Universidade de Brasília

INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

LUÍS HENRIQUE MENCK DE SOUSA

SIMULAÇÃO LINGUÍSTICA

POSSIBILIDADES E LIMITES DA CONCEPÇÃO DE UM MODELO LÓGICO-MATEMÁTICO DA HABILIDADE LINGUÍSTICA HUMANA

Brasília/DF
2023

LUÍS HENRIQUE MENCK DE SOUSA

SIMULAÇÃO LINGUÍSTICA

POSSIBILIDADES E LIMITES DA CONCEPÇÃO DE UM MODELO LÓGICO-MATEMÁTICO DA HABILIDADE LINGUÍSTICA HUMANA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade de Brasília (UnB) enquanto requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. André Leclerc.

Brasília/DF
2023

Dissertação aprovada, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Filosofia, conferida pela banca examinadora formada pelos professores:

____

Prof. Dr. André Leclerc – Orientador
Universidade de Brasília (UnB)

____

Prof. Dr. Alexandre Fernandes Batista Costa Leite
Universidade de Brasília (UnB)

____

Prof. Dr. Márcio Kleos Freire Pereira
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Brasília, _____de ___________de 2023

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. André Leclerc (UnB), pelas orientações, correções e aulas fundamentais sobre filosofia da linguagem.

Ao prof. Dr. Alexandre Fernandes Batista Costa Leite (UnB), pela análise ao texto dissertativo e pelas sugestões de aprimoramento e desenvolvimento da simulação linguística.

Ao prof. Márcio Kleos Freire Pereira (UFMA), pela minuciosa análise, correções e sugestões ao formalismo do texto e pelo acesso ao seu livro sobre a sintaxe e a semântica universais de Montague (2001).

Ao prof. Dr. Agnaldo Cuoco Portugal (UnB), por ter integrado a banca de qualificação e contribuído com questões enriquecedoras.

Ao prof. Dr. Guy Hamelin (UnB), pelas aulas sobre Lógica, Conhecimento e Metafísica na Antiguidade e na Idade Média.

Ao prof. Dr. Edgar Luis Bezerra de Almeida (Instituto Federal de Brasília), pelas aulas sobre Lógica Matemática.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), pelo apoio financeiro durante minha trajetória no Programa de Pós-Graduação em Filosofia da UnB.

MENCK, Luís Henrique. **Simulação linguística**: possibilidades e limites da concepção de um modelo lógico-matemático da habilidade linguística humana. Total de páginas: 123. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade de Brasília (UnB). 2023.

RESUMO

As teorias semânticas formais possuem recursos e métodos matemáticos que possibilitam uma precisa integração entre os aparatos sintáticos e os aparatos semânticos das linguagens formais dos sistemas de lógica. Essa precisão suscita a seguinte questão que norteia a presente dissertação: Quais são as possibilidades e as limitações do desenvolvimento e aplicação de uma teoria semântica formal voltada a concepção de uma simulação linguística (um modelo teórico que capture matematicamente o funcionamento da habilidade linguística humana)? Antes de qualquer resposta, o ponto a ser destacado é que o cumprimento de tal propósito depende de uma definição formal da noção de verdade, pois, na teoria semântica em questão, o conceito de verdade é um núcleo a partir do qual outras noções semânticas são definidas, tal como a de consequência lógica. Diante de tal dependência, o problema emergente é o de que as linguagens naturais são sintaticamente não matematizáveis e semanticamente fechadas, de modo que a manutenção dessas características em uma simulação linguística inviabilizaria uma definição formalmente correta do conceito de verdade. Sob essa perspectiva, então, a resposta à pergunta supra é a de que a aplicação de uma teoria semântica formal não viabilizaria a concepção de uma simulação linguística. Contudo, nesse cenário pessimista, ao limitar o escopo do projeto, a simulação tornou-se possível ao ter como suporte a formalização de um fragmento linguístico declarativo sintaticamente matematizável que preserva a abertura semântica. Assim, a problemática enunciada foi satisfatoriamente afastada, de maneira que ficaram precisamente demarcadas as possibilidades e os limites da simulação linguística pretendida. Nesse passo, foi possível, por meio de um simulador linguístico, construído a partir de uma teoria semântica formal híbrida, conceber uma simulação linguística SL. Cumprida a tarefa designada, à título de conclusão, foram articuladas considerações no sentido de que SL não cumpre a função de, sob um ponto de vista lógico-matemático, emular todo o intricado complexo de propriedades que envolvem o funcionamento da habilidade linguística humana. Contudo, apesar de suas limitações, SL logra êxito em certa medida. Isso porque, com profundidade conceitual matematizada, emula determinadas propriedades sintáticas, semânticas, pragmáticas e temporais inerentes a linguagem natural. Além disso, a teoria utilizada é uma teoria semântica formal híbrida que pode ser continuamente desenvolvida e, então, ser aplicada para aprimorar ou expandir SL.

Palavras-chave: Sintaxe formal universal. Semântica formal híbrida. Modelos. Linguagem natural. Habilidade linguística. Simulação linguística.

MENCK, Luís Henrique. **Linguistic Simulation**: possibilities and limits of the conception of a logical-mathematical model of human linguistic ability. Total number of pages: 123. Master's dissertation. Postgraduate Program in Philosophy at the University of Brasília (UnB). 2023.

ABSTRACT

Formal semantic theories employ mathematical resources and methods that enable a precise integration between the syntactic and semantic components of formal languages within logical systems. This precision raises the following question guiding this dissertation: What are the possibilities and limitations of developing and applying a formal semantic theory aimed at conceptualizing a linguistic simulation (a theoretical model that mathematically captures the functioning of human linguistic ability)? Before delving into any answers, it is essential to highlight that achieving such a purpose depends on a formal definition of the notion of truth, as in the pertinent semantic theory, the concept of truth is a core from which other semantic notions are defined, such as logical consequence. Faced with this dependence, the emerging problem is that natural languages are syntactically non-mathematizable and semantically closed, making it challenging to maintain these characteristics in a linguistic simulation, hindering a formally correct definition of the truth concept. From this perspective, the response to the above question is that the application of a formal semantic theory would not facilitate the conception of a linguistic simulation. However, in this pessimistic scenario, by limiting the project's scope, simulation became feasible by relying on the formalization of a syntactically mathematizable declarative linguistic fragment that preserves semantic openness. Thus, the stated problem was successfully addressed, precisely delineating the possibilities and limitations of the intended linguistic simulation. In this process, it was possible to conceive a linguistic simulation, SL, through a linguistic simulator constructed from a hybrid formal semantic theory. After completing the assigned task, as a concluding remark, considerations were articulated regarding the fact that SL does not fulfill the role of, from a logical-mathematical standpoint, emulating (explicitly and explaining) the entire intricate complex of properties involved in the functioning of human linguistic ability. However, despite its limitations, SL succeeds to some extent. This is because, with mathematized conceptual depth, it emulates certain syntactic, semantic, pragmatic, and temporal properties inherent to natural language. Furthermore, the theory employed is a hybrid formal semantic theory that can be continuously developed and then applied to enhance or expand SL.

Keywords: Universal formal syntax. Hybrid formal semantics. Models. Natural language. Linguistic ability. Linguistic simulation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

No âmbito da filosofia, os estudiosos têm se dedicado à formulação de modelos teóricos com intuito de explicar o funcionamento da habilidade linguística humana, i. é, de filosoficamente explicar o funcionamento da capacidade que uma pessoa tem de gerar e entender um número potencialmente infinito de frases.

As investigações sobre a habilidade linguística se enquadram na divisão da semiótica – apresentada por Charles Morris em seu texto intitulado "*Foundation of the Theory of Signs*" (1938, pp. 6-8) – que consiste em três modos teóricos: teorias sintáticas; teorias semânticas; teorias pragmáticas.

As teorias sintáticas e semânticas são tradicionalmente exploradas no âmbito da filosofia da linguagem ideal (Frege, Russell, Wittgenstein, Tarski e outros). As teorias pragmáticas são tradicionalmente exploradas no âmbito da filosofia da linguagem "ordinária" (Wittgenstein, Austin, Searle, Travis, Recanati e outros).

Em uma teoria sintática, a habilidade de gerar frases pode ser abordada tendo como foco o alfabeto, o vocabulário, as categorias sintáticas e as regras sintáticas de uma linguagem. Por exemplo, na teoria sintática universal de Montague, em seu artigo "*Universal Grammar*" (1974b, doravante referido como *UG*), o conjunto de categorias sintáticas é composto por dois conjuntos, quais sejam, categorias de expressões básicas e categorias de expressões complexas, de modo que as regras sintáticas determinam os processos combinatórios sobre as expressões básicas, possibilitando, assim, gerar um número potencialmente infinito de expressões complexas.

Definida a forma sintática, a habilidade de entender as frases geradas a partir de dada linguagem pode ser abordada a partir de alguma teoria semântica ou alguma teoria pragmática. *O que é uma teoria semântica?* Sob uma ampla perspectiva, uma teoria semântica é um conhecimento filosófico que versa sobre a definição de noções como verdade, significado, estrutura, modelos, sentido, denotação, consequência lógica, dentre outras. Já as teorias pragmáticas versam sobre a não literalidade do uso das expressões linguísticas, e seus conceitos centrais são: contexto, máximas conversacionais, implicitações conversacionais, processos pragmáticos primários e pragmática verocondicional.

In focus, a definição da expressão 'significado' está presente nas principais teorias semânticas, tal que serve de critério para a seguinte classificação.

Teoria semântica referencial: o significado é a entidade referida por meio de uma expressão da linguagem.

Teoria semântica ideacional: o significado é uma entidade mental. "Palavras, em seu significado primário e imediato, nada significam senão as ideias na mente de quem as usa, por mais imperfeita e descuidadamente que estas ideias sejam apreendidas das coisas que elas supostamente representam" (Locke, 1999, p. 147).

Teoria semântica verocondicional: o significado é a informação extraída das condições de verdade, tal que estas são geradas pela relação que ocorre entre dada expressão complexa da linguagem e dado arranjo de elementos declarado em tal expressão.

A teoria semântica correspondencial, de Bertrand Russell e Wittgenstein, é uma teoria verocondicional: "Entender uma proposição significa saber o que é o caso se ela for verdadeira" (Wittgenstein, 2022, p. 25, 4.024).

As teorias semânticas formais também são teorias verocondicionais, e suas principais noções básicas são: *composicionalidade*, *estrutura* e *condições de verdade* (a conexão entre essas noções básicas ocorre no cenário de uma definição formal de dada intuição/noção acerca da verdade). Um exemplo é a teoria semântica verocondicional desenvolvida e utilizada por Tarski em seu artigo "*O conceito de verdade nas linguagens formalizadas*" (2007a, [1933]).

As teorias semânticas formais possuem recursos e métodos matemáticos que possibilitam uma precisa integração entre os aparatos sintáticos e semânticos das linguagens formais dos sistemas de lógica, o que suscita a seguinte pergunta que norteia a presente dissertação: *Quais são as possibilidades e os limites do desenvolvimento e aplicação de uma teoria semântica formal voltada a concepção de uma simulação linguística?*

Antes de responder tal questão, é preciso esclarecer dois pontos: i) O que é uma simulação linguística; ii) Uma simulação linguística respaldada nos recursos e métodos de uma teoria semântica formal depende de uma definição formal da noção de verdade.

No período entre o final da década de 1960 e início da década de 1970, Montague apresentou sua teoria semântica formal verocondicional a partir da qual foi fundada uma nova abordagem semiótica, traduzindo-se em um projeto voltado a construção de simulações linguísticas. A teoria semântica de Montague consta do artigo *UG* (1974b) e suas aplicações constam dos artigos "*The proper treatment of quantification in ordinary English*" (1974c, doravante referido como *PTQ*) e "*English as a Formal Language*" (1974a, doravante referido como *EFL*).

Surgiu, assim, com Montague, uma singular área de investigação semiótica frente às abordagens tradicionais da época, principalmente em oposição às abordagens que posicionavam as teorias sintáticas como o principal modo de abordagem semiótica sobre a habilidade linguística.

Mas do que é que se trata uma simulação linguística? Trata-se de um modelo lógico-matemático da habilidade linguística humana. Enquanto modelo lógico-matemático, trata-se de uma representação teórica que tem o papel de exibir e explicar, de um ponto de vista filosófico e matematizado, as propriedades que envolvem o funcionamento de tal habilidade.

E considerando que a habilidade linguística envolve múltiplas e intricadas propriedades em seu funcionamento, é preciso ressaltar que, em uma simulação linguística, a abordagem dessas propriedades não está encapsulada em uma perspectiva semântica purista (tal como tradicionalmente ocorre no âmbito da filosofia da linguagem ideal).

Basicamente, em uma simulação linguística, as regras sintáticas, recursivamente definidas, emulam a capacidade que uma pessoa tem de produzir um número potencialmente infinito de frases, ao passo que a capacidade de entender tais frases é emulada por meio de uma semântica formal híbrida, ou seja, por meio de um aparato estrutural equipado com mecanismos funcionais que explicitam, filosófica e matematicamente, as propriedades semânticas, pragmáticas, cognitivas, mentais e temporais (podendo incluir a explicitação formal de qualquer outra propriedade que possa tornar a simulação mais precisa quanto ao objetivo de capturar matematicamente o funcionamento da habilidade linguística).

De modo mais específico, uma simulação linguística fornece uma profundidade conceitual que, de um ponto de vista lógico, em tese, exibe as seguintes propriedades: propriedades sintáticas (categorias sintáticas; regras recursivas de formação), propriedades semânticas (condições de verdade; significado; estrutura; mundos possíveis; modelos; expressão de sentido; denotação; consequência lógica), propriedades pragmáticas (contexto; máximas conversacionais; implicitações conversacionais; processos pragmáticos primários; pragmática verocondicional), propriedades cognitivas (conhecimento enciclopédico do mundo enquanto condição para apreensão do sentido; textura aberta; ilimitadas variações das suposições do pano de fundo), propriedades mentais (estados de consciência) e propriedades temporais (passado; presente; futuro); podendo incluir outras propriedades.

Um modelo teórico que emule todas as propriedades supracitadas ainda não foi apresentado e demandaria um trabalho hercúleo, tal que o objetivo aqui traçado não comtempla essa magnitude, limitando-se a uma abordagem parcial do funcionamento da habilidade linguística em seus aspectos sintáticos, semânticos, pragmáticos e temporais, os quais são inerentes a linguagem natural.

O trabalho de Montague é um exemplo de simulação que não está limitada a encapsular as propriedades linguísticas dentro de uma visão semântica purista, bem como é um exemplo de abordagem parcial de tais propriedades. De modo que, em *UG* (1974b), Montague desenvolveu uma teoria semântica que promove a ampliação da semântica de primeira ordem, e tal ampliação ocorre mediante a inclusão de expressão de sentidos, mundos possíveis, contextos e ordenações temporais, tratando-se claramente de uma teoria semântica híbrida de abordagem parcial.

O próximo ponto a ser abordado é que uma simulação linguística respaldada no instrumental de uma teoria semântica formal depende de uma definição formal da noção de verdade. Essa dependência se impõe porque, nesse tipo de teoria, o conceito de verdade se posiciona feito um núcleo a partir do qual outras noções semânticas são definidas, tal como a de consequência lógica (se as definições formais das noções de verdade e de consequência lógica estão disponíveis, então, tem-se disponível uma semântica formal).

Uma definição formal do conceito de verdade depende da satisfação de determinados critérios que lhe garantam sustentação intuitiva, recursividade e consistência. Tarski (2007b, [1944], p. 158, grifo do autor), em seu artigo "*A concepção semântica da verdade e os fundamentos da semântica*", fixou os seguintes critérios para uma definição formal da noção de verdade: "O problema principal é o de dar uma *definição satisfatória* dessa noção, i. é, uma definição que seja *materialmente adequada* e *formalmente correta*".

A satisfação do critério de adequação material promove uma definição que se sustenta nas intuições aristotélicas acerca da verdade. A satisfação do critério de correção formal promove uma definição recursiva e consistente acerca da verdade.

No que concerne à adequação material, segundo Tarski (2007b, p. 160), a definição formal do conceito de verdade tem de estar sujeita, tem de capturar a seguinte noção/intuição formulada por Aristóteles (1998, p. 23, Γ, 1011^{b} 25): “Dizer do que é que é, ou do que não é que não é, é verdadeiro, enquanto que dizer do que é que não é, ou do que não é que é, é falso”.

Tarski (2007b, p. 161-163) elaborou uma esquematização mais precisa para expressar as intuições aristotélicas, de modo que as frases da linguagem objeto têm de acarretar logicamente as equivalências do seguinte Esquema T (ou Convenção T):

(T) ‘*X*’ *é verdadeira* sse *p*

em que *p* pode ser substituído por uma frase da linguagem objeto para qual a verdade será definida e ‘*X*’ pode ser substituído pelo nome de tal frase (expressão da metalinguagem por meio da qual a frase da linguagem objeto é mencionada). Cada instanciação (T) é formulada em uma metalinguagem, portanto, ‘*X*’ pertence a metalinguagem e *p* pertence tanto a metalinguagem quanto a linguagem objeto contida na metalinguagem.

Por razões gramaticais, ‘*X*’ é substituído pelo nome de uma frase e não pela própria frase, pois, o sujeito de um predicado tem de ser o nome do objeto a ser mencionado e não o próprio objeto. Desse modo, no caso do predicado ‘*é verdadeira*’, o sujeito é uma frase, tal que a menção à frase é feita por meio de um nome entre aspas e não pela própria frase mencionada.

Uma definição materialmente adequada do predicado ‘*é verdadeira*’ tem de capturar a noção aristotélica depurada no Esquema T. Qualquer equivalência na qual ocorram as referidas substituições no Esquema (T), Tarski (2007b, p. 163) atribuiu a denominação ‘equivalência da forma (T)’. Cada equivalência da forma (T) é uma definição parcial do conceito de verdade (é um teorema), tal que o objetivo é obter um teorema para cada frase da linguagem objeto.

Conforme Tarski (2007b, p. 163, grifo do autor):

> Agora podemos finalmente colocar de uma forma precisa as condições sob as quais consideraremos o uso e a definição do termo ‘verdadeiro’ como adequados do ponto de vista material: queremos usar o termo ‘verdadeiro’ de tal maneira que todas as equivalências da forma (T) possam ser afirmadas, e *diremos que uma definição de verdade é adequada se todas essas equivalências dela se seguem*”.

Assim, uma definição de verdade é materialmente adequada sse é possível derivar uma equivalência da forma (T) para cada uma das frases da linguagem objeto.

Segue-se um exemplo de derivação de uma equivalência da forma (T) para a frase '*Platão é filósofo*' de uma linguagem L; no caso, o termo sujeito '*Platão*' denota o indivíduo *Platão* e o termo predicativo '*é filósofo*' denota a propriedade *é filósofo*, tal que se deriva a seguinte equivalência da forma (T):

(T) '*Platão é filósofo*' *é verdadeira* sse *Platão é filósofo*.

Note-se que, na equivalência supra, a partir do Esquema (T), '*X*' foi substituído por '*Platão é filósofo*' (nome por meio do qual uma frase da linguagem objeto é mencionada) e *p* foi substituído por *Platão é filósofo* (frase declarativa da linguagem objeto).

Em relação à correção formal, a definição do conceito de verdade tem de cumprir as seguintes condições (Tarski, 2007b, pp. 165-172):

i) *Relativização a uma linguagem objeto*

Essa condição impõe que a definição formal da noção de verdade tem de ser relativizada a uma linguagem particularmente considerada (uma dada linguagem objeto), i. é, sua formulação não ocorre na própria linguagem para qual se pretende dar a definição.

ii) *A sintaxe da linguagem objeto tem de ser formalmente especificável*

À primeira vista, o cumprimento dessa condição parece simples, de modo que bastaria aleatoriamente fixar uma linguagem objeto e, posteriormente, especificar formalmente sua forma sintática. Contudo, de acordo com Tarski, tal especificação somente é possível em linguagens formais. Por exemplo, por serem matematicamente imprecisas, a experiência de tentar detalhar formalmente as sintaxes das linguagens naturais se revela interposta por problemas agudos.

Tarski estipulou as condições (i) e (ii) com intuito de garantir a recursividade da definição. Assim, a sintaxe da L objeto tem de ser matematicamente precisa, de modo a ter um número finito de formulações sintáticas que permitam, recursivamente, gerar frases e dar as condições de verdade para cada uma das frases, ainda que sejam infinitas em números. Mais que isso, tratando-se de uma semântica verocondicional, pode-se afirmar que se há disponível uma definição recursiva do conceito de verdade para uma L objeto, então, é possível especificar o significado de qualquer frase de L.

iii) *A linguagem objeto tem de ser semanticamente aberta*

Outro problema relativo às linguagens naturais é o fato de que elas são semanticamente fechadas, i. é, englobam sua própria semântica. Mais precisamente, tais linguagens são dotadas de mecanismos que viabilizam a autorreferência (a linguagem contém os nomes para suas expressões e contém os predicados '*é verdadeira*' e '*é falsa*', bem como os princípios da bivalência e da não contradição estão vigentes), os quais permitem livremente a utilização da linguagem para se referir e fazer afirmações sobre a própria linguagem.

Essa liberdade possibilita a ocorrência de paradoxos semânticos, por exemplo o paradoxo do mentiroso que, dentre suas várias versões, tem-se o seguinte exemplo clássico:

(α) '*Esta frase é falsa*'

- Se '*Esta frase é falsa*' *é verdadeira*, então, a informação veiculada em '*Esta frase é falsa*' é o caso, tal que '*Esta frase é falsa*' *é falsa*:

  $\nu(\textit{Esta frase é falsa}) = 1 \rightarrow \nu(\textit{Esta frase é falsa}) = 0$;

  $\nu(\alpha) = 1 \rightarrow \nu(\alpha) = 0$;

- Se '*Esta frase é falsa*' *é falsa*, então, a informação veiculada em '*Esta frase é falsa*' não é o caso, tal que '*Esta frase é falsa*' *é verdadeira*:

  $\nu(\textit{Esta frase é falsa}) = 0 \rightarrow \nu(\textit{Esta frase é falsa}) = 1$;

  $\nu(\alpha) = 0 \rightarrow \nu(\alpha) =1$;

- Conclui-se que '*Esta frase é falsa*' *é verdadeira* sse '*Esta frase é falsa*' *é falsa*, tal que incorre em paradoxo semântico (uma contradição paradoxal):

  $\nu(\textit{Esta frase é falsa}) = 1 \leftrightarrow \nu(\textit{Esta frase é falsa}) = 0$;

  $\nu(\alpha) = 1 \leftrightarrow \nu(\alpha) = 0$.

Nesse sentido, a definição da noção de verdade tem de ser relativizada a uma linguagem objeto semanticamente aberta, i. é, que não possua mecanismos autorreferenciais que viabilizem a formulação de paradoxos semânticos.

É preciso frisar que linguagem semanticamente fechada não é um gênero que tem apenas linguagens naturais como espécies, de modo que uma linguagem formal também pode ter um *status* semanticamente fechado (basta que possua mecanismos de autorreferência).

iv) *A definição formal da noção de verdade tem de ser formulada em uma metalinguagem*

Se o conceito de verdade tem de ter sua definição relativizada a uma linguagem objeto (semanticamente aberta que não permite a autorreferência), então, a condição (iv) se impõe de modo a ser necessário ter disponível uma metalinguagem na qual a definição da noção de verdade será formulada e que contenha a linguagem objeto como parte sua, i. é, que tenha poder expressivo suficiente para ser possível fazer menção à linguagem objeto.

É notável que as condições (iii) e (iv) são exigidas para garantir a consistência da definição, ou seja, evitar a ocorrência de paradoxos semânticos. Trata-se da observância estrita ao princípio da bivalência (uma frase declarativa é avaliada como ou verdadeira ou falsa) e ao princípio da não contradição (não é o caso que uma frase seja simultaneamente verdadeira e falsa: $\sim(\alpha \wedge \sim\alpha)$).

Ressalte-se que as condições de correção formal impedem uma definição absoluta acerca da verdade que atinja simultaneamente toda e qualquer linguagem, pois, relativiza a definição a uma linguagem particularmente considerada.

Delineado o que é uma simulação linguística e quais são os critérios para uma definição satisfatória do conceito de verdade, a pergunta feita anteriormente pode ser retomada: *Quais são as possibilidades e os limites do desenvolvimento e aplicação de uma teoria semântica formal voltada a concepção de uma simulação linguística?*

Para responder tal questão, é preciso considerar as objeções de Tarski quanto ao fato de que, devido a não matematização sintática e ao fechamento semântico, não seria viável aplicar os métodos da semântica formal diretamente nas linguagens naturais. Consequentemente, em uma simulação linguística, quanto a definição do conceito de verdade, a manutenção da não matematização sintática impediria a obtenção de uma definição recursiva e a manutenção do fechamento semântico impediria a obtenção de uma definição consistente.

Contudo, em *UG* (1974b), *EFL* (1974a) e *PTQ* (1974c), Montague desenvolveu um projeto que transpõe as objeções suscitadas.

Quanto a objeção de que a sintaxe das linguagens naturais não é formalmente especificável e que a manutenção dessa situação em uma simulação linguística impediria uma definição de verdade recursiva, Montague apresentou uma solução direta e outra indireta.

A solução direta, encontrada em seu artigo *EFL* (1974a), consiste em tratar a própria linguagem natural como um sistema formal, de modo que a linguagem natural formal resultante recebe os métodos formais semânticos. Nesse caso, a linguagem natural serve diretamente como suporte sobre o qual o modelo teórico matematizado é construído, tal que fornece de modo direto os fragmentos linguísticos para a simulação linguística.

A solução indireta (privilegiada por Montague), encontrada no artigo *PTQ* (1974c), consiste na construção de uma linguagem formal específica para a qual os fragmentos da linguagem natural são traduzidos/formalizados. Nesse caso, a linguagem natural serve indiretamente como suporte para a construção do modelo teórico, tal que fornece de modo indireto, por meio de tradução, os fragmentos linguísticos para a simulação linguística.

No que tange à objeção relativa ao *status* semanticamente fechado das linguagens naturais, o projeto de Montague supostamente se revela inconsistente, estando suscetível às seguintes críticas que, por sua vez, recebem as sequentes respostas.

A crítica direcionada à solução direta consiste em apontar que tratar a própria linguagem natural como um sistema formal teria como consequência a manutenção do *status* semanticamente fechado, de modo a manter disponíveis os recursos que possibilitam a formulação de paradoxos semânticos. A resposta a tal crítica é a de que o projeto de Montague consiste em não tratar toda a linguagem natural como um sistema formal, mas, sim, selecionar e tratar matematicamente determinados fragmentos linguísticos declarativos livres de recursos autorreferentes de modo a evitar os paradoxos.

Quanto à solução indireta, a crítica consiste em apontar que se a linguagem formal permite a formalização de toda e qualquer frase da linguagem natural, então, é possível formalizar os mecanismos de autorreferência, de modo que a linguagem resultante também será semanticamente fechada. A resposta a essa crítica é a de que basta impedir que a linguagem formal receba tais mecanismos, de modo a garantir o *status* semanticamente aberto do fragmento declarativo formalizado e, então, impossibilitar a formulação de paradoxos.

Na presente dissertação, optou-se pela solução indireta utilizada por Montague, de modo que ficaram precisamente demarcadas as possibilidades e os limites da simulação linguística pretendida: a simulação se tornou possível ao ter como suporte a formalização de um fragmento de tipo declarativo sintaticamente matematizável que preserva a abertura semântica; já a limitação se revela exatamente no fato de que a simulação terá como suporte apenas um fragmento linguístico e não a linguagem natural como um todo.

Ressalte-se que existem diversas teorias semânticas formais disponíveis, de modo que um projeto voltado a concepção de uma simulação linguística não está restrito a teoria semântica de Montague e suas aplicações. Sob essa perspectiva, o texto dissertativo está organizado do seguinte modo.

No capítulo 1, a teoria sintática formal universal desenvolvida foi inspirada na teoria sintática universal de Montague (1974b) sem o compromisso de replicá-la, tal que foi delineada com algumas modificações pontuais para acomodar os objetivos aqui propostos. E a teoria semântica formal híbrida desenvolvida é resultado de uma expansão de uma teoria semântica de primeira ordem clássica, expansão essa que inclui o seguinte: uma semântica de segunda ordem *full standard*, uma teoria do sentido inspirada no trabalho de Frege (2009), uma teoria semântica verocondicional envolvendo contextos inspirada nos trabalhos de Kaplan (1977; 1979) e a teoria semântica modal de Kripke (2001; 2011b).

Tanto no capítulo 2 quanto no capítulo 3, seguiu-se o seguinte roteiro que serve para a construção de um simulador linguístico $\langle \mathbb{L}, \rho, \mu \rangle$ por meio do qual é possível conceber uma simulação linguística $\mathbb{SL}$ em seu interior:

1º Em uma metalinguagem (linguagem portuguesa + linguagem da Teoria dos Conjuntos + alfabeto grego + algarismos romanos + expressões da linguagem inglesa + linguagem objeto), o conceito de verdade (materialmente adequado e formalmente correto) foi definido para uma dada linguagem formal $\mathbb{L}$ objeto cuja sintaxe formal é um reflexo da teoria sintática formal universal exposta no item 1.3 e cuja semântica formal é um reflexo da teoria semântica formal híbrida exposta no item 1.4, tal que a apresentação foi feita mediante o uso de um amálgama de recursos técnicos encontrados em diversos livros de lógica matemática (Mendelson (1964); Mates (1967); Shoenfield (1967); Enderton (1972); Montague (1974); Kaplan (1977); Chellas (1980); Dowty (1991); Hodges (1997); Pereira (2001); Boolos (2007); Tarski (2007a); Blackburn (2010); Mortari (2017); Button (2018);

2º Foi feita a seleção do fragmento linguístico suporte da simulação, qual seja, um fragmento composto por frases declarativas – da forma *s* é *P* – pertencentes a linguagem natural portuguesa;

3º Foram aplicadas as seguintes funções de sobreposição: função de formalização ρ (sobreposição sintática) cujo resultado é a sintaxe formal superficial de SL; função de modelagem μ (sobreposição semântica) cujo resultado é uma SL-estrutura (M^{SL}) superficial para SL;

4º Por fim, com a aplicação das funções ρ e μ, concebeu-se a simulação linguística SL que, de um ponto de vista filosófico e matematizado, explicita e explica as seguintes propriedades que envolvem o funcionamento parcial da habilidade linguística humana: sintáticas (categorias sintáticas; regras recursivas de formação), semânticas (condições de verdade; significado; estrutura; mundos possíveis; modelos; denotação; expressão de sentido; consequência lógica), pragmáticas (contextos) e temporais (passado; presente; futuro).

Na conclusão, foram articuladas considerações no sentido de que, além de estar limitada a um suscinto fragmento da linguagem natural, SL não cumpre a função de explicar matematicamente todo o intricado complexo de propriedades que envolve a performance da habilidade linguística humana. Especificamente, foram feitas considerações com intuito de brevemente explicar as seguintes propriedades ausentes em SL: semântica (fechamento semântico), pragmáticas (máximas conversacionais; implicitações conversacionais; processos pragmáticos primários) e cognitivas (textura aberta; ilimitadas variações das suposições do pano de fundo).

1 GRAMÁTICA FORMAL

1.1 CONFIGURAÇÃO DO SIMULADOR E ESTÁGIOS DA SIMULAÇÃO

O que é um simulador linguístico? Sob uma perspectiva geral, trata-se de um aparato lógico-matemático por meio do qual é possível conceber uma simulação linguística SL.

Especificamente, um simulador linguístico é uma tripla ordenada $\langle \mathsf{L}, \rho, \mu \rangle$, em que L é uma linguagem formal não ambígua e ρ, μ são funções de sobreposição, tal que ρ é uma função de formalização e μ é uma função de modelagem.

