

# Será que faz sentido?

Conceitos fundamentais da semântica formal

PROF. RENATO MIGUEL BASSO

UFSCAR

# O que é semântica formal?

- Uma teoria sobre o significado expresso pelas línguas naturais
  - Origens: Antiguidade clássica, desenvolvimento em círculos filosóficos
  - Entrou para os currículos de Linguística na década de 1960
- A semântica formal (SF) tem uma metalinguagem própria e uma de suas principais tarefas é representar o significado veiculado por expressões das línguas naturais

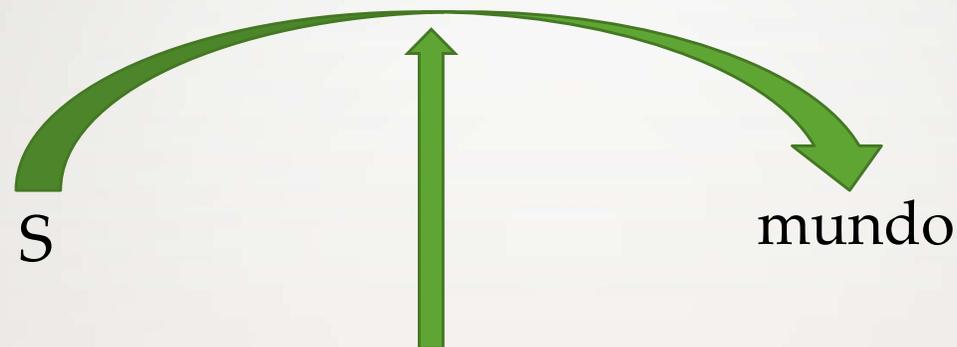
## O que é semântica formal?

- Três ideias principais embasam a SF:
  - 1) a língua é um sistema regrado;
  - 2) a interpretação das mensagens linguísticas é referencial;
  - 3) o sistema linguístico é composicional.
- Essas ideias são trabalhadas numa metalinguagem formal, de inspiração lógico-matemática, que funciona como um modelo para o nosso conhecimento semântico.

## O que é semântica formal?

- A SF propõe também uma definição de interpretação:
  - Interpretar uma sentença S é saber quais são as condições de verdade de S
  - Não se trata de saber **se S é de fato** verdadeira ou falsa, mas sim quais condições fazem com que S seja verdadeira – suas condições de verdade
  - As condições de verdade são uma noção fundamental na SF
  - Relacionam o sistema linguístico com realidades extralinguísticas (o ponto (2) do slide anterior)

## O que é semântica formal?



Como o mundo deve ser para S ser verdadeira? Essas são as condições de verdade de S

## O que é semântica formal?

- 1) a língua é um sistema regrado
  - o sistema linguístico é tratado de modo autônomo, por meio de regras exclusivamente linguísticas;
- 2) a interpretação das mensagens linguísticas é referencial
  - os elementos do sistema linguístico fazem referência a entidades extralinguísticas ou relações gramaticais;
- 3) o sistema linguístico é composicional
  - expressa uma infinidade de conteúdos com um conjunto finito de itens e de regras

## O que é semântica formal?

- A SF trabalha sob o Princípio da Composicionalidade:
  - O significado de uma expressão complexa é função do significado de suas partes e do modo pelo qual estão combinadas.
  - A SF estuda estruturas linguísticas composicionais que se relacionam sistematicamente com algo exterior à linguagem e permitem certos tipos de raciocínio.

## O que é semântica formal?

- Para capturar os significados linguísticos, gerados de modo composicional, num modelo que simula o caráter referencial das línguas naturais, a SF lança mão de uma metalinguagem lógico-matemática, que dá conta do Princípio da Composicionalidade
- Essa metalinguagem relaciona formas linguísticas com suas condições de verdade.

$$[[S]] = 1 \text{ sse } p$$

- Como ler essa equação:
  - A sentença  $S$  é verdadeira se e somente  $p$
- Nota importante: do lado esquerdo da equação, temos língua natural, e do lado direito, metalinguagem – tudo, exceto  $S$ , na verdade é **metalinguagem** (ou seja, nossa explicação), e  $S$  é a linguagem objeto (ou seja, aquilo que queremos explicar)

$$[[S]] = 1 \text{ sse } p$$

$$[[S]] = 1 \text{ sse } p$$

**[[ ]]** → função de interpretação – basicamente, diz que qual é a interpretação em termos de condições de verdade de um dado item linguística, que pode ser uma sentença ou um elemento menor;

