Com isso, temos um contraexemplo para o argumento. Portanto, de acordo com o critério de validade apresentado, o argumento não é válido.

Um argumento é **inválido** se e somente se não é válido; isto é, o argumento admite um contraexemplo no qual as premissas são verdadeiras e a conclusão falsa, ao mesmo tempo.

Tendo em vista as noções de validade e invalidade de argumentos, consideremos agora um argumento muito parecido com o argumento precedente, mas, com uma ligeira diferença, que faz com ele seja considerado válido.

P_1: Se João está tocando bateria, então, ele está no quarto.

P_2: João está tocando bateria.

C: Segue-se que João está no quarto.

O argumento é válido? Uma boa maneira para responder essa pergunta é refletir se há um contraexemplo para o argumento. Ou seja, seria possível que suas premissas fossem todas verdadeiras e, ao mesmo tempo, sua conclusão falsa? Consideremos o que acontece na situação em que as premissas são verdadeiras. Supondo que **P_1** seja verdadeira, então, João não está tocando bateria sem estar no quarto. Supondo, além disso, que **P_2** também seja verdadeira, então, João está tocando bateria. Agora, em tal situação, a conclusão, que diz que João está no quarto, poderia ser falsa? Como não pode haver situação em que, ao mesmo tempo, ambas as premissas sejam verdadeiras e a conclusão falsa, temos que o argumento é válido. Se as premissas forem verdadeiras, a conclusão necessariamente será verdadeira. Dizemos que argumentos válidos garantem logicamente sua conclusão. Mesmo sem saber nada sobre João, podemos perceber que as premissas nos obrigam, em um sentido lógico, a aceitar a conclusão.

O interessante para a consequência lógica não é o conteúdo informativo das premissas e da conclusão, e sim a forma ou estrutura do argumento. Para tratar desse ponto, consideremos a forma do argumento que acabamos de examinar:

$$\text{Se } \alpha \text{, então, } \beta$$
$$\alpha$$
$$\therefore \beta$$

As letras gregas aqui estão representando sentenças assertivas e o símbolo '$\therefore$' serve para indicar a conclusão do argumento. Se α e β representarem, respectivamente, as sentenças 'João está tocando bateria' e 'João está no quarto', temos o último argumento analisado acima como uma instância do esquema em questão. Agora, se preservarmos essa mesma forma e substituirmos as letras α e β, respectivamente, pelas seguintes sentenças 'Deus é perfeito' e 'Deus não está sujeito a carência alguma', temos, como instância da mesma estrutura, o primeiro argumento que vimos na seção precedente.

Podemos providenciar muitos argumentos sobre vários assuntos, ao passo que, se a estrutura acima for preservada, a validade do argumento também será. Assim, podemos dizer que a validade dos argumentos, em um contexto lógico, não depende do conteúdo, e sim da forma ou estrutura do argumento.

Nesse sentido, não cabe à Lógica investigar a veracidade do conteúdo veiculado pelas afirmações contidas nos argumentos analisados. Não é uma questão lógica saber, por exemplo, se a sentença que diz que João toca bateria é de fato verdadeira. Uma investigação a respeito da verdade de tal sentença seguiria um procedimento empírico, e não um procedimento lógico. Analogamente, não é uma questão lógica investigar se a sentença que diz que Deus é perfeito é verdadeira ou não. Cabe a algum tipo de estudo teológico a investigação sobre tal afirmação. Podemos ter argumentos que tratam de diversos assuntos, e não cabe à Lógica investigar se suas premissas são de fato verdadeiras. Considerando que podemos ter argumentos sobre todo tipo de assunto (Biologia, Física, Matemática, Psicologia, etc.), caberia à Lógica investigar se as premissas dos diversos argumentos de que dispomos são verdadeiras? Se fosse tarefa da Lógica investigar, para cada afirmação que compõe um argumento, se é verdadeira ou não, a Lógica teria que tratar da totalidade do conhecimento humano, e isso definitivamente não é tarefa da Lógica. Além disso, é comum tratarmos de situações hipotéticas em nossos argumentos, nas quais não sabemos se as premissas são verdadeiras, ou mesmo em contextos em que sabemos que as premissas são falsas e apenas queremos indicar o que se seguiria logicamente daquelas premissas, caso fossem verdadeiras.

De acordo com a noção de validade apresentada acima, se as premissas de um argumento forem verdadeiras, a conclusão necessariamente será verdadeira. Note que não é exigido que as premissas sejam de fato verdadeiras; apenas que, em um argumento válido, não pode haver uma situação em que as premissas sejam verdadeiras e conclusão falsa. Podemos, inclusive, ter argumentos válidos com uma ou mais afirmações falsas. Considere o seguinte exemplo:

> **P$_1$**: Ou guitarras são animais de estimação, ou são instrumentos musicais.
>
> **P$_2$**: Guitarras não são instrumentos musicais.
>
> **C**: Logo, guitarras são animais de estimação.

Podemos dizer que o argumento é válido? Se as premissas forem verdadeiras (não estamos dizendo que de fato são), a conclusão teria necessariamente de ser verdadeira. Mesmo sabendo que **P$_2$** é falsa, podemos perguntar o que aconteceria com a conclusão, caso todas as premissas (incluindo **P$_2$**) fossem verdadeiras. Considerando esse caso em que as premissas seriam verdadeiras, a conclusão necessariamente seria verdadeira, embora a conclusão seja patentemente falsa. A conclusão é consequência lógica das premissas. Portanto, de acordo com a noção de validade vista acima, o argumento em questão é válido, mesmo tendo afirmações falsas. Note que esse argumento tem a mesma forma ou estrutura do primeiro argumento que apresentamos nesta seção (que tinha como conclusão a afirmação 'João está na universidade'):

Ou α, ou β.
Não é o caso que α.
$\therefore \beta$

Como dissemos, não importa o conteúdo do argumento em questão, nem se as premissas são verdadeiras. Tendo isso em vista, podemos substituir as variáveis (α e β) por sentenças que tratam de qualquer assunto, em situações reais, ficcionais, hipotéticas etc., ao passo que, se preservarmos a estrutura, preservaremos a validade do argumento.

Voltemos ao nosso exemplo em que temos um argumento válido, mesmo com afirmações falsas. Embora a conclusão seja consequência lógica das premissas, o argumento não servirá para sustentar a conclusão em uma discussão racional. Dizemos que embora o argumento seja válido, ele não é *correto* (ou *sólido*). Para que um argumento seja correto, além de ser válido, ele precisa *ter premissas verdadeiras*.

> Um argumento é **correto** se e somente se:
> (i) ele é válido e
> (ii) suas premissas são verdadeiras.

Como um argumento, para ser correto, deve cumprir as condições (i) e (ii) do quadro acima, há três maneiras de termos argumentos que não são corretos: 1) o argumento pode ser válido sem ter todas as premissas verdadeiras; 2) o argumento pode ser inválido e ter premissas verdadeiras; 3) o argumento pode ser inválido e ter premissas falsas. Em qualquer desses casos, o argumento será incorreto.

Uma questão importante: é possível termos um argumento correto com conclusão falsa? Note que a definição de argumento correto acima fornecida não diz nada diretamente sobre a conclusão de um argumento correto. Mesmo assim, é fácil perceber que a conclusão de um argumento correto necessariamente deverá ser verdadeira. Suponhamos um dado argumento correto. Se ele é correto, ele será válido. Como o argumento é válido, *se* as premissas são verdadeiras, a conclusão será necessariamente verdadeira. Como o argumento em nossa suposição é correto, suas premissas são verdadeiras. Tendo isso em vista, a conclusão de qualquer argumento correto deverá ser verdadeira.

Outra questão que poderíamos colocar é: se um dado argumento tem premissas e conclusão verdadeiras, ele será correto? A resposta é não, pois ele pode ser inválido. Ou seja, um argumento pode ser inválido mesmo com premissas e conclusão verdadeiras. Tome o seguinte exemplo:

P1: Se São Luís é uma cidade brasileira, então, São Luís fica na América do Sul.

P2: São Luís fica na América do Sul.

C: São Luís é uma cidade brasileira.

As afirmações do argumento acima são todas verdadeiras; contudo, mesmo assim, ele não é correto. Particularmente, esse argumento é inválido. Argumentos inválidos, mesmo aqueles que tenham afirmações verdadeiras, não podem garantir a conclusão. Note que o argumento em questão tem a mesma forma ou estrutura do segundo argumento que tratamos nesta subseção (que tinha como conclusão a afirmação ‘João está tocando bateria’):

$$\begin{array}{c} \text{Se } \alpha \text{, então, } \beta \\ \beta \\ \therefore \alpha \end{array}$$

Do mesmo modo que temos formas de argumentos que são válidas, temos formas de argumentos inválidas. Considerando esta estrutura, não importa quais sentenças colocamos no lugar das variáveis α e β, se preservarmos a forma inválida, o argumento resultará inválido e, portanto, incorreto. Mas, como saber se estamos diante de uma forma inválida de argumento? Bom, basta encontrarmos um contraexemplo. O contraexemplo pode ter qualquer conteúdo, desde que seja possível substituir as variáveis da forma indicada (preservando a sua estrutura) por uma situação (hipotética ou não) na qual as premissas sejam verdadeiras e a conclusão falsa.

Até aqui, vimos as noções de validade e correção de argumentos. Especificamente, apresentamos uma noção informal ou pré-teórica de consequência lógica como *preservação de verdade*: não é possível ter uma situação ou caso em que as premissas sejam verdadeiras e a conclusão seja falsa. Mas, o que é uma situação possível? Grande parte do empenho da Lógica foi tornar precisa essa noção de consequência lógica, inclusive tornando a ideia de “caso” ou “situação possível” mais clara. Com isso, no desenvolvimento da Lógica, surgiram várias lógicas ou teorias acerca da relação de consequência lógica de certos padrões de argumentos. Há várias lógicas que se diferenciam entre si pelos seus princípios, métodos e campos de aplicação, e que, portanto, podem apresentar resultados distintos. Na seção 3, veremos como exemplo a lógica proposicional clássica e vamos conferir algumas formas ou padrões de argumentos que são considerados válidos em tal lógica. Antes disso, discutiremos, na próxima subseção, alguns tipos de argumentos.

2.3. Deduções, induções e abduções

Quando saímos do território puramente formal ou esquemático da Lógica e nos preocupamos com suas aplicações no contexto dos argumentos cotidianos, entramos no território usualmente chamado de *lógica informal*. Aqui, estamos interessados em outros tipos de consequências argumentativas (além daquela *consequência lógica* definida antes como paradigmática), os quais também são úteis para a Filosofia e as ciências. A lógica informal também se preocupa as diferentes categorias de *pseudoargumentos* ou argumentações falaciosas.

Uma primeira distinção importante: nem todo argumento correto (do tipo descrito na seção precedente) é um bom argumento para ser usado em um debate racional, assim como nem todo argumento bom em um debate racional precisa se comportar como um argumento correto!

Como seria, então, um argumento bom ou proveitoso para ser usado em um debate racional? Antes, precisamos distinguir as categorias mais gerais de argumentos, para, então, indicar algumas exigências mínimas que os argumentos de cada categoria precisam satisfazer para serem considerados bons. Essas categorias mais gerais de argumentos são três, a saber: os dedutivos, os indutivos e os abdutivos.

Já conhecemos o tipo mais importante de todos, considerado a *inferência lógica por excelência*, a mais segura e perfeita de todas: os argumentos **dedutivos**. São exatamente os mesmos que foram classificados como **válidos** de um ponto de vista estritamente lógico. Há uma sutil diferença conceitual entre as duas nomenclaturas; porém, como elas se equivalem (todo argumento logicamente válido é dedutivo, e vice-versa), não nos estenderemos nesse ponto aqui.