A construção e configuração de um simulador $\langle \mathsf{L}, \rho, \mu \rangle$ se dá basicamente do seguinte modo:

1) *Linguagem formal* L *não ambígua*:

   a) A partir da teoria sintática formal universal (item 1.3), a sintaxe formal de L é construída de modo a conter categorias de expressões básicas e complexas e regras de formação sobre tais expressões;

   b) A partir da teoria semântica formal híbrida (item 1.4), a semântica formal de L é construída de modo a conter uma definição formal da noção de verdade relativizada a uma estrutura simbólica M;

2) *Funções de sobreposição*:

   a) Função de formalização ρ (sobreposição sintática): definida para copiar as expressões pertencentes ao fragmento linguístico suporte da simulação e formalizá-las no interior da forma sintática de L; as expressões copiadas sobrescrevem parte das expressões básicas de L; e o resultado é a construção da sintaxe formal superficial para SL;

   b) Função de modelagem μ (sobreposição semântica): definida para copiar as constantes não lógicas superficiais pertencentes à sintaxe de SL e inseri-las no interior da estrutura simbólica M de L; tais cópias sobrescrevem parte dos elementos pertencentes ao domínio

> $|M|$ de M; e o resultado é a construção de uma M^{SL} superficial (uma SL-estrutura), que é um modelo de representação lógico-matemática de parcela do mundo a partir do qual a sintaxe formal superficial de SL é interpretada.

Após a configuração do simulador $\langle L, \rho, \mu \rangle$, a simulação linguística SL é concebida mediante a execução dos seguintes estágios: (I) seleção do fragmento linguístico suporte da simulação; (II) aplicação da função ρ no estágio de formalização; (III) aplicação da função μ no estágio de modelagem; (IV) o resultado é a concepção de um modelo que funciona no interior do simulador linguístico e que exibe e explica, de um ponto de vista lógico-matemático, o funcionamento da habilidade linguística humana.

1.2 METALINGUAGEM E LINGUAGEM OBJETO

Antes de delinear a teoria sintática e a teoria semântica que serão utilizadas para construir e configurar um simulador linguístico $\langle L, \rho, \mu \rangle$ capaz de conceber uma simulação SL, é preciso esclarecer a distinção entre metalinguagem e linguagem objeto, bem como entender seu uso técnico.

Em síntese, metalinguagem é a linguagem utilizada para se referir a uma outra linguagem; linguagem objeto é a linguagem referida por meio da metalinguagem. Desse modo, uma análise semiótica sobre dada linguagem é feita por meio de uma metalinguagem e a linguagem sob análise é a linguagem objeto.

Bertrand Russell, na introdução que escreveu para o "*Tractatus Logico-Philosophicus*" de Ludwig Wittgenstein (2002, p. 121, § 2º) por ocasião da primeira edição traduzida para o inglês em 1922, delineou uma distinção entre metalinguagem e linguagem objeto:

> [...] que toda linguagem tenha, como diz o Sr. Wittgenstein, uma forma sobre a qual, na linguagem, nada possa ser dito, mas que possa haver outra linguagem que trate da forma da primeira linguagem e tenha, ela própria, uma nova forma, e que possa não haver limite para essa hierarquia de linguagens.

É preciso esclarecer que, na referida introdução, não há uma distinção conceitual detida e sequer há a utilização das expressões 'metalinguagem' e 'linguagem objeto'.

Contudo, a exposição de Russell é clara sobre a ideia de uma hierarquização que se traduz na possibilidade de uma linguagem ser utilizada para tratar de outra linguagem.

Posteriormente, em 1944, no artigo a "*Concepção semântica da verdade e os fundamentos da semântica*" (2007), Tarski impôs a utilização técnica de uma metalinguagem como uma das condições para uma definição satisfatória do conceito de verdade relativizada a uma linguagem objeto.

Frise-se que a imposição de Tarski vai além do mero emprego de duas linguagens, tratando-se de uma das condições de correção formal exigidas com o objetivo de evitar o surgimento de paradoxos semânticos, tal que seja preservada a observância estrita aos princípios da bivalência e da não contradição. Para tanto, a linguagem objeto tem de ser semanticamente aberta. Além disso, a metalinguagem tem de conter a linguagem objeto como parte sua, pois, é preciso que ela tenha um poder expressivo que possibilite mencionar a linguagem objeto.

Como funciona, então, a utilização técnica de uma metalinguagem no âmbito de uma análise semiótica?

Antes, é preciso delinear a diferença entre referenciar expressões e referenciar elementos, de modo que tal distinção conduza naturalmente a uma resposta à questão supra. Uma expressão é qualquer sequência aleatória de símbolos de uma linguagem. Para o propósito aqui traçado, serão utilizadas apenas as expressões bem formadas cujas sequências simbólicas estão sintaticamente definidas como substantivos comuns ou próprios nas linguagens portuguesa e inglesa.

Dentre as possibilidades de uso, as expressões linguísticas podem ser usadas para se referir a elementos pertencentes a um determinado domínio de discurso. Por exemplo, em uma sala de concerto musical, os músicos de uma orquestra de câmara podem usar a linguagem para se referir a dados objetos (piano, violino, etc...) ou pessoas (pianista, violinista, etc...).

De outro modo, as expressões linguísticas também podem ser usadas para referenciar/mencionar outras expressões linguísticas, e tal menção pode ser indicada por meio do uso de aspas ou algum outro recurso convencionado. Exemplos: '*Roger Waters*' é um nome para um substantivo próprio, tal que é utilizado para fazer menção a *Roger Waters* que, por sua vez, refere-se a um dos compositores das músicas gravadas em algum suporte de registro intitulado '*Dark side of the moon*', tal que '*Dark side of the moon*' é um nome utilizado para fazer menção a *Dark side of the moon* cuja referência é, por exemplo, um disco de vinil.

Nos exemplos imediatamente supracitados, uma determinada metalinguagem foi usada tecnicamente para mencionar as expressões de uma determinada linguagem objeto, enquanto que a linguagem objeto foi usada para referenciar os elementos de um determinado universo de discurso. Especificamente, a linguagem objeto é o inglês (no inglês, *Roger Waters* faz referência a uma pessoa em um dado universo de discurso), qual foi mencionada por meio de uma metalinguagem composta pelas linguagens portuguesa e inglesa (na metalinguagem, '*Roger Waters*' é uma menção a um substantivo próprio do inglês). Observe-se que, no caso, o poder expressivo da metalinguagem – que lhe confere meios a partir dos quais é possível fazer referências às expressões do inglês – é resultado do fato de que ela é composta tanto pela linguagem portuguesa quanto pela linguagem inglesa.

É preciso ressaltar que uma única linguagem pode ser utilizada tanto como metalinguagem quanto como linguagem objeto. Exemplo: '*André Matos*' é uma menção a *André Matos* que, por sua vez, tem o falecido vocalista do Angra como referente histórico. No caso exemplificado, há apenas o uso da linguagem portuguesa enquanto metalinguagem e linguagem objeto.

A partir do raciocínio exposto, é notável que se possa pensar em uma hierarquia infinita de linguagens, de modo que uma metalinguagem possa ser mencionada por meio de uma meta-metalinguagem que, por sua vez, possa ser mencionada por meio de uma meta-meta-metalinguagem e, assim, *ad infinitum*. Exemplo: ''*Roger Waters*'' é uma menção a '*Roger Waters*', '''*Roger Waters*''' é uma menção a ''*Roger Waters*'', ''''*Roger Waters*'''' é uma menção a '''*Roger Waters*''' e, assim, *ad infinitum*. Nesse sentido, nos termos colocados por Russell (Wittgenstein, 2002, p. 121, § 2º), é possível hierarquicamente adicionar mais e mais metalinguagens, sem que haja um limite para essa hierarquia de linguagens.

Um outro ponto substancial a ser destacado é que, por convenção, nas análises semióticas sobre linguagens formais dos sistemas de lógica, com objetivo de não carregar demasiadamente a notação lógica, o uso de aspas simples é praticamente suprimido e ocorre apenas quando a necessidade se impõe.

Como, então, se dá o uso técnico de uma metalinguagem nas análises semióticas sobre linguagens formais?

De plano, é preciso ter claro que, mesmo com a supressão das aspas simples, a ideia de uma hierarquia entre metalinguagem e linguagem objeto é precisa e rigorosamente preservada, pois, como foi anteriormente mencionado, trata-se de uma das condições de correção formal.

Compreendida a preservação da hierarquia de linguagens, a convenção é que as expressões são utilizadas sem aspas tanto para mencionar expressões da linguagem objeto quanto para referenciar elementos pertencentes ao domínio de uma L-estrutura.

A seguinte cláusula de condições de verdade serve como exemplo: $\mathcal{A} \vDash P^2_0 a_0 b_0 \Longleftrightarrow \langle \iota(a_0), \iota(b_0) \rangle \in \iota(P^2_0)$; sua leitura é a seguinte: $\mathcal{A}$ é modelo de $P^2_0 a_0 b_0$ sse a sequência ordenada de dois indivíduos $\langle \iota(a_0), \iota(b_0) \rangle$, denotados pelas constantes individuais a_0 e b_0, pertence ao subconjunto de 2-uplas $\iota(P^2_0)$ denotado pela constante predicativa 2-ária P^2_0; na referida cláusula, do lado esquerdo do símbolo de equivalência $\Longleftrightarrow$, $P^2_0 a_0 b_0$ é uma menção a uma sentença atômica da linguagem objeto; do lado direito do símbolo de equivalência $\Longleftrightarrow$, $\langle \iota(a_0), \iota(b_0) \rangle$ faz referência a uma sequência ordenada de dois indivíduos do domínio $|A|$ de $\mathcal{A}$ e $\iota(P^2_0)$ faz referência a um subconjunto de 2-uplas contido no domínio $|A|$ de $\mathcal{A}$. Note-se que, do lado esquerdo do símbolo de equivalência da cláusula exemplificada, preservando-se a hierarquia entre metalinguagem e linguagem objeto, $P^2_0 a_0 b_0$ é convencionalmente usada sem o uso de aspas (ou outro recurso) para fazer menção a uma sentença atômica da linguagem objeto.

Por fim, é perceptível que a metalinguagem pode ser formada por uma única linguagem ou por uma reunião de duas ou mais linguagens, bem como sempre conterá a linguagem objeto como parte sua para que seja possível fazer menção à linguagem objeto.

1.3 TEORIA SINTÁTICA FORMAL UNIVERSAL

1.3.1 Forma sintática

A sintaxe de uma linguagem formal L se identifica com o sistema universal $\mathrm{U} = \langle A, X_\delta, Y_\delta, S, F_\gamma \rangle_{\delta \in \Delta,\, \gamma \in \Gamma}$, o qual possui a seguinte configuração:

- A: conjunto não vazio;
- Δ: conjunto não vazio;
- X_δ: conjuntos indexados por Δ ($\delta \in \Delta$);
- Y_δ: conjuntos indexados por Δ ($\delta \in \Delta$);
- Γ: conjunto não vazio;
- S: conjunto de operações $\langle F_\gamma, \langle\varepsilon\rangle, \alpha\rangle_{\gamma\in\Gamma,\ \varepsilon\in C,\ \alpha\in Y_{\delta\in\Delta}}$;
- F_γ: funções indexadas por Γ (cujos argumentos são elementos ε pertencentes a C e cujas imagens são elementos α gerados em algum Y_δ).

Gera-se, assim, o conjunto C composto por conjuntos C_δ indexados por δ, tal que cada C_δ é composto ou por conjuntos X_δ ou por conjuntos Y_δ.

Ao ser identificada com o sistema universal $\mathbb{U} = \langle A, X_\delta, Y_\delta, S, F_\gamma\rangle_{\delta\in\Delta,\ \gamma\in\Gamma}$, a sintaxe de dada linguagem formal $\mathbb{L}$ não ambígua recebe a seguinte configuração:

- A: conjunto de todas as expressões de $\mathbb{L}$ (básicas; complexas; aleatórias);
- Δ: conjunto indexador, composto por nomes e abreviações para conjuntos categoriais;
- X_δ: conjuntos de expressões básicas, indexados por Δ;
- Y_δ: conjuntos de expressões complexas, indexados por Δ;
- Γ: conjunto indexador, composto por índices γ, tal que $\Gamma = \{\gamma \mid \gamma \in \mathbb{N} \text{ e } \gamma \geq 0\}$;
- S: conjunto de regras sintáticas formadas por triplas ordenada $\langle F_\gamma, \langle\varepsilon\rangle, \alpha\rangle_{\gamma\in\Gamma,\ \varepsilon\in C,\ \alpha\in Y_{\delta\in\Delta}}$;
- F_γ: funções de não ambiguização indexadas por Γ (cujos argumentos são elementos ε pertencentes a C e cujas imagens são expressões complexas não ambíguas geradas em algum Y_δ).

Gera-se, assim, o conjunto C de categorias sintáticas composto por conjuntos C_δ indexados por Δ, quais sejam: categorias de expressões básicas (contém os conjuntos X_δ de $\mathbb{L}$); categorias de expressões complexas (contém os conjuntos Y_δ de $\mathbb{L}$).

Uma expressão é uma sequência finita de símbolos. O conjunto A contém todas as expressões de uma linguagem formal L (básicas; complexas; aleatórias). Uma expressão aleatória é qualquer sequência finita de símbolos sintaticamente desordenada. As expressões básicas e as expressões complexas são sequências finitas de símbolos sintaticamente bem ordenadas. As expressões complexas podem ser classificadas em fórmulas ou *nonsenses* (pode haver outras classificações). As fórmulas são classificadas em sentenças e funções sentenciais. As expressões básicas são os componentes que, ordenados a partir das regras sintáticas de S, dão forma às expressões complexas. Exemplos: em uma L de primeira ordem, $a_0P^1_0\wedge)\rightarrow x_0(\forall$ é uma expressão aleatória sintaticamente desordenada; ao passo que a expressão complexa $\forall x_0((P^1_0x_0) \rightarrow (P^1_0a_0))$ é uma sentença geral formada a partir de expressões básicas (quantificador universal '$\forall$'; variável individual 'x_0'; parênteses ')' e '('; constante predicativa 1-ária 'P^1_0'; conectivo lógico implicativo '$\rightarrow$'; constante individual 'a_0').

O conjunto indexador Δ contém uma lista de nomes e suas abreviações a partir da qual os conjuntos categoriais podem ser rotulados.

Os conjuntos $C_\delta \subseteq C$ são indexados por Δ e, portanto, 'δ' pode ser substituído por um rótulo abreviado listado em Δ. Por exemplo, em cada C_δ: ao fazer a substituição de 'δ' por 'BAS', obtém-se C_{BAS} (categorias de expressões básicas); ao fazer a substituição de 'δ' por 'CPX', obtém-se C_{CPX} (categorias de expressões complexas).

As categorias de expressões básicas (exemplo de indexação: C_{BAS}) contém os conjuntos X_δ de L. Exemplo: $X_{CI} \subseteq C_{BAS} \subseteq C$, em que X_{CI} (conjunto de constantes individuais) está contido em C_{BAS} (categorias de expressões básicas) que, por sua vez, está contido em C (categorias sintáticas).

As categorias de expressões complexas (exemplo de indexação: C_{CPX}) contém os conjuntos Y_δ, que podem ser conjuntos de sentenças, de funções sentenciais ou de *nonsense*. Exemplos: $Y_{STÇ}$ é o conjunto de sentenças, Y_{FST} é o conjunto de funções sentenciais e Y_{NON} é o conjunto de *nonsense*, tal que $Y_{STÇ} \subseteq C_{CPX} \subseteq C$, $Y_{FST} \subseteq C_{CPX} \subseteq C$ e $Y_{NON} \subseteq C_{CPX} \subseteq C$. As expressões complexas são geradas mediante a aplicação das regras sintáticas de S.

O conjunto indexador Γ contém os índices γ que permitem enumerar cada uma das funções de não ambiguização F_γ. Exemplo: $S_1 : F_1(\eta, \alpha) = \eta(\alpha)$ é a regra sintática – composta pela sequência ordenada $\langle F_1, \langle \eta, \alpha \rangle, \eta(\alpha) \rangle$ – que gera fórmulas moleculares negativas;

em ‘F_1’, o índice ‘1’ ($\gamma = 1$) identifica a única função de não ambiguização que, mediante uma atribuição única de argumento, produz como imagem um único tipo de fórmula.

Fluxograma exemplificativo:

$$\Delta \text{ (indexador)} = \begin{cases} \text{BAS (categorias de expressões básicas)} \\ \text{CI (constantes individuais)} \\ \text{FUN (constantes funcionais n-árias)} \\ \text{PRD (constantes predicativas n-árias)} \\ \text{VAR (variáveis individuais)} \\ \text{OL (operadores lógicos)} \\ \text{QTF (quantificadores)} \\ \text{SP (sinais de pontuação)} \\ \text{CPX (categorias de expressões complexas)} \\ \text{STÇ (sentenças)} \\ \text{FST (funções sentenciais)} \\ \text{NON (\textit{nonsense})} \end{cases}$$

$$\text{C (categorias sintáticas)} = \begin{cases} C_{BAS} = \begin{cases} X_{CI} \\ X_{FUN} \\ X_{PRD} \\ X_{VAR} \\ X_{OL} \\ X_{QTF} \\ X_{SP} \end{cases} \\ \\ C_{CPX} = \begin{cases} Y_{STÇ} \\ Y_{FST} \\ Y_{NON} \end{cases} \end{cases}$$

$$\text{S (regras sintáticas)} = \begin{cases} S_0 : F_0(\Phi^n, \tau_1,\ldots,\tau_n) = \Phi^n\tau_1,\ldots,\tau_n \\ \\ S_1 : F_1(\eta, \alpha) = \eta(\alpha) \\ \\ S_2 : F_2(\alpha, \theta, \beta) = (\alpha)\ \theta\ (\beta) \\ \\ S_3 : F_3(Q, \xi, \alpha) = Q\xi(\alpha) \end{cases}$$

1.3.2 Regras sintáticas

Sob uma perspectiva geral, regras sintáticas são comandos que determinam como os símbolos de uma dada linguagem têm de ser justapostos para gerar novas expressões, por exemplo, fórmulas.

Para estabelecer as regras sintáticas de geração de fórmulas de uma linguagem formal L não ambígua identificada com o sistema universal U, primeiramente, é preciso definir suas categorias sintáticas.

Posteriormente, cada regra sintática de S tem de ser definida de modo a conter ordenadamente os seguintes componentes:

- *Função de não ambiguização* F_γ: aplicada para gerar fórmulas sintaticamente não ambíguas;
- *Argumento de* F_γ: elementos ε de entrada pertencentes à C;
- *Imagem de* F_γ: elemento α de saída em algum Y_δ.

Nesse sentido, cada regra sintática de S é formada por três componentes ordenados $\langle F_\gamma, \langle\varepsilon\rangle, \alpha\rangle_{\gamma\in\Gamma,\ \varepsilon\in C,\ \alpha\in Y_{\delta\in\Delta}}$, em que cada função de não ambiguização F_γ determina como os elementos ε pertencentes a C (argumento: expressões básicas ou complexas) tem de – mediante a inserção de parênteses $\{(,)\}$ – ser sintaticamente combinados para que se obtenha uma expressão complexa α sintaticamente não ambígua (imagem) em algum Y_δ.

Em síntese, para se qualificar como uma linguagem formal L sintaticamente não ambígua, é necessário o atendimento de duas condições:

1) Toda expressão complexa gerada por uma regra sintática de S tem de ser uma expressão complexa sintaticamente não ambígua pertencente a algum conjunto Y_δ (não pode ser uma expressão básica pertencente a algum conjunto X_δ);

2) Toda expressão complexa tem de ser gerada a partir de uma e apenas uma regra sintática de S, bem como a partir de uma atribuição única de argumento para a função de não ambiguização F_γ.

Exemplo de forma sintática, que se identifica com o sistema universal $\mathcal{U} = \langle A, X_\delta, Y_\delta, S, F_\gamma \rangle_{\delta\in\Delta,\ \gamma\in\Gamma}$, para uma linguagem formal L^1 de primeira ordem não ambígua:

1) C (categorias sintáticas):

a) C_{BAS} (categorias de expressões básicas):

- $X_{\bar{c}}$ (constantes individuais) = $\{a_0, b_0, c_0, a_1, b_1, c_1, ...\}$;
- X_φ (constantes funcionais n-árias) = $\{f^n_0, g^n_0, h^n_0, f^n_1, g^n_1, h^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;
- X_Φ (constantes predicativas n-árias) = $\{P^n_0, Q^n_0, R^n_0, P^n_1, Q^n_1, R^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;
- X_ξ (variáveis individuais) = $\{x_0, y_0, z_0, x_1, y_1, z_1, ...\}$;
- X_{QTF} (quantificadores, respectivamente, existencial e universal) = $\{\exists; \forall\}$;
- X_{OL} (operadores lógicos n-ários, $1 \leq n \leq 2$):

  X_{OL1} (operador lógico 1-ário) = $\{\sim\}$;

  X_{OL2} (operadores lógicos 2-ários) = $\{\wedge, \vee, \veebar, \rightarrow, \leftrightarrow\}$;
- X_{SP} (sinais de pontuação) = {(;); ,}.

b) C_{CXP} (categorias de expressões complexas):

- $Y_{STÇ}$ (sentenças);
- Y_{FST} (funções sentenciais).

2) Uma expressão τ é um termo sujeito sse:

- $\tau \in X_{\bar{c}}$;
- $\tau \in X_\xi$;
- $\tau = \varphi^n(\tau_1,...,\tau_n)$, em que $\varphi^n \in X_\varphi$ e τ_i é algum termo sujeito;
- Nada mais é um termo sujeito.

3) S (regras sintáticas de geração de expressões complexas não ambíguas em C_{CXP}):

- S_0 : $F_0(\Phi^n, \tau_1,...,\tau_n) = \Phi^n\tau_1,...,\tau_n \in C_{CXP}$, em que $\Phi^n \in X_\Phi$ e τ_i é algum termo, tal que as expressões sob a forma $\Phi^n\tau_1,...,\tau_n$ são *fórmulas atômicas*;

- S_1 : $F_1(\eta, \alpha) = \eta(\alpha) \in C_{CXP}$, em que $\eta \in X_{OL1}$ e $\alpha \in C_{CXP}$, tal que as expressões sob a forma $\eta(\alpha)$ são *fórmulas moleculares*;

- S_2 : $F_2(\alpha, \theta, \beta) = (\alpha)\ \theta\ (\beta) \in C_{CXP}$, em que $\theta \in X_{OL2}$ e $\alpha, \beta \in C_{CXP}$, tal que as expressões sob a forma $(\alpha)\ \theta\ (\beta)$ são *fórmulas moleculares*;

- S_3 : $F_3\ (Q, \xi, \alpha) = Q\xi(\alpha) \in C_{CXP}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\xi \in X_\xi$ e $\alpha \in C_{CXP}$, tal que as expressões sob a forma $Q\xi(\alpha_\xi)$ – em que ξ ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- Nada mais é uma fórmula.

As regras sintáticas S_0, S_1, S_2 e S_3 correspondem, respectivamente, às seguintes triplas ordenadas:

$\langle F_0, \langle \Phi^n, \tau_1,...,\tau_n\rangle, \Phi^n\tau_1,...,\tau_n\rangle$

$\langle F_1, \langle \eta, \alpha\rangle, \eta(\alpha)\rangle$

$\langle F_2, \langle \alpha, \theta, \beta\rangle, (\alpha)\ \theta\ (\beta)\rangle$

$\langle F_3, \langle Q, \xi, \alpha_\xi\rangle, Q\xi(\alpha_\xi)\rangle$

⟨função de não ambiguização 0, ⟨constante predicativa, termo sujeito⟩, expressão complexa⟩

⟨função de não ambiguização 1, ⟨conectivo 1-ário, expressão complexa⟩, expressão complexa⟩

⟨função de não ambiguização 2, ⟨expressão complexa, conectivo 2-ário, expressão complexa⟩, expressão complexa⟩

⟨função de ambiguização 3, ⟨quantificador, variável individual, expressão complexa⟩, expressão complexa⟩

Casos particulares e correspondentes triplas ordenadas:

$S_0 : F_0(P^1_0, b_0) = P^1_0 b_0$

$S_1 : F_1(\sim, P^1_0 b_0) = \sim(P^1_0 b_0)$

$S_2 : F_2(P^1_0 c_2, \veebar, (Q^1_1 c_2) \wedge (P^1_0 d_3)) = (P^1_0 c_2) \veebar ((Q^1_1 c_2) \wedge (P^1_0 d_3))$

$S_3 : F_3(\exists, x_0, P^1_0 x_0) = \exists x_0(P^1_0 x_0)$

$S_3 : F_3(\forall, y_0, P^1_0 y_0) = \forall y_0(P^1_0 y_0)$

$\langle F_0, \langle P^1_0, b_0\rangle, P^1_0 b_0\rangle$

$\langle F_1, \langle \sim, P^1_0 b_0\rangle, \sim(P^1_0 b_0)\rangle$

$\langle F_2, \langle P^1_0 c_2, \veebar, (Q^1_1 c_2) \wedge (P^1_0 d_3)\rangle, (P^1_0 c_2) \veebar ((Q^1_1 c_2) \wedge (P^1_0 d_3))\rangle$

$\langle F_3, \langle \exists, x_0, P^1_0 x_0\rangle, \exists x_0(P^1_0 x_0)\rangle$

$\langle F_3, \langle \forall, y_0, P^1_0 y_0\rangle, \forall y_0(P^1_0 y_0)\rangle$

1.3.3 Ambiguidade sintática

Quais problemas seriam acarretados no caso de uma linguagem formal L *sintaticamente ambígua?*

A resposta é que seriam acarretados problemas no âmbito sintático e no âmbito semântico. Para exemplificar a problemática questionada, considere-se a seguinte sintaxe, que se identifica com o sistema universal $U = \langle A, X_\delta, Y_\delta, S, F_\gamma\rangle_{\delta\in\Delta,\ \gamma\in\Gamma}$, para uma linguagem formal L^2 sintaticamente ambígua:

1) C (categorias sintáticas):

a) C_{BAS} (categorias de expressões básicas):

° $X_{\bar{c}}$ (constantes individuais) = $\{a_0, b_0, c_0, a_1, b_1, c_1, ...\}$;

- X_{φ} (constantes funcionais n-árias) = $\{f^n_0, g^n_0, h^n_0, f^n_1, g^n_1, h^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;
- X_{Φ} (constantes predicativas n-árias) = $\{P^n_0, Q^n_0, R^n_0, P^n_1, Q^n_1, R^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;
- X_{ξ} (variáveis individuais) = $\{x_0, y_0, z_0, x_1, y_1, z_1, ...\}$;
- X_{QTF} (quantificadores, respectivamente, existencial e universal) = $\{\exists; \forall\}$;
- X_{OL} (operadores lógicos n-ários, $1 \leq n \leq 2$):

  X_{OL1} (operador lógico 1-ário) = $\{\sim\}$;

  X_{OL2} (operadores lógicos 2-ários) = $\{\wedge, \vee, \veebar, \rightarrow, \leftrightarrow\}$;
- X_{SP} (sinais de pontuação) = {,}.

b) C_{CXP} (categorias de expressões complexas):

- $Y_{STÇ}$ (sentenças ambíguas);
- Y_{FST} (funções sentenciais ambíguas).

2) Uma expressão τ é um termo sujeito sse:

- $\tau \in X_{\bar{c}}$;
- $\tau \in X_{\xi}$;
- $\tau = \varphi^n(\tau_1,...,\tau_n)$, em que $\varphi^n \in X_{\varphi}$ e τ_i é algum termo sujeito;
- Nada mais é um termo sujeito.

3) S (regras sintáticas de geração de expressões complexas sintaticamente ambíguas em C_{CXP}):

- $S_0 : F_0(\Phi^n, \tau_1,...,\tau_n,) = \Phi^n\tau_1,...,\tau_n \in C_{CXP}$, em que $\Phi^n \in X_{\Phi}$ e τ_i é algum termo sujeito, tal que as expressões sob a forma $\Phi^n\tau_1,...,\tau_n$ são *fórmulas atômicas*;
- $S_1 : F_1(\eta, \alpha) = \eta\alpha \in C_{CXP}$, em que $\eta \in X_{OL1}$ e $\alpha \in C_{CXP}$, tal que as expressões sob a forma $\eta\alpha$ são *fórmulas moleculares*;
- $S_2 : F_2(\alpha, \theta, \beta) = \alpha\ \theta\ \beta \in C_{CXP}$, em que $\theta \in X_{OL2}$ e $\alpha, \beta \in C_{CXP}$, tal que as expressões sob a forma $\alpha\ \theta\ \beta$ são *fórmulas moleculares*;

- S_3 : F_3 (Q, ξ, α) = $Q\xi\alpha \in C_{CXP}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\xi \in X_{\xi}$ e $\alpha \in C_{CXP}$, tal que as expressões sob a forma $Q\xi\alpha_{\xi}$ – em que ξ ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- Nada mais é uma fórmula.

Qual problema seria acarretado no âmbito sintático no caso da linguagem formal $\mathcal{L}^2$ *sintaticamente ambígua?*

A falta de funções de não ambiguização em S_1, S_2 e S_3 viabiliza a geração de anomalias em $\mathcal{L}^2$, i. é, viabiliza a geração de fórmulas moleculares que não possuem um operador lógico fixado como principal.

O seguinte caso particular ilustra como que, sem a inserção de parênteses, S_2 de $\mathcal{L}^2$ gera uma sentença molecular sintaticamente ambígua que não possui um operador lógico fixado como principal: S_2 : $F_2(P^1_0c_2, \veebar, Q^1_1c_2 \wedge P^1_0d_3) = P^1_0c_2 \veebar Q^1_1c_2 \wedge P^1_0d_3$.

Qual problema seria acarretado no âmbito semântico no caso da linguagem formal $\mathcal{L}^2$ *sintaticamente ambígua?*

O problema se refere ao funcionamento da consequência lógica. Uma sentença β é consequência lógica de uma sentença α ($\alpha \vDash \beta$) ou de um conjunto de sentenças A ($A \vDash \beta$) sse toda $\mathcal{M}$ que é modelo de α ou de A também é modelo de β.

O problema em questão é que, por não possuir um operador lógico fixado como principal, não é possível estabelecer se uma sentença molecular β sintaticamente ambígua é ou não é consequência lógica de alguma sentença α ou de algum conjunto de sentenças A em relação à $\mathcal{M}$.

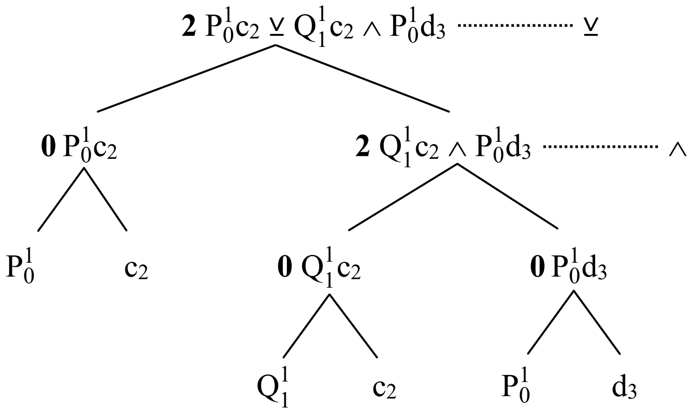
Isso porque as condições de verdade e a atribuição de valores de verdade dependem de uma recursiva decomposição sintático-semântica (item 1.4.2) que somente é possível quando a sentença possui um operador lógico definido como principal.

Uma maneira de desambiguizar uma sentença e viabilizar sua decomposição sintático-semântica é a utilização de árvores de análise sintática.

Nas árvores 1 e 2, abaixo, os conectivos ao lado das sentenças indicam qual é o conectivo lógico a partir do qual a sentença foi composicionalmente desmontada. O índice numérico ao lado da sentença indica a exata regra sintática da linguagem formal L^2 sintaticamente ambígua a partir da qual a sentença foi gerada.

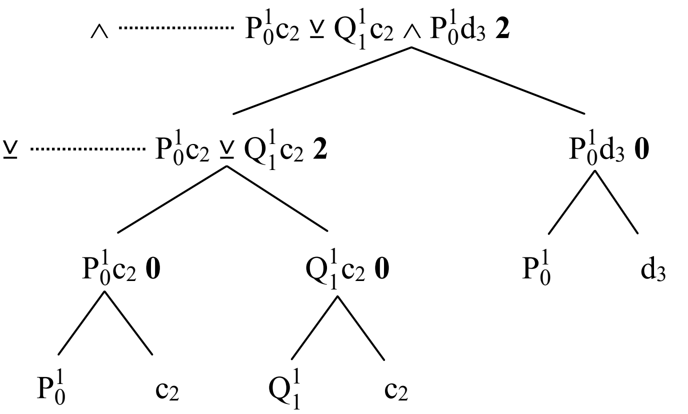
Desse modo, as seguintes árvores revelam duas possíveis formas sintáticas da sentença molecular ambígua $P_0^1c_2 \veebar Q_1^1c_2 \wedge P_0^1d_3$ de L'':

Árvore de análise sintática 1:



Resultado (mediante inserção de parênteses externos à L^2): $(P_0^1c_2) \veebar ((Q_1^1c_2) \wedge (P_0^1d_3))$.