**S** → a sentença (ou item linguístico) cuja interpretação estamos apresentado, é a língua objeto

**=** → sinal de igual, que configura a equação, dizendo que uma dada fórmula linguística é verdadeira sob certas condições

**1** → verdadeiro

**sse** → se e somente, um conectivo que une a verdade de uma sentença a condições de verdade

**p** → condições de verdade

## Um exemplo de análise

**[[João é brasileiro]] = 1 sse o indivíduo referido por João pertence ao conjunto dos indivíduos que são brasileiro**

$[[\text{João é brasileiro}]] = 1 \text{ sse } [[\text{João}]] \in [[\text{brasileiro}]]$

**$[[\text{João é brasileiro}]] = 1 \text{ sse } j \in B$**

$[[\text{João}]] = j$

$[[\text{brasileiro}]] = \{x \mid x \text{ é brasileiro}\} = B$

$[[\text{é}]] = \in$

- A sentença 'João é brasileiro' é verdadeira se e somente se o indivíduo referido pela expressão 'João' pertence ao conjunto dos brasileiros.

## Um exemplo de análise: generalizando

- Em “João é brasileiro”, “João” é o sujeito, “brasileiro” o predicado e “é” uma cópula
- A estrutura sintática, simplificada, é “NP é VP”
- A estrutura semântica, simplificada, é  $[[NP]] \in [[VP]]$
- E isso vale para qualquer sentença de qualquer língua natural que tenha a mesma estrutura

## Um exemplo de análise: generalizando

- Em resumo, uma sentença de estrutura “ $x$  é  $Y$ ” é verdadeira se e somente se o indivíduo denotado por  $x$  pertence ao conjunto de indivíduos denotado por  $Y$ 
  - Para qualquer sentença dessa estrutura, em qualquer língua
  - É um grande e poderosa generalização

## Um exemplo de análise: representação

- Com o exemplo anterior, pudemos ver tanto como a SF representa o significado quanto como é possível, por meio da representação usada, fazer grandes generalizações;
- É por meio de uma representação clara, abstrata e precisa do significado que podemos fazer generalizações sobre as línguas naturais.

## Um exemplo de análise: representação

- Essa estratégia é particularmente importante quando lidamos com ambiguidades:
  - Uma única representação linguística com mais de uma possibilidade de interpretação
  - Cada uma com uma representação diferente, pois cada interpretação tem uma única representação

## Um exemplo de análise: representação

- ‘Todo homem ama uma mulher’ tem duas interpretações:
  - (i) todos os homens amam uma mulher diferente; cada um ama uma (sua própria mãe); ou
  - (ii) há uma mulher específica que todos os homens amam.
- (i) e (ii) podem ser explicitadas através de metalinguagem:
  - (i) para todo homem  $h$  existe uma mulher  $m$  tal que  $h$  ama  $m$ ; ou
  - (ii) existe uma mulher  $m$  tal que para qualquer homem  $h$ ,  $h$  ama  $m$ .
- Podemos usar  $\forall$  para “todos” e  $\exists$  para “um”; as interpretações ficam assim:
  - (i)  $\forall(\text{homem}) \exists(\text{mulher}) \text{ ama}$
  - (ii)  $\exists(\text{mulher}) \forall(\text{homem}) \text{ ama}$

## Um exemplo de análise: representação

- “ambiguidade de escopo”: montagem de fórmulas diferentes na metalinguagem a partir da sentença ambígua em língua natural.
  - $\forall$  antes de  $\exists$ ;
  - $\exists$  antes de  $\forall$
- Essa ambiguidade só ocorre com sintagmas quantificados (encabeçados, por exemplo, por ‘uma’ e ‘todo’) nas posições de sujeito e objeto:
  - ‘João ama uma mulher’ e ‘Todo homem ama a Maria’ têm, cada uma, apenas uma interpretação.

## Um exemplo de análise: representação

- Uma metalinguagem “exata” explica os fenômenos investigados através da “tradução” para um campo ou domínio que conhecemos (a metalinguagem lógica);
  - a metalinguagem explicita os fenômenos linguísticos, é o meio no qual as explicações dos semanticistas são formuladas, de maneira muito similar ao que os físicos fazem quando lançam mão da matemática para explicitar sua teoria.
  - como na relação entre física e matemática, a metalinguagem usada tem caráter preditivo e heurístico, ou seja, ao relacionar uma dada forma linguística com uma fórmula lógica, o semanticista diz como se interpreta aquela fórmula.