Como você pode distinguir de maneira segura entre deduções e outros tipos de inferências? Ao se deparar com um argumento qualquer, primeiro identifique sua estrutura (premissas e conclusão), aplicando as indicações fornecidas na seção precedente. Daí, você deve se perguntar o seguinte:

Supondo que todas as premissas do argumento sejam verdadeiras, seria impossível que a conclusão fosse falsa? Caso afirmativo, o argumento é uma dedução; caso negativo, não é dedução.

Quando mencionamos “impossível” aqui, não confunda com “improvável”. Existem situações altamente improváveis, mas que não são impossíveis *de um ponto de vista lógico*. Alguém que vivesse na Idade Média poderia achar impossível que pudéssemos enviar sondas para observar de perto outros planetas, mas isso era apenas uma crença falsa. O que estamos chamando de impossível aqui é algo bem mais forte, e tem a ver com o que é literalmente *absurdo* ou *inconcebível* – por exemplo, que um triângulo tenha quatro vértices.

Por outro lado, um argumento **indutivo** é aquele *cujas hipóteses nos induzem a aceitar sua conclusão, mas apenas com um caráter probabilístico*. É como se uma indução nos apresentasse fortes indícios para aceitar sua conclusão, mas ainda assim, sempre existe a *possibilidade lógica* de que a conclusão seja falsa. Não há garantia absoluta de que a conclusão deva ser aceita, uma vez consideradas as premissas. Por isso, embora as induções desempenhem um papel muito importante na construção do conhecimento, do ponto de vista estritamente lógico, as induções *sempre* podem produzir conclusões falsas (mesmo que, em alguns casos, isso seja altamente improvável ou até fisicamente impossível).

Uma **indução** é uma inferência cujas premissas sugerem fortemente sua conclusão, sem, contudo, garanti-la logicamente.

Seguem alguns exemplos de argumentos indutivos, cuidadosamente escolhidos para ilustrar algum ponto relevante:

a)

P_1: *Fumantes compulsivos tendem a desenvolver algum tipo de câncer.*

P_2: *Fulano é fumante compulsivo.*

C: *Logo, fulano provavelmente desenvolverá algum tipo de câncer.*

b)

P$_1$: *Todos os indivíduos daquela espécie observados até agora pelos cientistas apresentaram tal comportamento.*

C: *Portanto, todos os indivíduos daquela espécie apresentam tal comportamento.*

c)

P$_1$: *As estatísticas mostraram uma relação diretamente proporcional entre o aumento do desemprego e o aumento da violência nos centros urbanos.*

C: *Nos casos observados, o desemprego pode, pois, ser considerado uma causa para a violência urbana.*

Um detalhe importante: a definição antiga, e ainda muito citada, para argumentos indutivos consiste em dizer que eram inferências que “de premissas particulares, derivavam conclusões gerais”. Nossos exemplos mostram que nem sempre é assim! Apenas o item (b) apresenta uma generalização (no caso, para todos os indivíduos) a partir de observações parciais (os indivíduos observados até o momento), e ainda assim, a própria premissa já é geral (porque fala de *todos* os indivíduos observados). O item (c) pretende encontrar uma relação causal entre dois eventos gerais (o aumento do desemprego e o aumento da violência urbana), e o item (a) chega a fazer justo o inverso do que pretende aquela noção tradicional, pois de uma premissa geral deriva uma conclusão particular!

Tradicionalmente, os lógicos apenas falavam de deduções e induções, mas uma modalidade de raciocínio, bastante empregada na investigação científica, não se encaixava exatamente em nenhuma das duas modalidades. Daí, pesquisadores como Charles Sanders Peirce aprimoraram a compreensão acerca dessa forma de raciocinar, denominando-a de abduções. A *abdução* (ou *retrodução*) ficou conhecida também como a *inferência da melhor explicação disponível*:

Uma **abdução** (ou **retrodução**) é uma inferência que remonta dos efeitos às suas (prováveis) causas, selecionando a melhor explicação disponível

Em outras palavras, quando você precisa explicar um fato B, já bemsabido e estabelecido, e dispõe de uma hipótese explicativa A (ou um conjunto consistente de hipóteses) que explica suficientemente bem o fato B, e, além disso, se A for verdadeira, seria a melhor explicação disponível para B, você pode considerar A como verdadeira (pelo menos até que se disponha de uma explicação ainda melhor, ou até que novas informações acerca de B nos obriguem a encontrar outra explicação).

É importante mencionar que a abdução, como toda inferência, é um procedimento para obtenção de novas informações a partir das informações disponíveis. Por isso, abduções dependem de verificações independentes, porque, assim como as induções, também podem produzir conclusões equivocadas.

Por exemplo, suponha que você seja um estudante e divida o apartamento com um colega, apenas os dois têm as chaves do lugar e nenhum dos dois costuma receber visitas sem avisar ao outro. Suponha, além disso, que você tenha passado o dia fora, chegou tarde da noite e encontrou a metade de uma pizza guardada no forno (e não foi você quem comprou a dita cuja). Qual sua conclusão mais natural? Foi seu colega quem a comprou. Isso foi uma abdução. Poderia ter acontecido outra coisa? Sim, mas dadas as circunstâncias e hábitos dos moradores, essa era a explicação mais plausível para o acontecimento. Para ter certeza, você poderia fazer uma verificação independente acerca de sua conclusão e procurar outros indícios, ou – melhor ainda – perguntar ao seu colega! Mas essa verificação independente precisou que você primeiro fizesse a abdução, para ter um direcionamento investigativo (uma direção para a qual olhar em busca de respostas).

As abduções desempenham um papel muito importante na investigação científica. O cientista se defronta com uma determinada classe de fenômenos e, apoiado no conhecimento que possui sobre seu objeto de estudos, emprega sua criatividade para elaborar modelos explicativos para aqueles fenômenos. Daí, ele escolhe o modelo explicativo que melhor se aplica e busca evidências novas que o corroborem. Exemplos muito interessantes de abduções podem ser encontrados em ciências como a biologia evolucionista e a cosmologia (parte da Física que estuda a estrutura e origem do universo), mas não são fáceis de serem descritos em poucas palavras, porque envolvem modelos bastante complexos.

Porém, dê uma olhada nesses exemplos simples de abduções, para ilustrar melhor o assunto:

a)

P_1: *Nesta floresta é muito comum encontrar onças.*

P_2: *Essas pegadas são compatíveis com felinos de grande porte.*

C: *Logo, essas pegadas (provavelmente) são de onça.*

b)

P_1: *Em um depósito de alimentos, cada espécie de cereal está armazenada em um saco diferente.*

P_2: *Encontrei alguns feijões espalhados pelo chão.*

C: *Esses feijões no chão (provavelmente) estavam no saco de feijões.*

c)

P_1: *Está havendo uma epidemia de conjuntivite na escola de meu filho.*

P_2: *Meu filho apresentou sintomas de conjuntivite após voltar da aula.*

C: *Logo, ele (provavelmente) contraiu conjuntivite em sua escola.*

Se você costuma assistir a filmes ou séries policiais envolvendo a investigação de crimes, irá se dar conta de que os investigadores estão quase todo o tempo fazendo abduções, além de algumas poucas deduções e induções para arrematar suas teorias. Portanto, embora o famoso personagem fictício Sherlock Holmes (criado por Arthur Conan Doyle) costumasse descrever seu método para o Dr. Watson como sendo dedutivo, a rigor ele estava principalmente realizando abduções, não deduções!

As abduções se parecem muito com as induções, não é mesmo? Tanto que só recentemente foram classificadas como categorias distintas de argumentos. Talvez fique mais claro se reservarmos o rótulo de “indutivos” para aqueles argumentos nãodedutivos que estão tentando nos convencer de que algo acontece (ou irá acontecer), enquanto os argumentos abdutivos tentam nos convencer de quais foram as causas de algo que já sabemos ser o caso – daí, o apelido de “inferência da melhor explicação”.

Outro ponto interessante: pela sua forma, os argumentos abdutivos se assemelham a um tipo bastante comum de falácia (ver próxima seção), denominada como “afirmação do consequente”, cuja estrutura já foi usada na seção precedente como exemplo de estrutura inválida:

Se α, então, β

β

$\therefore \alpha$

Porém, essa semelhança pode ser contestada com uma análise mais aprofundada. De qualquer maneira (e para evitar complicações desnecessárias nesta exposição introdutória), é preciso enfatizar o caráter *heurístico* (investigativo) das abduções – como em nosso exemplo da pizza encontrada no forno. Afinal, elas não provam efetivamente que algo aconteceu – no caso, que o colega de quarto comprou a pizza –, mas direcionam a pesquisa em determinada direção com o objetivo de coletar mais e mais evidências, fazer predições testáveis a partir da conclusão obtida etc. (Mas, esse assunto nos leva para fora da Lógica e na direção da Filosofia da Ciência.)

Finalmente, para encerrar esta seção, indicaremos, em linhas gerais, quando um argumento deve ser considerado *bom para uma discussão racional*. Isso depende de se estamos diante de argumentos válidos (dedutivos) ou inválidos (indutivos e abdutivos).

Se o argumento em questão for válido, para ser um bom argumento, ele precisa ser correto (na acepção explicada anteriormente) e suas *premissas precisam ser mais garantidas, por assim dizer, do que sua conclusão*. Em outras palavras, a conclusão não pode ser redundante em relação às premissas.

Consideremos o seguinte exemplo de um argumento correto (válido com premissas verdadeiras), porém, inútil para uma investigação ou discussão visando aprimorar nosso conhecimento:

P_1: *Não acontece que ácidos não tenham o PH menor do que 7.*

C: *Logo, ácidos têm o PH menor do que 7.*

Por sua vez, quando devemos considerar argumentos indutivos e abdutivos como bons argumentos(já supondo que suas premissas sejam verdadeiras)? É claro que argumentos inválidos, em geral, não garantem necessariamente sua conclusão; porém alguns são considerados melhores do que outros. No caso dos indutivos, isso depende da *força* com que a conclusão é obtida. Em outras palavras: *quanto mais provável for a conclusão do argumento indutivo, tanto mais forte ele é*. O problema maior é determinar essa probabilidade, e isso depende de cada situação (o que é provável em um contexto ou a partir de certo conjunto de dados pode ser altamente improvável em outro contexto).

E no caso das abduções? O que ocorre é que, como explicamos, estas funcionam como um procedimento heurístico (investigativo) para escolher a melhor explicação para um fenômeno. Contudo as conclusões obtidas abdutivamente precisam ser confrontadas com verificações independentes; assim, sua importância consiste principalmente em fornecer boas direções investigativas, ao longo das quais você coletará mais dados experimentais, fará novas predições indutivas, etc.

2.4. Algumas falácias

Antes de encerrarmos nosso breve passeio pela lógica informal, conversaremos rapidamente sobre um problema muito grave em todo e qualquer debate intelectualmente honesto (não apenas os de natureza acadêmica): o uso de argumentos falaciosos.

> **As falácias** (ou **sofismas**)consistem em argumentos ilegítimos, nos quais as premissas não acarretam (nem mesmo indutivamente) a suposta conclusão, embora pareçam fazê-lo.

Com a definição acima, tentamos capturar duas características importantes de qualquer falácia: seu caráter ilegítimo e ao mesmo tempo sedutor. As falácias são, portanto, erros argumentativos, os quais são apresentados como se fossem inferências legítimas (boas), e que com frequência conseguem enganar alguns interlocutores desatentos.

O erro fundamental de todas as falácias é sempre o mesmo: suas premissas são *irrelevantes* para a conclusão, mesmo quando pareçam ser relevantes. Em outras palavras, a conclusão simplesmente *não é consequência*do que é afirmado nas premissas. Porém nem sempre é fácil diagnosticar essa falha em uma leitura superficial ou quando estamos distraídos por algum motivo (por exemplo, estando sob intensa emoção ou se temos algum forte interesse pessoal no assunto debatido).