Árvore de análise sintática 2:



Resultado (mediante inserção de parênteses externos à L^2): $((P_0^1c_2) \veebar (Q_1^1c_2)) \wedge (P_0^1d_3)$.

Como visto, as árvores de análises sintáticas são recursos que permitem desambiguizar dada fórmula e, então, composicionalmente, dar suas condições de verdade e lhe atribuir um valor de verdade.

Contudo, há uma outra solução, qual seja, construir uma linguagem formal L sintaticamente não ambígua, e isso pode ser feito equipando tal L com funções de não ambiguização, ou seja, com funções que evitam o surgimento das ambiguidades sintáticas em questão. Especificamente, as funções de não ambiguização permitem a geração de fórmulas moleculares cujos operadores lógicos principais podem ser claramente identificados (item 1.3.2), sem que seja necessária a aplicação de qualquer procedimento de desambiguização após à geração das fórmulas.

1.4 TEORIA SEMÂNTICA FORMAL HÍBRIDA

1.4.1 Estrutura

Conceito

Sob uma perspectiva geral, uma estrutura $\mathcal{M}$ é um arcabouço formal a partir do qual é possível construir estruturas específicas que servem de representações de parcelas do mundo e de aparatos interpretativos para a sintaxe de dada linguagem formal $\mathcal{L}$.

De modo mais específico, uma $\mathcal{M}$ é uma n-upla $\langle a_1, ..., a_n\rangle$ composta por um domínio $|\mathcal{M}|$ e por determinadas funções.

Exemplos: em uma $\mathcal{L}$ extensional, $\mathcal{M} = \langle|\mathcal{M}|, h_1, ..., h_n\rangle$, tal que $\langle h_1, ..., h_n\rangle$ é o aparato funcional extensional, em que h_i é alguma função; em uma $\mathcal{L}$ intensional, $\mathcal{M} = \langle|\mathcal{M}|, \langle f_1, ..., f_n\rangle, \langle h_1, ..., h_n\rangle\rangle$, tal que $\langle f_1, ..., f_n\rangle$ é o aparato funcional intensional, em que f_i é alguma função; em uma $\mathcal{L}$ intensional modal, $\mathcal{M} = \langle|\mathcal{M}|, \langle \mathcal{W}, \mathcal{R}\rangle, \langle f_1, ..., f_n\rangle, \langle h_1, ..., h_n\rangle\rangle$, tal que $\langle \mathcal{W}, \mathcal{R}\rangle$ é um *frame* modal incorporado à $\mathcal{M}$, em que $\mathcal{W}$ é um conjunto de mundos possíveis w_i, e $\mathcal{R}$ é uma relação de acessibilidade entre os mundos possíveis.

Domínio

O domínio $|\mathcal{M}|$ de $\mathcal{M}$ é um conjunto não vazio de indivíduos, subconjuntos de n+1-uplas e subconjuntos de n-uplas. Esses elementos são valores que permitem interpretar dada linguagem formal $\mathcal{L}$.

Em uma $\mathcal{L}$ intensional, o domínio é também um conjunto de sentidos que as expressões básicas ou as sentenças podem manifestar.

Estrutura simbólica

Uma estrutura M simbólica também é um arcabouço formal; entretanto, os conjuntos das denotações extensionais são compostos pelos próprios símbolos não lógicos de L (constantes individuais, constantes funcionais e constantes predicativas).

Exemplo de estrutura simbólica para a sintaxe da linguagem formal L^3 de primeira ordem:

$L^3 = (\{a_0, a_1, a_2, \}, \{f^n_0, f^n_1, f^n_2, ...\}, \{P^n_0, P^n_1, P^n_2, ...\})$

$M^3 = \langle |M|, \iota, \sigma, \nu \rangle$

$M^3 = \langle |M|, \{a_0, a_1, a_2, \}, \{f^n_0, f^n_1, f^n_2, ...\}, \{P^n_0, P^n_1, P^n_2, ...\} \rangle$

Enquanto arcabouço formal, uma M simbólica desempenha o exato papel designado a uma M não simbólica; pois, apesar de ter um domínio de elementos explícitos, possui um grau de abstração que permite ser sobreposta para, generalizadamente, acomodar infinitas estruturas específicas.

Modelo

A expressão 'modelo' designa as qualificações que podem ser atribuídas a uma estrutura específica. Uma estrutura específica é uma L-estrutura, ou seja, uma estrutura que foi modelada para interpretar dada L (é uma assinatura para dada L).

Na relação L-estrutura/mundo, uma L-estrutura é qualificada como modelo de representação lógico-matemática de parcela do mundo. Frise-se que, ao modelar uma L-estrutura, é a teoria semântica adotada que determina quais serão os tipos de referentes (de denotações) que integrarão o domínio de discurso. Exemplos: quando uma L-estrutura é modelada a partir da teoria semântica de Frege, os nomes próprios fictícios (vazios) denotam o conjunto vazio $\varnothing$; de outro modo, quando uma L-estrutura é modelada a partir da teoria semântica modal de Kripke, os nomes próprios fictícios possuem referentes fictícios.

Na relação L-estrutura/sintaxe, uma L-estrutura pode ou não ser qualificada como modelo de uma sentença ou de um conjunto de sentenças. Nesse passo, a L-estrutura que torna verdadeira dada sentença α é modelo de α; a L-estrutura que torna falsa dada sentença α não é modelo de α. Se uma L-estrutura é modelo de todas as sentenças de um conjunto C, então, é modelo de C.

1.4.2 Composicionalidade

Em uma linguagem formal L, a composicionalidade é o mecanismo que, a partir do conectivo lógico fixado como principal, permite desmontar as sentenças de modo a viabilizar a apreensão de suas condições de verdade. Seu modo de operação se dá mediante uma precisa conexão entre a forma sintática e a estrutura semântica de uma L.

Composicionalmente, as condições de verdade de uma sentença molecular são funções a partir de valores de verdade na direção de valores de verdade em conformidade com as definições dos operadores lógicos que conectam suas sentenças componentes:

- $\nu(1) = 0$ e $\nu(0) = 1$ correspondem ao operador lógico ~;
- $\nu(0, 0) = 0$, $\nu(0, 1) = 0$, $\nu(1, 0) = 0$ e $\nu(1, 1) = 1$ correspondem ao operador lógico $\wedge$;
- $\nu(0, 0) = 0$, $\nu(0, 1) = 1$, $\nu(1, 0) = 1$ e $\nu(1, 1) = 1$ correspondem ao operador lógico $\vee$;
- $\nu(0, 0) = 0$, $\nu(1, 1) = 0$, $\nu(1, 0) = 1$ e $\nu(0, 1) = 1$ correspondem ao operador lógico $\veebar$;
- $\nu(1, 0) = 0$, $\nu(0, 1) = 1$, $\nu(1, 1) = 1$ e $\nu(0, 0) = 1$ correspondem ao operador lógico $\rightarrow$;
- $\nu(0, 1) = 0$, $\nu(1, 0) = 0$, $\nu(0, 0) = 1$ e $\nu(1, 1) = 1$ correspondem ao operador lógico $\leftrightarrow$.

Já as condições de verdade de uma sentença atómica são funções a partir das partes componentes da sentença na direção dos elementos extensionais de M, tal que há uma simetria entre a configuração sintática das partes da sentença atômica e a configuração semântica dos elementos de M.

No caso de sentenças gerais (existenciais; universais), após a decomposição das sentenças moleculares (se for o caso), as condições de verdade dependem de atribuições para as variáveis (individuais, funcionais ou predicativas) de suas componentes atômicas.

Nesse passo, em cada etapa de instanciação, as sentenças são sintaticamente decompostas em sincronia com as definições semânticas, tal que, sucessivamente, as condições de verdade de uma sentença molecular dependem das condições de verdade de suas sentenças componentes, até chegar nos casos atômicos.

A seguinte árvore de análise, sobreposta pelas seguintes instanciações, serve para ilustrar como que uma sentença molecular não ambígua tem suas valorações semânticas estabelecidas em sincronia com sua decomposição sintática:

$$\mathcal{M} \vDash (P^1_0c_2) \veebar ((Q^1_1c_2) \wedge (P^1_0d_3)) \Longleftrightarrow$$

$$\textit{ou } \mathcal{M} \vDash P^1_0c_2 \qquad \textit{ou } \mathcal{M} \vDash (Q^1_1c_2) \wedge (P^1_0d_3) \Longleftrightarrow$$

$$\textit{ou } \mathcal{M} \vDash P^1_0c_2 \qquad \textit{ou } \mathcal{M} \vDash Q^1_1c_2 \qquad \text{e } \mathcal{M} \vDash P^1_0d_3 \Longleftrightarrow$$

$$\textit{ou } \langle\iota(c_2)\rangle \in \iota(P^1_0) \qquad \textit{ou } \langle\iota(c_2)\rangle \in \iota(Q^1_1) \qquad \text{e } \langle\iota(d_3)\rangle \in \iota(P^1_0)$$

In casu, em sincronia com cada etapa mecânica de decomposição sintática, as condições de verdade da sentença molecular ‘$(P^1_0c_2) \veebar ((Q^1_1c_2) \wedge (P^1_0d_3))$’: são calculadas a partir de possíveis valores de verdade da sentença atômica ‘$P^1_0c_2$’ e da sentença molecular ‘$(Q^1_1c_2) \wedge (P^1_0d_3)$’ (de acordo com o operador lógico ‘$\veebar$’); posteriormente, são calculadas a partir de possíveis valores de verdade das sentenças atômicas ‘$P^1_0c_2$’, ‘$Q^1_1c_2$’ e ‘$P^1_0d_3$’ (de acordo com os operadores lógicos ‘$\veebar$’ e ‘$\wedge$’); por fim, em relação a $\mathcal{M}$, são calculadas a partir dos valores semânticos de cada uma das sentenças atômicas ‘$P^1_0c_2$’, ‘$Q^1_1c_2$’ e ‘$P^1_0d_3$’ (de acordo com os operadores lógicos ‘$\veebar$’ e ‘$\wedge$’).

Ressalte-se que composicionalidade não se confunde com recursividade. Uma definição recursiva do conceito de verdade depende da composicionalidade e, portanto, conceitualmente ambas são distintas.

A recursividade está pautada na ideia de uma definição que é dada para um caso base e que, a partir de tal caso, indutivamente, possa ser aplicada para gerar novos casos (o próprio caso base ou casos mais complexos).

Já a composicionalidade é uma operação mecânica sintático-semântica que permite decompor as sentenças e revelar suas condições de verdade, de modo a permitir que o conceito de verdade seja recursivamente implementado.

1.4.3 Condições de verdade e significado

Em uma semântica formal verocondicional, o significado de uma sentença declarativa é a informação que o usuário da linguagem pode extrair das condições de verdade da própria sentença.

Ao passo que as condições de verdade são as exigências necessárias e suficientes para que a sentença seja verdadeira, e tais exigências são os arranjos de elementos que têm de ocorrer em $\mathcal{M}$.

Desse modo, saber o significado de uma sentença é saber qual arranjo de elementos tem de ocorrer em $\mathcal{M}$ para que a sentença seja verdadeira (essa é a informação que pode ser extraída das condições de verdade de uma sentença).

1.4.4 Teoria extensional de primeira ordem

Componentes da estrutura

Em uma linguagem formal $\mathcal{L}$ de primeira ordem, $\mathcal{M} = \langle |M|, \iota, \sigma, \nu \rangle$, em que $|M|$ é um domínio não vazio, ι é uma função de interpretação para as constantes individuais $\bar{c}$, constantes funcionais n-árias φ^n e constantes predicativas n-árias Φ^n, σ são infinitas funções ξ-extensivas de ι que permitem atribuir extensões às variáveis individuais ξ, e ν é uma função de atribuição de valores de verdade (0, 1) às sentenças.

Funções ι, σ

Como funcionam as funções ι *e* σ*? De que modo tais funções promovem a integração sintático-semântica em uma linguagem formal* $\mathcal{L}$ *de primeira ordem?*

Considere-se a seguinte linguagem formal $\mathcal{L}'$ de primeira ordem enquanto aparato exemplificativo para explicação do funcionamento das funções ι, σ:

$\mathcal{L}' = (\{a_0, a_1, a_2\}, \{f^1_0, f^2_1, f^2_2\}, \{P^1_0, P^1_1, R^2_0\})$

$\mathcal{N}' = \langle |N|, \iota, \sigma, \nu \rangle$

$\mathcal{N}' = \langle |\mathcal{N}|, \{0, 1, 2\}, \{\text{Sucessora}, +, \times\}, \{\mathbb{P}, \mathbb{I}, \leq\}\rangle$

$|\mathcal{N}| \subseteq \mathbb{N}$

Por meio da função ι, cada constante individual $\overline{c}$ denota um indivíduo $\iota(\overline{c}) \in |\mathcal{M}|$ de $\mathcal{M}$. Nesse passo, a função ι fornece interpretações às constantes individuais $\overline{c}$.

Exemplos ($\iota : \mathcal{L}' \mapsto \mathcal{N}'$):

$\iota(a_0) = 0$

$\iota(a_1) = 1$

$\iota(a_2) = 2$

Por meio da função ι, cada constante funcional n-ária φ^n denota um subconjunto de n+1-uplas $\iota(\varphi^n) \subseteq |\mathcal{M}|^{n+1}$ de $\mathcal{M}$, ou seja, denota um subconjunto de sequências ordenadas de n+1 indivíduos (1+1-uplas, 2+1-uplas, 3+1-uplas, 4+1-uplas, 5+1-uplas, 6+1-uplas, e assim por diante). Em cada sequência ordenada, os n primeiros indivíduos representam os argumentos de φ^n e a última posição +1 é ocupada pela imagem de φ^n. Em $|\mathcal{M}|^{n+1}$, 'n+1' indica as sequências ordenadas de n+1 indivíduos em consonância com a aridade da constante funcional φ^n.

Exemplos ($\iota : \mathcal{L}' \mapsto \mathcal{N}'$):

$\iota(f_0^1) = S = \{\langle n, z\rangle \in |\mathcal{N}|^{1+1} \mid z \text{ é sucessor de } n\}$

$\iota(f_1^2) = + = \{\langle n, m, z\rangle \in |\mathcal{N}|^{2+1} \mid n + m = z\}$

$\iota(f_2^2) = \times = \{\langle n, m, z\rangle \in |\mathcal{N}|^{2+1} \mid n \times m = z\}$

Por meio da função ι, cada constante predicativa n-ária Φ^n denota um subconjunto de n-uplas $\iota(\Phi^n) \subseteq |\mathcal{M}|^n$ de $\mathcal{M}$, ou seja, cada Φ^n tem como denotação um subconjunto de sequências ordenadas de n indivíduos (1-uplas, 2-uplas, 3-uplas, 4-uplas, 5-uplas, 6-uplas, e assim por diante). Em $|\mathcal{M}|^n$, 'n' indica as sequências ordenadas de n indivíduos em consonância com a aridade da constante predicativa Φ^n.

Exemplos ($\iota : L' \mapsto N'$):

$\iota(P^1_0) = \mathbb{P} = \{n \in |N|^1 \mid n$ é par$\}$

$\iota(P^1_1) = \mathbb{I} = \{n \in |N|^1 \mid n$ é ímpar$\}$

$\iota(R^2_0) = \leq = \{\langle n, m\rangle \in |N|^2 \mid n$ é menor ou igual a m$\}$

As infinitas funções σ são ξ-extensivas da função ι, ou seja, coincidem com ι em todos os pontos de *input* e *output*, exceto quanto as atribuições extensionais para dada variável individual ξ. As funções σ mantém as interpretações definidas para ι, ao passo que estendem seu escopo de modo a atribuir algum ou cada indivíduo de M à ξ.

Na hipótese de uma sentença existencial $\exists\xi(\alpha_\xi)$, em sua componente α_ξ, conforme alguma atribuição σ ξ-extensiva da função ι, a variável individual ξ denota algum indivíduo $\sigma(\xi) \in |M|$ de M.

Exemplo ($\sigma : L' \mapsto N'$):

Considere-se a sentença $\exists x_1(P^1_0x_1)$ pertencente a linguagem L'; em $P^1_0x_1$, de acordo com alguma atribuição σ, x_1 denota algum indivíduo $\sigma(x_1) \in |N|$ de N', que pode ser:

$\sigma(x_1) = 2$.

No caso de uma sentença universal $\forall\xi(\alpha_\xi)$, em sua componente α_ξ, conforme cada atribuição σ ξ-extensiva da função ι, a variável individual ξ denota cada indivíduo $\sigma(\xi) \in |M|$ de M, tal que ξ recebe um número de atribuições correspondente ao número de indivíduos de M.

Exemplo ($\sigma : L' \mapsto N'$):

Considere-se a sentença $\forall x_2(P^1_0g^2_0(x_2, a_0))$ pertencente a linguagem L'; em $P^1_0g^2_0(x_2, a_0)$, de acordo com cada atribuição σ, x_2 denota cada indivíduo $\sigma(x_2) \in |N|$ de N':

$\sigma'(x_2) = 0$

$\sigma''(x_2) = 1$

$\sigma'''(x_2) = 2$

Sentenças atômicas

As condições de verdade das sentenças atômicas são estabelecidas a partir da seguinte cláusula de definição de verdade:

° $\mathcal{M} \vDash \Phi^n\tau_1,...,\tau_n \Longleftrightarrow \langle\sigma(\tau_1),...,\sigma(\tau_n)\rangle \in \iota(\Phi^n)$

$\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença atômica da forma $\Phi^n\tau_1,...,\tau_n$ sse a n-upla $\langle\sigma(\tau_1),...,\sigma(\tau_n)\rangle$ pertence ao subconjunto de n-uplas $\iota(\Phi^n)$. Em outras palavras, $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença atômica da forma $\Phi^n\tau_1,...,\tau_n$ sse a sequência ordenada de n indivíduos $\langle\sigma(\tau_1),...,\sigma(\tau_n)\rangle$, denotados pelos termos sujeitos $\tau_1,...,\tau_n$, pertence ao subconjunto de sequências ordenadas de n indivíduos $\iota(\Phi^n)$ denotado pela constante predicativa Φ^n.

Sentenças moleculares

Uma sentença molecular pode ser formada por uma sentença atômica negada mediante um operador lógico 1-nário (~), bem como a partir de sentenças atômicas, gerais ou moleculares, negadas ou não, conectadas por algum operador lógico 2-nário ($\wedge$, $\vee$, $\veebar$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$).

Operadores lógicos:

Símbolos	*Leitura*	*Designação*	*Símbolos alternativos*
~	Não é o caso que ...	Negação	$\neg$
$\wedge$	... e ...	Conjunção	&
$\vee$	... e/ou ...	Disjunção includente	Nenhum
$\veebar$	ou ... ou ...	Disjunção excludente	Nenhum
$\rightarrow$	se ... então ...	Implicação	$\supset$
$\leftrightarrow$	... se, e somente se, ...	Bi-implicação	$\equiv$

As condições de verdade das sentenças moleculares são estabelecidas a partir das seguintes cláusulas de definição de verdade (em última instância, aplica-se a cláusula para os casos atômicos):

° $\mathcal{M} \vDash \sim(\alpha) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \nvDash \alpha$

$\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença molecular negativa da forma $\sim(\alpha)$ sse $\mathcal{M}$ não é modelo de α.

- $\mathcal{M} \vDash (\alpha) \wedge (\beta) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha$ *e* $\mathcal{M} \vDash \beta$

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença molecular conjuntiva da forma $(\alpha) \wedge (\beta)$ sse $\mathcal{M}$ é modelo de α *e* $\mathcal{M}$ é modelo de β.

- $\mathcal{M} \vDash (\alpha) \vee (\beta) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha$ *ou* $\mathcal{M} \vDash \beta$

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença molecular disjuntiva includente/inclusiva da forma $(\alpha) \vee (\beta)$ sse $\mathcal{M}$ é modelo de α *e/ou* $\mathcal{M}$ é modelo de β.

- $\mathcal{M} \vDash (\alpha) \veebar (\beta) \Longleftrightarrow$ *ou* $\mathcal{M} \vDash \alpha$ *ou* $\mathcal{M} \vDash \beta$

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença molecular disjuntiva excludente/exclusiva da forma $(\alpha) \veebar (\beta)$ sse *ou* $\mathcal{M}$ é modelo de α *ou* $\mathcal{M}$ é modelo de β (sse $\mathcal{M}$ é modelo de apenas uma das sentenças).

- $\mathcal{M} \nvDash (\alpha) \rightarrow (\beta) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha$ *e* $\mathcal{M} \nvDash \beta$

  $\mathcal{M}$ não é modelo de uma sentença molecular implicativa da forma $(\alpha) \rightarrow (\beta)$ sse $\mathcal{M}$ é modelo de α *e* $\mathcal{M}$ não é modelo de β (nas outras hipóteses, $\mathcal{M}$ é modelo de $(\alpha) \rightarrow (\beta)$).

- $\mathcal{M} \vDash (\alpha) \leftrightarrow (\beta) \Longleftrightarrow$ *ou* $\mathcal{M} \vDash \alpha$ e $\mathcal{M} \vDash \beta$ *ou* $\mathcal{M} \nvDash \alpha$ e $\mathcal{M} \nvDash \beta$

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença molecular bi-implicativa da forma $(\alpha) \leftrightarrow (\beta)$ sse *ou* $\mathcal{M}$ é modelo de α e β *ou* $\mathcal{M}$ não é modelo de α e β.

Sentenças gerais

As condições de verdade das sentenças gerais são estabelecidas a partir das seguintes cláusulas de definição de verdade:

- $\mathcal{M} \vDash \exists\xi(\alpha_\xi) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha_\xi$ [cf. alguma atribuição σ ξ-ext. de ι]

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença existencial da forma $\exists\xi(\alpha_\xi)$ sse $\mathcal{M}$ é modelo da componente α_ξ conforme alguma atribuição σ ξ-extensiva da função ι;

- $\mathcal{M} \vDash \forall\xi(\alpha_\xi) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha_\xi$ [cf. cada atribuição σ ξ-ext. de ι]

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença universal da forma $\forall\xi(\alpha_\xi)$ sse $\mathcal{M}$ é modelo da componente α_ξ conforme cada atribuição σ ξ-extensiva da função ι.

É preciso ressaltar que existem abordagens semânticas nas quais as sentenças gerais são interpretadas sem a necessidade de se ter uma classe de infinitas funções σ que atribuem extensões às variáveis, por exemplo, as abordagens de Robinson e de Boolos.

Na abordagem de Robinson (Walsh, 2018, pp. 15-17), a linguagem é enriquecida com novos símbolos de constantes individuais suficientes para denotar todos os indivíduos do domínio, de modo que M é modelo de uma sentença universal sse, ao substituir a variável individual por cada uma das constantes individuais adicionadas, todas as suas instanciações forem verdadeiras em M em relação a cada indivíduo do domínio.

Já na abordagem de Boolos (2007, p. 117), a linguagem é enriquecida com um único símbolo de constante individual que recebe um número de interpretações correspondente ao número de indivíduos pertencentes ao domínio. Assim, M é modelo de uma sentença universal sse, ao substituir a variável individual pela constante individual adicionada, todas as suas instanciações forem verdadeiras em M em relação a cada indivíduo do domínio.

1.4.5 Teoria extensional de segunda ordem *full standard*

Expansão

A semântica de segunda ordem *full standard* é resultado de uma expansão efetuada na semântica de primeira ordem. Tal expansão ocorre como consequência da ampliação da sintaxe de uma L de primeira ordem mediante a adição de novas categorias sintáticas cujas novas expressões permitem a geração de fórmulas de segunda ordem.

Em uma linguagem de primeira ordem, as variáveis são variáveis individuais que podem receber quantificações existenciais ou universais. De outro modo, adicionalmente, uma linguagem de segunda ordem possui variáveis funcionais e variáveis predicativas que podem receber quantificações existenciais ou universais.

Consequentemente, com a ampliação sintática, as definições semânticas precisam ser expandidas de modo a viabilizar a interpretação das novas expressões básicas e das novas sentenças geradas a partir das expressões básicas.

Domínio

No domínio de uma M de uma L de segunda ordem, as denotações são iguais às de uma L de primeira ordem (indivíduos; subconjuntos de n+1-uplas; subconjuntos de n-uplas). A diferença pontual é que, em uma L de segunda ordem, as definições semânticas precisam ser expandidas de modo que M sirva de intepretação para as variáveis funcionais e para as variáveis predicativas.

A expansão pode ser feita mediante a definição de infinitas funções σ, λ e mediante a inserção de cláusulas de definições de verdade para as novas sentenças, tal que $M = \langle |M|, \iota, \sigma, \lambda, \nu \rangle$, em que o domínio |M| é um conjunto não vazio e σ, λ são funções extensivas da função ι.

Funções σ, λ

Considere-se a seguinte linguagem formal L'' de segunda ordem a partir da qual serão geradas sentenças que servirão como exemplos para a explicação do funcionamento das funções σ, λ:

$L'' = (\{a_0, a_1\}, \{f^1_0, f^2_1, f^2_2\}, \{P^1_0, P^1_1, R^2_0\})$

$N'' = \langle |N|, \iota, \sigma, \lambda, \nu \rangle$

$N'' = \langle |N|, \{0, 1\}, \{\text{Sucessora}, +, \times\}, \{\mathbb{P}, \mathbb{I}, \leq\} \rangle$

$|N| \subseteq \mathbb{N}$

$\iota(a_0) = 0$

$\sigma(a_1) = 1$

$\iota(f^1_0) = S$

$\iota(f^2_1) = +$

$\iota(f^2_2) = \times$

$\iota(P^1_0) = \mathbb{P}$

$\iota(P^1_1) = \mathbb{I}$

$\iota(R^2_0) = \leq$

As infinitas funções σ são ξ-ϑ^n-extensivas da função ι, ou seja, coincidem com ι em todos os pontos de *input* e *output*, exceto quanto as atribuições extensionais para dada variável individual ξ e para dada variável funcional n-ária ϑ^n. Assim, as funções σ mantém as interpretações definidas para ι, ao passo que estendem seu escopo de modo a atribuir algum ou cada subconjunto de n+1-uplas de $\mathcal{M}$ à ϑ^n.

Na hipótese de uma sentença existencial da forma $\exists\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$, em sua componente $\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$, conforme alguma atribuição σ ϑ^n-extensiva da função ι, a variável funcional ϑ^n denota algum subconjunto de n+1-uplas $\sigma(\vartheta^n) \subseteq |M|^{n+1}$ de $\mathcal{M}$ que esteja em consonância com a aridade definida em ϑ^n.

Exemplo ($\sigma : L'' \mapsto N''$):

Considere-se a sentença existencial $\exists F^1_0(P^1_1 F^1_0(a_0))$ de L''; em $P^1_1 F^1_0(a_0)$, de acordo com alguma atribuição σ, a variável funcional 1-nária F^1_0 denota algum subconjunto de 1+1-uplas $\sigma(F^1_0) \subseteq |N|^{1+1}$ de N''; no caso:

$\sigma(F^1_0) = S$

Na hipótese de uma sentença universal da forma $\forall\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$, em sua componente $\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$, conforme cada atribuição σ ϑ^n-extensiva da função ι, a variável funcional n-ária ϑ^n denota cada subconjunto de n+1-uplas $\sigma(\vartheta^n) \subseteq |M|^{n+1}$ de $\mathcal{M}$ que esteja em consonância com a aridade definida em ϑ^n (assim, de acordo com sua aridade, ϑ^n recebe um número de atribuições correspondente ao número de n+1-uplas de $\mathcal{M}$).

Exemplo ($\sigma : L'' \mapsto N''$):

Considere-se a sentença universal $\forall F^2_1(P^1_0 F^2_1(a_0, a_0))$ de L''; em $P^1_0 F^2_1(a_0, a_0)$, de acordo com cada atribuição σ, a variável funcional 2-ária F^2_1 denota cada subconjunto de 2+1-uplas $\sigma(F^2_1) \subseteq |N|^{2+1}$ de N''; no caso:

$\sigma'(F^2_1) = +$

$\sigma''(F^2_1) = \times$

As infinitas funções λ são χ^n-extensivas da função ι, ou seja, coincidem com ι em todos os pontos de *input* e *output*, exceto quanto as atribuições extensionais para dada variável predicativa n-ária χ^n. Nesse sentido, as funções λ mantém as interpretações definidas para ι, ao passo que estendem seu escopo de modo a atribuir algum ou cada subconjunto de n-uplas de $\mathcal{M}$ à χ^n.

Na hipótese de uma sentença existencial da forma $\exists\chi^n(\alpha_{\chi^n})$, conforme alguma atribuição λ χ^n-extensiva da função ι, a variável predicativa χ^n denota algum subconjunto de n-uplas $\lambda(\chi^n) \subseteq |M|^n$ de $\mathcal{M}$ que esteja em consonância com a aridade definida em χ^n.

Exemplo ($\lambda : L'' \mapsto \mathcal{N}''$):

Considere-se a sentença existencial $\exists X_0^1(X_0^1 a_1)$ de L''; em $X_0^1 a_1$, de acordo com alguma atribuição λ, a variável predicativa 1-ária X_0^1 denota algum subconjunto de 1-uplas $\lambda(X_0^1) \subseteq |M|^1$ de $\mathcal{N}''$; no caso:

$\lambda(X_0^1) = \mathbb{I}$

No caso de uma sentença universal $\forall\chi^n(\alpha_{\chi^n})$, em sua componente α_{χ^n}, conforme cada atribuição λ χ^n-extensiva da função ι, a variável predicativa χ^n denota cada subconjunto de n-uplas $\lambda(\chi^n) \subseteq |M|^n$ de $\mathcal{M}$ que esteja em consonância com a aridade definida em χ^n (assim, de acordo com sua aridade, χ^n recebe um número de atribuições correspondente ao número de n-uplas de $\mathcal{M}$).

Exemplo ($\lambda : L'' \mapsto \mathcal{N}''$):

Considere-se a sentença universal $\forall X_1^2(X_1^2 a_0,a_1)$ de L''; em $X_1^2 a_0,a_1$, de acordo com cada atribuição λ, a variável predicativa 2-ária X_1^2 denota cada subconjunto de 2-uplas $\lambda(X_1^2) \subseteq |N|^2$ de $\mathcal{N}''$; no caso:

$\lambda(X_1^2) = \leq$

Cláusulas de definição de verdade

As condições de verdade das sentenças gerais de segunda ordem são estabelecidas a partir das seguintes cláusulas de definição de verdade:

- $\mathcal{M} \vDash \exists\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ [cf. alguma atribuição σ ϑ^n-ext. de ι]

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença existencial da forma $\exists\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$ sse $\mathcal{M}$ é modelo da componente $\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ conforme alguma atribuição σ ϑ^n-extensiva da função ι.

- $\mathcal{M} \vDash \forall\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ [cf. cada atribuição σ ϑ^n-ext. de ι]

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença universal da forma $\forall\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$ sse $\mathcal{M}$ é modelo da componente $\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ conforme cada atribuição σ ϑ^n-extensiva da função ι.

- $\mathcal{M} \vDash \exists\chi^n(\alpha_{\chi^n}) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha_{\chi^n}$ [cf. alguma atribuição λ χ^n-ext. de ι]

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença existencial da forma $\exists\chi^n(\alpha_{\chi^n})$ sse $\mathcal{M}$ é modelo da componente α_{χ^n} conforme alguma atribuição λ χ^n-extensiva da função ι.

- $\mathcal{M} \vDash \forall\chi(\alpha_{\chi^n}) \Longleftrightarrow \mathcal{M} \vDash \alpha_{\chi^n}$ [cf. cada atribuição λ χ^n-ext. de ι]

  $\mathcal{M}$ é modelo de uma sentença universal da forma $\forall\chi^n(\alpha_{\chi^n})$ sse $\mathcal{M}$ é modelo da componente α_{χ^n} conforme cada atribuição λ χ^n-extensiva da função ι.

1.4.6 Teoria intensional

Componentes da estrutura

Seja $\mathcal{M}_{\langle \mathrm{I},\, \mathrm{E}\rangle}$ uma estrutura extensional e intensional. $\mathrm{I} = \langle\zeta\rangle$ representa o aparato funcional semântico intensional, em que ζ é uma função de associação de sentidos. $\mathrm{E} = \langle\iota, \sigma, \lambda, \nu\rangle$ representa o aparato funcional semântico extensional. De modo que, $\mathcal{M}_{\langle \mathrm{I},\, \mathrm{E}\rangle} = \langle|M|, \langle\zeta\rangle, \langle\iota, \sigma, \lambda, \nu\rangle\rangle$, em que o domínio $|M|$ é um conjunto não vazio.