## Um exemplo de análise: breve resumo

- A SF é uma teoria sobre um certo tipo de conhecimento que nos fornece, através de uma metalinguagem lógico-matemática que atende ao princípio da composicionalidade, uma maneira sistemática de relacionar a língua a uma realidade extralinguística por meio da ideia de condições de verdade, e assim explicar nosso conhecimento semântico.

## Semântica Formal: problemas típicos

- O foco de análise da SF é a relação entre estruturas linguísticas e seu conteúdo semântico, modelado como uma relação referencial (extralinguística) mediada pelas condições de verdade.
- Um dos primeiros temas da SF foram as relações entre sentenças, como acarretamento e pressuposições;
- O estudo do sintagma nominal também esteve desde cedo na agenda das preocupações da SF – tanto itens referencias quanto sintagmas quantificados;
- O sintagma verbal aparece logo depois, assim como fenômenos ligados a escalaridade, abrindo o leque de estudo até abarcar, por exemplo, itens conhecidos como “palavrões”

## Semântica Formal: acarretamento

- Relação entre sentenças A e B; dizemos que A acarreta B ( $A \rightarrow_A B$ ) se e somente se A é verdadeira então B também é verdadeira:

A: João é mais alto que Pedro.  
B: Pedro é mais baixo que João.  
 $A \rightarrow_A B$  ?

A: Maria é brasileira.  
B: Maria é sul-americana.  
 $A \rightarrow_A B$  ?

A: Maria é sul-americana.  
B: Maria é brasileira.  
 $A \rightarrow_A B$  ?

A: João está não está feliz.  
B: João está triste.  
 $A \rightarrow_A B$  ?

A: Hoje está calor.  
B: Hoje está sol.  
 $A \rightarrow_A B$  ?

## Semântica Formal: pressuposição

- Relação entre sentenças A e B; dizemos que A pressupõe B ( $A \rightarrow_p B$ ) se e somente se para A ser verdadeira ou falsa então B tem que ser verdadeira:
  - A: João parou de sair sem máscara.
  - B: João saia sem máscara antes.
    - A sentença A só pode ser verdadeira se João saia sem máscara antes, e a sentença A só pode ser falsa se João saia sem máscara antes.

## Semântica Formal: presuposição

- Se  $A \rightarrow_p B$ , então a negação de A, a pergunta feita com A e uma sentença condicional feita com A também pressupõem B (p-família de A):
  - A: Maria comeu laranja com macarrão de novo.
  - B: Maria já comeu laranja com macarrão.
    - Negação de A: Não é verdade que Maria comeu laranja com macarrão de novo.
    - Pergunta com A: É sério que a Maria comeu laranja com macarrão de novo?
    - Condicional de A: Se a Maria comeu laranja com macarrão de novo, então não sei o que fazer

## Semântica Formal: pressuposição

A: João comeu batata também.

B: João comeu outra coisa além de batata.

$A \rightarrow_P B$  ?

A: Maria continua a correr cedo.

B: Maria já corria cedo.

$A \rightarrow_P B$  ?

A: Está frio.

B: Está nevando.

$A \rightarrow_P B$  ?

A: João sabe que está frio.

B: Está frio.

$A \rightarrow_P B$  ?

## Semântica Formal: sintagma nominal

- Considere A e B:
  - A: Elizabeth II chegou tarde na festa ontem.
  - B: A Rainha da Inglaterra chegou tarde na festa ontem.
    - Essas sentenças, proferidas hoje, têm o mesmo **valor de verdade**.
    - Mas será que têm as mesmas **condições de verdade**?

## Semântica Formal: sintagma nominal

- Considere C e D:
  - C: Elizabeth II não é mais a Rainha da Inglaterra.
  - D: A Rainha da Inglaterra não é mais a Rainha da Inglaterra.
    - Elas não têm nem o mesmo valor de verdade nem as mesmas condições de verdade.
    - A única diferença entre C e D é o sintagma nominal que ocupa a posição de sujeito.
    - Qual é a contribuição desses sintagmas nominais contribuem?