Nem sempre uma falácia é empregada com má-fé. A má-fé acontece somente quando aquele que enuncia o argumento falacioso sabe que está cometendo um erro argumentativo, mas espera mesmo assim enganar sua plateia. Também pode acontecer de uma falácia ser usada sem que se tenha consciência disso, apenas por descuido, limitação cognitiva ou simples ignorância. Porém, uma vez que o erro argumentativo foi percebido ou denunciado, é inaceitável que ele continue sendo sequer considerado.

Qualquer indivíduo com habilidades cognitivas e lógicas medianas consegue perceber o problema com a maioria das falácias, desde que elas sejam examinadas com a devida atenção. Conhecer e estudar antecipadamente uma lista razoável de tipos de falácias é, portanto, muito útil para qualquer pessoa, visto que todos nós precisamos em algum momento defender ou criticar racionalmente uma posição, seja nossa, seja de terceiros.

Outro ponto importante que você deve entender é que, ao diagnosticar uma falácia, não importa se a conclusão obtida é verdadeira ou falsa, porque é *a maneira como ela foi obtida* que está errada. Aquela conclusão pode até ser verdadeira (independentemente da falácia usada para defendê-la), mas não tem como ser sustentada daquela maneira, cabendo ao seu proponente construir outro argumento, desta vez legítimo, para sustentar sua posição.

Por esse motivo, desde que Aristóteles sistematizou pela primeira vez o estudo da lógica, há cerca de 2.400 anos, até os nossos dias, as falácias têm sido estudadas e catalogadas para garantir uma boa argumentação na Filosofia e nas ciências. Assim, dezenas e dezenas de tipos e estruturas falaciosas diferentes vêm sendo listadas nos manuais especializados, com nomenclaturas tradicionais e modernas, para facilitar uma rápida identificação em um contexto prático.

Devido à limitação de espaço, apresentaremos apenas alguns tipos famosos de falácias, selecionando-as entre as que são empregadas com bastante frequência em conexão com a pesquisa científica. Para um estudo mais abrangente, recomendamos as leituras listadas no final deste capítulo.

Algumas falácias podem ser reconhecidas tão somente observando a estrutura do pseudoargumento. Observe os dois seguintes exemplos:

a)

P₁: *Caso a data em questão caia num sábado, não haverá aula.*

P₂: *Não haverá aula naquela data.*

C: *Logo, a data cairá em um sábado.*

b)

P₁: *A música popular tem características inferiores à música erudita.*

C: *Logo, a música erudita é claramente superior à música popular.*

Na letra (a), temos uma estrutura argumentativa do tipo:

A implica em B. B acontece. Logo, A acontece.

Essa estrutura é claramente injustificada, porque B pode acontecer por outro motivo – no caso de nosso exemplo, pode ser que seja um feriado! Não há nenhuma razão para concluir que A aconteceu ou acontecerá (pois, tanto pode ser o caso como não ser o caso). Esse tipo de falácia é conhecido como *afirmação do consequente*, porque uma das premissas é um enunciado condicional (uma sentença da forma: "se A, então, B", onde A é o antecedente do condicional, e B é o consequente do condicional).

Caso a data em questão caia num sábado, não haverá aula.
A → **B**

Não haverá aula naquela data.
B

Logo, a data cairá em um sábado.
A

A estrutura falaciosa em questão pode, pois, ser definida assim:

a) A **falácia de afirmação do consequente** ocorre quando, a partir de um enunciado condicional tomado como premissa, e da afirmação de seu consequente, pretende-se inferir o antecedente do condicional.

Nós já discutimos, na seção 2.2, o problema com essa estrutura, quando examinamos o seguinte exemplo de argumento:

P_1: Se João está tocando bateria, então ele está no quarto.

P_2: João está no quarto.

C: Portanto, João está tocando bateria.

Na letra (b), temos outro caso de falácia que pode ser reconhecida tão somente examinando sua estrutura, que é ainda mais simples:

A; portanto B. B; portanto C. C; portanto, D. (...); portanto, A.

Trata-se do famigerado círculo vicioso, assim denominado porque a conclusão apenas repete uma das premissas, fazendo uma espécie de círculo. Em nosso exemplo, temos o caso mais extremo: apenas uma premissa e uma conclusão (a estrutura resulta assim: ‘A, portanto A’). Não se deixe enganar pelo palavreado ligeiramente diferente, pois a conclusão está apenas repetindo a premissa. Já explicamos anteriormente que argumentos redundantes não são *bons* argumentos, ainda que sejam válidos!

A música popular tem características inferiores à música erudita.
A

Logo, a música erudita é claramente superior à música popular.
A

A estrutura falaciosa em questão pode, pois, ser definida assim:

b) A **falácia do círculo vicioso** ocorre sempre que a conclusão do argumento simplesmente repete uma das premissas.

Os próximos exemplos ilustrarão outros tipos muito comuns de argumentações falaciosas.

c)
Deve existir alguma verdade na astrologia, porque milhões de pessoas em todo o mundo acreditam em horóscopos e pautam suas decisões assim!

d)
Nunca se conseguiu mostrar que existe vida fora da Terra. Portanto, não existe tal coisa.

e)
Não levo a sério essas regulações do Ministério da Saúde contra o tabagismo. Certamente são falsas. Meu avô fumou a vida inteira e morreu de causas naturais com quase cem anos de idade!

Os pseudoargumentos acima são, respectivamente, casos típicos das seguintes modalidades de falácias (tente perceber a correspondência):

> c) A **falácia do recurso à quantidade** ocorre sempre que se pretende defender (ou rejeitar) alguma posição tão somente valendo-se do grande número de indivíduos que defendem (ou rejeitam) aquela posição.

A falha por trás desse raciocínio deveria ser óbvia: não é quantidade de aderentes a uma tese que faz com que essa tese seja verdadeira, nem a quantidade de pessoas que a rejeitam que faz com que ela seja falsa. Fatos científicos não dependem de que se acredite neles para serem cientificamente bem estabelecidos. Em certo momento (por volta do século XV), praticamente toda a humanidade acreditava que o Sol girava em torno da Terra, e todos estavam errados, como hoje sabemos!

> d) A **falácia do recurso à ignorância** ocorre sempre que se pretende usar tão somente a ausência de provas em favor de (ou contra) uma tese como sendo prova suficiente de que essa tese é verdadeira (ou falsa).

Obviamente, a ausência de provas não pode ser considerada como uma prova em si mesma. Só porque algo não foi provado (ainda), não quer dizer que seja falso. É claro que ninguém é obrigado a aceitar algo sem evidências, mas também não pode logicamente estar certo de que essa informação é falsa só porque ainda não foram produzidas provas em seu favor. A posição mais razoável é a suspensão do juízo, até que se coletem evidências seguras. (Uma exceção honrosa pode ser encontrada na atividade jurídica, onde, por razões óbvias, um réu é inocente até que se prove sua culpa – a ausência de provas de culpabilidade deve obrigatoriamente ter o mesmo efeito prático de uma prova de sua inocência.)

e) A **falácia da evidência anedótica** ocorre sempre que se pretende defender uma posição baseando-se em relatos pessoais isolados, sem atender a critérios objetivos de verificação.

Essa falácia mereceria uma análise detalhada se dispuséssemos de mais tempo, porque aparentemente muitas pessoas não conseguem perceber seu problema. Porém, deve ser suficiente mencionar que existem diversas boas razões para que ela seja rejeitada em uma discussão acadêmica, razões que passam pela não confiabilidade de certos relatos pessoais – há estudos científicos muito interessantes sobre falsas memórias –, sem falar nas mentiras inocentes e nos exageros, na mitomania (a condição psicológica quando o mentiroso acredita piamente na própria mentira), e o conflito entre uma evidência científica e uma evidência informal (sem nenhum rigor na coleta de dados, controle das variáveis envolvidas etc.). Além disso, relatos isolados, mesmo quando verdadeiros, não têm força suficiente para desmentir estatísticas cuidadosamente obtidas. Em nosso exemplo, o fato de aparentemente alguns tabagistas não desenvolverem doenças ligadas ao seu vício não torna falsas as conclusões dos estudos *estatísticos* correlacionando os dois fatores (tabagismo e certos grupos de doenças) em larga escala.

3. O Cálculo Proposicional Clássico (CPC)

Nesta seção, apresentaremos uma teoria lógica muito simples conhecida como C*álculo Proposicional Clássico* (CPC). A partir do CPC, veremos como é possível verificar, de maneira precisa, a validade de uma gama de argumentos que podem ser expressos nessa teoria. É interessante notar que não pretendemos oferecer uma apresentação detalhada do CPC. Nosso interesse com esta seção, além de termos uma amostra de uma teoria lógica bastante simples, consiste em conferir um tratamento formal para a noção de consequência lógica que, até então neste texto, foi tratada de maneira informal ou pré-teórica. Para tanto, na subseção 3.1, vamos apresentar uma linguagem para o CPC que será usada para a apresentação do CPC em uma abordagem semântica na subseção 3.2, e para uma abordagem sintática na subseção 3.3.

3.1. A Linguagem do CPC

Como mencionamos na introdução deste texto, com o seu desenvolvimento, a Lógica passa a ser qualificada como simbólica (ou matemática), sobretudo, por fazer uso de linguagens formais (ou artificiais). A vantagem de termos uma linguagem formal é que poderemos *traduzir*, por assim dizer, sentenças originalmente em uma dada linguagem natural, como o português, para uma linguagem artificial, cuja estrutura está precisamente especificada. Como, a rigor, esse processo não é uma tradução, ele é chamado frequentemente de *formalização* (ou *simbolização*). Com linguagens formais, podemos evitar alguns problemas de imprecisão, como ambiguidade e vagueza, que são próprios das línguas naturais. Embora ambiguidade e vagueza contribuam para a flexibilidade das línguas naturais, elas são indesejáveis para um tratamento formal da noção de consequência lógica.

Nesta subseção, veremos uma linguagem para o CPC ou simplesmente uma linguagem proposicional. Para definir uma linguagem proposicional, iremos adotar o seguinte procedimento: i) apresentar o alfabeto, caracterizando os símbolos que vão compor a linguagem; ii) apresentar um conjunto de regras, caracterizando aquilo que são fórmulas (expressões gramaticamente bem formadas) da linguagem. Definiremos uma linguagem proposicional, denominada aqui de **L**, contendo em seu alfabeto *variáveis proposicionais*, *conectivos lógicos* e *sinais de pontuação*.

As variáveis proposicionais serão letras maiúsculas do alfabeto latino, usadas para representar (ou simbolizar) sentenças simples como ‘João está na universidade’, ‘São Luís é uma cidade brasileira’, ‘ácidos tem o PH maior do que 7’. Para não restringir **L** apenas às 26 letras do alfabeto latino, iremos fazer uso de subscritos numéricos para garantir um estoque infinito de variáveis proposicionais: $A, B, \ldots, Z$, A_1, B_1,..., Z_1, A_2,..., Z_2,... Como o conjunto dos números naturais é infinito, temos assim um conjunto infinito enumerável de variáveis proposicionais. As variáveis proposicionais poderão ser conectadas para representar sentenças complexas como ‘João é estudante de filosofia e músico’, ‘Pedro irá para universidade ou para a praia’, ‘se João está no quarto, então está tocando bateria’ etc.

Nos exemplos acima, sentenças simples estão sendo conectadas pelos conectivos ‘e’, ‘ou’ e ‘se..., então’ que temos em português. Os correspondentes aos conectivos do português, em uma linguagem proposicional, são os operadores (ou conectivos) lógicos. Em **L** faremos o uso dos seguintes operadores lógicos: '¬', '∧', '∨', '→', '↔'. Vamos conferir no quadro abaixo o nome que usualmente é dado para cada um desses operadores lógicos, bem como algumas expressões do português que eles representam.