Sentido e referência

Conforme Frege, em seu artigo "*Sobre o sentido e a referência*" (2009, [1892]), o sentido (*Sinn*) é o modo de apresentação (*Art des Gegebenseins*) de uma expressão bem formada de uma linguagem, é o que permite o usuário da linguagem entender sobre o que se está a falar.

Para Frege (2009), as expressões que expressam sentidos são os nomes (nomes próprios, descrições definidas e indexicais), os predicados e as sentenças. Os sentidos expressos pelos nomes são os sentidos de descrições definidas (observe-se que o sentido de um nome não é uma descrição definida, pois, o sentido não é um fragmento linguístico); o sentido expresso por um predicado é uma função proposicional; o sentido de uma sentença é uma proposição.

As expressões supramencionadas podem ser categorizadas do seguinte modo em uma linguagem formal L intensional que não contenha indexicais: constantes individuais (nomes próprios e descrições definidas), constantes predicativas (predicados de propriedades e predicados de relações) e sentenças.

As constantes individuais expressam sentidos cuja forma é ⟨*DF*⟩, em que *DF* = descrição definida, e tais sentidos apresentam indivíduos que existem ou não existem concreta, abstrata ou historicamente. Se o indivíduo apresentado pelo sentido existe, então, restará determinado para indiretamente ser posicionado como referente em $M_{\langle I, E\rangle}$ (note-se que o indivíduo é indiretamente denotado porque a denotação ocorre mediada pelo sentido).

Exemplos:

- O sentido do nome próprio '*Vênus*' pode ser ⟨*o segundo planeta do sistema solar*⟩, sentido esse que apresenta e seleciona o indivíduo concreto ι(*Vênus*) que é indiretamente referido por '*Vênus*';
- O sentido da descrição definida '*A estrela da manhã*' pode ser ⟨*A estrela da manhã* ⟩, sentido esse que apresenta e seleciona o indivíduo concreto ι(*Vênus*) que é indiretamente referido por '*A estrela da manhã*'.

O sentido estabiliza a seleção do mesmo referente para uma dada constante individual. Isso ocorre porque o sentido apresenta sempre o mesmo indivíduo que, se existir, será selecionado como referente. Pode-se dizer, ainda, que uma constante individual pode expressar uma pluralidade (um aglomerado) de sentidos que apresenta sempre o mesmo indivíduo que, se existir, será selecionado como referente. Exemplo: o nome próprio '*Vênus*' pode expressar um aglomerado de sentidos – tais como ⟨⟨*o segundo planeta do sistema solar*⟩, ⟨*a estrela da manhã*⟩, ⟨*a estrela da tarde*⟩⟩ – que permite selecionar o mesmo referente, de modo a estabilizar indiretamente tal referente para o nome próprio '*Vênus*'.

O sentido expresso por uma constante predicativa é uma função proposicional (sentido insaturado) e tem a forma ⟨*i*, *N*⟩, em que *i* = indivíduo e *N* = propriedade/relação, e indiretamente se refere a um subconjunto de n-uplas em $\mathcal{M}_{\langle I, E\rangle}$. Exemplo: o predicado de propriedade '*é rochoso*' pode expressar a função proposicional ⟨*i ser constituído por rochas*⟩ e se refere ao subconjunto de 1-uplas ι(*é rochoso*).

O sentido expresso por uma sentença atômica é uma proposição (*Gedanke*: pensamento) resultante da satisfação de uma função proposicional ⟨*i*, *N*⟩ por um sentido ⟨*DF*⟩ e que, portanto, possui a forma ⟨*DF*, ⟨*i*, *N*⟩⟩. Tal satisfação ocorre quando é logicamente possível que o indivíduo apresentado por ⟨*DF*⟩ possua a propriedade/relação apresentada por ⟨*i*, *N*⟩. A proposição expressa por uma sentença remete a uma circunstância de avaliação em $\mathcal{M}_{\langle I, E\rangle}$ (estruturada tanto pelo indivíduo denotado pela constante individual quanto pelo subconjunto de n-uplas denotado pela constante predicativa), caso em que a sentença pode ser avaliada como ou verdadeira ou falsa. Exemplo: no caso da sentença atômica '*Vênus é rochoso*', o sentido ⟨*o segundo planeta do sistema solar*⟩ satisfaz a função proposicional ⟨*i ser constituído por rochas*⟩, de modo a resultar a proposição ⟨*o segundo planeta do sistema solar ser constituído por rochas*⟩; a proposição remete a uma circunstância de avaliação (estruturada tanto pelo indivíduo ι(*Vênus*) denotado pelo nome próprio '*Vênus*' quanto pelo subconjunto de 1-uplas ι(*é rochoso*) denotado pelo predicado de propriedade '*é rochoso*'), caso em que a sentença pode ser avaliada em termos de verdade ou falsidade.

As componentes atômicas de sentenças gerais expressam sentidos, e tais sentidos remetem a circunstâncias de avaliação em $\mathcal{M}_{\langle I, E\rangle}$.

Os sentidos expressos pelas componentes atômicas das sentenças existenciais ou universais de primeira ordem têm, respectivamente, as formas ⟨∃*i*, *N*⟩ e ⟨∀*i*, *N*⟩, em que ∃*i* = algum indivíduo, ∀*i* = todo indivíduo e *N* = propriedade/relação. Exemplos: na sentença existencial '$\exists x_0$(x_0 *é rochoso*)', a componente 'x_0 *é rochoso*' pode expressar o sentido ⟨∃*i ser constituído por rochas*⟩; na sentença universal '$\forall x_1$(x_1 *é par*)', a componente 'x_1 *é par*' pode expressar o sentido ⟨∀*i ser divisível por dois*⟩.

Os sentidos expressos pelas componentes atômicas das sentenças existenciais ou universais de segunda ordem têm, respectivamente, as formas ⟨*DF*, ∃*N*⟩ e ⟨*DF*, ∀*N*⟩, em que *DF* = descrição definida, ∃*N* = alguma propriedade/relação e ∀*N* = toda propriedade/relação.

Exemplos: na sentença existencial '$\exists X_0^1$(*Vênus* X_0^1)', a componente '*Vênus* X_0^1' pode expressar o sentido ⟨*o segundo planeta do sistema solar ter* ∃P⟩; na sentença universal '$\forall X_1^1$(2 X_1^1)', a componente '2 X_1^1' pode expressar o sentido ⟨*o sucessor de um ter* ∀P⟩.

O sentido de uma sentença molecular ou de uma sentença geral é a reunião dos sentidos de suas componentes atômicas, e tais sentenças se referem a valores de verdade.

Constantes individuais vazias

De acordo com Frege (2009, p. 133):

> O fato de um nome próprio – seja uma sentença, seja um nome de um indivíduo, neste caso – ter um sentido, porém, não faz com que haja uma referência (*Bedeutung*) correspondente ao sentido do nome próprio.

Sob a perspectiva de Frege, há casos nos quais um nome é vazio, de maneira que o indivíduo apresentado pelo sentido não existe (concreta, abstrata ou historicamente).

Frise-se que a perspectiva aqui adotada difere da perspectiva de Frege, de modo que o que Frege denominou como um sentido que é expresso por um nome próprio vazio/aparente ou por uma descrição definida vazia/aparente, aqui foi denominado como um pseudo sentido.

Desse modo, uma constante individual vazia manifesta um pseudo sentido que tem a forma ⟨*DF*⟩ e que apresenta um indivíduo que não possui referência concreta, abstrata ou histórica em $\mathcal{M}_{\langle I,\, E\rangle}$.

Exemplo 1: o pseudo sentido manifesto pela descrição definida '*O rei do planeta Vênus*' pode ser ⟨*o monarca do segundo planeta do sistema solar*⟩, tal que o indivíduo apresentado pelo pseudo sentido não existe.

Exemplo 2: no interior da peça intitulada '*Hamlet*', o nome próprio '*Hamlet*' pode manifestar o pseudo sentido ⟨*o príncipe da Dinamarca*⟩, tal que o indivíduo apresentado pelo pseudo sentido não existe (a audiência da peça apenas finge que o indivíduo existe).

Em uma simulação linguística, as constantes individuais vazias e os pseudo sentidos expressos por elas não possuem referências concretas, abstratas ou históricas, contudo, referem-se ao conjunto vazio (∅) em $\mathcal{M}_{\langle I,\, E\rangle}$.

Empty complex

Conforme Frege (2009, p. 137).

> A sentença "Ulisses profundamente adormecido foi desembarcado em Ítaca" tem, obviamente, um sentido. Mas, assim como é duvidoso que o nome "Ulisses", que aí ocorre, tenha uma referência, assim também é duvidoso que a sentença inteira tenha uma. Entretanto, é certo que se alguém tomasse seriamente essa sentença como verdadeira ou falsa, também atribuiria ao nome "Ulisses" uma referência e não somente um sentido; pois é da referência deste nome que o predicado é afirmado ou negado.

Nos termos da passagem supracitada, Frege entende que uma expressão complexa composta por um nome vazio (*Scheineigenname*) é uma sentença que expressa um sentido. Porém, devido ao fato de o nome vazio componente não possuir referência, a sentença não se refere a um valor de verdade.

Ressalte-se que a perspectiva aqui adotada difere da perspectiva de Frege, de modo que o que foi denominado por Frege como um sentido que é expresso por uma sentença composta por um nome vazio, aqui foi denominado como uma pseudo proposição que é manifesta por uma pseudo sentença (*empty complex*).

Um *empty complex* – apesar de parecer expressar um sentido, uma proposição – manifesta uma pseudo proposição cuja forma é $\langle DF, \langle i, N\rangle\rangle$, tal que $\langle DF\rangle$ (expresso por uma constante individual vazia) apresenta um indivíduo que não existe concreta, abstrata ou historicamente. Nesse passo, uma pseudo proposição não remete a uma circunstância de avaliação em $\mathcal{M}_{\langle I, E\rangle}$, ou seja, não há uma estruturação composta por um indivíduo denotado pela constante individual vazia, tal que não existe um indivíduo que possa pertencer ao subconjunto de n-uplas denotado pela constante predicativa. Devido à ausência de uma circunstância de avaliação, um *empty complex* não é verdadeiro ou falso, caso em que é uma pseudo sentença que manifesta uma pseudo proposição.

Exemplo 1: '*O rei do planeta Vênus está vivo*' pode expressar a pseudo proposição ⟨*o monarca do segundo planeta do sistema solar não estar morto*⟩ que não remete a uma circunstância de avaliação, caso em que não se refere a um valor de verdade.

Exemplo 2: '*Hamlet está morto*' pode expressar a pseudo proposição ⟨*o príncipe da Dinamarca não estar vivo*⟩ que não remete a uma circunstância de avaliação, caso em que não se refere a um valor de verdade.

As questões que podem ser feitas são as seguintes: *Hipoteticamente, e se em algum momento fossem encontrados artefatos arqueológicos (ou outros elementos) que revelassem que um indivíduo que era ou que é tido como não existente, de fato, era ou é um indivíduo existente? Como ficariam os empty complexes e suas pseudo proposições?*

Nessa hipótese, um *empty complex* deixaria de ser uma pseudo sentença e seria catalogado como uma sentença e sua pseudo proposição seria catalogada como uma proposição que remeteria a uma circunstância de avaliação, tal que a sentença seria ou verdadeira ou falsa.

Essa simples mudança é admissível porque em um caso como esse: (i) um *empty complex* possui a exata forma de uma sentença e sua pseudo proposição possui a exata forma de uma proposição; (ii) o conteúdo veiculado é exatamente o mesmo; (iii) o que muda é apenas o conhecimento enciclopédico do mundo que é utilizado para avaliar o conteúdo de uma expressão complexa e, então, catalogá-la como um *empty complex* ou como uma sentença.

Nonsense

Um *nonsense* ocorre nos casos em que uma expressão complexa não expressa uma proposição. A ausência de uma proposição em um *nonsense* se dá porque um sentido ⟨*DF*⟩ (expresso por uma constante individual) não satisfaz uma função proposicional ⟨*i*, *N*⟩ (expressa por uma constante predicativa), e a não satisfação se dá quando é logicamente impossível que o indivíduo apresentado por ⟨*DF*⟩ possua a propriedade/relação apresentada por ⟨*i*, *N*⟩. Desse modo, a ausência de uma proposição acarreta a ausência de uma circunstância de avaliação em $\mathcal{M}_{\langle I, E \rangle}$. Nesse passo, um *nonsense* é uma pseudo sentença que não é avaliada como ou verdadeira ou falsa.

Exemplo: a expressão complexa ‘2 *é rochoso*’ não expressa uma proposição, pois, o sentido ⟨*o sucessor de um*⟩ (expresso por ‘2’) não satisfaz a função proposicional ⟨*i ser constituído por rochas*⟩ (expressa por ‘*é rochoso*’); e tal satisfação deixa de ocorrer porque é logicamente impossível que o indivíduo apresentado por ⟨*o sucessor de um*⟩ possua a propriedade apresentada por ⟨*i ser constituído por rochas*⟩; assim, por não expressar uma proposição, não há uma circunstância de avaliação que permita avaliar o *nonsense* ‘2 *é rochoso*’ em termos de verdade ou falsidade.

Função ζ

A função ζ associa constantes individuais a sentidos, bem como associa os sentidos a indivíduos.

Exemplos:

° *Vênus*:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{Vênus}) = \langle \textit{A estrela da manhã} \rangle \\ (\langle \textit{A estrela da manhã} \rangle) = \iota(\textit{Vênus}) \text{ em } M_{\langle I,\, E\rangle}\end{cases}$$

° *A estrela da manhã*:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{A estrela da manhã}) = \langle \textit{A estrela da manhã} \rangle \\ (\langle \textit{A estrela da manhã} \rangle) = \iota(\textit{Vênus}) \text{ em } M_{\langle I,\, E\rangle}\end{cases}$$

A função ζ associa uma constante predicativa a uma função proposicional, bem como associa a função proposicional a um subconjunto de n-uplas.

Exemplo:

° *é rochoso*:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{é rochoso}) = \langle \textit{i ser constituído por rochas} \rangle \\ (\langle \textit{i ser constituído por rochas} \rangle) = \iota(\textit{é rochoso}) \text{ em } M_{\langle I,\, E\rangle}\end{cases}$$

A função ζ associa uma sentença atômica a uma proposição, bem como associa a proposição a uma circunstância de avaliação.

Exemplos:

° *Vênus é rochoso*:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{Vênus é rochoso}) = \langle \textit{a estrela da manhã ser constituída por rochas} \rangle \\ (\langle \textit{a estrela da manhã ser constituída por rochas} \rangle) = \langle \iota(\textit{Vênus}) \rangle, \iota(\textit{é rochoso}) \text{ em } M_{\langle I,\, E\rangle}\end{cases}$$

A função ζ associa uma componente atômica de uma sentença geral a um sentido, bem como associa o sentido a uma circunstância de avaliação.

Exemplos:

- ° $\exists x_0(x_0$ *é rochoso*$)$, x_0 *é rochoso* [cf. alguma atribuição σ ξ-ext. de ι]:

$$\zeta\begin{cases}(x_0 \textit{ é rochoso}) = \langle \exists i \textit{ ser constituído por rochas} \rangle \\ (\langle \exists i \textit{ ser constituído por rochas} \rangle) = \text{alguma } \langle \sigma(x_0) \rangle,\ \iota(\textit{é rochoso}) \text{ em } M_{\langle I,\, E \rangle}\end{cases}$$

- ° $\forall x_1(x_1$ *é par*$)$, x_1 *é par* [cf. cada atribuição σ ξ-ext. de ι]:

$$\zeta\begin{cases}(x_1 \textit{ é par}) = \langle \forall i \textit{ ser par} \rangle \\ (\langle \forall i \textit{ ser par} \rangle) = \text{toda } \langle \sigma(x_0) \rangle,\ \iota(\textit{é par}) \text{ em } M_{\langle I,\, E \rangle}\end{cases}$$

- ° $\exists X_0^1(\textit{Vênus } X_0^1)$, *Vênus* X_0^1 [cf. alguma atribuição λ χ^n-ext. de ι]:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{Vênus } X_0^1) = \langle \textit{a estrela da manhã ter } \exists \mathrm{P} \rangle \\ (\langle \textit{a estrela da manhã ter } \exists \mathrm{P} \rangle) = \langle \iota(\textit{Vênus}) \rangle,\ \text{algum } \lambda(X_0^1) \text{ em } M_{\langle I,\, E \rangle}\end{cases}$$

- ° $\forall X_1^1(2\ X_1^1)$, $2\ X_1^1$ [cf. cada atribuição λ χ^n-ext. de ι]:

$$\zeta\begin{cases}(2\ X_1^1) = \langle \textit{o sucessor de um ter } \forall \mathrm{P} \rangle \\ (\langle \textit{o sucessor de um ter } \forall \mathrm{P} \rangle) = \langle \iota(2) \rangle,\ \text{todo } \lambda(X_1^1) \text{ em } M_{\langle I,\, E \rangle}\end{cases}$$

A função ζ associa uma constante individual vazia a um pseudo sentido, bem como associa o pseudo sentido ao conjunto vazio.

Exemplos:

- ° *O rei do planeta Vênus*:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{O rei do planeta Vênus}) = \langle \textit{o monarca do segundo planeta do sistema solar} \rangle \\ (\langle \textit{o monarca do segundo planeta do sistema solar} \rangle) = \varnothing \text{ em } M_{\langle I,\, E \rangle}\end{cases}$$

- ° *Hamlet*:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{Hamlet}) = \langle \textit{o príncipe da Dinamarca} \rangle \\ (\langle \textit{o príncipe da Dinamarca} \rangle) = \varnothing \text{ em } M_{\langle I,\, E \rangle}\end{cases}$$

A função ζ associa um *empty complex* a uma pseudo proposição, bem como associa a pseudo proposição ao conjunto vazio.

Exemplo:

° *O rei do planeta Vênus está vivo*:

$$\zeta\begin{cases}(\textit{O rei do planeta Vênus está vivo}) = \langle \textit{o monarca do planeta Vênus não estar morto}\rangle \\ (\langle \textit{o monarca do planeta Vênus não estar morto}) = \varnothing \text{ em } M_{\langle I,\, E\rangle}\end{cases}$$

A função ζ associa um *nonsense* ao conjunto vazio.

Exemplo:

° *2 é rochoso*:

$\zeta(\textit{2 é rochoso}) = \varnothing$ em $M_{\langle I,\, E\rangle}$

Cláusulas de condições de verdade

O aparato funcional intensional e o aparato funcional extensional de uma linguagem formal L funcionam em sintonia no estabelecimento das condições de verdade das sentenças.

Especificamente, a função ζ associa dada sentença α a um sentido *S*, bem como associa tal sentido a uma circunstância de avaliação em $M_{\langle I,\, E\rangle}$ (estruturada a partir de elementos pertencentes ao conjunto das denotações extensionais dos termos sujeitos DE_τ e pertencentes ao conjunto das denotações extensionais dos termos predicativos DE_{T^n}), de modo que a função ν associa α a valores de verdade (0, 1), tal que ou α é falsa sse $M_{\langle I,\, E\rangle}$ não é modelo de α ou α é verdadeira sse $M_{\langle I,\, E\rangle}$ é modelo de α:

$$\zeta\begin{cases}(\alpha) = \langle S\rangle \\ (\langle S\rangle) = DE_\tau,\, DE_{T^n} \text{ em } M_{\langle I,\, E\rangle}\end{cases} \Longleftrightarrow \nu(\alpha) = \begin{cases}0 \Longleftrightarrow M_{\langle I,\, E\rangle} \nvDash \alpha \\ 1 \Longleftrightarrow M_{\langle I,\, E\rangle} \vDash \alpha\end{cases}$$

Considere-se a seguinte linguagem formal L''' intensional de segunda ordem a partir da qual serão geradas sentenças que servirão como exemplos para a explicação do funcionamento do aparato funcional intensional e extensional:

$L''' = (\{a_0, a_1\}, \{P^1_0, R^2_0\})$

$N'''_{\langle I,\, E\rangle} = \langle |N|, \langle\zeta\rangle, \langle\iota, \sigma, \lambda, \nu\rangle\rangle$

$N'''_{\langle I,\ E\rangle} = \langle |N|, \{0, 1\}, \{\mathbb{P}, \leq\}\rangle$

$|N| \subseteq \mathbb{N}$

$\iota(a_0) = 0$

$\iota(a_1) = 1$

$\iota(P^1_0) = \mathbb{P}$

$\iota(R^2_0) = \leq$

Considere-se a sentença $\exists x_1(P^1_0 x_1)$ de L'''. A função ζ associa $\exists x_1(P^1_0 x_1)$ a um sentido, bem como associa tal sentido a uma circunstância de avaliação em $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$, de modo que a função ν associa $\exists x_1(P^1_0 x_1)$ a valores de verdade (0, 1), tal que ou $\exists x_1(P^1_0 x_1)$ é falsa sse $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$ não é modelo de $\exists x_1(P^1_0 x_1)$ ou $\exists x_1(P^1_0 x_1)$ é verdadeira sse $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$ é modelo de $\exists x_1(P^1_0 x_1)$, tal que, composicionalmente, $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$ é modelo de $\exists x_1(P^1_0 x_1)$ sse $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$ é modelo de $P^1_0 x_1$ [cf. alguma atribuição σ ξ-ext. de ι] sse alguma 1-upla $\langle\sigma(x_1)\rangle$ pertence ao subconjunto de 1-uplas $\iota(P^1_0)$:

$$\zeta\begin{cases}(\exists x_1(P^1_0 x_1)) = \langle \exists i \textit{ ser divisível por dois}\rangle \\ (\langle \exists i \textit{ ser divisível por dois}\rangle) = \text{alguma } \langle\sigma(x_1)\rangle,\ \iota(P^1_0) \text{ em } M_{\langle I,\ E\rangle}\end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\exists x_1(P^1_0 x_1)) = \begin{cases}0 \Longleftrightarrow N'''_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash \exists x_1(P^1_0 x_1) \\ 1 \Longleftrightarrow N'''_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \exists x_1(P^1_0 x_1)\end{cases}$$

$\Longleftrightarrow N'''_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \exists x_1(P^1_0 x_1) \Longleftrightarrow N'''_{\langle I,\ E\rangle} \vDash P^1_0 x_1$ [cf. alguma atribuição σ ξ-ext. de ι] $\Longleftrightarrow \langle\sigma(x_1)\rangle \in \iota(P^1_0)$

Considere-se a sentença $R^2_0 a_0 a_1$ de L'''. A função ζ associa $R^2_0 a_0 a_1$ a uma proposição, bem como associa tal proposição a uma circunstância de avaliação em $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$, de modo que a função ν associa $R^2_0 a_0 a_1$ a valores de verdade (0, 1), tal que ou $R^2_0 a_0 a_1$ é falsa sse $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$ não é modelo de $R^2_0 a_0 a_1$ ou $R^2_0 a_0 a_1$ é verdadeira sse $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$ é modelo de $R^2_0 a_0 a_1$, tal que, composicionalmente, $N'''_{\langle I,\ E\rangle}$ é modelo de $R^2_0 a_0 a_1$ sse a 2-upla $\langle\iota(a_0), \iota(a_1)\rangle$ pertence ao subconjunto de $\iota(R^2_0)$:

$$\zeta \begin{cases} (R_0^2 a_0 a_1) = \langle \textit{zero ser menor ou igual ao sucessor de zero} \rangle \\ (\langle \textit{zero ser menor ou igual ao sucessor de zero} \rangle) = \langle \iota(a_0), \iota(a_1) \rangle, \iota(R_0^2) \text{ em } M_{\langle I,\, E \rangle} \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(R_0^2 a_0 a_1) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow N'''_{\langle I,\, E \rangle} \nvDash R_0^2 a_0 a_1 \\ 1 \Longleftrightarrow N'''_{\langle I,\, E \rangle} \vDash R_0^2 a_0 a_1 \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow N'''_{\langle I,\, E \rangle} \vDash R_0^2 a_0 a_1 \Longleftrightarrow \langle \iota(a_0), \iota(a_1) \rangle \in \iota(R_0^2)$$

1.4.7 Teoria intensional modal

Componentes da estrutura

Seja $M_{\langle F,\, I,\, E \rangle}$ uma estrutura. $F = \langle W, R \rangle$ é um *frame* modal incorporado a uma estrutura intensional e extensional, em que W é um conjunto de mundos possíveis w_i (cada w_i é composto por lapsos de tempo T) e R é uma relação de acessibilidade entre os mundos possíveis. $I = \langle \kappa, \zeta \rangle$ é o aparato funcional semântico intensional. $E = \langle \iota, \sigma, \lambda, \nu \rangle$ é o aparato funcional semântico extensional. De modo que $M_{\langle F,\, I,\, E \rangle} = \langle |M|, \langle W, R \rangle, \langle \kappa, \zeta \rangle, \langle \iota, \sigma, \lambda, \nu \rangle \rangle$, em que o domínio $|M|$ é um conjunto não vazio.

Mundos possíveis

Os mundos possíveis podem ser classificados em dois tipos: mundo factual (mundo atual) e mundos contrafactuais.

O mundo factual é uma possibilidade que se realizou e, portanto, é o mundo apresentado e perceptível por meio dos sentidos, compreendendo-se o passado, o presente e o futuro (representados por um tempo T).

Mundos contrafactuais são hipóteses lógicas baseadas no mundo factual, são circunstâncias logicamente possíveis, mas que não se realizaram. Ao pensar logicamente em um mundo contrafactual, raciocina-se como o mundo factual seria caso tivesse características distintas. Raciocina-se de modo a configurar um ou mais mundos nos quais os indivíduos que existem no mundo factual tenham propriedades ou relações distintas ou não existam.

Por se tratar de uma hipótese lógica baseada no mundo factual, um domínio contrafactual não pode ser pensado como um conjunto composto por elementos que não existam no mundo factual. Assim, na visão atualista de mundos possíveis de Kripke, um domínio contrafactual pode ser composto por elementos a menos do domínio factual, mas não a mais.

Reforce-se que o mundo factual também é um mundo possível, porém, é um mundo possível que se realizou. Desse modo, o conjunto dos mundos possíveis inclui o mundo factual e os mundos contrafactuais. Em $M_{\langle I, E \rangle}$, o conjunto dos mundos possíveis W é composto por um modelo de parcela do mundo factual e por modelos de mundos contrafactuais.

Tempo

Cada mundo possível w_i possui uma dimensão temporal – que se traduz em lapsos de tempo T no passado, no presente e no futuro – em que os arranjos de elementos ocorrem. O que determina o lapso temporal de ocorrência de um arranjo de elementos declarado em uma sentença é o tempo verbal explicitado no termo predicativo.

Passado, presente e futuro podem ser trivialmente conceituados da seguinte maneira. O passado abrigou arranjos de elementos que ocorreram anteriormente ao proferimento das sentenças (exemplo: '*Aristóteles era filósofo*'). O presente abriga arranjos de elementos que ocorrem simultaneamente ao proferimento das sentenças (exemplo: '*Ele é rochoso*'). O futuro abrigará arranjos de elementos que ocorrerão posteriormente ao proferimento das sentenças (exemplo: '*Aristóteles será filósofo*').

Relação de acessibilidade

Após a configuração dos mundos contrafactuais com base no mundo factual, abre-se um acesso lógico entre os mundos possíveis mediante uma relação de acessibilidade R. Em uma relação de acessibilidade, o par $\langle w, w_i \rangle \in R$, de modo que em wRw_i mundos possíveis w_i são acessados a partir do mundo possível w (tal que w é o ponto de origem da acessibilidade, o mundo possível no qual as sentenças das formas $\Diamond\alpha$ ou $\Box\alpha$ podem ser verdadeiras ou falsas).

Frise-se que, o ponto de origem de acesso pode ser movido de modo que é possível determinar o acesso a mundos contrafactuais a partir do mundo factual, o acesso a mundos contrafactuais a partir de outros mundos contrafactuais, bem como o acesso ao mundo factual a partir de mundos contrafactuais. Ainda, se R é reflexiva, então, o mundo possível acessa a si próprio.

Nomes próprios enquanto designadores rígidos

Conforme Kripke (2001, p. 48):

> Chamaremos algo de designador rígido se em todos os mundos possíveis designar o mesmo indivíduo, de designador não rígido ou acidental, se não for esse o caso. É claro que não exigimos que os indivíduos existam em todos os mundos possíveis. Certamente Nixon poderia não ter existido se seus pais não tivessem se casado, no curso normal das coisas.

Nesse sentido, a perspectiva de Kripke consiste na tese de que, por ser um designador rígido, um nome próprio se refere ao mesmo indivíduo em todo mundo possível no qual o indivíduo esteja inserido, ressalvando-se que um indivíduo existente no mundo factual pode ser pensado como não existente em algum mundo contrafactual.

A pergunta que surge é a seguinte: *Dado indivíduo terá sempre o mesmo nome em todo mundo possível no qual esteja inserido?*

Não, pois, é plenamente possível imaginar que um indivíduo que recebeu dado nome possa receber outro nome em um mundo contrafactual. Exemplo: é possível pensar em um mundo contrafactual no qual o indivíduo que recebeu o nome '*Aristóteles*' receba o nome '*Roger Waters*'.

Contudo, quando se imagina mundos contrafactuais, o nome próprio é rigidamente mantido para se referir ao indivíduo que receberá outro nome. Exemplo: em algum mundo contrafactual, *Aristóteles* pode receber o nome '*Roger Waters*'; nesse caso, o nome '*Aristóteles*' é rigidamente mantido para se referir ao indivíduo que receberá o nome '*Roger Waters*'; e em todo mundo possível, o nome '*Aristóteles*' é rigidamente utilizado para se referir ao indivíduo *Aristóteles*, ainda que ele receba outros nomes e outras características.

De acordo com Kripke (2001, p. 48), um nome próprio também pode ser um designador fortemente rígido:

> Quando pensamos em uma característica como essencial para um indivíduo, normalmente queremos dizer que ela é verdadeira para esse indivíduo em qualquer caso onde ele teria existido. Um designador rígido de um existente necessário pode ser chamado de fortemente rígido.

Nesse sentido, o designador de um indivíduo que possui propriedades ou relações essenciais é denominado designador fortemente rígido. Em outras palavras, os designadores que se referem a indivíduos que mantém sempre as mesmas características em qualquer mundo possível são designadores fortemente rígidos. Exemplo: em qualquer mundo possível em que o indivíduo 2 esteja inserido, o nome próprio ‘2’ se refere ao mesmo indivíduo sem que haja qualquer variação da sua propriedade de *ser par*.

Note-se que, uma vez convencionado o nome próprio e a sua referência (nome originário), o nome passa a ser um designador rígido, podendo ser fortemente rígido caso o referente possua características essenciais que são mantidas em qualquer mundo possível.

Referentes concretos, abstratos, históricos e fictícios

O domínio do mundo factual é composto por indivíduos que servem como referentes concretos, abstratos, históricos ou fictícios. Referentes concretos são indivíduos que materialmente existem e cujas informações podem ser coletadas por meio dos sentidos (exemplo: o nome próprio ‘*Vênus*’ denota o planeta *Vênus* que é um referente concreto). Referentes abstratos são indivíduos que abstratamente existem e que são acessíveis por meio do intelecto (exemplos: formas geométricas e números). Referentes históricos são indivíduos que deixaram de possuir existência material e que, por isso, são historicamente referenciados (exemplo: o nome próprio ‘*Aristóteles*’ denota o filósofo *Aristóteles* que é um referente histórico). Referentes fictícios são indivíduos que possuem existência emulada ou existência paraficcional, tal que são criações do intelecto humano referidas por nomes próprios fictícios.

No domínio das ficções, com uma perspectiva oposta a de Kripke, Frege entende que nomes próprios são vazios (não possuem quaisquer referentes). Nesse passo, a questão que pode ser formulada é a seguinte: *No âmbito das ficções, se os nomes próprios são vazios, então, do que é que se está a falar quando se profere tais nomes?*

Em contraposição a Frege, a perspectiva de Kripke é a de que nomes próprios exercem função referencial na esfera das ficções. A pergunta que essa perspectiva suscita é a seguinte: *Nomes próprios fictícios se referem a quê?* No artigo “*Vacuous names and fictional entities*” (2011b), a resposta de Kripke possui uma perspectiva que divide o discurso em: discurso ficcional (dentro de alguma estória) cujos referentes são emulados; discurso paraficcional (fora de alguma estória) cujos referentes são paraficcionais.