## Semântica Formal: sintagma nominal

- Singular, plural, sintagmas nus
  - A: João viu uma criança na rua.
  - B: João viu crianças na rua.
  - C: João viu criança na rua.
- Se A é singular e B é plural, o que é C? Singular, plural? As duas coisas?

## Semântica Formal: sintagma verbal

- Considere (1) e (2) como respostas para “O que você tá fazendo neste momento?”:
  - (1) # Agora eu vejo um filme.
  - (2) Agora eu tô vendo um filme.
- Considere (1) e (2) como respostas para “O que você costuma fazer agora?”:
  - (1) Agora eu vejo um filme.
  - (2) Agora eu tô vendo um filme.
- Por que podemos usar o gerúndio para expressar uma ação que acontece agora, mas não o tempo verbal presente?; Por que o presente simples e a forma perifrástica podem expressar um hábito?; Quando é possível usar o presente e quando é possível usar a construção com o gerúndio?; Quais são as condições de verdade do presente e quais as da construção com o gerúndio?

## Semântica Formal: sintagma verbal

- A construção 'tem + particípio passado' é chamada de pretérito (perfeito composto), mas esse não parece ser o caso:
  - (1) João tem visitado seus pais.
  - (2) ?? João tem visitado seus pais ontem.
- Imagine agora que a Universidade X fechou no ano passado, mas antes de fechar formou boas turmas; nesse cenário, (3) é ruim:
  - (3) # A Universidade X tem formado bons alunos.
- Apesar de ser ainda chamada de pretérito, tal construção não serve para reportar eventos que ocorreram uma única vez no passado, (2), nem eventos que não vão mais ocorrer, (3). Será mesmo que essa construção trata de passado simplesmente?

## Semântica Formal: exemplo de interface

- A interface entre semântica e prosódia pode ser ilustrada pelos exemplos abaixo – o maiúsculo representa acento frasal;
- As interpretações são determinadas justamente pelo acento – dizemos que ele determina o escopo:
  - (1) O JOÃO também comeu chocolate. – alguém além do João comeu chocolate;
  - (2) O João também COMEU chocolate. – além de comer, o João fez algo mais com o chocolate (comprou, vendeu, trouxe, etc.);
  - (3) O João TAMBÉM comeu chocolate. – além de chocolate, o João comeu outra(s) coisa(s).

## Semântica Formal: e o 'mas'; limites da abordagem

- (1) e (2) são diferentes, mas a diferença não está nas condições de verdade:
  - (1) João é rico e generoso.
  - (2) João é rico mas é generoso.
- Para que (1) e (2) sejam verdadeiras, é necessário que “João é rico” e “João é generoso” sejam verdadeiras – isso é igual nos dois casos;
- É claro (2) não diz o mesmo que (1), mas essa diferença não está nas condições de verdade das sentenças
- É certamente uma virtude da SF delimitar com precisão seu alcance

## Semântica Formal: um resumo das tarefas

- (i) verificar se a diferença entre as sentenças em consideração se deve às suas condições de verdade (em geral, essa é uma tarefa bastante complexa);
- (ii) deixar claro qual é a diferença em condições de verdade;
- (iii) estabelecer qual elemento é responsável (ou se mais de um) pelas diferenças de condições de verdade;
- (iv) atribuir um papel e uma definição a esse(s) elemento(s) dentro da metalinguagem utilizada, que se encaixe em todo o conhecimento já estabelecido e não fira o que se sabe ou supõe estar correto.

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Os quantificadores ('todo', 'algum', 'um', 'nenhum', 'pelo menos', 'no máximo' etc.) foram (e ainda são) exaustivamente investigados pela SF;
- Eles são modelados numa metalinguagem baseada na teoria de conjuntos;
- É uma maneira clara e interessante de mostrar tanto seu funcionamento quanto o potencial de análise da SF.

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Quais as condições de verdade de (1)?

- (1) Todo humano é inteligente.

[[Todo humano é inteligente]] = 1 sse p

- O que colocar no lugar de p?

- Podemos pensarmos que 'humano' denota o conjunto dos seres humanos e '(é) inteligente' o conjunto dos seres inteligentes:

[[humano]] = {x | x é humano} = H

[[inteligente]] = {x | x é inteligente} = I

- Qual é então a denotação de 'todo'?