Operador Lógico	Nome do Operador	Conectivos do Português
¬	Negação	'não', 'não é o caso que', 'é falso que'.
∧	Conjunção	'e', 'mas', 'porém'.
∨	Disjunção	'ou', 'e/ou', 'ou ..., ou'.
→	Implicação	'se... então...'.
↔	Bi-implicação	'se e somente se', 'é equivalente a'.

O operador de implicação material, '→', é chamado também de condicional material e, analogamente, o operador de bi-implicação material, '↔', é chamado também de bicondicional material. Cabe ressaltar que a lista de conectivos do português no quadro acima não é exaustiva. Ela traz apenas alguns exemplos, para termos um significado intuitivo de cada um dos operadores que estão sendo apresentados aqui. O significado formal de cada um dos operadores será dado na próxima subseção deste capítulo.

Além das variáveis proposicionais e dos operadores lógicos, a linguagem **L** também é dotada de sinais de pontuação, que têm o papel de evitar ambiguidades na linguagem. Os sinais de pontuação de **L** são os símbolos de parêntese abrindo, '(', e de parêntese fechando, ')'.

DEFINIÇÃO: O **alfabeto** de **L** consiste nos seguintes símbolos:
i) um conjunto enumerável de variáveis proposicionais:
$A, B, \ldots, Z, A_1, B_1, \ldots, Z_1, A_2, \ldots, Z_2, \ldots$
ii) um conjunto de conectivos (ou operadores) lógicos: ¬, ∧, ∨, →, ↔.
iii) Sinais de pontuação: (,).

Com base nesse alfabeto, uma *expressão* de **L** é entendida como qualquer sequência finita de elementos do alfabeto de **L**. Assim, em **L** temos expressões como, por exemplo, '$F \wedge M$', '$U \vee P$', '$A \vee\vee BU \leftrightarrow$' ou '$\neg PP \wedge$'. Nesses exemplos, apenas as duas primeiras expressões, como veremos, contam como expressões gramaticalmente bem formadas de **L**. As duas últimas do exemplo violam regras de formação de **L**. As expressões bem formadas são chamadas simplesmente de *fórmulas*. Vejamos, então, a definição de fórmula a partir das regras de formação da linguagem **L**.

DEFINIÇÃO: Uma **fórmula** de **L** é uma expressão que pode ser obtida através das seguintes regras:
i) uma variável proposicional sozinha é uma fórmula;
ii) se α é um fórmula, então $\neg\alpha$é uma fórmula;
iii) Se α e β são fórmulas, então $(\alpha \wedge \beta)$, $(\alpha \vee \beta)$, $(\alpha \rightarrow \beta)$ e $(\alpha \leftrightarrow \beta)$ são fórmulas;
iv) Nada mais é uma fórmula.

Note que as expressões que estão na definição de fórmula acima, como '$\neg\alpha$' e '$(\alpha \wedge \beta)$', não são fórmulas de **L**. A rigor, elas não são expressões de **L**, já que as letras do alfabeto grego, α, β, etc., não constam no alfabeto de **L**. (Lembre-se de que as variáveis proposicionais de **L** são letras maiúsculas do alfabeto latino, e não do alfabeto grego). Como toda fórmula **L** é, por definição, uma expressão de **L**, sequências de símbolos que não são expressões de **L** automaticamente não serão fórmulas de **L**. Na definição acima, as letras do alfabeto grego estão sendo usados como *metavariáveis*; elas não estão na linguagem que estamos tratando (linguagem-objeto **L**), e sim em uma linguagem que estamos usando para tratar de **L** (a *metalinguagem* de **L**).

As fórmulas de **L** sem operadores lógicos, conforme a cláusula (i) da definição de fórmula, são chamadas de *fórmulas atômicas*; elas correspondem a sentenças simples das línguas naturais. As fórmulas de **L** que são construídas a partir de sentenças atômicas conectadas através dos operadores lógicos, conforme as cláusulas (ii) e (iii) da definição de fórmula, são chamadas de *fórmulas moleculares*; elas correspondem a sentenças complexas das línguas naturais. A cláusula (iv) da definição de fórmula, conhecida como cláusula de fechamento, é importante para garantir que nenhuma expressão, com uma forma distinta das cláusulas precedentes, seja construída. Além de impedir que expressões de **L** como ‘$A \vee\vee BU \leftrightarrow$’ e ‘$\neg PP \wedge$’ sejam consideradas fórmulas, a cláusula de fechamento é um componente importante para o tipo de definição que foi dada.

A definição de fórmula acima é uma definição *recursiva*. O conjunto de fórmulas de **L** foi definido recursivamente: primeiro, foram identificados os elementos iniciais (as fórmulas atômicas de **L** dadas pela cláusula (i) da definição); depois, foram listadas as condições que permitem que certas expressões sejam consideradas como pertencentes ao conjunto, se elas satisfazem as condições para tanto; por fim, a cláusula de fechamento impede que alguma expressão possa pertencer ao conjunto sem que sua inclusão seja exigida pelos passos anteriores da definição. A partir de tal definição recursiva, é sempre possível determinar, de maneiraexata, para qualquer expressão de **L,** independentemente da complexidade da expressão, se ela pertence ou não ao conjunto das fórmulas de **L**.

DEFINIÇÃO: A **linguagem proposicional L** consiste no conjunto de todas as fórmulas de **L**.

3.2. Uma semântica para o CPC e a noção semântica de consequência lógica

Uma vez definida a linguagem para o CPC, nos ocuparemos com o fornecimento de uma semântica para essa linguagem. De maneira breve, chamamos de semântica *o estudo da interpretação das expressões de uma linguagem*. Estamos usando aqui o termo ‘interpretação’ em um sentido mais pontual ou técnico (em vez do sentido mais amplo adotado, por exemplo, na semântica filosófica), com a acepção de regras para associar cada unidade significativa da linguagem-objeto (aquela que está sendo estudada) com alguma referência (um objeto, uma propriedade, um conjunto de objetos, etc.).

A semântica padrão usada para o CPC é extremamente simples (por considerar apenas duas referências para as fórmulas: ‘1’ ou ‘0’ – intuitivamente: o *verdadeiro* ou o *falso*), e nos diz como calcular a referência (ou ‘valor’) de cada fórmula a partir de uma valoração *para a linguagem*. Intuitivamente, cada valoração para a linguagem faz algo bem preciso: atribui a cada fórmula atômica (ou seja, cada variável proposicional) da linguagem exatamente um valor no conjunto {1,0}. A partir daí, a semântica clássica determina como calcular o valor de qualquer fórmula que contenha aquelas fórmulas atômicas. Vejamos rapidamente como isso é feito.

Primeiro, definimos o que é uma valoração:

> DEFINIÇÃO: Uma **valoração** v é uma função que associa a cada fórmula atômica de **L** exatamente um elemento do conjunto {1, 0} de valores de verdade.

Agora, definimos como obter o valor para qualquer fórmula de **L** a partir de uma valoração para as fórmulas atômicas de **L**. Para simplificar, usaremos a mesma notação v, embora, a rigor, estejamos definindo uma nova função interpretação (que determina o valor de *todas* as fórmulas com base em uma valoração específica para as fórmulas atômicas).

> DEFINIÇÃO: Seja uma **valoração** v para as fórmulas atômicas de **L.** Assim, podemos estender v para determinar o valor de qualquer fórmula de **L** da seguinte maneira:
>
> i) $v(\neg\alpha) = 1$ se e somente se $v(\alpha) = 0$;
> ii) $v(\alpha \wedge \beta) = 1$ se e somente se $v(\alpha) = 1$ e $v(\beta) = 1$;
> iii) $v(\alpha \vee \beta) = 1$ se e somente se $v(\alpha) = 1$ ou $v(\beta) = 1$;
> iv) $v(\alpha \rightarrow \beta) = 1$se e somente se $v(\alpha) = 0$ ou $v(\beta) = 1$;
> v) $v(\alpha \leftrightarrow \beta) = 1$se e somente se $v(\alpha) = v(\beta)$.

Para ilustrar com um exemplo de que maneira as noções acima são aplicadas, consideremos novamente a linguagem **L** e uma valoração específica $v_0$bem peculiar que definiremos assim:

$$v_0(A) = 1, v_0(B) = 1 \dots, v_0(Z) = 1, v_0(A_1) = 1, v_0(B_1) = 1, \dots, v_0(Z_1) = 1, \dots$$

(Ou seja, todas as fórmulas atômicas são verdadeiras na valoração v_0.) Com base em v_0, conseguimos saber o valor de qualquer fórmula de **L**. Como exemplos de aplicação das regras acima, vejamos como calcular o valor das seguintes duas fórmulas *i)*$\neg\neg\neg A$ e *ii)*$\neg(A \rightarrow \neg B)$:

i) $v_0(A) = 1 \Rightarrow v_0(\neg A) = 0 \Rightarrow v_0(\neg\neg A) = 1 \Rightarrow v_0(\neg\neg\neg A) = 0$;

ii) $v_0(A) = 1, v_0(B) = 1 \Rightarrow v_0(\neg B) = 0 \Rightarrow v_0(A \rightarrow \neg B) = 0 \Rightarrow v_0(\neg(A \rightarrow \neg B)) = 1$.

Agora, chegamos numa parte realmente interessante. A semântica definida acima permite que calculemos também todos os valores de verdade possíveis para quaisquer fórmulas de **L,** considerando *todas as valorações que poderiam ser fornecidas*! Esse procedimento, bastante conhecido, é denominado de *tabelas de verdade*.

Suponha que desejemos saber o valor daquela fórmula $\neg\neg\neg A$ usada há pouco; porém, não sabemos qual valoração específica considerar. Então, consideraremos todas as valorações v possíveis. Obviamente, há infinitas valorações para **L**; contudo, como a única fórmula atômica usada para construir a fórmula $\neg\neg\neg A$ foi a variável proposicional A, não faz sentido nos preocuparmos com aquelas infinitas valorações. Como existem apenas dois valores possíveis (1 e 0), ou cada valoração específica v' nos dará $v'(A) = 1$, ou nos dará $v'(A) = 0$. Construímos, então, uma tabela para determinar o que acontece com $\neg\neg\neg A$ em cada um desses dois casos possíveis:

A	$\neg A$	$\neg\neg A$	$\neg\neg\neg A$
1	0	1	0
0	1	0	1

Na primeira linha da tabela, colocamos o passo a passo da composição da fórmula desejada, a partir das fórmulas atômicas que nela aparecem; e, em cada linha abaixo, colocamos os valores calculados a partir de uma valoração possível para as fórmulas atômicas. Cada linha da tabela corresponde, portanto, a uma valoração possível para aquele conjunto de fórmulas atômicas e seus consequentes valores para as fórmulas moleculares que as contêm, até descobrirmos o valor da fórmula desejada.

O procedimento é sempre automático, embora possa ficar cada vez mais demorado. Por exemplo, para construirmos a tabela de verdade para $\neg(A \to \neg B)$, precisaremos considerar quatro valorações possíveis para suas duas fórmulas atômicas.

A	B	$\neg B$	$A \to \neg B$	$\neg(A \to \neg B)$
1	1	0	0	1
0	1	0	1	0
1	0	1	1	0
0	0	1	1	0

A quantidade de combinações possíveis vai aumentando exponencialmente com a quantidade de fórmulas atômicas diferentes contidas na fórmula desejada. A quantidade de combinações é sempre 2^n, onde n é a quantidade de fórmulas atômicas diferentes. Por exemplo, na primeira tabela acima, só 1 fórmula atômica nos interessava, então precisamos de 2 linhas ($2^1 = 2$); na segunda tabela, eram 2 fórmulas atômicas iniciais (A e B), então, tivemos que usar 4 linhas ($2^2 = 4$); e assim por diante.