Dentro de alguma estória, o discurso ficcional é análogo ao discurso concreto e está alicerçado no *princípio do faz de conta*. Esse princípio dispõe que a audiência faz de conta que um nome próprio ficcional dentro da estória é um nome próprio concreto que tem um referente concreto, tal que o nome próprio ficcional tem um referente emulado (cuja existência é fingida pela audiência). Exemplo: considere-se a seguinte passagem constante da obra '*Odisseia*' de Homero (2003, p. 241): '*O industrioso Ulisses, olhando de soslaio, lhe disse: Agora mesmo, cadela, vou transmitir a Telêmaco esse teu palavrório, para que ele venha aqui esquartejar-te*'; ao ler a passagem mencionada, o leitor faz de conta que o nome próprio ficcional '*Ulisses*' se refere a um indivíduo concreto que, em dado contexto, faz um gesto com o olhar e profere determinadas palavras. Desse modo, no discurso ficcional, os nomes próprios possuem referências emuladas, de modo que as sentenças declarativas que os veiculam podem ser avaliadas como ou verdadeiras ou falsas no interior da estória.

Fora de alguma estória, os nomes próprios possuem referentes paraficcionais, ou seja, se referem a indivíduos que existem paraficcionalmente. A sentença '*Ulisses não desistiu de voltar para a casa*' (proferida para falar sobre a estória contida no livro intitulado '*Odisseia*') expressa um sentido que apresenta um indivíduo que existe paraficcionalmente no intelecto e, portanto, o nome próprio paraficcional '*Ulisses*' possui referência, caso em que há uma possível circunstância a partir da qual é possível avaliar tal sentença como ou verdadeira ou falsa.

Os referentes de um discurso ficcional ou de um discurso paraficcional, intelectualmente criados por alguém no mundo factual, poderiam ser pensados como possíveis referentes concretos em algum mundo contrafactual?

A resposta é não. Isso porque os mundos contrafactuais são variações do mundo factual, e uma vez que um indivíduo possua existência fictícia (emulada ou paraficcional) no mundo factual, então, somente poderá ser pensado enquanto referente com existência fictícia em algum mundo contrafactual.

Desse modo, então, o personagem Ulisses, criado por Homero, não poderia ser pensado como um indivíduo com existência concreta em algum mundo contrafactual?

A resposta é que é possível imaginar uma pessoa, concretamente existente, que tenha passado dez anos em uma guerra e, posteriormente, tenha levado dezessete anos para retornar a sua casa, de maneira a vivenciar inúmeras (des)aventuras no caminho de volta – com as devidas proporções, algo semelhante ao que é narrado por Homero na obra '*Odisseia*' em relação ao personagem *Ulisses*. Contudo, ainda assim, *Ulisses* não poderia ser pensado como um possível indivíduo concreto em algum mundo contrafactual, pois, mundos contrafactuais são variações do mundo factual e, no mundo factual, *Ulisses* tem existência emulada (dentro da estória '*Odisseia*') ou existência paraficcional (fora da estória '*Odisseia*'). Portanto, em um mundo contrafactual, *Ulisses* somente pode ser pensado como um indivíduo paraficcional ou como um faz de conta concreto ao qual se atribui outras características ou pode ser pensado como não existente (situação em que não teria sido intelectualmente inventado).

Sentidos e nomes próprios

De acordo com Frege (2009), um nome próprio expressa o sentido de uma descrição definida associada ao nome e tal sentido estabiliza a seleção de um determinado indivíduo, ao passo que o nome indiretamente denota tal indivíduo.

Diferentemente, Kripke entende que descrições definidas e nomes próprios não expressam sentidos, ao passo que um nome próprio é um designador rígido que se refere diretamente sempre ao mesmo indivíduo em todo mundo possível.

E o argumento modal de Kripke para sustentar sua oposição à Frege é o seguinte: se o sentido de dado nome próprio fosse o sentido de uma descrição definida associada ao nome próprio, então, tal sentido apresentaria e selecionaria determinado indivíduo atribuindo-lhe, como uma definição, essencialmente sempre a mesma propriedade/relação em todo mundo possível.

Exemplo: se o sentido do nome próprio '*Platão*' fosse ⟨*o autor de* '*A República*'⟩, então, o nome '*Platão*' sempre apresentaria *Platão* como o indivíduo que é *o autor de* '*A República*', de modo que tal característica lhe seria atribuída de modo rígido e essencial em qualquer mundo possível; contudo, *Platão* pode ser pensado como um indivíduo que *não é o autor de* '*A República*' em algum mundo contrafactual (pois, trata-se de uma característica contingente e não essencial).

Kripke *descarta por completo as descrições definidas associadas ao nome próprio originário?*

Não. Porém, as descrições definidas, além de não expressarem sentidos, servem apenas como instruções para identificar o indivíduo ao qual o nome originário faz referência direta. Cumprida sua função de identificação, as descrições definidas são descartadas sem exercer função semântica referencial.

Construção de sentidos das sentenças a partir de contextos

A perspectiva aqui adotada é a de que somente sentenças expressam sentidos, e as sentenças atômicas são unidades mínimas de sentidos, tal que, isolados, constantes individuais, indexicais e constantes predicativas não expressam sentidos.

O sentido expresso por uma sentença é construído a partir de dado contexto, e este se traduz em uma situação (em algum mundo possível) composta por usuários da linguagem, tempo, posição e ações corporais. Os usuários da linguagem proferem e recepcionam sentenças α. O tempo é o momento em que o usuário faz uso da linguagem. A posição é a localização na qual o usuário faz uso da linguagem. As ações corporais são os gestos que acompanham o proferimento e a recepção das sentenças α (apontamentos; negações; positivações). Desse modo, o contexto possui a seguinte forma: $C_{U\alpha, T, P, A}$, em que $U\alpha$ = usuários da linguagem que proferem e recepcionam sentenças α, T = tempo (passado; presente; futuro), P = posição e A = ações corporais.

Construído a partir de um contexto e expresso por uma sentença, o sentido possui a seguinte forma e conteúdo: $\langle i, N, T \rangle$, em que i = indivíduo, N = propriedade/relação e T = tempo (passado; presente; futuro). O sentido apresenta uma sequência de elementos que remete a uma possível circunstância de avaliação em mundos possíveis $w_i \in W$, circunstâncias tais que se traduzem em indivíduo (concreto, abstrato, histórico ou fictício), subconjunto de n-uplas e tempo. Uma possível circunstância de avaliação é uma situação na qual é possível o indivíduo, diretamente denotado pelo termo sujeito, pertencer ao subconjunto de n-uplas diretamente denotado pelo termo predicativo (é uma circunstância a partir da qual uma sentença pode ser avaliada como ou verdadeira ou falsa).

Exemplos:

° A sentença '*Ele é rochoso*', proferida por *Aristóteles* e recepcionada por *Platão*, no *passado*, em *Atenas*, *Aristóteles* apontou para *Vênus*, expressa o sentido ⟨*Vênus*, *ser rochoso*, *presente afirmado em um contexto no passado*⟩ que remete a uma possível circunstância de avaliação em W (1-upla ⟨σ(*Vênus*)⟩, subconjunto de 1-uplas ι(*é rochoso*), tempo *presente*);

- A sentença '*Hamlet é detetive*' (afirmação paraficcional), proferida por *Roger Waters* e recepcionada por *David Gilmour*, no *presente*, em *Londres*, expressa o sentido ⟨*Hamlet*, *ser detetive*, *presente afirmado em um contexto no presente*⟩ que remete a uma possível circunstância de avaliação em W (1-upla ⟨ι(*Hamlet*)⟩, subconjunto de 1-uplas ι(*é detetive*), tempo *presente*);

- A sentença '*Aristóteles era filósofo*', proferida por *Roger Waters* e recepcionada por *David Gilmour*, no *passado*, em *Londres*, expressa o sentido ⟨*Aristóteles*, *ter sido filósofo*, *passado afirmado em um contexto no passado*⟩ que remete a uma possível circunstância de avaliação em W (1-upla ⟨ι(*Aristóteles*)⟩, subconjunto de 1-uplas ι(*era filósofo*), tempo *passado*).

Nonsense

Há casos em que uma expressão complexa não expressa sentido, ou seja, é um *nonsense* (pseudo sentença). Isso ocorre quando não é possível o indivíduo, diretamente denotado pela constante individual, pertencer ao subconjunto de n-uplas diretamente denotado pela constante predicativa, tal que não há uma possível circunstância de avaliação. Nesse passo, um *nonsense* indica a ausência de uma circunstância de avaliação e, portanto, não é avaliado como ou verdadeiro ou falso.

Exemplo: a expressão complexa '2 *é rochoso*' não expressa um sentido, pois, não é possível o indivíduo, diretamente denotado por '2', pertencer ao subconjunto de 1-uplas diretamente denotado por '*é rochoso*'; de modo que, não há qualquer circunstância possível que permita avaliar '2 *é rochoso*' como ou verdadeira ou falsa, tal que se trata de um *nonsense*.

Em uma simulação linguística, um *nonsense* não se refere a valores de verdade, contudo, refere-se ao conjunto vazio (∅) em $M_{\langle F, I, E \rangle}$.

Funções κ, ζ

A função κ é uma função de construção de sentidos e tem como argumento dado contexto $C_{U\alpha, T, P, A}$ e tem como imagem dado sentido ⟨*i*, *N*, *T*⟩ expresso por dada sentença.

Exemplo:

Considere-se que, em dado contexto, *Aristóteles* proferiu a sentença '*Vênus é rochoso*' que foi recepcionada por *Platão* (U_α), no *passado* (T), em *Atenas* (P), *Aristóteles apontou* para o planeta *Vênus* (A), ao passo que a sentença (α) expressa o sentido ⟨*Vênus* (i), *ser rochoso* (N), *presente afirmado em um contexto no passado* (T)⟩:

- $\kappa(C_{U\alpha, T, P, A}) = \langle i, N, T \rangle$
- $\kappa(\mathit{Aristóteles}_{\mathit{Vênus\ é\ rochoso}}$ e *Platão*, *passado*, *Atenas*, *Aristóteles apontou para Vênus*$)$ = ⟨*Vênus*, *ser rochoso*, *presente afirmado em um contexto no passado*⟩

A função ζ associa sentenças a sentidos $\langle i, N, T \rangle$, bem como associa tais sentidos a possíveis circunstâncias de avaliação em W:

- $$\zeta \begin{cases} (\alpha) = \langle i, N, T \rangle \\ (\langle i, N, T \rangle) = \mathrm{W} \end{cases}$$

Considere-se novamente a sentença '*Vênus é rochoso*':

- $$\zeta \begin{cases} (\mathit{Vênus\ é\ rochoso}) = \langle \mathit{Vênus}, \mathit{ser\ rochoso}, \mathit{presente\ afirmado\ em\ um\ cont.\ no\ passado} \rangle \\ (\langle \mathit{Vênus}, \mathit{ser\ rochoso}, \mathit{pres.\ afir.\ cont.\ pass} \rangle) = \langle \iota(\mathit{Vênus}) \rangle, \iota(\mathit{é\ rochoso}), \mathit{presente\ em}\ \mathrm{W} \end{cases}$$

Sentido e condições de verdade

No funcionamento das condições de verdade de dada sentença α, o sentido é construído a partir do contexto no qual a sentença foi proferida e, por sua vez, a sentença proferida é associada ao sentido (a sentença expressa tal sentido), bem como o sentido é associado a uma possível circunstância de avaliação em W, de modo que a função ν associa α a valores de verdade (0, 1), tal que ou α é falsa sse o mundo possível w não torna verdadeira α em $\mathrm{M}_{\langle F, I, E \rangle}$ ou α é verdadeira sse o mundo possível w torna verdadeira α em $\mathrm{M}_{\langle F, I, E \rangle}$:

$$\kappa(C_{U\alpha, T, P, A}) = \langle i, N, T \rangle \Longleftrightarrow \zeta \begin{cases} (\alpha) = \langle i, N, T \rangle \\ (\langle i, N, T \rangle) = \mathrm{W} \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\alpha) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}_{\langle F, I, E \rangle}\, [\mathrm{w}] \nvDash \alpha \\ 1 \Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}_{\langle F, I, E \rangle}\, [\mathrm{w}] \vDash \alpha \end{cases}$$

Operadores modais:

Símbolos	*Leitura*	*Designação*
$\Diamond$	é possível que ...	Possibilidade lógica
$\Box$	é necessário que ...	Necessidade lógica

As condições de verdade das sentenças modais são estabelecidas a partir das seguintes cláusulas de definição de verdade:

° $M_{\langle F, I, E\rangle}$ $[w] \vDash \Diamond(\alpha) \Longleftrightarrow M_{\langle F, I, E\rangle}$ $[\exists T, \exists w_i, wRw_i] \vDash \alpha$

O mundo possível w torna verdadeira uma sentença da forma $\Diamond(\alpha)$ em $M_{\langle F, I, E\rangle}$ sse em algum lapso de tempo T (passado, presente ou futuro) existe algum mundo possível w_i acessível a partir de w que torna verdadeira α em $M_{\langle F, I, E\rangle}$.

° $M_{\langle F, I, E\rangle}$ $[w] \vDash \Box(\alpha) \Longleftrightarrow M_{\langle F, I, E\rangle}$ $[\forall T, \forall w_i, wRw_i] \vDash \alpha$

O mundo possível w torna verdadeira uma sentença da forma $\Box(\alpha)$ em $M_{\langle F, I, E\rangle}$ sse em todo lapso de tempo T todo mundo possível w_i acessível a partir de w torna verdadeira α em $M_{\langle F, I, E\rangle}$.

Considere-se a seguinte linguagem formal L'''' intensional modal de segunda ordem a partir da qual será gerada uma sentença que servirá como exemplo para a explicação do funcionamento do aparato funcional modal, intensional e extensional:

$L'''' = (\{a_2\}, \{P_0^1\})$

$N''''_{\langle F, I, E\rangle} = \langle |N|, \langle W, R\rangle, \langle \kappa, \zeta\rangle, \langle \iota, \sigma, \lambda, \nu\rangle\rangle$

$N''''_{\langle F, I, E\rangle} = \langle |N|, \{2\}, \{\mathbb{P}\}\rangle$

$|N| \subseteq \mathbb{N}$

$\iota(a_2) = 2$

$\iota(P_0^1) = \mathbb{P}$

Considere-se a sentença $\Box(P^1_0a_2)$ (*é necessário que* 2 *é par*) de L'''', proferida por *Roger Waters* e recepcionada por *David Gilmour* (U_α), no *passado* (*T*), em *Londres* (*P*), *Roger Waters* apontando para a própria cabeça (*A*). A função κ tem o contexto $C_{U\alpha, T, P, A}$ como argumento e tem o sentido ⟨2, *necessariamente ser par*, *todo lapso de tempo afirmado em um contexto no passado*⟩ como imagem (κ constrói o sentido). A função ζ associa a sentença $\Box(P^1_0a_2)$ ao sentido ⟨2, *necessariamente ser par*, *todo lapso de tempo afirmado em um contexto no passado*⟩ (a sentença expressa tal sentido), bem como associa tal sentido a uma possível circunstância de avaliação em W (⟨ι(2)⟩, ι(*é par*), *todo lapso de tempo*). A função ν associa $\Box(P^1_0a_2)$ a valores de verdade (0, 1), tal que ou $\Box(P^1_0a_2)$ é falsa sse o mundo possível w não torna verdadeira $\Box(P^1_0a_2)$ em $N''''_{\langle F, I, E\rangle}$ ou $\Box(P^1_0a_2)$ é verdadeira sse o mundo possível w torna verdadeira $\Box(P^1_0a_2)$ em $N''''_{\langle F, I, E\rangle}$, tal que, composicionalmente, o mundo possível w torna verdadeira $\Box(P^1_0a_2)$ em $N''''_{\langle F, I, E\rangle}$ sse em todo lapso de tempo todo mundo possível w_i acessível a partir de w torna verdadeira $P^1_0a_2$ em $N''''_{\langle F, I, E\rangle}$) sse a 1-upla ⟨$\iota(a_2)$⟩ pertence ao subconjunto de 1-uplas $\iota(P^1_0)$ em todo lapso de tempo em todo mundo possível w_i acessível a partir de w:

κ(*Roger Waters*$_{\Box(P^1_0a_2)}$ e *David Gilmour*, *passado*, *Londres*, *Roger Waters apontou para a própria cabeça*) = ⟨2, *necessariamente ser par*, *todo lapso de tempo afirmado em um contexto no passado*⟩

$$\Longleftrightarrow \zeta \begin{cases} (\Box(P^1_0a_2)) = \langle 2, \textit{nec. ser par}, \textit{todo lapso de tempo afirmado em um contex. no passado}\rangle \\ (\langle 2, \textit{nec. ser par}, \textit{todo lap. temp. af. contex. pa.}\rangle) = \langle \iota(a_2)\rangle, \iota(P^1_0), \textit{todo lap. temp.} \text{ em W} \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\Box P^1_0a_2) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow N''''_{\langle F, I, E\rangle}[w] \nvDash \Box(P^1_0a_2) \\ 1 \Longleftrightarrow N''''_{\langle F, I, E\rangle}[w] \vDash \Box(P^1_0a_2) \end{cases}$$

$$N''''_{\langle F, I, E\rangle}[w] \vDash \Box(P^1_0a_2) \Longleftrightarrow N''''_{\langle F, I, E\rangle}[\forall T, \forall w_i, wRw_i] \vDash P^1_0a_2 \Longleftrightarrow \langle \iota(a_2)\rangle \in \iota(P^1_0)\,[\forall T, \forall w_i, wRw_i]$$

1.5 FRAGMENTO LINGUÍSTICO SUPORTE DA SIMULAÇÃO

Um fragmento linguístico de uma linguagem natural é um conjunto composto por sequências finitas de símbolos.

Fragmentos sintaticamente malformados são compostos por sequências desregradas de símbolos.

De outro modo, fragmentos sintaticamente bem-formados são compostos por sequências regradas de símbolos: expressões básicas; expressões complexas (frases formuladas a partir de expressões básicas ou de outras frases).

Nas linguagens naturais, as frases podem ser classificadas nos seguintes tipos (*types*):

1) *Frases declarativas*:

Veiculam informações descritivas acerca de arranjos de elementos e, portanto, são portadores de verdade (são ou verdadeiras ou falsas). Exemplo: '*Platão era filósofo*'.

2) *Frases não declarativas*:

Veiculam conteúdos imperativos, interrogativos ou exclamativos e, portanto, não possuem condições de verdade (não são avaliadas como ou verdadeiras ou falsas), contudo, possuem outras espécies de condições.

As frases imperativas e interrogativas possuem condições de satisfação. Dada frase imperativa é satisfeita sse a ordem nela veiculada é obedecida, por exemplo, '*Entregue esta encomenda*'. Uma frase interrogativa é satisfeita sse a pergunta nela veiculada é respondida. Exemplo: '*Qual é o seu nome?*' – '*Roger Waters*'.

Já as frases exclamativas possuem condições de validade e são válidas sse seus conteúdos foram proferidos com sinceridade pelo emissor. Exemplo: '*Até que enfim você chegou!*'.

O suporte da simulação linguística aqui pretendida é um fragmento semanticamente aberto e matematizável composto por frases declarativas.

1.6 FUNÇÕES DE SOBREPOSIÇÃO

1.6.1 Função de formalização ρ

A função de formalização ρ tem como domínio o fragmento declarativo suporte da simulação e tem como contradomínio os conjuntos de expressões básicas de uma dada linguagem formal L integrante do simulador linguístico ⟨L, ρ, μ⟩.

Nesse sentido, a função ρ é uma operação que possui um *input* (entrada) e um *output* (saída):

$\rho(e^{\mathrm{LN}}) = s^{\mathrm{CÓPIA/SL}}$

em que o *input* 'e^{LN}' é uma expressão básica do fragmento da linguagem natural e o *output* '$s^{\mathrm{CÓPIA/SL}}$' é uma cópia de 'e^{LN}', cópia tal que sobrepõe uma expressão básica de L com objetivo de construir uma sintaxe superficial para a pretendida simulação linguística SL.

Por exemplo, se o *input* de ρ é um substantivo próprio, então, seu *output* é uma cópia de tal substantivo que é formalizado no conjunto de substantivos próprios da linguagem formal L, de modo a sobrepor uma expressão básica de L.

A função ρ é aplicada de modo a formalizar todo o fragmento declarativo selecionado até que se atinja o resultado esperado, qual seja, a obtenção de uma sintaxe formal superficial para SL.

Desse modo, parte da sintaxe da linguagem formal L se torna a sintaxe profunda sobre a qual a sintaxe da pretendida simulação SL é acoplada e que, então, passa a figurar superficialmente exposta.

Para que ρ cumpra seu exato papel, L precisa ter sua sintaxe construída de maneira que possa receber ponto a ponto as expressões pertencentes ao fragmento linguístico selecionado, i. é, a sintaxe de L precisa conter as exatas categorias de expressões básicas nos quais as respectivas expressões do fragmento linguístico serão formalizadas, e ainda tem de conter um número suficientes de símbolos que serão sobrepostos por tais expressões.

1.6.2 Função de modelagem μ

Ao considerar o estágio no qual apenas a função de formalização ρ tenha sido aplicada, fica evidente que as condições de verdade (portanto, também o significado) de uma sentença atômica é apreendida a partir dos símbolos pertencentes a uma estrutura simbólica $\mathcal{M}$.

Nesse sentido, no referido estágio, a pretendida simulação linguística $\mathcal{SL}$ ainda não cumpre satisfatoriamente o objetivo de reproduzir a manifestação de significados de um fragmento declarativo de uma dada linguagem natural. Não cumpre porque as condições de verdade são geradas pela relação que se dá entre as sentenças atômicas de $\mathcal{SL}$ e as denotações puramente simbólicas de $\mathcal{M}$, de modo que as informações que podem ser extraídas dessa relação não se coadunam com a maneira como os significados de uma linguagem natural são expressos frente ao mundo.

Diante dessa situação, o que se almeja é ter disponível uma $\mathcal{M}$ que permita manifestar os significados das sentenças atômicas de uma maneira *naturalizada*, i. é, de uma maneira que não seja puramente simbólica, mas, sim, que emule satisfatoriamente a naturalidade com que os significados das frases de uma linguagem natural são expressos.

A conclusão, então, é que, logo após o estágio de formalização ρ, $\mathcal{SL}$ encontra-se incompleto, ou seja, ainda não foi concebido. *Qual é o próximo passo então?*

O próximo passo é a concepção de $\mathcal{SL}$, que é executada por meio de uma função de modelagem μ, de modo a construir uma $\mathcal{M}^{\mathcal{SL}}$. Especificamente, trata-se de construir uma $\mathcal{SL}$-estrutura que sirva de aparato interpretativo para a sintaxe superficial de $\mathcal{SL}$, bem como sirva de representação lógico-matemática de parcela do mundo.

A função de modelagem μ tem como domínio os conjuntos das expressões não lógicas da sintaxe superficial construída para $\mathcal{SL}$ e tem como contradomínio os conjuntos DE_{τ} e DE_{T^n} contidos no domínio $|M|$ de $\mathcal{M}$ simbólica:

Nesse sentido, a função μ é uma operação que possui um *input* e um *output*:

$$\mu(e^{\mathcal{SL}}) = s^{\text{CÓPIA}/\mathcal{M}^{\mathcal{SL}}}$$

em que o *input* ‘e^{SL}’ é uma expressão não lógica superficial e o *output* ‘$s^{\text{CÓPIA}/M^{SL}}$’ é uma cópia de ‘e^{SL}’, cópia tal que sobrepõe um elemento simbólico no domínio |M| de M simbólica com objetivo de construir a M^{SL} superficial.

Especificamente, a função μ copia as constantes individuais e as constantes predicativas da sintaxe superficial e as insere em |M| de M simbólica. As cópias sobrepõem os correspondentes elementos simbólicos contidos em |M| e, então, finalizado o procedimento, M^{SL} superficial é construída.

Desse modo, parte de M se torna a estrutura profunda e M^{SL} figura superficialmente exposta enquanto aparato interpretativo de SL e de representação lógico-matemática de parcela do mundo.

2 SIMULADOR LINGUÍSTICO INTENSIONAL $\langle \dot{L}, \rho, \mu \rangle$

2.1 LINGUAGEM FORMAL $\dot{L}$ INTENSIONAL

2.1.1 Sintaxe formal ($\dot{L}$)

I. A sintaxe da linguagem formal $\dot{L}$ intensional de segunda ordem *full standard* não ambígua se identifica com o sistema universal $\mathfrak{U} = \langle A, X_\delta, Y_\delta, S, F_\gamma \rangle_{\delta \in \Delta,\ \gamma \in \Gamma}$, tal que: A é o conjunto de todas as expressões de $\dot{L}$; Δ é o conjunto indexador; gera-se o conjunto de categorias sintáticas C composto pelos seguintes conjuntos: C_{BAS} e C_{CXP}; S é o conjunto de regras sintáticas; F_γ são funções de não ambiguização.

II. C_{BAS} (categorias de expressões básicas):

° X_{CI} (constantes individuais $\overline{c}$):

$X_{SUB\text{-}P}$ (substantivos próprios) = $\{b_0, b_1, ...\}$;

$X_{DES\text{-}D}$ (descrições definidas) = $\{d_0, d_1, ...\}$;

° X_{FUN} (constantes funcionais n-árias φ^n) = $\{f^n_0, f^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;

° X_{PRD} (constantes predicativas n-árias Φ^n):

$X_{PRD\text{-}P}$ (predicados de propriedades) = $\{P^n_0, P^n_1, ...\}$, $n = 1$;

$X_{PRD\text{-}R}$ (predicados de relações) = $\{R^n_0, R^n_1, ...\}$, $n \geq 2$;

° X_{VAR} (variáveis):

$X_{VAR\text{-}IND}$ (variáveis individuais ξ) = $\{x_0, x_1, ...\}$;

$X_{VAR\text{-}FUN}$ (variáveis funcionais n-árias ϑ^n) = $\{F^n_0, F^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;

$X_{VAR\text{-}PDR}$ (variáveis predicativas n-árias χ^n) = $\{X^n_0, X^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;

- X_{QTF} (quantificadores Q, respectivamente, existencial e universal) = $\{\exists; \forall\}$;

- X_{OL} (operadores lógicos n-ários, $1 \leq n \leq 2$):

  X_{OL1} (operador lógico 1-ário η) = $\{\sim\}$;

  X_{OL2} (operadores lógicos 2-ários θ) = $\{\wedge; \vee; \veebar; \rightarrow; \leftrightarrow\}$;

- X_{SP} (sinais de pontuação) = {(;); ,}.

III. Uma expressão τ é um termo sujeito sse:

- $\tau \in X_{CI}$;

- $\tau \in X_{VAR\text{-}IND}$;

- $\tau = \varphi^n(\tau_1,...,\tau_n)$, em que $\varphi^n \in X_{FUN}$ e τ_i é algum termo sujeito;

- $\tau = \vartheta^n(\tau_1,...,\tau_n)$, em que $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ e τ_i é algum termo sujeito;

- Nada mais é um termo sujeito.

IV. Uma expressão T^n é um termo predicativo sse:

- $T^n \in X_{PRD}$;

- $T^n \in X_{VAR\text{-}PDR}$;

- Nada mais é um termo predicativo.

V. As expressões complexas são geradas em C_{CPX} a partir das seguintes regras sintáticas:

- $S_0 : F_0(\tau_1,...,\tau_n, T^n, \upsilon_1,...,\upsilon_m) = \tau_1,...,\tau_n\ T^n\ \upsilon_1,...,\upsilon_m \in C_{CPX}$, em que τ_i é algum termo sujeito, υ_i é algum ou nenhum termo sujeito e T^n é termo predicativo, tal que as expressões sob a forma $\tau_1,...,\tau_n\ T^n\ \upsilon_1,...,\upsilon_m$ são *fórmulas atômicas*;

- $S_1 : F_1(\eta, \alpha) = \eta(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $\eta \in X_{OL1}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $\eta(\alpha)$ são *fórmulas moleculares*;

- $S_2 : F_2(\alpha, \theta, \beta) = (\alpha)\ \theta\ (\beta) \in C_{CPX}$, em que $\theta \in X_{OL2}$ e $\alpha, \beta \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $(\alpha)\ \theta\ (\beta)$ são *fórmulas moleculares*;

- $S_3 : F_3(Q, \xi, \alpha) = Q\xi(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $Q\xi(\alpha_{\xi})$ – em que ξ ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- $S_4 : F_4(Q, \vartheta^n, \alpha) = Q\vartheta^n(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $Q\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$ – em que ϑ^n aplicada a algum termo sujeito τ_i ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- $S_5 : F_5(Q, \chi^n, \alpha) = Q\chi^n(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $Q\chi^n(\alpha_{\chi^n})$ – em que χ^n ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- Nada mais é uma fórmula.

VI. Se $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$, $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$, $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$, α é uma fórmula e ξ, ϑ^n ou χ^n ocorre uma ou mais vezes em α, então: a ocorrência de ξ, ϑ^n ou χ^n é denominada *ligada* sse está quantificada ($Q\xi(\alpha_{\xi})$; $Q\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$; $Q\chi^n(\alpha_{\chi^n})$); a ocorrência de ξ, ϑ^n ou χ^n é denominada *livre* sse não está quantificada.

VII. C_{CPX} (categorias de expressões complexas):

- $Y_{STÇ}$ (*sentenças* ou *fórmulas fechadas*): uma fórmula é uma *sentença* (*atômica*; *molecular*; *geral*) sse não contém alguma ocorrência livre de $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$, de $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ ou de $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$;

- Y_{FST} (*funções sentenciais* ou *fórmulas abertas*): uma fórmula é uma *função sentencial* sse contém alguma ocorrência livre de $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$, de $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ ou de $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$;

- Y_{NON} (*nonsense*): pseudo sentenças;

- Y_{EMP} (*empty complex*): pseudo sentenças.

2.1.2 Semântica formal ($\dot{\mathrm{L}}$)

VIII. Seja a estrutura simbólica $\dot{\mathrm{M}}_{\langle \mathrm{I}, \mathrm{E}\rangle}$; $\mathrm{I} = \langle \zeta \rangle$ representa o aparato funcional semântico intensional, em que ζ é uma função de associação de sentidos; $\mathrm{E} = \langle \iota, \sigma, \lambda, \nu \rangle$ representa o aparato funcional semântico extensional, em que ι é uma função de intepretação, σ são infinitas funções ξ-ϑ^n-extensivas de ι, λ são infinitas funções χ^n-extensivas de ι, e ν é uma função de valores de verdade; tal que $\dot{\mathrm{M}}_{\langle \mathrm{I}, \mathrm{E}\rangle} = \langle |\dot{\mathrm{M}}|, \langle \zeta \rangle, \langle \iota, \sigma, \lambda, \nu \rangle\rangle$, em que o domínio $|\dot{\mathrm{M}}|$ é um conjunto não vazio:

- Conjuntos das denotações intensionais (sentidos) das constantes individuais ($\overline{\mathrm{c}}$), das constantes predicativas (Φ^n), das sentenças atômicas ($\mathrm{STÇ_A}$) e das componentes atômicas de sentenças gerais ($\mathrm{STÇ_{AG}}$):

  i) $\mathrm{DI}_{\overline{\mathrm{c}}} = \{\langle DF\rangle_1, \langle DF\rangle_2, ...\}$;

  ii) $\mathrm{DI}_{\Phi^n} = \{\langle i, N\rangle_1, \langle i, N\rangle_2, ...\}$;

  iii) $\mathrm{DI}_{\mathrm{STÇ_A}} = \{\langle DF, \langle i, N\rangle\rangle_1, \langle DF, \langle i, N\rangle\rangle_2, ...\}$;

  iv) $\mathrm{DI}_{\mathrm{STÇ_{AG}}} = \{\{\langle \exists i, N\rangle_1, \langle \exists i, N\rangle_2, ...\}, \{\langle \forall i, N\rangle_1, \langle \forall i, N\rangle_2, ...\}, \{\langle DF, \exists N\rangle_1, \langle DF, \exists N\rangle_2, ...\}, \{\langle DF, \forall N\rangle_1, \langle DF, \forall N\rangle_2, ...\}\}$.