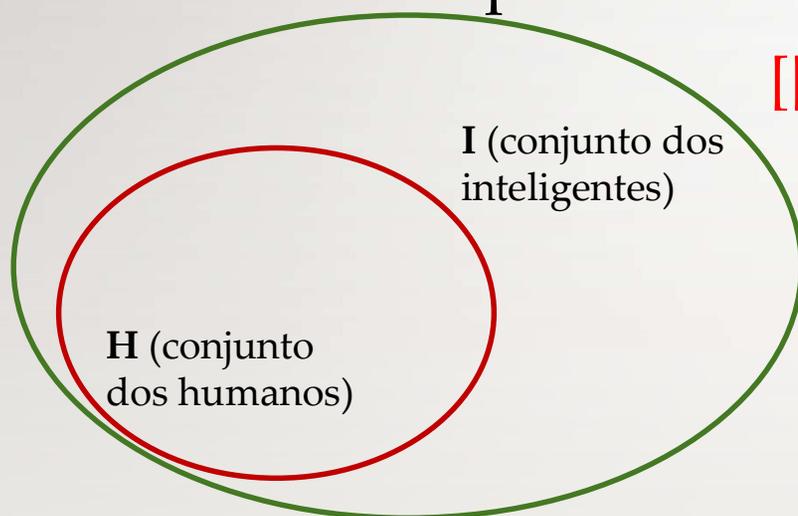
[[todo]] = ?

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Intuitivamente, a sentença 'todo humano é inteligente' é verdadeira se for o caso que todos os seres humanos sejam inteligentes;
- Ou, se algo ser humano, esse algo é inteligente;
- Ou, o conjunto dos seres humanos está contido (inserido) no conjunto dos seres inteligentes

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Como representar isso?



$$H \subseteq I$$

$$[[\text{Todo humano é inteligente}]] = 1 \text{ sse } H \subseteq I$$

$$[[\text{todo}]] = X \subseteq Y$$

ou seja, 'todo' denota uma relação entre dois conjuntos, X e Y, de modo que o primeiro está contido ( $\subseteq$ ) no segundo.

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- A sentença (1) tem a seguinte estrutura:

- (1) Todo humano é inteligente

$\subseteq$       H              I              = análise  
quant conj1      conj2              = abstração/generalização

- Ou seja, “quantificador”, “conjunto 1” e “conjunto 2”
  - a interpretação é “conj1 quant conj2”
- Será que é possível generalizar essa descoberta?

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- O primeiro passo é procurar sentenças que têm a mesma estrutura abstrata: “quant conj1 conj2”:
  - (2) [Algum] [humano] [é inteligente]
  - (3) [Nenhum] [humano] [é inteligente]
  - (4) [Pelo menos dois] [humanos] [são inteligentes]
  - (5) [No máximo três] [humanos] [são inteligentes]

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Aplicar uma análise semelhante, ou seja, usando a teoria de conjuntos:
  - (2) [Algum] [humano] [é inteligente] = verdadeira se há pelo menos um humano que é inteligente; há pelo menos um elemento que tenha as propriedades de ser inteligente e ser de humano; há pelo menos um indivíduo que pertence ao conjunto dos humanos e dos inteligentes. Há uma relação de intersecção ( $\cap$ ) entre os conjuntos H e I que não é vazia;
  - (3) [Nenhum] [humano] [é inteligente] = verdadeira se não há humano que seja inteligente; se não há um elemento que seja ao mesmo tempo humano e inteligente; a intersecção ( $\cap$ ) entre H e I é vazia;

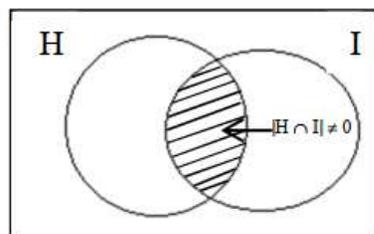
## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Aplicar uma análise semelhante, ou seja, usando a teoria de conjuntos:
  - (4) [Pelo menos dois] [humanos] [são inteligentes] = verdadeira se há no mínimo dois humanos que são inteligentes; há no mínimo dois elementos que sejam humanos e inteligentes; a intersecção ( $\cap$ ) entre H e I tem no mínimo dois elementos;
  - (5) [No máximo três] [humanos] [são inteligentes] = verdadeira se não há mais do que três humanos que são inteligentes; a intersecção ( $\cap$ ) entre H e I não tem mais do que três elementos.