O emprego de tabelas de verdade (ou algum procedimento equivalente) nos permite identificar três categorias semânticas de fórmulas de **L**: as *contingentes* (fórmulas que podem receber o valor 1 ou 0 dependendo da valoração considerada), as *contraditórias* (que sempre recebem o valor 0 em todas as valorações possíveis) e as *tautológicas* (que sempre recebem o valor 1 em todas as valorações possíveis).

DEFINIÇÃO:
Uma fórmula α é uma **tautologia** se e somente se, para toda valoração v,$v(\alpha) = 1$.
Uma fórmula αé uma **contradição** se e somente se, para toda valoração v,$v(\alpha) = 0$.
Uma fórmula α é uma **contingência** se e somente se não for tautologia, nem for contradição.

Os dois exemplos de tabelas acima provam que as fórmulas $\neg\neg\neg A$ e $\neg(A \rightarrow \neg B)$ são contingentes. Vejamos, agora, dois exemplos bem simples, um de tautologia e outro de contradição, devidamente provados pelas respectivas tabelas:

A	$\neg A$	$\neg\neg A$	$A \leftrightarrow \neg\neg A$
1	0	1	1
0	1	0	1

A	$\neg A$	$A \wedge \neg A$
1	0	0
0	1	0

Qual a importância de identificarmos as fórmulas tautológicas de nossa linguagem **L** na semântica para o CPC? As tautologias correspondem às leis (ou *verdades lógicas*) do CPC – também dizemos que são as *fórmulas válidas* do CPC. As fórmulas contraditórias são igualmente importantes porque suas negações são automaticamente tautologias – por exemplo, tente conferir como fica a tabela para a negação da fórmula contraditória acima; ou seja, construa a tabela para a fórmula $\neg(A \wedge \neg A)$.

O conjunto das tautologias é obviamente infinito; porém, listaremos abaixo, para estimular a curiosidade do leitor, apenas alguns esquemas tautológicos interessantes do CPC, cada um dos quais tem motivado discussões filosóficas fascinantes, frequentemente levando à elaboração de cálculos proposicionais bem diferentes do CPC (e muitos até mesmo incompatíveis com este).

Alguns esquemas tautológicos:

Não contradição: $\neg(\alpha \wedge \neg\alpha)$

Terceiro excluído: $\alpha \vee \neg\alpha$

Dupla negação: $\alpha \leftrightarrow \neg\neg\alpha$

Comutatividade da conjunção: $(\alpha \wedge \beta) \leftrightarrow (\beta \wedge \alpha)$

Uma vez que as fórmulas tautológicas são as verdades lógicas do CPC, temos uma maneira bem simples e rigorosa de *caracterizar semanticamente* essa teoria lógica: consiste exatamente no conjunto de todas as tautologias. A outra maneira de construir o CPC e obter as mesmas verdades lógicas é pela via sintática, como veremos na próxima subseção, para depois discutirmos brevemente algumas relações importantes entre essas duas perspectivas (semântica e sintática) para o CPC.

Antes disso, mencionaremos mais uma noção semântica importante, devido a sua relação com o conteúdo da subseção 2.2, especificamente, as noções de consequência lógica e de argumento válido. Naquela subseção, fornecemos definições informais para ambas as noções. Aqui, apresentaremos definições mais precisas usando as noções semânticas introduzidas.

DEFINIÇÃO: Uma valoração vé **modelo** de um conjunto Γ de fórmulas (em símbolos, $v \vDash \Gamma$) se e somente se, para toda fórmula $\gamma \in \Gamma$, $v(\gamma) = 1$

Ou seja, um modelo de um conjunto de fórmulas é uma valoração que torne todas as fórmulas daquele conjunto verdadeiras ao mesmo tempo.

Sendo assim, como avaliar se um argumento é válido (de acordo com a definição da subseção 2.2)? A estrutura de um argumento pode ser considerada como um conjunto (finito) de fórmulas representando suas premissas e uma dada fórmula representando sua conclusão. Assim, a definição anteriormente fornecida para consequência lógica pode ser assim reformulada:

DEFINIÇÃO: Seja Γ um conjunto de fórmulas, e αuma fórmula qualquer. Dizemos que α é **consequência lógica** (**semântica**) de Γ (em símbolos, $\Gamma \vDash \alpha$) se e somente se, para toda valoração $v$tal que $v \vDash \Gamma$, $v(\alpha)$= 1.

Ou seja, toda valoração que seja modelo de Γ também deve ser modelo de α. (Recomendamos comparar com a definição mais informal, fornecida antes, para perceber a equivalência entre elas!)

Para averiguar formalmente essa relação de consequência lógica, podemos empregar o método das tabelas de verdade, explicado acima. Basta construir uma tabela que compare, para cada valoração possível, os valores de cada premissa em Γ e o valor da conclusão α. Por exemplo, retomemos o argumento seguinte, já analisado anteriormente:

P_1: Ou João está na universidade, ou está em casa.

P_2: João não está em casa.

C: Por conseguinte, João está na universidade.

Uma simbolização bem intuitiva para esse argumento pode usar a seguinte convenção para fazer corresponder as seguintes fórmulas atômicas de **L** com sentenças atômicas do português:

A: João está na universidade.

B: João está em casa.

Deixando o argumento com a seguinte simbolização em **L**: $A \vee B$, $\neg B \therefore A$

Para testar se o conjunto $\{A \vee B, \neg B\}$ de premissas implica logicamente (ou seja, tem como consequência lógica) a fórmula A – ou seja, se $\{A \vee$

$B, \neg B\} \vDash A$ – construímos uma tabela de verdade como essa abaixo e conferimos se todas as valorações que tornam as fórmulas do conjunto $\{A \vee B, \neg B\}$ verdadeiras ao mesmo tempo sempre tornam simultaneamente a conclusão A verdadeira. Como isso de fato é o caso (a única linha em que ambas as premissas são verdadeiras é a terceira, e a conclusão também é verdadeira na mesma linha), temos que a conclusão é uma consequência lógica daquele conjunto de premissas.

A	B	$A \vee B$	$\neg B$	A
1	1	1	0	1
0	1	1	0	0
1	0	1	1	1
0	0	0	1	0

Para encerrar, consideremos outro argumento já usado anteriormente, seguido de uma convenção para a simbolização de suas sentenças atômicas como fórmulas atômicas de **L**:

P_1: Se João está tocando bateria, então ele está no quarto.

P_2: João está no quarto.

C: Portanto, João está tocando bateria.

A: João está tocando bateria.

B: João está no quarto.

O argumento fica, então, com a seguinte forma: $A \to B, B \therefore A$. É fácil perceber, pela tabela abaixo, que A *não é* consequência lógica do conjunto $\{A \to B, B\}$ de premissas. Embora na primeira linha, a conclusão coincidiu de ser verdadeira ao mesmo tempo em que as premissas, na segunda linha a verdade das premissas não garantiu a verdade da conclusão. Logo, não acontece que $\{A \to B, B\} \vDash A$.

A	B	$A \to B$	B	A
1	1	1	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
0	0	1	0	0

(Por simplicidade, seguindo o uso mais corrente, no restante de nossa exposição, omitiremos as chaves na indicação do conjunto de premissas de um argumento logicamente válido. Por exemplo, em vez de $\{A \vee B, \neg B\} \vDash A$, escreveremos apenas $A \vee B, \neg B \vDash A$.)

Outra convenção importante, acompanhando a notação mais usual. Usaremos o mesmo símbolo '$\vDash$' para indicar que uma fórmula qualquer α é válida ou tautológica, da seguinte maneira: $\vDash \alpha$. Essa expressão, na prática, abrevia "$\emptyset \vDash \alpha$", o que significa dizer que α é consequência lógica de todo e qualquer conjunto de premissas (até do conjunto vazio); ou seja, α vale em qualquer caso.

3.3. Uma sintaxe para o CPC e a noção sintática de consequência lógica

Nesta subseção, vamos expor a contraparte sintática do CPC de maneira bem geral. Dentre as noções sintáticas, apresentaremos a noção de consequência lógica, sem recorrer a algum tipo de interpretação, como fizemos na subsecção anterior através da noção de valoração. Para tanto, recorreremos à noção de sistema formal.

DEFINIÇÃO: Um **sistema formal** é um par ordenado <$\mathcal{L}$, $\wp$>, onde $\mathcal{L}$ é uma linguagem formal e $\wp$ é um conjunto de postulados.

Uma *linguagem formal*, como vimos na subseção 3.1, envolve um conjunto de símbolos (o alfabeto) e um conjunto de regras de formação (a gramática). *Postulados* aqui são entendidos como princípios que são assumidos sem demostração. Um conjunto de postulados pode conter axiomas ou regras de inferências. *Axiomas* são fórmulas que são usadas como suposições iniciais (sem demonstração) das quais outras fórmulas são derivadas. *Regras de inferências* são relações entre fórmulas que são assumidas (sem demonstração) que nos dizem como gerar (derivar) novas fórmulas a partir de axiomas ou outras fórmulas já derivadas.

Essa noção abstrata de sistema formal vai ficar mais clara a partir da apresentação de um sistema formal muito simples, usando o método da dedução natural, que iremos expor aqui para o CPC. A linguagem $\mathcal{L}$ do sistema formal que apresentaremos será a própria linguagem **L** que já conhecemos, definida na subseção 3.1. O conjunto de postulados $\wp$ do nosso sistema formal terá apenas regras de inferências; seu conjunto de axiomas é vazio.[4] Mas, antes de procedermos com nosso sistema de dedução natural, poderíamos questionar a utilidade de um sistema formal de prova. Por que adotar um sistema formal para verificar se uma dada conclusão é consequência lógica de um conjunto de premissas, uma vez que temos um método efetivo como o de tabelas de verdade? Bom, há algumas razões para se adotar um sistema formal. Aqui colocaremos uma razão prática. Suponha um argumento como o seguinte:

$$A \vee B, B \to C, C \to D, \neg A, D \to E \vDash (E \wedge B) \vee F$$

Como temos seis variáveis proposicionais nesse argumento, teríamos de construir uma tabela de verdade com 64 linhas para testar sua validade lógica, se formos recorrer ao método semântico de tabelas de verdade. Um sistema formal frequentemente fornece, em situações assim, uma maneira mais compacta para testar se a conclusão é consequência das premissas. A ideia é aplicar as regras de inferência postuladas ao conjunto de premissas, obtendo conclusões intermediárias, até chegar na conclusão do argumento. Quando alcançamos a fórmula que está na conclusão, a partir desse procedimento, dizemos que deduzimos (demonstramos) a fórmula da conclusão a partir das premissas. Intuitivamente, as regras de inferência são argumentos mais curtos que nos auxiliam a alcançar a conclusão de um argumento mais longo. O caminho é constituído por fórmulas que aparecem em uma sequência, as quais podem ser premissas ou fórmulas que já foram obtidas de fórmulas anteriores, por aplicação de alguma

[4]Há apresentações sintáticas do CPC que são feitas através de sistemas que assumem axiomas (ver MENDELSON, 2010, seção 1.4.)

regra de inferência (ou ainda axiomas, caso o sistema seja axiomático). Esse caminho é chamado de dedução (que será apresentado de maneira mais rigorosa ainda nesta subseção).