- Conjunto das denotações (pseudo sentidos) das constantes individuais vazias ($\overline{\mathrm{c}}_{\mathrm{vaz}}$) e conjunto das denotações (pseudo proposições) dos *empty complexes* (EMP):

  i) $\mathrm{D}_{\overline{\mathrm{c}}_{\mathrm{vaz}}} = \{\langle DF\rangle_1, \langle DF\rangle_2, ...\}$;

  ii) $\mathrm{D_{EMP}} = \{\langle DF, \langle i, N\rangle\rangle_1, \langle DF, \langle i, N\rangle\rangle_2, ...\}$.

- Conjuntos das denotações extensionais dos termos sujeitos (τ), dos termos predicativos (T^n) e das sentenças (STÇ):

  i) $\mathrm{DE}_{\tau} = \{\mathrm{b}_0, \mathrm{d}_0, \mathrm{b}_1, \mathrm{d}_1, ...\}, \{f^n_0, f^n_1, ...\}$;

  ii) $\mathrm{DE}_{\mathrm{T}^n} = \{\mathrm{P}^n_0, \mathrm{R}^n_0, \mathrm{P}^n_1, \mathrm{R}^n_1, ...\}$;

  iii) $\mathrm{DE_{STÇ}} = \{0, 1\}$.

- Conjunto vazio: $\varnothing$.
- Função ζ:

i) Associa constantes individuais ($\overline{c}$) a sentidos em $DI_{\overline{c}}$, bem como associa os sentidos a indivíduos em DE_{τ}:

$$\zeta\begin{cases}(\overline{c}) = DI_{\overline{c}}\\(DI_{\overline{c}}) = DE_{\tau}\end{cases}$$

ii) Associa constantes predicativas (Φ^n) a funções proposicionais em DI_{Φ^n}, bem como associa as funções proposicionais a subconjuntos de n-uplas em DE_{T^n}:

$$\zeta\begin{cases}(\Phi^n) = DI_{\Phi^n}\\(DI_{\Phi^n}) = DE_{T^n}\end{cases}$$

iii) Associa sentenças atômicas ($STÇ_A$) a proposições em $DI_{STÇ_A}$, bem como associa as proposições a circunstâncias de avaliação (elementos em DE_{τ} e DE_{T^n}):

$$\zeta\begin{cases}(STÇ_A) = DI_{STÇ_A}\\(DI_{STÇ_A} = DE_{\tau}, DE_{T^n}\end{cases}$$

iv) Associa componentes atômicas de sentenças gerais ($STÇ_{AG}$) a sentidos em $DI_{STÇ_{AG}}$, bem como associa os sentidos a circunstâncias de avaliação (elementos em DE_{τ} e DE_{T^n}):

$$\zeta\begin{cases}(STÇ_{AG}) = DI_{STÇ_{AG}}\\(DI_{STÇ_{AG}}) = DE_{\tau}, DE_{T^n}\end{cases}$$

v) Associa constantes individuais vazias ($\overline{c}_{vaz}$) a pseudo sentidos em $D_{\overline{c}_{vaz}}$, bem como associa os pseudo sentidos ao conjunto vazio:

$$\zeta\begin{cases}(\overline{c}_{vaz}) = D_{\overline{c}_{vaz}}\\(D_{\overline{c}_{vaz}}) = \varnothing\end{cases}$$

vi) Associa um *nonsense* (NON) ao conjunto vazio:

$$\zeta(NON) = \varnothing$$

vii) Associa *empty complexes* (EMP) a pseudo proposições em D_{EMP}, bem como associa as pseudo proposições ao conjunto vazio:

$$\zeta \begin{cases} (EMP) = D_{EMP} \\ (D_{EMP}) = \varnothing \end{cases}$$

° Função ι:

i) Cada constante individual $\overline{c}$ denota um indivíduo $\iota(\overline{c}) \in DE_{\tau, |\dot{M}|}$;

ii) Cada constante individual vazia $\overline{c}_{vaz}$ denota o conjunto $\varnothing \subseteq |\dot{M}|$;

iii) Cada constante funcional n-ária $\varphi^n \in X_{FUN}$ denota um subconjunto de n+1-uplas $\iota(\varphi^n) \subseteq DE_{\tau, |\dot{M}|^{n+1}}$;

iv) Cada constante predicativa n-ária Φ^n denota um subconjunto de n-uplas $\iota(\Phi^n) \subseteq DE_{T^n, |\dot{M}|^n}$.

° Funções σ, λ:

i) Cada variável individual ξ denota algum ou cada indivíduo $\sigma(\xi) \in DE_{\tau, |\dot{M}|}$;

ii) Cada variável funcional n-ária ϑ^n denota algum ou cada subconjunto de n+1-uplas $\sigma(\vartheta^n) \subseteq DE_{\tau, |\dot{M}|^{n+1}}$ que esteja em consonância com a aridade definida em ϑ^n;

iii) Cada variável predicativa n-ária χ^n denota algum ou cada subconjunto de n-uplas $\iota(\chi^n) \subseteq DE_{T^n, |\dot{M}|^n}$ que esteja em consonância com a aridade definida em χ^n.

° Função ν:

i) Associa sentenças $\alpha \in Y_{STÇ}$ a valores de verdade no conjunto $DE_{STÇ}$:

$$\nu(\alpha) = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

IX. Seja a linguagem formal $\dot{L}$, $\alpha \in Y_{STÇ}$ e *S* um sentido expresso por α:

$$\zeta\begin{cases}(\alpha) = \langle S\rangle \\ (\langle S\rangle) = DE_{\tau},\ DE_{T^n} \text{ em } \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle}\end{cases} \Longleftrightarrow\ \nu(\alpha) = \begin{cases}0 \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash \alpha \\ 1 \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha\end{cases},$$

tal que, composicionalmente:

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \tau_1,\ldots,\tau_n\, T^n\, \upsilon_1,\ldots,\upsilon_n \Longleftrightarrow \langle \sigma(\tau_1),\ldots,\sigma(\tau_n), \sigma(\upsilon_1),\ldots,\sigma(\upsilon_n)\rangle \in \lambda(T^n)$;

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \sim(\alpha) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash \alpha$;

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash (\alpha) \wedge (\beta) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha$ *e* $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \beta$;

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash (\alpha) \vee (\beta) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha$ *ou* $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \beta$;

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash (\alpha) \veebar (\beta) \Longleftrightarrow$ *ou* $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha$ *ou* $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \beta$;

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash (\alpha) \rightarrow (\beta) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha$ *e* $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash \beta$;

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash (\alpha) \leftrightarrow (\beta) \Longleftrightarrow$ *ou* $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha$ e $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \beta$

ou $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash \alpha$ e $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash \beta$;

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \exists\xi(\alpha_{\xi}) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha_{\xi}$ [cf. alguma atribuição σ ξ-ext. de ι];

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \forall\xi(\alpha_{\xi}) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha_{\xi}$ [cf. cada atribuição σ ξ-ext. de ι];

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \exists\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ [cf. alguma atribuição σ ϑ^n-ext. de ι];

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \forall\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ [cf. cada atribuição σ ϑ^n-ext. de ι];

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \exists\chi^n(\alpha_{\chi^n}) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha_{\chi^n}$ [cf. alguma atribuição λ χ^n-ext. de ι];

° $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \forall\chi^n(\alpha_{\chi^n}) \Longleftrightarrow \dot{M}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \alpha_{\chi^n}$ [cf. cada atribuição λ χ^n-ext. de ι].

X. Uma sentença α é consequência lógica de um conjunto de sentenças B ($B \vDash \alpha$) sse toda $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle}$ que é modelo de B também é modelo de α.

2.2 FRAGMENTO LINGUÍSTICO DE TIPO DECLARATIVO

O fragmento linguístico a ser formalizado no estágio de formalização ρ é o seguinte conjunto de substantivos próprios, descrições definidas e predicados (de propriedades e de relações): {{*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*, *Hamlet*}, {*A estrela da manhã*, *A estrela da tarde*, *O segundo planeta do sistema solar*, *O rei do planeta Vênus*, *O monarca do segundo planeta do sistema solar*}, {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*}, {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*}}.

2.3 CONCEPÇÃO DE $S\dot{L}$

2.3.1 Construção da sintaxe formal superficial ($S\dot{L}$)

A) Domínio de ρ (fragmento declarativo da linguagem portuguesa):

° Substantivos e descrições definidas:

Substantivos próprios: {*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*, *Hamlet*};

Descrições definidas: {*A estrela da manhã*, *A estrela da tarde*, *O segundo planeta do sistema solar*, *O rei do planeta Vênus*, *O monarca do segundo planeta do sistema solar*};

° Predicados:

Predicados de propriedades: {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*};

Predicados de relações: {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*};

B) Contradomínio de ρ (conjuntos de expressões básicas em $\dot{L}$):

° X_{CI} (constantes individuais $\overline{c}$):

$X_{SUB\text{-}P}$ (substantivos próprios) = $\{b_0, b_1, ...\}$;

$X_{DES\text{-}D}$ (descrições definidas) = $\{d_0, d_1, ...\}$;

° X_{PRD} (constantes predicativas n-árias Φ^n):

$X_{PRD\text{-}P}$ (predicados de propriedades) = $\{P_0^n, P_1^n, ...\}$, $n = 1$;

$X_{PRD\text{-}R}$ (predicados de relações) = $\{R_0^n, R_1^n, ...\}$, $n \geq 2$;

C) Formalização ρ:

ρ(*Roger Waters*^{LN}) = *Roger Waters* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_0;

ρ(*David Gilmour*^{LN}) = *David Gilmour* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_1;

ρ(*Sócrates*^{LN}) = *Sócrates* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_2;

ρ(*Platão*^{LN}) = *Platão* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_3;

ρ(*Aristóteles*^{LN}) = *Aristóteles* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_4;

ρ(*Vênus*^{LN}) = *Vênus* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_5;

ρ(*Hamlet*^{LN}) = *Hamlet* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_6;

ρ(*A estrela da manhã*^{LN}) = *A estrela da manhã* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{DES\text{-}D}$, que sobrepõe d_0;

ρ(*A estrela da tarde*^{LN}) = *A estrela da tarde* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{DES\text{-}D}$, que sobrepõe d_1;

ρ(*O segundo planeta do sistema solar*^{LN}) = *O segundo planeta do sistema solar* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{DES\text{-}D}$, que sobrepõe d_2;

ρ(*O rei do planeta Vênus* ^{LN}) = *O rei do planeta Vênus* $^{\text{CÓPIA / S}\dot{L}}$ $\in X_{DES\text{-}D}$, que sobrepõe d_3;

ρ(*O monarca do segundo planeta do sistema solar*^{LN}) = *O monarca do segundo planeta do sistema solar* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{DES\text{-}D}$, que sobrepõe d_4;

ρ(*era filósofo*^{LN}) = *era filósofo* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_0;

ρ(*é filósofo*^{LN}) = *é filósofo* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_1;

ρ(*será filósofo*^{LN}) = *será filósofo* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_2;

ρ(*era estudante*^{LN}) = *era estudante* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_3;

ρ(*é estudante*^{LN}) = *é estudante* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_4;

ρ(*será estudante*^{LN}) = *será estudante* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_5;

ρ(*era rochoso*^{LN}) = *era rochoso* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_6;

ρ(*é rochoso*^{LN}) = *é rochoso* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_7;

ρ(*será rochoso*^{LN}) = *será rochoso* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_8;

ρ(*era príncipe da Dinamarca*^{LN}) = *era príncipe da Dinamarca* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_9;

ρ(*é príncipe da Dinamarca*^{LN}) = *é príncipe da Dinamarca* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_{10};

ρ(*será príncipe da Dinamarca*^{LN}) = *será príncipe da Dinamarca* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}P}$, que sobrepõe P^n_{11};

ρ(*era aluno de*^{LN}) = *era aluno de* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}R}$, que sobrepõe R^n_0;

ρ(*é aluno de*^{LN}) = *é aluno de* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}R}$, que sobrepõe R^n_1;

ρ(*será aluno de*^{LN}) = *será aluno de* $^{\text{CÓPIA}/S\dot{L}}$ $\in X_{PRD\text{-}R}$, que sobrepõe R^n_2;

2.3.2 Construção da semântica formal superficial ($S\dot{L}$)

A) Domínio de μ (conjuntos das expressões não lógicas superficiais em $S\dot{L}$):

- ° X_{CI} (constantes individuais superficiais $\overline{c}$):

  $X_{SUB\text{-}P}$ (substantivos próprios) = {*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*};

- ° X_{PRD} (constantes predicativas superficiais Φ^n):

  $X_{PRD\text{-}P}$ (predicados de propriedades) = {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*};

  $X_{PRD\text{-}R}$ (predicados de relações) = {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*}.

B) Contradomínio de μ (conjuntos das denotações extensionais em $\dot{M}_{\langle I,\ E\rangle}$):

- ° $DE_{\tau} = \{b_0, d_0, b_1, d_1, ...\}, \{f^n_0, f^n_1), ...\}$;

- ° $DE_{T^n} = \{P^n_0, R^n_0, P^n_1, R^n_1, ...\}$;

C) Modelagem μ (construção de $\dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle}$):

μ(*Roger Waters*$^{S\dot{L}}$) = Roger Waters$^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle}}$ $\in |\dot{M}^{S\dot{L}}|$, que sobrepõe b_0 $|\dot{M}|$;

μ(*David Gilmour*$^{S\dot{L}}$) = David Gilmour$^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle}}$ $\in |\dot{M}^{S\dot{L}}|$, que sobrepõe $b_1 \in |\dot{M}|$;

μ(*Sócrates*$^{S\dot{L}}$) = Sócrates$^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle}}$ $\in |\dot{M}^{S\dot{L}}|$, que sobrepõe $b_2 \in |\dot{M}|$;

μ(*Platão*$^{S\dot{L}}$) = Platão$^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle}}$ $\in |\dot{M}^{S\dot{L}}|$, que sobrepõe $b_3 \in |\dot{M}|$;

μ(*Aristóteles*$^{S\dot{L}}$) = Aristóteles$^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle}}$ $\in |\dot{M}^{S\dot{L}}|$, que sobrepõe $b_4 \in |\dot{M}|$;

$\mu(\mathit{Vênus}^{S\dot{L}}) = \text{Vênus}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \in |\dot{M}^{S\dot{L}}|$, que sobrepõe $b_5 \in |\dot{M}|$;

$\mu(\mathit{era\ filósofo}^{S\dot{L}}) = \text{era filósofo}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_0 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{é\ filósofo}^{S\dot{L}}) = \text{é filósofo}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_1 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{será\ filósofo}^{S\dot{L}}) = \text{será filósofo}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_2 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{era\ estudante}^{S\dot{L}}) = \text{era estudante}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_3 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{é\ estudante}^{S\dot{L}}) = \text{é estudante}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_4 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{será\ estudante}^{S\dot{L}}) = \text{será estudante}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_5 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{era\ rochoso}^{S\dot{L}}) = \text{era rochoso}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_6 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{é\ rochoso}^{S\dot{L}}) = \text{é rochoso}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_7 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{será\ rochoso}^{S\dot{L}}) = \text{será rochoso}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_8 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{era\ príncipe\ da\ Dinamarca}^{S\dot{L}}) = \text{era príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_9 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{é\ príncipe\ da\ Dinamarca}^{S\dot{L}}) = \text{é príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_{10} \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{será\ príncipe\ da\ Dinamarca}^{S\dot{L}}) = \text{será príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^1$, que sobrepõe $P^n_{11} \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\mathit{era\ aluno\ de}^{S\dot{L}}) = \text{era aluno de}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{S\dot{L}}|^2$, que sobrepõe $R^n_0 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\textit{é aluno de}^{\mathrm{S\dot{L}}}) = \text{é aluno de}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle I,\, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}|^2$, que sobrepõe $R^n_1 \subseteq |\dot{M}|^n$;

$\mu(\textit{será aluno de}^{\mathrm{S\dot{L}}}) = \text{será aluno de}^{\text{CÓPIA} / \dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle I,\, E\rangle}} \subseteq |\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}|^2$, que sobrepõe $R^n_2 \subseteq |\dot{M}|^n$.

2.4 SIMULAÇÃO LÓGICO-MATEMÁTICA $\mathrm{S\dot{L}}$

Finalmente, com a conclusão dos estágios de formalização ρ e de modelagem μ, o resultado é a concepção da simulação linguística $\mathrm{S\dot{L}}$, um modelo lógico-matemático que explicita e explica parcialmente o funcionamento da habilidade linguística humana.

Representação simplificada da sintaxe e da $\mathrm{S\dot{L}}$-estrutura $\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle I,\, E\rangle}$ superficiais de $\mathrm{S\dot{L}}$:

$\mathrm{S\dot{L}}$ = ({*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*, *Hamlet*}, {*A estrela da manhã*, *A estrela da tarde*, *O segundo planeta do sistema solar*, *O rei do planeta Vênus*, *O monarca do segundo planeta do sistema solar*}, {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*}, {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*})

$\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle I,\, E\rangle} = \langle |\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}|, \langle \zeta \rangle, \langle \iota, \sigma, \lambda, \nu \rangle \rangle$

$|\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}|$ = {m | m são modelos de elementos do mundo} $\cup$ {S | S são sentidos expressos por determinadas expressões básicas e por sentenças de $\mathrm{S\dot{L}}$} $\cup$ {$\varnothing$}

$\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle I,\, E\rangle}$ = $\langle |\dot{M}^{\mathrm{S\dot{L}}}|$, {Roger Waters, David Gilmour, Sócrates, Platão, Aristóteles, Vênus}, {era filósofo, é filósofo, será filósofo, era estudante, é estudante, será estudante, era rochoso, é rochoso, será rochoso, era príncipe da Dinamarca, é príncipe da Dinamarca, será príncipe da Dinamarca, era majoritariamente constituído por rochas, é majoritariamente constituído por rochas, será majoritariamente constituído por rochas, era aluno de, é aluno de, será aluno de}$\rangle$

ι(*Roger Waters*) = Roger Waters

ι(*David Gilmour*) = David Gilmour

ι(*Sócrates*) = Sócrates

ι(*Platão*) = Platão

ι(*Aristóteles*) = Aristóteles

ι(*Vênus*) = Vênus

ι(*Hamlet*) = ∅

ι(*A estrela da manhã*) = Vênus

ι(*A estrela da tarde*) = Vênus

ι(*O segundo planeta do sistema solar*) = Vênus

ι(*O rei do planeta Vênus*) = ∅

ι(*O monarca do segundo planeta do sistema solar*) = ∅

ι(*era filósofo*) = era filósofo

ι(*é filósofo*) = é filósofo

ι(*será filósofo*) = será filósofo

ι(*era estudante*) = era estudante

ι(*é estudante*) = é estudante

ι(*será estudante*) = será estudante

ι(*era rochoso*) = era rochoso

ι(*é rochoso*) = é rochoso

ι(*será rochoso*) = será rochoso

ι(*era príncipe da Dinamarca*) = era príncipe da Dinamarca

ι(*é príncipe da Dinamarca*) = é príncipe da Dinamarca

ι(*será príncipe da Dinamarca*) = será príncipe da Dinamarca

ι(*era aluno de*) = era aluno de

ι(*é aluno de*) = é aluno de

ι(*será aluno de*) = será aluno de

A partir das regras sintáticas de $S\dot{L}$ é possível gerar sentenças declarativas significativas não ambíguas tais quais as seguintes:

$S_0 : F_0(\exists, x_1, \textit{é rochoso}) = \exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso}) \in Y_{STÇ}$;

$S_0 : F_0(\textit{Vênus}, \textit{é rochoso}) = \textit{Vênus é rochoso} \in Y_{STÇ}$;

$S_0 : F_0(\textit{Vênus}, \textit{é filósofo}) = \textit{Vênus é filósofo} \in Y_{NON}$;

$S_0 : F_0(\textit{Hamlet}, \textit{é príncipe da Dinamarca}) = \textit{Hamlet é príncipe da Dinamarca} \in Y_{EMP}$;

$S_5 : F_5(\exists, X_0^1, \textit{Ele } X_0^1) = \exists X_0^1(\textit{Ele } X_0^1) \in Y_{STÇ}$.

Manifestações de sentidos, condições de verdade e significados:

° *David Gilmour é estudante*

$$\zeta \begin{cases} (\textit{David Gilmour é estudante}) = \langle \textit{o guitarrista do Pink Floyd ser estudante} \rangle \\ (\langle \textit{o guitar. do Pink Floyd ser estudante} \rangle) = \langle \iota(\textit{David Gilmour}) \rangle, \iota(\textit{é estudante}) \text{ em } \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle} \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\textit{David Gilmour é estudante}) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle} \nvDash \textit{David Gilmour é estudante} \\ 1 \Longleftrightarrow \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle} \vDash \textit{David Gilmour é estudante} \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle} \vDash \textit{David Gilmour é estudante} \Longleftrightarrow \langle \iota(\textit{David Gilmour}) \rangle \in \iota(\textit{é estudante})$$

Saber o significado da sentença '*David Gilmour é estudante*' é saber que $\dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I, E\rangle}$ é modelo de '*David Gilmour é estudante*' sse a 1-upla $\langle$(*David Gilmour*)$\rangle$ pertence ao subconjunto de 1-uplas ι(*é estudante*).

° *Vênus é rochoso*

$$\zeta\begin{cases}(\textit{Vênus é rochoso}) = \langle \textit{a estrela da manhã ser constituída por rochas}\rangle \\ (\langle \textit{a estrela da manhã ser constituída por rochas}\rangle) = \langle \iota(\textit{Vênus})\rangle, \iota(\textit{é rochoso}) \text{ em } \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle}\end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\textit{Vênus é rochoso}) = \begin{cases}0 \Longleftrightarrow \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle} \nvDash \textit{Vênus é rochoso} \\ 1 \Longleftrightarrow \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle} \vDash \textit{Vênus é rochoso}\end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle} \vDash \textit{Vênus é rochoso} \Longleftrightarrow \langle \iota(\textit{Vênus})\rangle \in \iota(\textit{é rochoso})$$

Saber o significado da sentença '*Vênus é rochoso*' é saber que $\dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle}$ é modelo de '*Vênus é rochoso*' sse a 1-upla $\langle \iota(\textit{Vênus}\rangle$ pertence ao subconjunto de 1-uplas $\iota(\textit{é rochoso})$.

° $\exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso})$

$$\zeta\begin{cases}(\exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso})) = \langle \exists i \textit{ ser constituído por rochas}\rangle \\ (\langle \exists i \textit{ ser constituído por rochas}\rangle) = \textit{alguma } \langle \sigma(x_1)\rangle, \iota(\textit{é rochoso}) \text{ em } \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle}\end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso})) = \begin{cases}0 \Longleftrightarrow \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle} \nvDash \exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso}) \\ 1 \Longleftrightarrow \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle} \vDash \exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso})\end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle} \vDash \exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso}) \Longleftrightarrow \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle} \vDash x_1 \textit{ é rochoso} \text{ [cf. alguma atribuição } \sigma\ \xi\text{-ext. de } \iota]$$

$$\Longleftrightarrow \langle \sigma(x_1)\rangle \in \iota(\textit{é rochoso})$$

Saber o significado da sentença existencial '$\exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso})$' é saber que $\dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle}$ é modelo de '$\exists x_1(x_1 \textit{ é rochoso})$' sse $\dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle}$ é modelo de 'x_1 *é rochoso*' [cf. alguma atribuição σ ξ-ext. de ι] sse alguma 1-upla $\langle \sigma(x_1)\rangle$ pertence ao subconjunto de 1-uplas $\iota(\textit{é rochoso})$.

° $\exists X^1_0(\textit{Vênus } X^1_0)$

$$\zeta\begin{cases}(\exists X^1_0(\textit{Vênus } X^1_0)) = \langle \textit{a estrela da manhã ter } \exists \mathrm{P}\rangle \\ (\langle \textit{a estrela da manhã ter } \exists \mathrm{P}\rangle) = \langle \iota(\textit{Vênus})\rangle, \textit{algum } \lambda(X^1_0) \text{ em } \dot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\dot{L}}}_{\langle \mathrm{I, E}\rangle}\end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\exists X_0^1(\textit{Vênus}\ X_0^1)) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle} \nvDash \exists X_0^1(\textit{Vênus}\ X_0^1) \\ 1 \Longleftrightarrow \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \exists X_0^1(\textit{Vênus}\ X_0^1) \end{cases}$$

$\Longleftrightarrow \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \exists X_0^1(\textit{Vênus}\ X_0^1) \Longleftrightarrow \dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle} \vDash \textit{Vênus}\ X_0^1$ [cf. alguma atribuição λ χ^n-ext. de ι] $\Longleftrightarrow$ $\langle \iota(\textit{Vênus})\rangle \in \lambda(X_0^1)$

Saber o significado da sentença existencial $\exists X_0^1(\textit{Vênus}\ X_0^1)$ é saber que $\dot{M}^{S\dot{L}}_{\langle I,\ E\rangle}$ é modelo de '*Vênus* X_0^1' [cf. alguma atribuição λ χ^n-ext. de ι] sse a 1-upla $\langle \iota(\textit{Vênus}\rangle$ pertence a algum subconjunto de 1-uplas $\lambda(X_0^1)$.

° *Vênus é príncipe da Dinamarca*

ζ(*Vênus é príncipe da Dinamarca*) = ∅

A expressão complexa '*Vênus é príncipe da Dinamarca*' é um *nonsense* (não expressa um sentido) e, portanto, não é avaliada em termos de verdade ou falsidade. O que ocorre é que não é logicamente possível o sentido ⟨*o segundo planeta do sistema solar*⟩, expresso por '*Vênus*', satisfazer a função proposicional ⟨*i ser filho do Rei da Dinamarca*⟩, expressa pelo predicado de propriedade '*é príncipe da Dinamarca*'.

° *Hamlet é príncipe da Dinamarca*

$$\zeta \begin{cases} (\textit{Hamlet é príncipe da Dinamarca}) = \langle \textit{o filho do rei Hamlet ser herdeiro do trono} \rangle \\ (\langle \textit{o filho do rei Hamlet ser herdeiro do trono} \rangle) = \varnothing \end{cases}$$

A expressão complexa '*Hamlet é príncipe da Dinamarca*' é um *empty complex* e, portanto, não é avaliada em termos de verdade ou falsidade. *Empty complexes* expressam pseudo proposições que apresentam indivíduos que não existem ('*Hamlet*' é um substantivo próprio vazio), caso em que não há uma circunstância de avaliação.

3 SIMULADOR LINGUÍSTICO INTENSIONAL MODAL $\langle \ddot{\mathrm{L}}, \rho, \mu \rangle$

3.1 LINGUAGEM FORMAL $\ddot{\mathrm{L}}$ INTENSIONAL MODAL

3.1.1 Sintaxe formal ($\ddot{\mathrm{L}}$)

I. A sintaxe da linguagem formal $\ddot{\mathrm{L}}$ intensional modal de segunda ordem *full standard* não ambígua se identifica com o sistema universal $\mathrm{U} = \langle A, X_\delta, Y_\delta, S, F_\gamma \rangle_{\delta \in \Delta,\ \gamma \in \Gamma}$, tal que: A é o conjunto de todas as expressões de $\ddot{\mathrm{L}}$; Δ é o conjunto indexador; gera-se o conjunto de categorias sintáticas C composto pelos seguintes conjuntos: C_{BAS} e C_{CXP}; S é o conjunto de regras sintáticas; F_γ são funções de não ambiguização.

II. C_{BAS} (categorias de expressões básicas):

° X_{CI} (constantes individuais $\bar{c}$):

$X_{SUB\text{-}P}$ (substantivos próprios) = $\{b_0, b_1, ...\}$;

° X_{FUN} (constantes funcionais n-árias φ^n) = $\{f^n_0, f^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;

° X_{PRD} (constantes predicativas n-árias Φ^n):

$X_{PRD\text{-}P}$ (predicados de propriedades) = $\{P^n_0, P^n_1, ...\}$, $n = 1$;

$X_{PRD\text{-}R}$ (predicados de relações) = $\{R^n_0, R^n_1, ...\}$, $n \geq 2$;

° X_{VAR} (variáveis):

$X_{VAR\text{-}IND}$ (variáveis individuais ξ) = $\{x_0, x_1, ...\}$;

$X_{VAR\text{-}FUN}$ (variáveis funcionais n-árias ϑ^n) = $\{F^n_0, F^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;

$X_{VAR\text{-}PDR}$ (variáveis predicativas n-árias χ^n) = $\{X^n_0, X^n_1, ...\}$, $n \geq 1$;

° X_{QTF} (quantificadores Q, respectivamente, existencial e universal) = $\{\exists; \forall\}$;

- X_{OL} (operadores lógicos):

  X_{OL1} (operador lógico 1-ário η) = $\{\sim\}$;

  X_{OL2} (operadores lógicos 2-ários θ) = $\{\wedge; \vee; \veebar; \rightarrow; \leftrightarrow\}$;

  X_{OLM} (operadores lógicos modais M) = $\{\Diamond; \Box\}$;

- X_{SP} (sinais de pontuação) = {(;); ,}.

III. Uma expressão τ é um termo sujeito sse:

- $\tau \in X_{CI}$;
- $\tau \in X_{VAR\text{-}IND}$;
- $\tau = \varphi^n(\tau_1,...,\tau_n)$, em que $\varphi^n \in X_{FUN}$ e τ_i é algum termo sujeito;
- $\tau = \vartheta^n(\tau_1,...,\tau_n)$, em que $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ e τ_i é algum termo sujeito;
- Nada mais é um termo sujeito.

IV. Uma expressão T^n é um termo predicativo sse:

- $T^n \in X_{PRD}$;
- $T^n \in X_{VAR\text{-}PDR}$;
- Nada mais é um termo predicativo.

V. A expressões complexas são geradas em C_{CPX} a partir das seguintes regras sintáticas:

- $S_0 : F_0(\tau_1,...,\tau_n, T^n, \upsilon_1,...,\upsilon_m) = \tau_1,...,\tau_n\ T^n\ \upsilon_1,...,\upsilon_m \in C_{CPX}$, em que τ_i é algum termo sujeito, υ_j é algum ou nenhum termo sujeito e T^n é termo predicativo, tal que as expressões sob a forma $\tau_1,...,\tau_n\ T^n\ \upsilon_1,...,\upsilon_m$ são *fórmulas atômicas*;

- $S_1 : F_1(\eta, \alpha) = \eta(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $\eta \in X_{OL1}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $\eta(\alpha)$ são *fórmulas moleculares*;

- $S_2 : F_2(\alpha, \theta, \beta) = (\alpha)\ \theta\ (\beta) \in C_{CPX}$, em que $\theta \in X_{OL2}$ e $\alpha, \beta \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $(\alpha)\ \theta\ (\beta)$ são *fórmulas moleculares*;

- $S_3 : F_3(Q, \xi, \alpha) = Q\xi(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $Q\xi(\alpha_\xi)$ – em que ξ ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- $S_4 : F_4(Q, \vartheta^n, \alpha) = Q\vartheta^n(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $Q\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$ – em que ϑ^n aplicada a algum termo sujeito τ_i ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- $S_5 : F_5(Q, \chi^n, \alpha) = Q\chi^n(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $Q \in X_{QTF}$, $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $Q\chi^n(\alpha_{\chi^n})$ – em que χ^n ocorre quantificada em α – são *fórmulas gerais existenciais* ($\exists$) ou *universais* ($\forall$);

- $S_6 : F_6(\mathrm{M}, \alpha) = \mathrm{M}(\alpha) \in C_{CPX}$, em que $\mathrm{M} \in X_{OLM}$ e $\alpha \in C_{CPX}$, tal que as expressões sob a forma $\mathrm{M}(\alpha)$ são *fórmulas modais*;

- Nada mais é uma fórmula.

VI. Se $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$, $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$, $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$, α é uma fórmula e ξ, ϑ^n ou χ^n ocorre uma ou mais vezes em α, então: a ocorrência de ξ, ϑ^n ou χ^n é denominada *ligada* sse está quantificada ($Q\xi(\alpha_\xi)$; $Q\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)})$; $Q\chi^n(\alpha_{\chi^n})$); a ocorrência de ξ, ϑ^n ou χ^n é denominada *livre* sse não está quantificada.