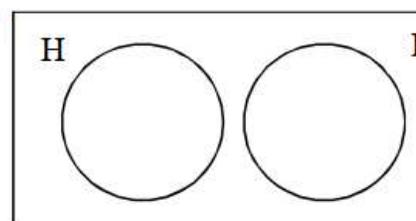
## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Representando com diagramas, temos:

(2) [Algum]  
[humano] [é  
inteligente]



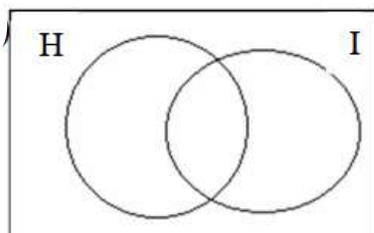
$$|H \cap I| \neq 0$$



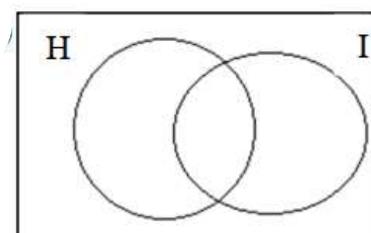
$$|H \cap I| = 0$$

(3) [Nenhum]  
[humano] [é  
inteligente]

(4) [Pelo menos  
dois] [humanos]  
[são inteligentes]



$$|H \cap I| \geq 2$$



$$|H \cap I| \leq 3$$

(5) [No máximo três]  
[humanos] [são  
inteligentes]

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Podemos fazer ainda mais um generalização:
  - Numa sentença da forma “quant conj1 conj2”, o “quant” denotará uma relação entre conjuntos R, e NP e VP denotarão conjuntos, A e B:

$$[[\text{QUANT NP VP}]] = A R B$$

- E essa explicação funciona para qualquer sentença com essa estrutura em qualquer língua natural

## Semântica Formal: um exemplo mais elaborado

- Não aplicar essa análise a sentenças que têm estruturas que são apenas aparentemente similares:
  - (6) Só humanos são inteligentes
- Mas encontramos vários contextos em que 'só' pode ser usado e outros determinantes não:
  - (7) Só o João sabe mandarim. / \* Todo o João sabe mandarim
  - (8) Só em Portugal há lampreias de Natal. / \* Todo em Portugal há...
- 'só' é um advérbio e têm funções diferentes de um determinante

## Semântica Formal: um enorme campo de pesquisa

- Há uma enorme quantidade de temas a serem pesquisados com as ferramentas da SF:
  - Semântica de modificadores escalares: ‘meio que’, ‘umas’
  - Semântica de palavrões e termos pejorativos: ‘puta N’, ‘VP bagarai’
  - Expressões espaciais: ‘de trás pra frente’, ‘do avesso’
  - Semântica do verbo
  - Conectivos

## Referências

- BACH, Emmon. *Informal Lectures on Formal Semantics*. New York: State University of New York Press, 1989.
- BRANQUINHO, João *et al.* (org.) *Enciclopédia de termos lógico-filosóficos*. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- CANÇADO, Márcia. *Manual de Semântica: noções básicas e exercícios*. São Paulo: Editora Contexto, 2012.
- CANN, Ronnie. *Formal semantics: An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- CHIERCHIA, Gennaro. *Semântica*. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.
- FERREIRA, Marcelo. *Curso de Semântica Formal*. (Textbooks in Language Sciences 6). Berlin: Language Science Press. 2019.
- GAMUT, L. T. F. *Logic, Language and Meaning* (dois volumes). Chicado: University of Chicago Press, 1990.
- GERALDI, João W.; ILARI, Rodolfo. *Semântica*. São Paulo: Ática, 1985.
- HEIM, Irene & KRATZER, Angelika. *Semantics in Generative Grammar*. Oxford: Blackwell, 1998.
- ILARI, Rodolfo. *Brincando com a semântica*. São Paulo: Editora Contexto, 2001.
- MÜLLER, Ana Lucia *et al.* *Semântica Formal*. São Paulo: Editora Contexto, 2003.
- PARTEE, Barbara H. *Compositionality in Formal Semantics: Selected Papers by Barbara H. Partee*. New York: Blackwell, 2004.
- PIRES DE OLIVEIRA, Roberta. *Semântica Formal: uma introdução*. Campinas: Mercado de Letras, 2001 (segunda edição 2010).
- QUADROS GOMES, Ana Paula; SANCHEZ-MENDES, Luciana. *Para conhecer Semântica*. São Paulo: Contexto, 2018.