Tome, por exemplo, $A \vee B$, $\neg B \vDash A$. Conferimos, na última seção, que esse argumento curto é válido. Poderíamos postular a forma desse argumento como uma regra de inferência esquematicamente da seguinte maneira:

$$\frac{\begin{array}{c}\alpha \vee \beta \\ \neg\alpha\end{array}}{\beta}$$

O que essa regra de inferência diz é o seguinte: se há $\alpha \vee \beta$ em uma linha da demonstração e na outra linha há $\neg\alpha$, estamos autorizados a deduzir β. O traço horizontal indica que a fórmula abaixo do traço pode ser derivada (deduzida), através da regra em questão, a partir das fórmulas que estão acima do traço. Note que aqui não estamos falando do significado das fórmulas envolvidas. Neste contexto sintático, a derivação consiste basicamente em manipulações de símbolos (no caso, as fórmulas).

Com isso, do ponto de vista formal, nada nos impede de postularmos falácias como regras de inferências do sistema. Todavia, o sistema resultante não seria útil se quisermos que ele verifique exatamente aqueles argumentos que resultaram válidos. Almejamos um sistema que seja correto e que, portanto, capture os argumentos válidos (semanticamente). Para tanto, devemos escolher regras que são preservadoras de verdade: regras que, quando aplicadas às fórmulas verdadeiras, resultam sempre em fórmulas verdadeiras.

Feita essas considerações iniciais, vejamos, sem muitos detalhes, as regras do sistema de dedução natural apresentado aqui. Como **L** tem cinco operadores lógicos, teremos dez regras de inferências, uma regra de introdução e uma de eliminação para cada operador. Especificamente, teremos um par de regras para cada um dos seguintes operadores: $\neg$, $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$. (Em cada caso no quadro abaixo, indicamos uma notação curta para referir-se à regra definida, bem como um nome em português para a mesma regra.)

+∧ (Introdução da conjunção)	**-**∧ (Eliminação da conjunção)	
$\dfrac{\begin{array}{c}\alpha \\ \beta\end{array}}{\alpha \land \beta}$	$\dfrac{\alpha \land \beta}{\alpha}$	$\dfrac{\alpha \land \beta}{\beta}$

+∨ (Introdução da disjunção)		**-**∨ (Eliminação da disjunção)	
$\dfrac{\alpha}{\alpha \lor \beta}$	$\dfrac{\alpha}{\beta \lor \alpha}$	$\dfrac{\begin{array}{c}\alpha \lor \beta \\ \neg\alpha\end{array}}{\beta}$	$\dfrac{\begin{array}{c}\alpha \lor \beta \\ \neg\beta\end{array}}{\alpha}$

+↔ (Introdução da bi-implicação)	**-**↔ (Eliminação da bi-implicação)	
$\dfrac{\begin{array}{c}\alpha \to \beta \\ \beta \to \alpha\end{array}}{\alpha \leftrightarrow \beta}$	$\dfrac{\alpha \leftrightarrow \beta}{\alpha \to \beta}$	$\dfrac{\alpha \leftrightarrow \beta}{\beta \to \alpha}$

+→ **(Introdução da implicação)**	-→ **(Eliminação da implicação)**
α . . . β ――――― $\alpha \to \beta$	$\alpha \to \beta$ α ――――― β

+¬ **(Introdução da negação)**	-¬ **(Eliminação da negação)**
α . . . $\beta \wedge \neg\beta$ ――――― $\neg\alpha$	$\neg\neg\alpha$ ――――― α

Como deve ter ficado evidente, para denotar as regras de introdução de um operador, estamos usando o sinal '+' seguido do operador e, analogamente, para denotar as regras de eliminação de um operador, estamos usando o sinal '-'. Assim, por exemplo, '- ∨' significa eliminação da disjunção. A propósito, as regras da tabela acima são conhecidas por outros nomes. O esquema inferencial que usamos para eliminação da disjunção no sistema em questão é conhecido como silogismo disjuntivo. Em vez de silogismo disjuntivo, poderíamos ter usado outro esquema inferencial para eliminação da disjunção. Para desempenhar o papel de eliminação da disjunção, alguns sistemas de dedução natural trazem a regra conhecida como *prova por caso:*

$$\frac{\begin{array}{c}\alpha \vee \beta \\ \alpha \rightarrow \gamma \\ \beta \rightarrow \gamma\end{array}}{\gamma}$$

Bom, mas como não há a regra de prova por casos dentre as regras do sistema de dedução natural apresentado acima, essa regra não ficaria faltando? Isto é, será que há algum argumento que é válido, mas que não poderia ser provado pela falta da regra de prova por casos? A resposta é não, pois essa regra pode ser derivada (demostrada ou deduzida), a partir das regras de inferências primitivas, apresentadas no quadro acima. Para demostrar isso, podemos tomar um argumento que instancia o esquema metalinguístico da prova por caso em que derivamos C a partir do seguinte conjunto de premissas: $A \vee B$, $A \rightarrow C$, $B \rightarrow C$.(Deixaremos essa demonstração para o leitor fazer depois de terminar de ler esta subseção).

Vamos agora definir com um pouco mais de rigor as noções de dedução e consequência lógica (sintática) que estamos tratando aqui:

DEFINIÇÃO: Sejam Γ um conjunto qualquer de fórmulas e α uma fórmula. Uma **dedução** de α a partir de Γ é uma sequência finita $\delta_1,..., \delta_n$ de fórmulas, tal que $\delta_n = \alpha$ e cada $\delta_i, 1 \leq i \leq n$, é uma fórmula que pertence a Γ ou foi obtida a partir de fórmulas que aparecem antes na sequência, por meio da aplicação de alguma regra de inferência.

Ou seja, uma dedução de uma determinada fórmula αa partir de um conjunto Γde fórmulas é uma sequência finita de fórmula $\delta_1,..., \delta_n$(aquilo que estávamos chamando informalmente por caminho) em que o último elemento da sequência, δ_n, é a própria fórmula α. Cada fórmula, δ_i, da sequência ou pertence ao conjunto Γ de premissas ou foi obtida de fórmula(s) que aparecia(m) antes, por meio da aplicação de uma regra de inferência. Tipicamente, as deduções são numeradas, contendo em cada linha, uma fórmula e mais uma justificativa para a fórmula estar presente na dedução, como veremos abaixo através de um exemplo.

Com base na noção de dedução definida acima, podemos agora apresentar uma definição mais rigorosa da noção de consequência lógica (sintática):

DEFINIÇÃO: Seja Γ um conjunto de fórmulas e α uma fórmula. Dizemos que α é **consequência lógica (sintática)** de Γ (em símbolos $\Gamma \vdash \alpha$) se há uma dedução de αa partir de Γ.

Para deixar essas noções menos abstratas, tomaremos um exemplo de argumento e verificaremos (de maneira sintática) se sua conclusão é consequência lógica das premissas. Vamos aproveitar e já conferir o argumento que colocamos no início desta subseção, quando dissemos que, através do método de dedução natural que estamos vendo, teríamos uma maneira mais compacta que o método das tabelas de verdade para verificar a validade de alguns argumentos. O argumento usado como exemplo tinha como conclusão a fórmula $(E \wedge B) \vee F$ e o seguinte conjunto Γ de premissas: $\{A \vee B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, \neg A, D \rightarrow E\}$. O procedimento será dispor no início da sequência as premissas (justificando com o 'p' de premissa) e tentar alcançar a conclusão através das regras de inferências do sistema de dedução natural. Todas as fórmulas que aparecerem na sequência da dedução devem estar justificadas (evidenciando a linha que foi utilizada e a regra que permitiu a derivação).

1. $A \vee B$p
2. $B \rightarrow C$p
3. $C \rightarrow D$p
4. $\neg A$p
5. $D \rightarrow E$p
6. B 1,4 / -∨
7. C 2,6 / -→
8. D 3,7 / -→
9. E 5,8 / -→
10. $E \wedge B$6,9 / + ∧
11. $(E \wedge B) \vee F$10 / + ∨

Como a fórmula $(E \wedge B) \vee F$ que está na conclusão do argumento foi deduzida, conforme a definição de dedução, partindo do conjunto de premissas $\{A \vee B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, \neg A, D \rightarrow E\}$, temos que $(E \wedge B) \vee F$ é consequência lógica sintática de $\{A \vee B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, \neg A, D \rightarrow E\}$, conforme a definição de consequência lógica sintática. Assim, em símbolos, temos $\{A \vee B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, \neg A, D \rightarrow E\} \vdash (E \wedge B) \vee F$.

É interessante destacar que as regras que foram colocadas para introdução da negação e para introdução da implicação na tabela de regras de inferências acima, são regras que envolvem hipóteses (regras hipotéticas). No sistema que estamos apresentando aqui, a regra usada para introdução da negação é conhecida como *redução ao absurdo* (RAA) e a regra usada para introdução da implicação é conhecida *como regra de prova condicional* (RPC). Como exemplo, vejamos o funcionamento da regra de redução ao absurdo. Para tanto vamos conferir um argumento simples, inspirado na citação de Descartes, exposta no início deste capítulo. Imaginamos o seguinte argumento:

P_1: Se Deus é enganador, então ele está sujeito à carência

P_2: Deus não está sujeito a carência

C: Logo, Deus não é enganador.

Simbolizando o argumento para a linguagem proposicional **L**, temos a fórmula $\neg E$ como conclusão do argumento com as seguintes premissas: $E \rightarrow C$, $\neg C$. Para verificar se a conclusão é consequência lógica sintática das premissas, considere a seguinte dedução:

1.	$E \rightarrow C$	p
2.	$\neg C$	p
3.	$\quad\vert\ E$	h
4.	$\quad\vert\ C$	1, 3 / -→
5.	$\quad\vert\ C \wedge \neg C$	2, 4 / + ∧
6.	$\neg E$	3 – 5 / + ¬

Temos, portanto, $\{E \rightarrow C, \neg C\} \vdash \neg E$.

Apenas alguns comentários rápidos sobre a dedução acima: após as premissas, foi colocada a fórmula E como hipótese h (para denotar a hipótese). Grosso modo, a ideia da regra de RAA, usada como introdução da negação, é de que, se a hipótese levar à contradição (uma fórmula da forma $\beta \wedge \neg\beta$), estamos autorizados, através da regra em questão, a fechar a hipótese (denotado pela barra vertical na demostração) e inferir a negação da fórmula que aparece na hipótese.[5] O argumento em questão é uma instância de uma forma de argumento conhecida como *modus tollens*: $\alpha \rightarrow \beta, \beta \vdash \neg\alpha$.[6] Uma vez demonstrada, essa forma de argumento pode entrar como uma regra de inferência fazendo com que as demonstrações fiquem mais curtas e, com isso, podemos ter várias regras desse tipo no sistema de dedução natural. Para dar mais um exemplo, a regra por casos, mencionada acima, também pode entrar como uma

---

[5] Considerando o que foi dito na introdução, que o presente texto não pretende desempenhar o papel de um curso básico de lógica, não vamos tratar de expor o funcionamento de todas as regras de inferência. O objetivo aqui é apresentar de maneira sucinta o CPC como um sistema de lógica. Idealmente esse texto pode servir como uma motivação para o leitor proceder com um estudo mais detalhado através dos manuais de lógica indicados no final deste texto.

[6] Confira, no capítulo ‘Filosofia da Ciência’ incluído neste volume, uma aplicação do *Modus Tollens* na filosofia de Karl Popper.

regra do sistema de dedução natural em questão. O ponto é que, no sistema que estamos apresentando, tais regras não são primitivas, uma vez que não foram postuladas (assumidas sem demonstração) no sistema. Elas são *regras derivadas*, são obtidas a partir das regras primitivas, e, sendo assim, elas são em certo sentido redundantes: tudo que podemos demonstrar com elas pode ser demonstrado sem elas (i.e., só com as regras primitivas). Ao encurtarem as demonstrações, podemos dizer que elas funcionam como uma espécie de atalho no caminho (dedução) que devemos percorrer.