VII. C_{CPX} (categorias de expressões complexas):

- $Y_{STÇ}$ (*sentenças* ou *fórmulas fechadas*): uma fórmula é uma *sentença* (*atômica*; *molecular*; *geral*) sse não contém alguma ocorrência livre de $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$, de $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ ou de $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$;

- Y_{FST} (*funções sentenciais* ou *fórmulas abertas*): uma fórmula é uma *função sentencial* sse contém alguma ocorrência livre de $\xi \in X_{VAR\text{-}IND}$, de $\vartheta^n \in X_{VAR\text{-}FUN}$ ou de $\chi^n \in X_{VAR\text{-}PRD}$;

- Y_{NON} (*nonsense*): pseudo sentenças.

3.1.2 Semântica formal ($\ddot{L}$)

VIII. Seja a estrutura simbólica $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$. F = ⟨W, R⟩ é um *frame* modal, em que W é um conjunto de mundos possíveis e R é uma relação de acessibilidade entre os mundos possíveis. I = ⟨κ, ζ⟩ é o aparato funcional semântico intensional, em que κ é uma função de construção de sentidos e ζ é uma função de associação de sentidos; E = ⟨ι, σ, λ, ν⟩ é o aparato funcional semântico extensional, em que ι é uma função de intepretação, σ são infinitas funções ξ-ϑ^n-extensivas de ι, λ são infinitas funções χ^n-extensivas de ι, e ν é uma função de valores de verdade; tal que $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle} = \langle|\ddot{M}|, \langle W, R\rangle, \langle\kappa, \zeta\rangle, \langle\iota, \sigma, \lambda, \nu\rangle\rangle$, em que o domínio $|\ddot{M}|$ é um conjunto não vazio:

° *Frame* F:

i) W = {w_i | w_i são mundos possíveis $w_1,...,w_n$, cada w_i é composto por lapsos de tempo T};

ii) R = {⟨w, w_i⟩ | R é uma relação de acessibilidade reflexiva, tal que w acessa mundos possíveis w_i (wRw_i) e todo w_i reflexivamente acessa a si próprio ($\forall w_i$, w_iRw_i)};

° Conjuntos das denotações intensionais (sentidos) das sentenças (STÇ):

i) $DI_{STÇ} = \{\langle i, N, T\rangle_1, \langle i, N, T\rangle_2, ...\}$, em que i = indivíduo, N = propriedade/relação e T = tempo.

° Conjuntos das denotações extensionais dos termos sujeitos (τ), dos termos predicativos (T^n) e das sentenças (STÇ):

i) $DE_\tau = \{b_0, b_1, ...\}, \{f^n_0, f^n_1, ...\}$;

ii) $DE_{T^n} = \{P^n_0, R^n_0, P^n_1, R^n_1, ...\}$;

iii) $DE_{STÇ} = \{0, 1\}$.

° Conjunto vazio: ∅.

° Função κ:

i) Tem como argumento dado contexto e tem como imagem dado sentido:

$\kappa(C_{U\alpha,\, T,\, P,\, A}) = \langle i, N, T\rangle_n$

° Funções ζ:

i) Associa $\alpha \in Y_{STÇ}$ a sentidos, bem como associa os sentidos a circunstâncias de avaliação em W:

$$\zeta\begin{cases}(\alpha) = \langle i, N, T\rangle_n \\ (\langle i, N, T\rangle_n) = \mathrm{W}\end{cases}$$

ii) Associa um *nonsense* (NON) ao conjunto $\varnothing$:

$\zeta(\mathrm{NON}) = \varnothing$

° Função ι:

i) Cada constante individual $\bar{c}$ denota um indivíduo $\iota(\bar{c}) \in DE_{\tau,\, |\ddot{M}|}$;

ii) Cada constante funcional n-ária $\varphi^n \in X_{FUN}$ denota um subconjunto de n+1-uplas $\iota(\varphi^n) \subseteq DE_{\tau,\, |\ddot{M}|^{n+1}}$;

iii) Cada constante predicativa n-ária Φ^n denota um subconjunto de n-uplas $\iota(\Phi^n) \subseteq DE_{T^n,\, |\ddot{M}|^n}$.

° Funções σ, λ:

i) Cada variável individual ξ denota algum ou cada indivíduo $\sigma(\xi) \in DE_{\tau,\, |\ddot{M}|}$;

ii) Cada variável funcional n-ária ϑ^n denota algum ou cada subconjunto de n+1-uplas $\sigma(\vartheta^n) \subseteq DE_{\tau,\, |\ddot{M}|^{n+1}}$ que esteja em consonância com a aridade definida em ϑ^n;

iii) Cada variável predicativa n-ária χ^n denota algum ou cada subconjunto de n-uplas $\iota(\chi^n) \subseteq DE_{T^n,\, |\ddot{M}|^n}$ que esteja em consonância com a aridade definida em χ^n.

° Função ν:

i) Associa $\alpha \in Y_{STÇ}$ a valores de verdade no conjunto $DE_{STÇ}$:

$$\nu(\alpha) = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

IX. Seja a linguagem formal $\ddot{L}$ e $\alpha \in Y_{STÇ}$:

$$\kappa(C_{U\alpha, T, P, A}) = \langle i, N, T \rangle_n \Longleftrightarrow \zeta \begin{cases} (\alpha) = \langle i, N, T \rangle_n \\ (\langle i, N, T \rangle_n) = W \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\alpha) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \nvDash \alpha \\ 1 \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha \end{cases},$$

tal que, composicionalmente:

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \tau_1,...,\tau_n T^n \upsilon_1,...,\upsilon_n \Longleftrightarrow \langle \sigma(\tau_1),...,\sigma(\tau_n), \sigma(\upsilon_1),...,\sigma(\upsilon_n) \rangle \in \lambda(T^n) [T, w]$;

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \sim(\alpha) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \nvDash \alpha$;

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash (\alpha) \wedge (\beta) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha$ *e* $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \beta$;

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash (\alpha) \vee (\beta) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha$ *ou* $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \beta$;

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash (\alpha) \veebar (\beta) \Longleftrightarrow$ *ou* $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha$ *ou* $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \beta$;

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \nvDash (\alpha) \rightarrow (\beta) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha$ *e* $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \nvDash \beta$;

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash (\alpha) \leftrightarrow (\beta) \Longleftrightarrow$ *ou* $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha$ e $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \beta$

ou $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \nvDash \alpha$ e $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \nvDash \beta$;

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \exists\xi(\alpha_\xi) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha_\xi$ [cf. alguma atribuição σ ξ-ext. de ι];

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \forall\xi(\alpha_\xi) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha_\xi$ [cf. cada atribuição σ ξ-ext. de ι];

° $\ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \exists\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E \rangle} [w] \vDash \alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ [cf. alguma atribuição σ ϑ^n-ext. de ι];

- $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \forall\vartheta^n(\alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \alpha_{\vartheta^n(\tau_i)}$ [cf. cada atribuição σ ϑ^n-ext. de ι];
- $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \exists\chi^n(\alpha_{\chi^n}) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \alpha_{\chi^n}$ [cf. alguma atribuição λ χ^n-ext. de ι];
- $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \forall\chi^n(\alpha_{\chi^n}) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \alpha_{\chi^n}$ [cf. cada atribuição λ χ^n-ext. de ι];
- $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \Diamond(\alpha) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [$\exists$T, $\exists$w$_i$, wRw$_i$] $\vDash \alpha$;
- $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [w] $\vDash \Box(\alpha) \Longleftrightarrow \ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ [$\forall$T, $\forall$w$_i$, wRw$_i$] $\vDash \alpha$.

X. Uma sentença α é consequência lógica de um conjunto de sentenças B (B $\vDash \alpha$) sse toda $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$ que é modelo de B também é modelo de α.

3.2 FRAGMENTO LINGUÍSTICO DE TIPO DECLARATIVO

O fragmento linguístico a ser formalizado no estágio de formalização ρ é o seguinte conjunto de substantivos próprios, predicados (de propriedades e de relações) e indexicais (puros e demonstrativos): {{*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*, *Hamlet*}, {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*}, {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*}, {*Eu*, *Ele*}}.

3.3 CONCEPÇÃO DE $\ddot{SL}$

3.3.1 Construção da sintaxe formal superficial ($\ddot{SL}$)

A) Domínio de ρ (fragmento declarativo da linguagem portuguesa):

- Substantivos:

  Substantivos próprios: {*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*, *Hamlet*};

° Predicados:

Predicados de propriedades: {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*};

Predicados de relações: {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*};

° Indexicais:

Indexicais puros: {*Eu*};

Indexicais demonstrativos: {*Ele*}.

B) Contradomínio de ρ (conjuntos de expressões básicas em $\ddot{L}$):

° X_{CI} (constantes individuais $\bar{c}$):

$X_{SUB\text{-}P}$ (substantivos próprios) = $\{b_0, b_1, ...\}$;

° X_{PRD} (constantes predicativas n-árias Φ^n):

$X_{PRD\text{-}P}$ (predicados de propriedades) = $\{P^n_0, P^n_1, ...\}$, n + 1;

$X_{PRD\text{-}R}$ (predicados de relações) = $\{R^n_0, R^n_1, ...\}$, $n \geq 2$;

° X_{VAR} (variáveis):

$X_{VAR\text{-}IND}$ (variáveis individuais ξ) = $\{x_0, x_1, ...\}$.

C) Formalização ρ:

ρ(*Roger Waters*^{LN}) = *Roger Waters*$^{\text{CÓPIA / }S\ddot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_0;

ρ(*David Gilmour*^{LN}) = *David Gilmour*$^{\text{CÓPIA / }S\ddot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_1;

ρ(*Sócrates*^{LN}) = *Sócrates*$^{\text{CÓPIA / }S\ddot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_2;

ρ(*Platão*^{LN}) = *Platão*$^{\text{CÓPIA / }S\ddot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_3;

ρ(*Aristóteles*^{LN}) = *Aristóteles*$^{\text{CÓPIA / }S\ddot{L}}$ $\in X_{SUB\text{-}P}$, que sobrepõe b_4;

$\rho(\textit{Vênus}^{\mathrm{LN}}) = \textit{Vênus}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{SUB-P}}$, que sobrepõe b_5;

$\rho(\textit{Hamlet}^{\mathrm{LN}}) = \textit{Hamlet}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{SUB-P}}$, que sobrepõe b_6;

$\rho(\textit{era filósofo}^{\mathrm{LN}}) = \textit{era filósofo}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_0;

$\rho(\textit{é filósofo}^{\mathrm{LN}}) = \textit{é filósofo}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_1;

$\rho(\textit{será filósofo}^{\mathrm{LN}}) = \textit{será filósofo}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_2;

$\rho(\textit{era estudante}^{\mathrm{LN}}) = \textit{era estudante}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_3;

$\rho(\textit{é estudante}^{\mathrm{LN}}) = \textit{é estudante}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_4;

$\rho(\textit{será estudante}^{\mathrm{LN}}) = \textit{será estudante}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_5;

$\rho(\textit{era rochoso}^{\mathrm{LN}}) = \textit{era rochoso}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_6;

$\rho(\textit{é rochoso}^{\mathrm{LN}}) = \textit{é rochoso}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_7;

$\rho(\textit{será rochoso}^{\mathrm{LN}}) = \textit{será rochoso}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_8;

$\rho(\textit{era príncipe da Dinamarca}^{\mathrm{LN}}) = \textit{era príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_9;

$\rho(\textit{é príncipe da Dinamarca}^{\mathrm{LN}}) = \textit{é príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_{10};

$\rho(\textit{será príncipe da Dinamarca}^{\mathrm{LN}}) = \textit{será príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-P}}$, que sobrepõe P^n_{11};

$\rho(\textit{era aluno de}^{\mathrm{LN}}) = \textit{era aluno de}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-R}}$, que sobrepõe R^n_0;

$\rho(\textit{é aluno de}^{\mathrm{LN}}) = \textit{é aluno de}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-R}}$, que sobrepõe R^n_1;

$\rho(\textit{será aluno de}^{\mathrm{LN}}) = \textit{será aluno de}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{PRD-R}}$, que sobrepõe R^n_2;

$\rho(\textit{Eu}^{\mathrm{LN}}) = \textit{Eu}^{\text{CÓPIA / S}\ddot{\text{L}}} \in X_{\text{VAR-IND}}$, que sobrepõe x_{100};

$\rho(Ele^{LN}) = Ele^{\text{CÓPIA} / S\ddot{L}} \in X_{VAR\text{-}IND}$, que sobrepõe x_{101}.

3.3.2 Construção da semântica formal superficial ($S\ddot{L}$)

A) Domínio de μ (conjuntos das expressões não lógicas superficiais em $S\ddot{L}$):

° X_{CI} (constantes individuais superficiais $\bar{c}$):

$X_{SUB\text{-}P}$ (substantivos próprios) = {*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*, *Hamlet*};

° X_{PRD} (constantes predicativas superficiais Φ^n):

$X_{PRD\text{-}P}$ (predicados de propriedades 1-ários) = {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*};

$X_{PRD\text{-}R}$ (predicados de relações 2-ários) = {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*}.

B) Contradomínio de μ (conjuntos das denotações extensionais em $\ddot{M}_{\langle F, I, E\rangle}$):

° $DE_{\tau} = \{b_0, b_1, ...\}, \{f^n_0, f^n_1, ...\}$;

° $DE_{T^n} = \{P^n_0, R^n_0, P^n_1, R^n_1, ...\}$;

C) Modelagem μ (construção de $\ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}$):

$\mu(\textit{Roger Waters}^{S\ddot{L}}) = \text{Roger Waters}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}} \in |\ddot{M}^{S\ddot{L}}|$, que sobrepõe $b_0 \in |\ddot{M}|$;

$\mu(\textit{David Gilmour}^{S\ddot{L}}) = \text{David Gilmour}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}} \in |\ddot{M}^{S\ddot{L}}|$, que sobrepõe $b_1 \in |\ddot{M}|$;

$\mu(\textit{Platão}^{S\ddot{L}}) = \text{Platão}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}} \in |\ddot{M}^{S\ddot{L}}|$, que sobrepõe $b_2 \in |\ddot{M}|$;

$\mu(\textit{Sócrates}^{S\ddot{L}}) = \text{Sócrates}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}} \in |\ddot{M}^{S\ddot{L}}|$, que sobrepõe $b_3 \in |\ddot{M}|$;

$\mu(\textit{Aristóteles}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{Aristóteles}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \in |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|$, que sobrepõe $b_4 \in |\ddot{M}|$;

$\mu(\textit{Vênus}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{Vênus}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \in |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|$, que sobrepõe $b_5 \in |\ddot{M}|$;

$\mu(\textit{Hamlet}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{Hamlet}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \in |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|$, que sobrepõe $b_6 \in |\ddot{M}|$;

$\mu(\textit{era filósofo}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{era filósofo}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_0 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{é filósofo}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{é filósofo}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_1 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{será filósofo}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{será filósofo}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_2 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{era estudante}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{era estudante}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_3 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{é estudante}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{é estudante}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_4 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{será estudante}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{será estudante}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_5 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{era rochoso}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{era rochoso}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_6 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{é rochoso}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{é rochoso}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_7 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{será rochoso}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{será rochoso}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_8 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{era príncipe da Dinamarca}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{era príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_9 \subseteq |\ddot{M}|^n$;

$\mu(\textit{é príncipe da Dinamarca}^{\mathrm{S\ddot{L}}}) = \text{é príncipe da Dinamarca}^{\text{CÓPIA} / \ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}} \subseteq |\ddot{M}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $P^n_{10} \subseteq |\ddot{M}|^n$;

μ(*será príncipe da Dinamarca*$^{\mathrm{S\ddot{L}}}$) = será príncipe da Dinamarca$^{\text{CÓPIA} / \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}}$ $\subseteq$ $|\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^1$, que sobrepõe $\mathrm{P}^n_{11} \subseteq |\ddot{\mathrm{M}}|^n$;

μ(*era aluno de*$^{\mathrm{S\ddot{L}}}$) = era aluno de$^{\text{CÓPIA} / \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}}$ $\subseteq |\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^2$, que sobrepõe $\mathrm{R}^n_0 \subseteq |\ddot{\mathrm{M}}|^n$;

μ(*é aluno de*$^{\mathrm{S\ddot{L}}}$) = é aluno de$^{\text{CÓPIA} / \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}}$ $\subseteq |\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^2$, que sobrepõe $\mathrm{R}^n_1 \subseteq |\ddot{\mathrm{M}}|^n$;

μ(*será aluno de*$^{\mathrm{S\ddot{L}}}$) = será aluno de$^{\text{CÓPIA} / \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}}$ $\subseteq |\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|^2$, que sobrepõe $\mathrm{R}^n_2 \subseteq |\ddot{\mathrm{M}}|^n$.

3.4 SIMULAÇÃO LÓGICO-MATEMÁTICA $\mathrm{S\ddot{L}}$

Finalmente, com a conclusão dos estágios de formalização ρ e de modelagem μ, o resultado é a concepção da simulação linguística $\mathrm{S\ddot{L}}$, um modelo lógico-matemático que explicita e explica parcialmente o funcionamento da habilidade linguística humana.

Representação simplificada da sintaxe e da $\mathrm{S\ddot{L}}$-estrutura $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}$ superficiais de $\mathrm{S\ddot{L}}$:

$\mathrm{S\ddot{L}}$ = ({*Roger Waters*, *David Gilmour*, *Sócrates*, *Platão*, *Aristóteles*, *Vênus*, *Hamlet*}, {*era filósofo*, *é filósofo*, *será filósofo*, *era estudante*, *é estudante*, *será estudante*, *era rochoso*, *é rochoso*, *será rochoso*, *era príncipe da Dinamarca*, *é príncipe da Dinamarca*, *será príncipe da Dinamarca*}, {*era aluno de*, *é aluno de*, *será aluno de*}, {*Eu*, *Ele*})

$\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle} = \langle|\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|, \langle \mathrm{W}, \mathrm{R}\rangle, \langle \kappa, \zeta\rangle, \langle \iota, \sigma, \lambda, \nu\rangle\rangle$

$|\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|$ = {m | m são modelos de elementos do mundo} $\cup$ {S | S são sentidos expressos por sentenças de $\mathrm{S\ddot{L}}$} $\cup$ {$\varnothing$}

$\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle F, I, E\rangle}$ = $\langle|\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}|$, {Roger Waters, David Gilmour, Sócrates, Platão, Aristóteles, Vênus, Hamlet}, {era filósofo, é filósofo, será filósofo, era estudante, é estudante, será estudante, era rochoso, é rochoso, será rochoso, era príncipe da Dinamarca, é príncipe da Dinamarca, será príncipe da Dinamarca}, {era aluno de, é aluno de, será aluno de}$\rangle$

ι(*Roger Waters*) = Roger Waters

ι(*David Gilmour*) = David Gilmour

ι(*Sócrates*) = Sócrates

ι(*Platão*) = Platão

ι(*Aristóteles*) = Aristóteles

ι(*Vênus*) = Vênus

ι(*Hamlet*) = Hamlet

ι(*era filósofo*) = era filósofo

ι(*é filósofo*) = é filósofo

ι(*será filósofo*) = será filósofo

ι(*era estudante*) = era estudante

ι(*é estudante*) = é estudante

ι(*será estudante*) = será estudante

ι(*era rochoso*) = era rochoso

ι(*é rochoso*) = é rochoso

ι(*será rochoso*) = será rochoso

ι(*era príncipe da Dinamarca*) = era príncipe da Dinamarca

ι(*é príncipe da Dinamarca*) = é príncipe da Dinamarca

ι(*será príncipe da Dinamarca*) = será príncipe da Dinamarca

ι(*era aluno de*) = era aluno de

ι(*é aluno de*) = é aluno de

ι(*será aluno de*) = será aluno de

A partir das regras sintáticas de $S\ddot{L}$ é possível gerar sentenças declarativas significativas não ambíguas tais quais as seguintes:

S_0 : F_0(*Eu*, *era estudante*) = *Eu era estudante* $\in Y_{STÇ}$;

S_0 : F_0(*Ele*, *é rochoso*) = *Ele é rochoso* $\in Y_{STÇ}$;

S_6 : F_6(◊, *Aristóteles era filósofo*) = ◊(*Aristóteles era filósofo*) $\in Y_{STÇ}$.

Contextos, manifestações de sentidos, condições de verdade e significados:

° *Eu era estudante*

Sentença proferida por *Roger Waters* e recepcionada por *David Gilmour* (U_α), no *presente* (*T*), em *Londres* (*P*), *Roger Waters apontando para si próprio* (*A*). A função κ tem o contexto $C_{U\alpha, T, P, A}$ como argumento e tem o sentido ⟨*Roger Waters*, *ter sido estudante*, *passado afirmado em um contexto no presente*⟩ como imagem (κ constrói o sentido). A função ζ associa a sentença '*Eu era estudante*' ao sentido ⟨*Roger Waters*, *ter sido estudante*, *passado afirmado em um contexto no presente*⟩ (a sentença expressa tal sentido), bem como associa tal sentido a uma possível circunstância de avaliação em W (1-upla ⟨σ(*Roger Waters*)⟩, subconjunto de 1-uplas ι(*era estudante*), algum lapso de tempo no *passado*). A função ν associa '*Eu era estudante*' a valores de verdade (0, 1), tal que '*Eu era estudante*' é falsa sse o mundo possível w não torna verdadeira '*Eu era estudante*' em $\ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}$ ou '*Eu era estudante*' é verdadeira sse o mundo possível w torna verdadeira '*Eu era estudante*' em $\ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}$, tal que, composicionalmente, saber o significado da sentença '*Eu era estudante*' é saber que o mundo possível w torna verdadeira '*Eu era estudante*' em $\ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}$ sse o mundo possível w torna verdadeira '*Roger Waters era estudante*' [*Eu*/*Roger Waters*] em $\ddot{M}^{S\ddot{L}}_{\langle F, I, E\rangle}$ sse a 1-upla ⟨σ(*Roger Waters*)⟩ pertence ao subconjunto de 1-uplas ι(*era estudante*) em algum lapso de tempo no passado no mundo possível w:

κ(*Roger Waters*$_{\textit{Eu era estudante}}$ e *David Gilmour*, *presente*, *Londres*, *Roger Waters apontou para si próprio*) = ⟨*Roger Waters*, *ter sido estudante*, *passado afirmado em um contexto no presente*⟩,

$$\Longleftrightarrow \zeta \begin{cases} (\textit{Eu era estudante}) = \langle \textit{R. W., ter sido estudante, pa. af. cont. pr.} \rangle \\ (\langle \textit{R. W., ter sido estudante, pa. af. cont. pr.} \rangle) = \langle \sigma(\textit{R. W.}) \rangle, \iota(\textit{era estudante}), \textit{pa. em } \mathrm{W} \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\textit{Eu era estudante}) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle} [\mathrm{w}] \nvDash \textit{Eu era estudante} \\ 1 \Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle} [\mathrm{w}] \vDash \textit{Eu era estudante} \end{cases}$$

$\Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle}$ [w] $\vDash$ *Eu era estudante* $\Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle}$ [w] $\vDash$ *Roger Waters era estudante* [*Eu*/*Roger Waters*] $\Longleftrightarrow$ $\langle \sigma(\textit{Roger Waters}) \rangle \in \iota(\textit{era estudante})$ [$\exists T_{pas}$, w].

° *Ele é rochoso*

Sentença proferida por *Aristóteles* e recepcionada por *Platão* (U_α), no passado (*T*), em *Atenas* (*P*), *Aristóteles* apontando para *Vênus* (*A*). A função κ tem o contexto $C_{U\alpha, T, P, A}$ como argumento e tem o sentido ⟨*Vênus*, *ser rochoso*, *presente afirmado em um contexto no passado*⟩ como imagem (κ constrói o sentido). A função ζ associa a sentença '*Ele é rochoso*' ao sentido ⟨*Vênus*, *ser rochoso*, *presente afirmado em um contexto no passado*⟩ (a sentença expressa tal sentido), bem como associa tal sentido a uma possível circunstância de avaliação em W (1-upla σ(*Vênus*), subconjunto de 1-uplas ι(*é rochoso*), tempo *presente*). A função ν associa '*Ele é rochoso*' a valores de verdade (0, 1), tal que ou '*Ele é rochoso*' é falsa sse o mundo possível w não torna verdadeira '*Ele é rochoso*' em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle}$ ou '*Ele é rochoso*' é verdadeira sse o mundo possível w torna verdadeira '*Ele é rochoso*' em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle}$, tal que, composicionalmente, saber o significado da sentença '*Ele é rochoso*' é saber que o mundo possível w torna verdadeira '*Ele é rochoso*' em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle}$ sse o mundo possível w torna verdadeira '*Vênus é rochoso*' [*Ele*/*Vênus*] em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E} \rangle}$ sse a 1-upla ⟨σ(*Vênus*)⟩ pertence ao subconjunto de 1-uplas ι(*é rochoso*) em algum lapso de tempo no presente no mundo possível w:

κ($\textit{Aristóteles}_{\textit{Ele é rochoso}}$ e *Platão*, *passado*, *Atenas*, *Aristóteles apontou para Vênus*) = ⟨*Vênus*, *ser rochoso*, *presente afirmado em um contexto no passado*⟩

$$\Longleftrightarrow \zeta \begin{cases} (\textit{Ele é rochoso}) = \langle \textit{Vênus, ser rochoso, presente afirmado em um contexto no passado} \rangle \\ (\langle \textit{Vênus, ser rochoso, pr. af. cont. pa} \rangle) = \langle \sigma(\textit{Vênus}) \rangle, \iota(\textit{é rochoso}), \textit{presente em } \mathrm{W} \end{cases}$$

$$\Leftarrow\!\Rightarrow \nu(\textit{Ele é rochoso}) = \begin{cases} 0 \Leftarrow\!\Rightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle} [\mathrm{w}] \nvDash \textit{Ele é rochoso} \\ 1 \Leftarrow\!\Rightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle} [\mathrm{w}] \vDash \textit{Ele é rochoso} \end{cases}$$

$\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle}$ [w] ⊨ *Ele é rochoso* ⇐⇒ $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle}$ [w] ⊨ *Vênus é rochoso* [*Ele*/*Vênus*] ⇐⇒ ⟨σ(*Vênus*)⟩ ∈ ι(*é rochoso*) [$\exists T_{pre}$, w]

° ◊(*Aristóteles era filósofo*) (*é possível que Aristóteles era filósofo*)

Sentença proferida por *Roger Waters* e recepcionada por *David Gilmour*, no *presente* (*T*), em *Londres* (*P*). A função κ tem o contexto como argumento e tem o sentido ⟨*Aristóteles*, *ter sido filósofo*, *passado afirmado em um contexto no presente*⟩ como imagem (κ constrói o sentido). A função ζ associa a sentença '◊(*Aristóteles era filósofo*)' ao sentido ⟨*Aristóteles*, *possivelmente ter sido filósofo*, *passado afirmado em um contexto no presente*⟩ (a sentença expressa tal sentido), bem como associa tal sentido a circunstâncias de avaliação em W (1-upla ⟨ι((*Aristóteles*))⟩, subconjunto de 1-uplas ι(*era filósofo*), algum lapso de tempo no *passado*). A função ν associa '◊(*Aristóteles era filósofo*)' a valores de verdade (0, 1), tal que ou '◊(*Aristóteles era filósofo*)' é falsa sse o mundo possível w não torna verdadeira '◊(*Aristóteles era filósofo*)' em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle}$ ou '◊(*Aristóteles era filósofo*)' é verdadeira sse o mundo possível w torna verdadeira '◊(*Aristóteles era filósofo*)' em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle}$, tal que, composicionalmente, saber o significado da sentença '◊(*Aristóteles era filósofo*)' é saber que o mundo possível w torna verdadeira '◊(*Aristóteles era filósofo*)' em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle}$ sse em algum lapso de tempo no passado existe algum mundo possível w_i acessível a partir de w que torna verdadeira '*Aristóteles era filósofo*' em $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S\ddot{L}}}_{\langle \mathrm{F, I, E}\rangle}$ sse a 1-upla ⟨ι(*Aristóteles*)⟩ pertence ao subconjunto de 1-uplas ι(*era filósofo*) em algum lapso de tempo no passado em algum mundo possível w_i acessível a partir de w:

κ(*Roger Waters*$_{\Diamond(\textit{Aristóteles era filósofo})}$ e *David Gilmour*, *presente*, *Londres*) = ⟨*Aristóteles*, *possivelmente ter sido filósofo*, *passado afirmado em um contexto no presente*⟩

$$\Leftarrow\!\Rightarrow \zeta \begin{cases} (\Diamond(\textit{Aristóteles era filósofo})) = \langle \textit{Aristóteles}, \textit{possi. ter sido filósofo}, \textit{pass. cont. no pres.}\rangle \\ (\langle \textit{Aristóteles}, \textit{po. ter sido fil.}, \textit{pa. cont. pr.}\rangle) = \langle \iota(\textit{Aristóteles})\rangle, \iota((\textit{era filósofo})), \textit{pa.}\ \mathrm{W}\rangle \end{cases}$$

$$\Longleftrightarrow \nu(\Diamond(\textit{Aristóteles era filósofo})) = \begin{cases} 0 \Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S}\ddot{\mathrm{L}}}_{\langle \mathrm{F,\ I,\ E}\rangle}\ [\mathrm{W}] \nvDash \Diamond(\textit{Aristóteles era filósofo}) \\ 1 \Longleftrightarrow \ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S}\ddot{\mathrm{L}}}_{\langle \mathrm{F,\ I,\ E}\rangle}\ [\mathrm{W}] \vDash \Diamond(\textit{Aristóteles era filósofo}) \end{cases}$$

$\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S}\ddot{\mathrm{L}}}_{\langle \mathrm{F,\ I,\ E}\rangle}$ [W] $\vDash$ $\Diamond$(*Aristóteles era filósofo*) $\Longleftrightarrow$ $\ddot{\mathrm{M}}^{\mathrm{S}\ddot{\mathrm{L}}}_{\langle \mathrm{F,\ I,\ E}\rangle}$ [$\exists T_{pas}$, $\exists w_i$, $w\mathrm{R}w_i$] $\vDash$ *Aristóteles era filósofo* $\Longleftrightarrow$ $\langle\iota$(*Aristóteles*)$\rangle \in \iota$(*era filósofo*) [$\exists T_{pas}$, $\exists w_i$, $w\mathrm{R}w_i$]

4 CONCLUSÃO

Enquanto modelo lógico-matemático, sob uma perspectiva idealizada, uma simulação linguística é o resultado da matematização de teorias filosóficas sobre linguagem, tempo, cognição e mente (e outros). Todas essas áreas filosóficas estão envolvidas porque o funcionamento da habilidade linguística se dá mediante uma complexa reunião de propriedades que vão além das propriedades inerentes a linguagem natural.

Nesse passo, a questão que naturalmente emerge é a seguinte: SL *cumpre a função de modelo que exibe e explica, de um ponto de vista lógico-matemático, todas as propriedades que envolvem o funcionamento da habilidade linguística humana?*

A resposta conclusiva a tal pergunta obviamente é não. Isso porque, *in casu*, SL está limitada a emular apenas uma parcela da habilidade linguística (estando amparada em um fragmento linguístico declarativo semanticamente aberto da linguagem natural), bem como emula tal parcela de modo não exaustivo. Contudo, ainda que de modo limitado e não exaustivo, SL exibe e explica determinadas propriedades sintáticas, semânticas, pragmáticas e temporais inerentes à linguagem natural.

No que segue, serão destacadas algumas propriedades ausentes em SL, bem como serão articuladas breves considerações sobre o papel que elas exercem no funcionamento da habilidade linguística humana.

Propriedades semânticas

Em SL, a linguagem formal possui um *status* semanticamente aberto, tal que não emula uma propriedade intrínseca à linguagem natural, qual seja, seu *status* semanticamente fechado.

A opção pela abertura semântica está alicerçada na perspectiva de que a manutenção do fechamento semântico em SL viabilizaria a ocorrência de paradoxos semânticos.

Por outro lado, nas linguagens naturais, a presença de paradoxos semânticos não é reputada como um problema que deve ser absolutamente extirpado, inclusive pode ter uma função lúdica ou poética.

Sob essa perspectiva, surge a seguinte questão: *Qual é a justificativa para a concepção de uma simulação linguística que, nos moldes tarskianos, não possibilite a ocorrência de paradoxos semânticos?*

A resposta é que a abertura semântica possibilita a simulação de discursos e teorias livres de contradições paradoxais nos âmbitos da ciência natural e da matemática.