Para encerrar esta breve seção sobre o CPC, vamos falar rapidamente da noção de um caso particular de consequência lógica sintática. Quando temos uma fórmula que é consequência lógica do conjunto vazio de premissas, chamamos essa fórmula de *teorema*.

DEFINIÇÃO: Uma fórmula α é um **teorema** se há uma dedução de α a partir do conjunto vazio de premissas. *I.e*., α é um teorema sse $\emptyset \vdash \alpha$, o que abreviamos por $\vdash \alpha$.

Uma vez que, à primeira vista, pode parecer um pouco estranho uma fórmula ser consequência lógica do conjunto vazio, vamos colocar um exemplo simples de teorema do CPC: $\neg\neg A \leftrightarrow A$. Se, até então, as deduções começavam com as premissas do argumento, como fazer para deduzir uma fórmula a partir do conjunto vazio de premissas? Para tanto, no sistema de dedução natural aqui apresentado, temos que iniciar com regras hipotéticas. Neste caso específico, com a fórmula, $\neg\neg A \leftrightarrow A$, vamos fazer uso da regra de prova condicional (a introdução da conjunção no sistema de dedução natural aqui apresentado) e aproveitar para ver o funcionamento desta regra:

1.	$\quad\mid \neg\neg A$	h
2.	$\quad\mid A$	1 / -¬
3.	$\neg\neg A \to A$	1 – 2 / + →
4.	$\quad\mid A$	h
5.	$\quad\mid\quad\mid \neg A$	h
6.	$\quad\mid\quad\mid A \wedge \neg A$	4, 5 / + ∧
7.	$\quad\mid \neg\neg A$	5 – 6 / + ¬
8.	$A \to \neg\neg A$	4 – 7 / + →
9.	$\neg\neg A \leftrightarrow A$	3, 8 / +↔

Como $\neg\neg A \leftrightarrow A$ é demonstrada a partir do conjunto vazio de premissas, temos que ela é um teorema do CPC. Uma vez provado esse teorema, ele pode servir como um esquema de teorema, $\neg\neg\alpha \leftrightarrow \alpha$, em que podemos substituir uniformemente a metavariável α por fórmulas da linguagem obtendo, assim, uma infinidade de teoremas como, por exemplo, $\neg\neg B \leftrightarrow B$ ou $(A \vee B) \leftrightarrow \neg\neg(A \vee B)$, etc. É interessante notar que os teoremas são contrapartes sintáticas da noção de fórmula válida (tautologia). As fórmulas válidas do CPC (as tautologias) mencionadas acima podem ser demostradas como teoremas no CPC. Tendo isso em vista, como exercício, sugerimos ao leitor demostrar uma instância de cada esquema tautológico que foi exposto na subseção 3.2.

4. Considerações finais: metalógica, lógicas e filosofia da lógica

Neste texto introdutório, procuramos fazer uma apresentação muito geral sobre a Lógica, vista como análise de argumentos, e algumas questões relacionadas a essa ciência. Nosso objetivo com este breve capítulo, como dissemos, não foi fornecer um curso de Lógica, como é feito em manuais especializados. Existem excelentes cursos de Lógica em manuais específicos para isso (citamos e recomendamos alguns desses manuais na lista de sugestões de leitura abaixo). Nosso objetivo, bem mais modesto, foi ao longo do texto colocar o leitor em contato com alguns conceitos lógicos importantes, apresentando, sem muito detalhes, uma teoria lógica muito simples; o Cálculo Proposicional Clássico (CPC). Para encerrar, agora faremos alguns comentários muito breves sobre metalógica, lógicas e filosofia da lógica a fim ampliar um pouco mais o horizonte da Lógica, oferecendo algumas sugestões para o leitor interessado.

Vimos algumas noções gerais de argumentos e evidenciamos que, como um conjunto de teorias sobre a relação de consequência, a Lógica pode lidar com argumentos. Neste capítulo, exploramos a relação de consequência do CPC em uma perspectiva semântica, através do método das tabelas de verdade, e em uma perspectiva sintática, através de um sistema formal de dedução natural. Vimos que a noção teórica de consequência lógica semântica, em certo aspecto, captura a ideia intuitiva, ou pré-teórica, de validade como preservação de verdade. Já na parte sintática, como vimos, embora um sistema formal possa ser visto de um ponto de vista estritamente formal, sem nenhuma semântica pretendida, o sistema de dedução natural tratado aqui captura a ideia de preservação de verdade.

Podemos perceber que as noções semântica e sintática de consequência lógica do CPC, mesmo sendo distintas, podem apresentar conexões interessantes. Particularmente, quando o sistema formal apresenta propriedades metateóricas interessantes, como a correção e a completude. Grosso modo, quando dizemos que um sistema formal é correto e completo, as duas relações de consequência lógica, sintática e semântica, coincidem em um certo sentido (extensional).

Um sistema formal é *correto* sempre que, se uma fórmula α for consequência lógica sintática de um conjunto Γ de fórmulas (em símbolos, $\Gamma \vdash \alpha$), α será também consequência lógica semântica de Γ (em símbolos, $\Gamma \vDash \alpha$). Um sistema formal é *completo* sempre que uma fórmula α for consequência lógica semântica de um conjunto Γ de fórmulas (em símbolos, $\Gamma \vDash \alpha$), α será consequência lógica sintática de Γ (em símbolos, $\Gamma \vdash \alpha$). Colocando a correção e a completude juntas, temos o seguinte: $\Gamma \vdash \alpha$ se e somente se $\Gamma \vDash \alpha$.

Um caso particular da correção e da completude é quando o conjunto Γ é vazio. Assim, em um sistema formal correto e completo, uma fórmula α é teorema (em símbolos, $\vdash \alpha$), se e somente se α é válida ($\vDash \alpha$). Um sistema formal correto demonstra *somente* as fórmulas válidas, enquanto um sistema formal completo demonstra *todas* as fórmulas válidas. Especificamente, o sistema de dedução natural apresentado neste capítulo é correto e completo. Não cabe neste pequeno texto apresentar a prova de correção e completude para um sistema do CPC (para isso, ver MENDELSON, 2010 e FEITOSA & PAULOVICH, 2005).

Em um sistema formal, como vimos, podemos provar, dentre outras coisas, que certas sentenças são consequência lógica de certos conjuntos. Mas, quando nos ocupamos de*propriedades gerais* sobre o sistema, como, por exemplo, se ele é correto ou completo, estamos em um campo da Lógica conhecido como *metalógica*, e as ditas propriedades e resultados são também chamados de *metalógicos*. Há várias outras propriedades e resultados importantes na metalógica (como decidibilidade, consistência, etc.); porém, os exemplos acima devem bastar como ilustração de resultados metalógicos.

Mencionamos, em diversos momentos, a existência de várias lógicas (i.e., teorias da relação de consequência). O CPC visto brevemente aqui pode ser expandido para uma teoria mais forte, o Cálculo Quantificacional Clássico (CQC). O CPC é entendido como um subsistema do CQC no sentido de que tudo que pode ser expresso e provado no CPC pode ser expresso e provado no CQC. A teoria lógica do CQC tem mais princípios e sua linguagem tem um poder expressivo maior que a do CPC. Tradicionalmente o CQC, que inclui o CPC, é chamado de lógica elementar (para uma apresentação bastante didática do CQC, indicamos MORTARI, 2016).

Todavia, além das teorias lógicas clássicas, há teorias (ou lógicas) não clássicas. Podemos classificar as lógicas não clássicas em dois grupos: as lógicas que estendem a lógica clássica, adicionando um vocabulário distinto do vocabulário clássico (como operadores que não são funções de verdade, por exemplo), chamadas de lógicas ampliadas, e lógicas que derrogam algum princípio importante da lógica clássica (como o princípio da bivalência, terceiro excluído, não contradição), que são chamadas de lógicas heterodoxas ou alternativas. É importante destacar que essa classificação de lógicas não clássicas não está isenta de discussão. Há vários entendimentos e classificações sobre lógicas não clássicas que não serão mencionados neste texto (para tanto, indicamos BURGESS, 2009; DA COSTA, 2008; HAACK, 2002).

Um exemplo de lógicas não clássicas ampliadas são os numerosos sistemas de lógicas modais que incluem a lógica clássica. Entretanto, há inúmeros outros sistemas modais que são ampliados a partir de lógicas não clássicas heterodoxas tomadas como base (daí percebemos que a classificação entre lógica não clássicas ampliativas e heterodoxas tem algumas ressalvas). Grosso modo, lógicas modais são lógicas que contém operadores modais (que não são funções de verdade) que podem ter interpretações aléticas, ('é necessário que', 'é possível que'), temporais ('será sempre o caso que', 'foi o caso que'), deônticas ('é obrigatório', 'é permitido'). Há vários sistemas de lógicas modais normais (como K, T, D, B, S4, S5) e não normais (como S1, S2, S3, E, E2, E3). (Para saber mais sobre lógica modal, veja SIDER, 2010, caps. 6 e 7 e MORTARI, 2016, cap. 18).

Como exemplo de lógicas alternativas, cabe mencionar rapidamente três exemplos: lógicas polivalentes, lógicas intuicionistas e lógicas paraconsistentes. Como vimos neste capítulo, as fórmulas do CPC são bipartidas; ou são verdadeiras ou são falsas. Para o princípio da bivalência, o importante é a bipartição do conjunto das fórmulas, independentemente da natureza dos valores de verdade em questão. Embora falemos de valores de verdade, a lógica clássica não está comprometida com a interpretação de seus valores como sendo o verdadeiro ou o falso. Podemos, por exemplo, dar uma interpretação para os valores do CPC através de circuitos eletrônicos, preservando ainda o princípio clássico da bivalência (ver FEITOSA & PAULOVICH, 2005, cap. 4). Todavia, há lógicas que derrogam o princípio da bivalência. Essas são chamadas de lógicas polivalentes ou multivaloradas. No geral, lógicas polivalentes são lógicas com *n*valores de verdade, com $n > 2$. Como exemplo de lógicas polivalentes, podemos citar a lógica L_3 de Łukasiewicz, que assume três valores de verdade: o verdadeiro, o falso e o indeterminado. (Para saber mais sobre lógicas polivalentes, veja HAACK, 2002, cap. 11; PRIEST, 2008, cap. 7).

A lógica clássica também é regida pelo princípio do terceiro excluído que pode ser enunciado da seguinte maneira: dada uma proposição, α, e sua negação, $\neg\alpha$, ao menos uma é verdadeira. Como vimos na subseção 3.2, este princípio pode ser formulado sintaticamente na lógica proposicional clássica da seguinte forma: $\alpha \vee \neg\alpha$. Todavia, há lógicas, como as lógicas intuicionistas, que derrogam o princípio clássico do terceiro excluído. Em linhas gerais, para a perspectiva intuicionista, o que torna uma fórmula verdadeira é uma prova construtiva dessa fórmula. Assim, uma regra de inferência como a de redução ao absurdo, que vimos na subseção 3.3, não vale na lógica intuicionista. Uma das motivações vem do fato que há problemas na matemática que, até então, não foram resolvidos. Tome, por exemplo, a conjectura de Goldbach, que diz que todo número inteiro e par maior do que dois é igual à soma de dois primos. Vamos chamar a proposição que expressa essa conjectura de G. Até hoje os matemáticos não encontraram nenhuma prova construtiva para G, nem uma a prova para $\neg G$. Assim, de um ponto de vista intuicionista, não estamos autorizados a afirmar $G \vee \neg G$, e nem $\alpha \vee \neg\alpha$ em geral. (Para apresentações de lógica intuicionista, veja PRIEST, 2008, cap. 6 e RODRIGUES, 2011, pp. 70 – 79).

Na lógica clássica vale também o chamado princípio da explosão, que, intuitivamente, diz que de uma contradição pode ser inferida qualquer sentença. Podemos formular sintaticamente tal princípio da seguinte maneira: $\alpha \wedge \neg\alpha \vdash \beta$. É fácil mostrar que esse princípio vale na lógica clássica (como exercício, deixamos para o leitor a demonstração de tal princípio no sistema de dedução natural apresentado em 3.3). Lógicas que violam o princípio clássico da explosão são chamadas de lógicas paraconsistentes. Há várias lógicas paraconsistentes como, por exemplo, as lógicas Cn de da Costa e a lógica do paradoxo (LP) de Priest. Vamos falar um pouquinho sobre essa última. Além de paraconsistente, LP pode ser vista como uma lógica de três valores, tendo sentenças que são verdadeiras, sentenças falsas e sentenças verdadeiras e falsas. A motivação para assumir sentenças que são verdadeiras e falsas vem da doutrina conhecida como dialeteísmo, a visão de que há contradições verdadeiras. Um exemplo de contradição verdadeira dada pelos dialeteístas, como Priest, é o paradoxo do mentiroso que pode ser alcançado através de uma sentença que afirma a sua própria falsidade (conhecida como sentença do mentiroso): esta sentença é falsa. A questão é: qual é o valor de verdade da sentença do mentiroso? Se, por um lado, ela for verdadeira, ela é falsa. Se, por outro lado, ela for falsa, ela é verdadeira. Para os dialeteístas, como Priest, o paradoxo do mentiroso mostra que há contradições, $\alpha \wedge \neg\alpha$, verdadeiras. Como o dialeteísmo é a visão de que algumas contradições são verdadeiras, e não que todas as sentenças são verdadeiras, o princípio de explosão não pode ser válido. (Para uma apresentação da lógica paraconsistente LP e algumas noções sobre o dialeteísmo, veja PRIEST, 2008, cap. 7). Cabe mencionar aqui que, embora o dialeteísmo (uma visão sobre a verdade) leve à paraconsistência (uma teoria sobre a relação de consequência), a paraconsistência não está comprometida com o dialeteísmo. As lógicas de Da Costa, por exemplo, não estão comprometidas com a verdade de contradições (veja Da Costa, 2008). Há outras interpretações da paraconsistência que rejeitam a visão dialeteísta, de que contradições podem ser verdadeiras, e interpretam a contradição em termos de evidência, e não em termos de verdade (Cf. CARNIELLI & RODRIGUES, 2017).

A questão sobre a interpretação de uma lógica, como a paraconsistente, está no campo da filosofia da lógica. A filosofia da lógica pode ser entendida como uma área da filosofia que, grosso modo, discute questões levantadas pela lógica. Uma questão interessante que levantamos aqui, no começo deste texto, é a questão sobre a natureza da Lógica. O que é Lógica? Responder a essa pergunta é um trabalho de reflexão filosófica acerca da Lógica (ver COHNITZ & ESTRADA GONZALES, 2019, cap. 1).

A filosofia da lógica também trata de paradoxos como o paradoxo do mentiroso, que surge a partir da noção de verdade (ver HAACK, 2002, cap. 8; CARDOSO, 2018) e paradoxos sobre a implicação material (ver READ, 2016, cap. 3). Os paradoxos sobre a noção de verdade também contribuem para a discussão filosófica sobre a natureza da verdade (ver HAACK, cap. 7) dando espaço para o surgimento de teorias formais da verdade (ver BEALL, GLANZBERG, RIPLEY, 2018). Paradoxos e outros fenômenos que surgem na Lógica também colocam em questão se a Lógica pode ser revisada (COHNITZ & ESTRADA GONZALES, 2019, cap. 6 e PRIEST, 2014).

Outra reflexão filosófica interessante no campo da filosofia da lógica é sobre se há apenas uma lógica correta que corretamente codifica a relação de consequência (monismo) ou há uma pluralidade de lógicas que codificam corretamente a relação de consequência (pluralismo) (ver COHNITZ & ESTRADA GONZALES, 2019, cap. 6; HAACK, 2002, cap. 12). Além dessas questões apenas mencionadas aqui, há outras reflexões filosóficas sobre a Lógica. Frente aos vários problemas filosóficos sobre a Lógica, percebe-se que essa ciência não é importante apenas como um conjunto de teorias sobre a relação de consequência que podem ter distintas aplicações, como em análise de argumentos, mas que ela por si só é uma disciplina viva e rica do ponto de vista filosófico.

Esperamos que estas considerações preliminares sobre a Lógica tenham oferecido um panorama de algumas características dessa importante área de estudos, tradicionalmente estudada dentro da Filosofia, por suas múltiplas aplicações (metafísicas, epistemológicas, semânticas, etc.), bem como pelas provocações filosóficas que oferece.

Questões para revisão:

1. Explique o que são argumentos e como algumas expressões gramaticais podem servir de indicadores para os elementos de sua estrutura.
2. Explique a diferença entre argumentos válidos e argumentos corretos.
3. Compare e diferencie entre deduções, induções e abduções. Elabore exemplos novos para cada um desses tipos de argumentos.
4. Explique por que as falácias não são aceitáveis numa discussão racional, tendo em vista que outros tipos de argumentos inválidos podem ser legítimos nesse contexto.
5. Considerando-se que são possíveis infinitas valorações para as variáveis proposicionais de uma linguagem formal, por que não precisamos de infinitas linhas na tabela de verdade de uma fórmula dessa linguagem?
6. Compare e diferencie as noções de consequência lógica semântica e consequência lógica sintática.
7. Compare e diferencie as noções de tautologia (ou fórmula válida) e teorema.
8. Explique as noções metalógicas de correção e de completude.
9. Qual a diferença entre lógicas não clássicas ampliativas e heterodoxas? Mencione exemplos, relacionando-as com alguns princípios fundamentais da lógica clássica.
10. Qual a perspectiva investigativa da Filosofia da Lógica e como ela se diferencia da metalógica e da própria Lógica?

Questões para discussão:

1. Se nem todo argumento válido é bom para uma discussão racional, qual seria a importância ou relevância do estudo da Lógica, enquanto análise de argumentos?
2. É fácil mostrar que qualquer premissa tem como consequência lógica ela própria. Isso não seria um caso da falácia do círculo vicioso?
3. Com base no presente capítulo, reflita sobre a relação entre a noção pré-teórica de consequência lógica e as concepções teóricas do CPC (sintática e semântica).
4. O operador de implicação corresponde (aproximadamente) à construção condicional "se..., então, ..." da linguagem natural. Quais as limitações

dessa correspondência? Em outras palavras, a semântica (clássica) fornecida para fórmulas construídas com a implicação consegue capturar a relação de condição e consequência usada em nossos argumentos cotidianos? Justifique sua posição.

5. Considerando que há várias teorias lógicas (i.e., várias teorias sobre a relação de consequência lógica) incompatíveis entre si, podemos dizer que há mais de uma lógica correta? Disserte um pouco a respeito.

Sugestões de leitura em português: manuais de lógica

MORTARI, Cezar A. *Introdução à lógica*. 2. Ed. São Paulo: Editora Unesp, 2016.

COPI, I. M. *Introdução à lógica*. Trad. Álvaro Cabral. São Paulo: Mestre Jou, 1978.

FEITOSA, H. A.; PAULOVICH, L. Um *prelúdio à lógica*. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

SMULLYAN, R. *Lógica de primeira ordem*. São Paulo: Editora Unesp, 2009.

Sugestões de leitura em português: teoria da argumentação e lógica informal

CARNIELLI, Walter. A.; EPISTEIN, Richard. L. *Pensamento crítico: o poder da lógica e da argumentação*. 4.ed. São Paulo: Editora Rideel, 2019.

WALTON , Douglas. *Logica Informal*. Trad. Ana Lúcia R. Franco, Carlos A. Al. Salum. 2 ed. São Paulo: Ed. WMF Martins Fontes, 2012.

Sugestões de leitura em português: filosofia da lógica

DA COSTA, N. C. A. *Ensaios sobre os fundamentos da lógica*. 3. Ed. São Paulo: Hucitec/Edusp, 2008

HAACK, Susan. *Filosofia das lógicas*. Trad. Cezar Mortari; Luiz Henrique Dutra. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

READ, S. *Repensando a lógica: uma introdução à filosofia da lógica*. Trad. Abílio Rodrigues. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2016.

Sugestões de leitura em português: metalógica

BOOLOS, G.; BURGESS, J.; JEFFREY, R. *Computabilidade e Lógica*. Trad. Cezar A. Mortari. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

FEITOSA, H. A.; PAULOVICH, L. *Um prelúdio à lógica* São Paulo: Editora Unesp, 2005.

SHAPIRO, Stewart. Lógica Clássica. Trad. Danilo Oliveira e Rodrigo Cid. In. CID, R; DANTAS, D (orgs). *Textos selecionados de lógica* (série investigação filosófica). Pelotas: NEPFIL, 2020.

Referências

BEALL, JC; GLANZBERG, M. RIPLEY, D. *Formal Theories of Truth.* United Kingdom: Oxford University Press, 2018.

BOOLOS, G.; BURGESS, J.; JEFFREY, R. *Computabilidade e Lógica*. Trad. Cezar A. Mortari. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

BURGEESS, John. *Philosophical logic*. New Jersey: Princeton University Press, 2009.

CARDOSO, G. *O Paradoxo do Mentiroso: uma introdução*. Campinas: Editora do CLE, 2018.

CARNIELLI, W. & RODRIGUES, A. 'An epistemic approach to paraconsistency: A logic of evidence and truth'. *Synthese*, 196, 2017.

CARNIELLI, Walter. A.; EPISTEIN, Richard. L. *Pensamento crítico: o poder da lógica e da argumentação*. 4.ed. São Paulo: Editora Rideel, 2019.

COHNITZ, D. & ESTRADA-GONZALES, L. *An introduction to the philosophy of logic*. New York: Cambridge University Press, 2019.

DA COSTA, N. C. A. *Ensaios sobre os fundamentos da lógica*. São Paulo: Hucitec/Edusp, 2008.

DESCARTES, R. *Meditações*. In. *Os Pensadores* (vol. XV). São Paulo: Abril Cultural, 1973.

FEITOSA, H. A.; PAULOVICH, L. Um *prelúdio à lógica*. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

HAACK, Susan. *Filosofia das lógicas*. Trad. Cezar Mortari; Luiz Henrique Dutra. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

KNEALE, W; KNEALE, M. *O desenvolvimento da lógica*. Lisboa: Fundação Gulbenkian, 1980.

MENDELSON, E. *Introduction to mathematical logic*. 5a Ed. Boca Raton-London-New York: CRC Press, 2010.

MORTARI, Cezar A. *Introdução à lógica*. 2. Ed. São Paulo: Editora Unesp, 2016.

PRIEST, Graham. *An introduction to non-classical logic: from if to is* (2nd ed.). Cambridge University Press, 2008.

_____. 'Revising logic'. In P. Rush, *The Metaphysics of Logic* (pp. 211-223). Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

READ, S. *Repensando a lógica: uma introdução à filosofia da lógica*. Trad. Abílio Rodrigues. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2016.

RODRIGUES, A. *Lógica*. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

SHAPIRO, Stewart. 'Lógica Clássica'. Trad. Danilo Oliveira e Rodrigo Cid. In. CID, R; DANTAS, D (orgs). *Textos selecionados de lógica* (série investigação filosófica). Pelotas: NEPFIL, 2020.

SIDER, T. *Logic for philosophy*. United Kingdom: Oxford University Press, 2010.

WALTON, Douglas. *Logica Informal*. Trad. Ana Lúcia R. Franco, Carlos A. Al. Salum. 2 ed. São Paulo: Ed. WMF Martins Fontes, 2012.