Exemplo de contradição paradoxal no interior de uma teoria: considere-se que uma linguagem L é semanticamente fechada (possui mecanismos de autorreferência e os princípios da bivalência e da não contradição estão vigentes) e que uma teoria T é um conjunto de frases elaboradas livremente a partir de L; em T, há a frase '*Esta frase é falsa em* T'; nesse caso:

- Se '*Esta frase é falsa em* T' *é verdadeira*, então, a informação veiculada em '*Esta frase é falsa em* T' é o caso, tal que '*Esta frase é falsa em* T' *é falsa*:

  $\nu(\textit{Esta frase é falsa em } \mathrm{T}) = 1 \rightarrow \nu(\textit{Esta frase é falsa em } \mathrm{T}) = 0$;

- Se '*Esta frase é falsa em* T' *é falsa*, então, a informação veiculada em '*Esta frase é falsa em* T' não é o caso, tal que '*Esta frase é falsa em* T' *é verdadeira*:

  $\nu(\textit{Esta frase é falsa em } \mathrm{T}) = 0 \rightarrow \nu(\textit{Esta frase é falsa em } \mathrm{T}) = 1$;

  Conclui-se que '*Esta frase é falsa em* T' *é verdadeira* sse '*Esta frase é falsa em* T' *é falsa*, o que revela que T é suscetível ao surgimento de contradições paradoxais em seu interior devido a inconsistência da definição de verdade na L semanticamente fechada:

  $\nu(\textit{Esta frase é falsa em } \mathrm{T}) = 1 \leftrightarrow \nu(\textit{Esta frase é falsa em } \mathrm{T}) = 0$.

Contudo, ainda que a opção pela abertura semântica seja justificável para afastar o surgimento de paradoxos, tal como ocorre no exemplo supramencionado, vale considerar que, ao fazer uso de uma linguagem semanticamente fechada, é possível evitar o surgimento de tais paradoxos no interior de um discurso ou teoria.

E pode-se dizer que é exatamente isso o que ocorre no âmbito das ciências naturais e da matemática (podendo ocorrer até mesmo em contextos informais), caso em que as teorias são cuidadosamente construídas a partir da linguagem natural de modo a evitar a formulação de paradoxos.

Apesar dessa prática cuidadosa, existe uma maneira de evitar que a presença de uma frase autorreferente configure uma contradição paradoxal no interior de uma teoria científica ou matemática, e essa maneira foi desenvolvida por Kripke.

Pautando-se em intuições que julga estarem próximas as do uso pragmático do predicado '*é verdadeira*', Kripke desenvolveu uma teoria semântica em que o conceito de verdade pode ser parcial e consistentemente definido nas linguagens semanticamente fechadas.

As intuições subjacentes ao conceito parcial de verdade são as que permitem caracterizar as frases como fundadas (*grounded*) ou infundadas (*ungrounded*).

Conforme Kripke (2011a, p. 85):

> Queremos capturar uma intuição do seguinte tipo. Suponha-se que estamos explicando a palavra 'verdadeiro' a alguém que ainda não a entende. Podemos dizer que temos condições de afirmar (ou negar) que alguma frase é verdadeira precisamente nas circunstâncias em que podemos afirmar (ou negar) a própria frase.

Nesse sentido, intuitivamente, ter condições de afirmar ou negar que uma dada frase é verdadeira é ter uma circunstância de avaliação específica para a frase. Uma circunstância de avaliação para uma dada frase se traduz em uma situação em que é possível o indivíduo denotado pelo termo sujeito possuir ou não possuir a propriedade denotada pelo termo predicativo, tal que existe uma base que viabiliza avaliar a frase como ou verdadeira ou falsa.

Exemplo: considere-se a frase de tipo declarativa '*Vênus é rochoso*'; ter condições de afirmar ou negar que a frase '*Vênus é rochoso*' *é verdadeira* é ter uma circunstância de avaliação que se traduz em uma situação na qual é possível o indivíduo *Vênus* possuir ou não possuir a propriedade *é rochoso*.

Para Kripke (2011a, p. 85), 'De fato, a nossa sugestão é que as frases fundadas podem ser caracterizadas como aquelas que eventualmente recebem um valor de verdade nesse processo'. Desse modo, se há uma possível circunstância que permita avaliar e atribuir um valor de verdade a dada a frase, então, a frase é reputada fundada (possui uma base que viabiliza a avaliação). Caso contrário, a frase é reputada infundada, caracterizando, assim, um caso de lacuna de valores de verdade (*truth value gaps*), tal que a aplicação do princípio da bivalência fica restrita às frases fundadas ao passo que as frases infundadas lacunares não são avaliadas em termos de verdade ou falsidade.

Exemplo de frase autorreferente reputada infundada lacunar: '*Esta frase é falsa*'; ter condições de afirmar ou negar que '*Esta frase é falsa*' *é verdadeira* é ter uma circunstância de avaliação para tal frase; e uma pretensa circunstância de avaliação para a frase em questão seria algo nos seguintes termos: o indivíduo *Esta frase é falsa* (denotado por '*Esta frase*') possuir ou não possuir a propriedade *é falsa* (denotada pelo predicado '*é falsa*'); contudo, essa pretensa circunstância se confunde com uma atribuição de valores de verdade à frase, e uma atribuição de valores de verdade não é uma circunstância de avaliação, mas, sim, o resultado que uma circunstância de avaliação proporciona (é o resultado de uma avaliação feita a partir de uma dada circunstância); o que ocorre é que uma atribuição de valores de verdade não configura uma situação que, intuitivamente, possa ser posicionada como uma base que permita avaliar uma frase como verdadeira ou falsa; além disso, se '*Esta frase é falsa*' recebe '*é verdadeira*', então, retorna '*é falsa*' e se recebe '*é falsa*', então, retorna '*é verdadeira*', configurando um círculo vicioso que impede uma valoração consistente; desse modo, as frases autorreferentes desse tipo são reputadas infundadas e não estão no escopo do princípio da bivalência, tal que caem em uma lacuna de valores de verdade e ficam em um ponto fixo sem que sejam avaliadas como ou verdadeiras ou falsas, tal que não são contradições paradoxais.

Como visto, em sua teoria semântica alternativa, sem deixar de resguardar a estrita observância ao princípio da não contradição, valendo-se da restrição do princípio da bivalência e da ideia de lacunas de valores de verdade, Kripke tornou possível uma definição parcial e consistente do conceito de verdade para uma dada linguagem semanticamente fechada, de modo que as frases autorreferentes do tipo exemplificada não configuram uma contradição paradoxal caso estejam no interior de uma teoria ou discurso.

Propriedades pragmáticas

É perceptível que SL comporta apenas fragmentos linguísticos declarativos, deixando de fora os fragmentos não declarativos. Essa limitação impede que SL exiba e explique como é possível uma pessoa produzir e entender um número potencialmente infinito de frases imperativas, interrogativas e exclamativas.

Além de comportar apenas frases declarativas, SL emula apenas a capacidade de entendimento literal, deixando de emular a habilidade que uma pessoa tem de entender frases declarativas e não declarativas sob uma perspectiva não literal.

O que ocorre é que, no uso ordinário da linguagem natural, determinadas frases não veiculam tudo o que é necessário ao estabelecimento de uma efetiva comunicação. Em tais casos, a interpretação literal se revela insuficiente, tornando-se necessário buscar elementos fora da linguagem para poder entender o que subjetivamente se pretende dizer.

Desse modo, SL não possui mecanismos formais que explicitem e expliquem propriedades pragmáticas tais como máximas conversacionais, implicitações conversacionais e processos pragmáticos primários.

De acordo com Grice, em seu artigo intitulado "*Logic and conversation*" (1991, [1975]), as máximas conversacionais estão sob a égide do princípio cooperativo cuja diretriz é a colaboração tácita entre os interlocutores para promoção de uma efetiva comunicação. Presume-se que, mediante um contrato silencioso colaborativo, os interlocutores respeitarão as seguintes máximas no interior de uma conversação:

- Máxima da qualidade: não proferir frases que saiba ou suspeite que sejam falsas; sua função é promover um discurso fundamentado e verdadeiro; exemplo: a testemunha *A* informa ao juiz que '*B matou C com uma punhalada no pescoço, desmembrou seu corpo com uma serra, inseriu as partes desmembradas em um saco preto e jogou o saco no mar*' (a testemunha *A* estava no local e no momento do homicídio e da ocultação do cadáver de *C*, tal que presenciou, do início ao fim, as práticas criminosas que relatou ao juiz);

- Máxima da relação: o que é dito nas frases tem de estar associado ao tema em pauta; sua função é promover um discurso que não se desvie do tema da conversa; exemplo: *A* faz a pergunta '*C é um bom escritor?*' e *B* sinceramente responde '*Não, C é um péssimo escritor!*' (*B* satisfaz a pergunta com uma exclamação sincera, portanto válida, e que possui estrita relação com o que foi perguntado, sem qualquer desvio do tema em pauta);

- Máxima do modo: as frases de um discurso têm de ser claras (não obscuras), precisas (não ambíguas), breves (não extensas) e organizadas (não desestruturadas); sua função é promover um discurso compreensível ao interlocutor; exemplo: *A* faz a pergunta '*Onde está a chave do meu carro?*' e *B* responde '*Ela está guardada na gaveta destinada a guardar chaves*' (a resposta satisfaz a pergunta de modo compreensível, pois, é clara, precisa, breve e organizada);

- Máxima da quantidade: não fornecer mais ou menos informações do que foi requerida e do que for necessária; sua função é promover um discurso suficiente ao entendimento, sem excessos ou omissões; exemplo: o juiz pergunta à testemunha *A* '*A que horas você chegou ao local do crime?*' e *A* responde '*Cheguei às 22h00 no local do crime*' (sem informações excessivas ou omissivas, a resposta é suficiente para satisfazer a pergunta).

Ressalte-se que a violação de alguma máxima conversacional não necessariamente compromete o discurso de modo a inviabilizar o entendimento mútuo. Pelo contrário, quando uma máxima é estrategicamente violada, uma implicitação conversacional pode ser estrategicamente gerada, de modo a instaurar um contexto no qual o entendimento não literal entra em ação para promover uma efetiva comunicação.

Teorizadas por Grice (1991), as implicitações conversacionais, violadoras de máximas conversacionais, permitem a elaboração de uma comunicação estratégica que implicitamente transmite muito mais do que o que literalmente está dito nas frases.

O interlocutor que se depara com a violação de uma máxima conversacional percebe tal violação exatamente por dominar tais máximas. Ao identificar uma violação, cabe ao interlocutor capturar o que está implícito, i. é, capturar com o máximo de precisão o que subjetivamente foi intencionado pelo emissor da frase.

Exemplo: *A* e *B* conversam sobre a competência e o talento de uma certa classe de escritores; *A* faz a pergunta '*C é um bom escritor?*'; *B* fornece a resposta '*C tem uma excelente caligrafia!*'; na sequência, *A* e *B* riem alto acerca da resposta; no caso, *B* não teve a intenção de comunicar o que literalmente enunciou (algo sobre a caligrafia de *C*), mas, sim, implicitamente, teve a intenção de comunicar que *C* é um péssimo escritor (ou outro predicado que o valha); coube a *A* habilmente entender com alguma precisão o que implicitamente foi intencionado por *B*; nesse caso, houve a violação da máxima da relação, pois, a afirmação literal sobre a qualidade da caligrafia do autor diz respeito a sua habilidade de escrever manualmente, não tendo relação alguma com a sua capacidade de elaborar textos de boa ou má qualidade; assim, a implicitação de que *C* é um péssimo escritor foi gerada pela falta de relação entre a boa qualidade da escrita de *C* e sua incapacidade de escrever bons textos.

Propriedades pragmáticas também centrais na capacidade de entendimento não literal são os processos pragmáticos primários. Tais processos ocorrem do seguinte modo: em um estágio anterior a construção e apreensão do sentido (estágio pré-proposicional), toma-se a literalidade do enunciado como ponto de partida; na sequência, aplicam-se os processos primários de modo a expandir a intepretação para fora do escopo da literalidade (a expansão é feita, por exemplo, mediante enriquecimento, afrouxamento ou transferência); por fim, a comunicação é efetivamente estabelecida mediante a apreensão de um sentido que vai além do que foi estritamente enunciado.

Enriquecimento. Em dado contexto, a literalidade pode ser primariamente enriquecida devido a generalidade ou a omissão constante em uma frase, de modo que o enriquecimento permite apreender um sentido que alcança um arranjo de elementos particularizado. Exemplo de enriquecimento no caso de omissão: *A* e *B* se encontram pela manhã no corredor de uma casa; *A* faz a pergunta '*Você já tomou café da manhã?*'; *B* fornece a resposta '*Sim*'; nesse contexto, *B* entende a pergunta e *A* entende a resposta em um sentido próximo à ⟨*B ter tomado café da manhã no dia da pergunta e da resposta*⟩ e não literalmente no sentido ⟨*B ter tomado café da manhã ao menos uma vez na vida*⟩; apesar da omissão do índice temporal na pergunta e na resposta, os interlocutores, mediante processos pragmáticos primários de enriquecimento, expandem a literalidade e apreendem um sentido direcionado a um arranjo de elementos particularizado, promovendo, assim, o êxito da comunicação.

Afrouxamento. No processo pragmático primário de afrouxamento (*loosening*), os interlocutores relaxam a literalidade ordinariamente estabelecida. Isso é feito com intuito de ampliar o escopo de aplicação das expressões e, assim, possibilitar uma comunicação em um plano figurativo. Exemplo: na frase '*O caixa eletrônico engoliu o cartão*', há o afrouxamento da literalidade em prol do uso de uma figura de linguagem; o que ocorre é que o ato de engolir é regularmente atribuído a determinadas espécies biológicas, contudo, é possível suavizar a literalidade ordinariamente estabelecida e, então, figurativamente atribuir tal ato às máquinas.

Transferência. Quanto ao processo primário de transferência, o que ocorre é que uma dada expressão linguística é transferida para fora do seu escopo ordinário de aplicação. Isso é feito com intuito de posicioná-la como substituta de outra expressão e, assim, utilizá-la em um contexto no qual geralmente ela não é utilizada. Exemplo: *A* sai do restaurante e se esquece de pagar pelo sanduíche de presunto que consumiu; *B*, o garçom, dirige-se ao gerente e diz '*O sanduíche de presunto saiu sem pagar*'; nesse caso, *B* transferiu a expressão '*sanduíche de presunto*' de seu contexto ordinário de uso para um contexto não usual e a empregou como substituta do desconhecido nome do cliente.

Propriedades cognitivas

Nas linguagens naturais, o predicado veiculado em uma frase pode exibir textura aberta, contudo, SL não emula as propriedades cognitivas que envolvem o surgimento e a solução de tal abertura.

O que quer dizer que dado predicado pode exibir textura aberta? Conforme Shapiro (2019, p. 190):

> Seja *P* um predicado de uma linguagem natural. De acordo com Waismann (1945), *P* exibe textura aberta se é possível que haja um objeto *a* tal que nada a respeito do uso estabelecido de *P*, e nada a respeito dos fatos não linguísticos, determine que *P* seja válido para *a*, nem nada determine que *P* não seja válido para *a*. Com efeito, a verdade da frase, ou proposição, expressa por *Pa* é deixada em aberto pelo uso da linguagem e dos fatos não linguísticos.

Nesse passo, a textura aberta é uma indeterminação semântica que se traduz na impossibilidade de se definir os predicados de maneira exaustiva e antecipada à experiência factual. Isso ocorre porque quando um dado predicado é definido pode restar um conjunto de elementos que ainda não foram experienciados.

E caso surja uma circunstância na qual haja um novo elemento, então, poderá surgir a dúvida sobre se a definição disponível pode ser aplicada a ele (se o novo elemento pode pertencer ao conjunto denotado pelo predicado), de modo que remanescerá uma dúvida acerca da atribuição de valores de verdade à frase na qual o predicado esteja veiculado (a verdade ou falsidade da frase remanescerá aberta).

Shapiro (2019, p. 190) entende ainda que: “Nada que os usuários de linguagens tenham dito ou feito até hoje – seja por meio do uso comum do termo na comunicação ou na tentativa de estipular seu significado – fixa como o termo deve ser aplicado aos novos casos”. Apesar da postura incisiva de Shapiro, é fato que os casos particulares de texturas abertas no âmbito das linguagens naturais são resolvidos a partir de algum mecanismo ou critério, de tal maneira que a dúvida que paira sobre os novos elementos do mundo factual é solucionada.

Mas, como é que, em dados contextos, os casos particulares de texturas abertas são pontualmente solucionados?

Os casos particulares podem ser solucionados basicamente do seguinte modo. Em uma dada circunstância, se um novo elemento é apresentado aos sentidos e há dúvidas sobre se dada característica predicativa lhe é aplicável, tal elemento passa por uma análise cognitiva (em contextos científicos, a análise pode ser feita mediante a utilização de instrumentos tecnológicos de ampliação dos sentidos) e, então, adota-se algum dos seguintes posicionamentos:

a) Se a conclusão é a de que o novo elemento exibe as características pré-estabelecidas, então, a frase recebe um determinado valor de verdade (a frase é reputada verdadeira, ainda que de modo não absoluto);

b) Se a conclusão é a de que o elemento não pode possuir as características pré-estabelecidas, então, o elemento pode ser catalogado em outro grupo;

c) Se a conclusão é a de que o predicado falhou devido ao novo elemento fulminar suas bases conceituais, então, o predicado pode ser substituído ou reformulado.

Além da textura aberta, o predicado componente de uma frase pode suscitar ilimitadas variações das suposições do pano de fundo no usuário da linguagem natural receptor da frase, contudo, SL não emula as propriedades cognitivas que envolvem o surgimento e a solução de tais variações.

O que quer dizer que dado predicado pode suscitar ilimitadas variações no pano de fundo? Conforme Leclerc (2018, p. 3):

> O contextualismo é a tese de que diferentes *tokens* do mesmo tipo de frase podem determinar uma pluralidade de condições de verdade de acordo com o contexto do enunciado, mesmo quando o tipo de frase não contém indexicais ou demonstrativos.

Nesse sentido, diversos *tokens* do mesmo tipo de frase podem suscitar ilimitadas variações das suposições acerca do pano de fundo, suposições tais que, de acordo com o contexto, podem acarretar uma pluralidade de condições de verdade.

Antes de prosseguir com as considerações, é preciso esclarecer que as ocorrências de suposições do pano de fundo não se confundem com as ocorrências de ambiguidades sintáticas ou de ambiguidades semânticas.

Nos casos de ambiguidades sintáticas, a falta de inserção de parênteses viabiliza a geração de fórmulas ambíguas, quais não possuem um operador lógico fixado como principal. Esse tipo de ambiguidade está presente nas linguagens naturais, contudo, não está presente em SL devido à aplicação de funções F_γ de não ambiguização na geração de suas fórmulas, de modo que a ausência de ambiguidades sintáticas está explicitamente solucionada em SL.

Já nos casos de ambuiguidades semânticas, no âmbito das linguagens naturais, há uma lista prévia selada de opções usuais que, de acordo com o contexto, podem ser selecionadas para atribuir referências aos sujeitos das frases e, assim, estabilizar as interpretações. Exemplo clássico na linguagem portuguesa: a expressão '*manga*' está ambiguamente associada a seguinte lista finita ordinária de elementos: parte de uma vestimenta, fruto da árvore mangueira; em um dado contexto de uso da linguagem, seleciona-se uma das duas referências e, então, estabiliza-se a intepretação de modo a dissolver a ambiguidade. Esse tipo de ambiguidade semântica não está presente em SL. Isso porque, a interpretação de cada constante individual está previamente fixada em M^{SL}, havendo apenas um único indivíduo posicionado como referente para dada constante individual (podendo haver, claro, mais de uma constante individual para um mesmo indivíduo), tal que as ambiguidades semânticas estão explicitamente solucionadas em SL.

De outro modo, nas linguagens naturais, as ilimitadas variações das suposições do pano de fundo têm características extralinguísticas e dizem respeito às ilimitadas situações de fato que podem ser expressas pelos predicados contidos nas frases.

De acordo com Bezuidenhout (2002, p. 105):

> Uma mudança nas suposições de fundo pode mudar as condições de verdade, até mesmo entre parênteses de desambiguização e atribuição de referência. Ou seja, mesmo depois de desambiguizar quaisquer palavras ambíguas em uma frase e atribuir valores semânticos a quaisquer expressões indexicais na frase, as condições de verdade podem mudar com as variações no pano de fundo.

Nesse sentido, ainda que não sejam sintaticamente ambíguas ou semanticamente ambíguas, uma dada frase pode suscitar ilimitadas variações no pano de fundo de modo a expressar uma pluralidade ilimitada de condições de verdade e de significados.

Exemplo: na frase '*Ele joga futebol*' – ainda que haja um indivíduo apontado pelo emissor da frase e que, então, é referido pelo indexical demonstrativo '*Ele*' – o predicado '*joga futebol*' pode suscitar, no interlocutor receptor da frase, uma variação ilimitada do que pode ser entendido como o ato de jogar futebol (ilimitadas variações do pano de fundo que ilustra o que é jogar futebol), tais como: dois times, cada um composto por onze jogadores profissionais, que disputam um campeonato em um estádio cheio de pessoas e que é transmitido para diversos países; ou um pequeno grupo de pessoas que ludicamente chutam uma bola em um amplo jardim; ou outras variações do pano de fundo que ilustra o ato de jogar futebol e que, consequentemente, inviabilizam a estabilização das condições de verdade da frase '*Ele joga futebol*'.

Ressalte-se que não há um limite para as variações do pano de fundo que podem ser supostas a partir de um predicado, ou seja, diferentemente das ambiguidades semânticas, não há uma lista prévia exaustiva, ordinariamente utilizada, a partir da qual se possa selecionar um valor semântico e, então, atribuí-lo ao predicado.

É preciso destacar que, apesar de não haver uma lista prévia exaustiva de uso ordinário, os casos de suposições no pano de fundo emergentes em contextos particulares são pontualmente solucionados pelos usuários da linguagem natural, de modo a promover a atribuição de um valor semântico aos predicados das frases e, então, promover a estabilização das condições de verdade e dos significados.

Mas, como é que, em dados contextos, os casos particulares de ilimitadas variações das suposições no pano de fundo são pontualmente solucionados?

Os casos particulares podem ser solucionados basicamente do seguinte modo:

a) Quando há a emissão de uma frase declarativa, o receptor, mediante processos cognitivos, apreende os arranjos de elementos que configuram o contexto no qual está inserido;

b) Posteriormente, mediante algum mecanismo cognitivo de estabilização de suas suposições do pano de fundo, o receptor escolhe e atribui o valor semântico que mais se adapta ao predicado veiculado na frase;

c) Cumprida essa etapa, é possível apreender as condições de verdade e o significado no âmbito da linguagem.

Projeto contínuo de trabalho

A gramática formal aqui desenvolvida e o modelo lógico-matemático SL construído a partir de tal gramática não satisfaz uma eventual expectativa que esteja voltada à obtenção de uma simulação que detalhe formalmente todas as propriedades que estão intrinsecamente envolvidas no funcionamento da habilidade linguística humana.

Evidentemente, em um projeto de simulação linguística, as limitações se impõem devido ao fato de que é um desafio monumental explicitar e explicar matematicamente todas as propriedades linguísticas.

Contudo, no contexto dinâmico de construção de SL, as limitações inerentes não são vistas como obstáculos insuperáveis, mas, sim, como oportunidades para duas direções dentro de um projeto contínuo de trabalho: o aprimoramento de SL; expansão de SL.

Aprimoramento. SL captura determinadas propriedades de modo a disponibilizá-las dentro de um modelo teórico matematizado. Desse modo, SL serve como uma ferramenta precisa que viabiliza abordar e conhecer, com profundidade conceitual matemática, determinados aspectos inerentes a habilidade linguística. E esse cenário pode ser visto como ponto de partida para o aprimoramento das propriedades sintáticas, semânticas e pragmáticas emuladas em SL.

Exemplo de aprimoramento de SL é o seguinte. Como já foi mencionado anteriormente, SL comporta apenas fragmentos linguísticos declarativos, deixando de fora os fragmentos não declarativos, de maneira a não emular a capacidade que uma pessoa tem de produzir e entender um número potencialmente infinito de frases imperativas, interrogativas e exclamativas. Contudo, essa ausência pode ser suprida sob a perspectiva de Montague que, em *PTQ* (1974c, p. 248, nota 3), admitiu a possibilidade de se definir condições de satisfação para acomodar fragmentos não declarativos (imperativos e interrogativos). Somada a essa possibilidade, existe a lógica ilocucionária de Searle e Vanderveken (1985) e a semântica formal de sucesso e satisfação de Vanderveken (1990), a partir das quais, em tese, é viável a construção de uma simulação linguística que comporte frases declarativas e frases não declarativas, bem como inclua um operador da força ilocucionária com vistas a capturar a habilidade que os falantes têm de escolher e produzir o tipo sintático adequado para fazer afirmações (tipo sintático declarativo), dar ordens (tipo sintático imperativo), fazer perguntas (tipo sintático interrogativo) e expressar ênfases (tipo sintático exclamativo).

Expansão. A semântica formal híbrida utilizada comporta a incorporação progressiva de novas explicações sobre a habilidade linguística, de tal modo que SL, devido a sua flexibilidade, pode ser continuamente expandida, por exemplo, mediante a inclusão de propriedades cognitivas e mentais.

Por fim, esta dissertação pode ser vista como o início de um projeto de trabalho que oportuniza a construção contínua e progressiva de um modelo teórico que abranja cada vez mais propriedades inerentes ao funcionamento da habilidade linguística humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTOTLE. *Metaphysics*: books Γ, Δ and E. 2 ed. New York: Oxford University Press, 1998.

BENNETT, Michael. *Demonstratives and Indexicals in Montague Grammar*. Synthese, Vol. 39, No. 1. Dordrech: Reidel Publishing Company, 1978.

BEZUIDENHOUT, Anne. *Contextualism and the role of contextual frames*. Manuscrito. Rev. Int. Fil. Vol. 32, No. 1. 2009. p. 59-84.

BEZUIDENHOUT, Anne. *Contextualism and the role of contextual frames*. Manuscrito: Revista Internacional de Filosofia. Vol. 32, No. 1, Campinas, 2009. p. 59-84.

______________________. *Truth-Conditional Pragmatics*. In: *Philosophical Perspectives*, Vol. 16, 2002. pp. 105-134.

BLACKBURN, Patrick & MARTEEN DE RIJKE & VENEMA, Yde. *Modal Logic*. Cambridge University Press, 2010.

BOOLOS, George S., BURGESS, John P. & JEFFREY, Richard C. *Computability and Logic*. 5 ed. New York: Cambridge University Press, 2007.

BUTTON, Tim and WALSH, Sean. *Philosophy and Model Theory*. Oxford: Oxford University Press, 2018.

CHELLAS, Brian F. *Modal Logic: an introduction*. Cambridge University Press, 1980.

DALEN, Dirk Van. *Logic and structure*. 4. ed. Berlin: Springer-Verlag, 2008.

DAVIDSON, Donald. Semantics for natural languages [1970]. In: *Inquiries into truth and interpretation*. New York: Oxford University Press, 1991a. pp. 55-64.

__________________. Truth and meaning [1967]. In: *Inquiries into truth and interpretation*. New York: Oxford University Press, 1991b. pp. 17-36.

DOWTY, David R. & WALL, Robert E. & PETERS, Stanley. *Introduction to Montague Semantics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992.

ENDERTON, Herbert B. *A Mathematical Introduction to Logic*. 2 ed. New York: Academic Press, 2001.

FREGE, Gottlob. *Sobre o sentido e a referência* [1892]. In: *Lógica e filosofia da linguagem*. São Paulo: Edusp, 2009. pp. 129-158.

GRICE, Paul. *Logic and conversation*. In: *Studies in the way of Words*. Cambridge: Harvard University Press, 1991. pp. 23-40.

HAACK, Susan. *Filosofia das lógicas*. São Paulo: Editora Nova Cultural, 2003.

HOMERO. *Odisseia*. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

HODGES, Wilfrid. *A Shorter Model Theory*. Cambridge University Press, 1997.

KAPLAN, David. *Demonstratives*: *An Essay on the Semantics, Logic, Metaphysics, and Epistemology of Demonstratives and Other Indexicals*. In: *Themes From Kaplan*. New York: Oxford University Press, 1989. pp. 481-563.

______________. *On the Logic of Demonstratives*. In: *Journal of Philosophical Logic*. Vol. 8, No. 1. 1979. pp. 81-98.

KRIPKE, Saul. *Naming and Necessity* [1980]. Oxford: Basil Blackwell Ltd., 1990.

____________. *Outline of theory of truth*. In: *Philosophical Troubles*. New York: Oxford University Press, 2011a. pp. 75-98.

____________. *Vacuous names and fictional entities*. In: *Philosophical Troubles*. New York: Oxford University Press, 2011b. pp. 52-74.

KIRKHAN, Richard L. *Teorias da verdade*: *uma introdução crítica*. São Paulo: Editora Unisinos, 2003.

LECLERC, André. *Context and Computation*. In: *Logic, Intelligence and Artifices***.** *Tributes to Tarcísio Pequeno*. Jean-Yves Beziau, Francicleber Ferreira, Ana Teresa Martins and Marcelo Pequeno, eds. Londres: College Publications, 2018. pp. 155-164.

LOCKE, John. *Ensaio acerca do entendimento humano*. Coleção Os pensadores. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda, 1999.

MATES, Benson. *Lógica elementar*. São Paulo: Editora Nacional e Editora da USP, 1967.

MENDELSON, Elliott. *Introduction to Mathematical Logic*. 6. ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2015.

MONTAGUE, Richard. *Universal Grammar*. In: *Formal philosophy*. London: Yale University Press, 1974a. pp. 223-246.

___________________. English as a Formal Language. In: Formal philosophy. London: Yale University Press, 1974b. pp. 188-221.

___________________. *The proper treatment of quantification in ordinary English*. In: *Formal philosophy*. London: Yale University Press, 1974c. pp. 248-270.

MORRIS, Charles. *Foundation of the Theory of Signs*. Vol. 1, No. 2. Chicago: The University of Chicago Press, 1938.

MORTARI, Cezar. *Introdução à lógica*. 2 ed. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

PAGIN, Peter. *The landscape of formal semantics*: *sentencial semantics*. In: *The Cambridge Handbook of Formal Semantics*. Cambridge University Press, 2016. pp. 65-105.

PARTEE, Barbara Hall. *Some Transformational Extensions of Monue Grammar*. In: *Montague Grammar*. New York: Academic Press, Inc, 1976.

_________________. *The landscape of formal semantics*: *Formal semantics*. In: *The Cambridge Handbook of Formal Semantics*. Cambridge University Press, 2016. pp. 3-32.

PEREIRA, Márcio Kleos Freire. *Sintaxe e semântica universais*. Coleção CLE, Vol. 32. Campinas: Unicamp, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 2001.

PREDELLI, Stefano. *How to cut the contextualist grass*. *A note on semantics and speech act content*. Manuscrito: Revista Internacional de Filosofia, Campinas, Vol. 32, No 1, 2015. p. 33-58.

SEARLE, John R. *Actos de fala*. Coimbra: Almedina, 1985.

SEARLE, John R. e VANDERVEKEN, Daniel. *Foundations of illocutionary logic*. Cambridge University Press, 1985.

SHAPIRO, Stewart & ROBERTS, Craige. *Open Texture and Analyticity*. In: *History of analytic philosophy*. Palgrave macmillan, 2019. pp. 189-210.

SHOENFIELD, Joseph R. *Mathematical Logic*. Addison-Wesley Publishing Company, 1967.

TARSKI, Alfred. *O conceito de verdade nas linguagens formalizadas* [1933]. In: *A concepção semântica da verdade*. MORTARI, Cezar Augusto & DUTRA, Luiz Henrique de Araújo (Orgs). São Paulo: Editora Unesp, 2007a. pp. 19-148.

______________. *A concepção semântica da verdade e os fundamentos da semântica* [1944]. In: *A concepção semântica da verdade*. MORTARI, Cezar Augusto & DUTRA, Luiz Henrique de Araújo (Orgs.). São Paulo: Editora Unesp, 2007b. pp. 157-201.

TOMASON, Richard. *Introduction*. In: *Formal philosophy*. London: Yale University Press, 1974. pp. 1-94.

VANDERVEKEN, Daniel. *Formal semantics of success and satisfaction*. Vol. 2. Cambridge University Press. 1990.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Investigações filosóficas*. Curitiba: Horle Books, 2022.

______________________. *Tractatus Logico-Philosophicus*. London and New York: Taylor & Francis e-Library, 2002.

______________________. *Tractatus Logico-Philosophicus*. 3 ed. São Paulo: Editora Edusp, 2020.