Semântica Intensional
Aula 2

Marcelo Ferreira

Departamento de Linguística
Universidade de São Paulo

Deslocamento Temporal

(1) João está em Campinas.

(2) João esteve em Campinas.

(3) João estará em Campinas.

Deslocamento Modal

(4) João está em Campinas

(5) João pode estar em Campinas.

(6) João estaria em Campinas, se ele estivesse no Brasil.

(7) Pedro acredita que João está em Campinas.

Problemas Para uma Abordagem Extensional

(8) João está em Campinas.

(9) Pedro acredita que **João está em Campinas**.

(8) é parte de (9). Mas a extensão de (9) não depende da extensão de (8)!

Problemas Para uma Abordagem Extensional

Se $[\![$João$]\!]$ = $[\![$O marido da Maria$]\!]$, necessariamente
$[\![$João está em Campinas$]\!]$ = $[\![$O Marido da Maria está em Campinas$]\!]$

Mas não necessariamente,
$[\![$Pedro acredita que João está em Campinas$]\!]$ = $[\![$ Pedro acredita que o marido da Maria está em Campinas$]\!]$!

Solução: Semântica Intensional

Ponto de partida: o sistema extensional revisto na aula passada, baseado em uma ontologia que inclui indivíduos (D_e) e valores de verdade (D_t), além de funções construídas a partir de D_e e D_t.

Acréscimo Ontológico: Mundos possíveis

Vivemos em um mundo em que Brasília é a capital do Brasil, George Bush foi presidente dos EUA, a Terra gira em torno do sol, etc ... Mas as coisas poderiam ser diferentes: São Paulo poderia ser a capital do Brasil, Serra poderia ser o presidente do Brasil e o sol poderia girar em torno da Terra. Ou ainda Lula poderia ter nascido nos EUA e ter se tornado presidente daquele país. Brasília poderia nunca ter sido criada e George Bush não ter nascido. Todas essas possibilidades são coerentes do ponto de vista lógico, ainda que estejam mais ou menos distantes do mundo real. Cada um desses arranjos de fatos logicamente coerentes entre si é um mundo possível.

Acréscimo Ontológico: Mundos possíveis

É possível conceber, portanto, uma infinidade de mundos, sendo o mundo real (este em que vivemos) um deles.

Vamos nos referir ao conjunto de todos os mundos possíveis como W.

NOTA: Não nos comprometemos com isso com a existência de outros mundos que não este mundo real. Estamos assumindo compromissos ontológicos apenas na esfera do que Emmon Bach chamou de metafísica das línguas naturais: coisas que falamos como se elas existissem. De fato, não só pensamos como falamos a todo momento sobre possibilidades não realizadas, de como o mundo seria se algo que não ocorreu tivesse ocorrido, etc ...

Acréscimos Semânticos

Extensões serão relativizadas a mundos possíveis (usaremos $w, w', w'', \ldots$ para nos referir a eles):

Suponha, por exemplo, que:

Em w': Maria é casada com João
Em w'': Maria é casada com Pedro

$[\![\text{O marido da Maria}]\!]^{w'} = \text{João}$
$[\![\text{O marido da Maria}]\!]^{w''} = \text{Pedro}$

$[\![\text{Maria é casada com João}]\!]^{w'} = 1$
$[\![\text{Maria é casada com João}]\!]^{w''} = 0$

Intensões

A **intensão** de um constituinte α é definida como uma função cujo domínio é o conjunto dos mundos possíveis e que para qualquer mundo *w* leva *w* na extensão de α em *w*.

$$\boxed{\text{Intensão de } \alpha \overset{def}{=} \lambda w.\ [\![\alpha]\!]^{w}}$$

Intensões

A **intensão** de um constituinte α é definida como uma função cujo domínio é o conjunto dos mundos possíveis e que para qualquer mundo w leva w na extensão de α em w.

$$\boxed{\text{Intensão de } \alpha \overset{def}{=} \lambda w.\ [\![\alpha]\!]^{w}}$$

<u>Uma Complicação</u>: intensões, na verdade, devem ser funções parciais em W, já que certos constituintes podem não ter uma extensão definida em certos mundos possíveis:

Em w''': Maria não é casada

$[\![\text{O marido da Maria}]\!]^{w'''} = ???$
$[\![\text{O marido da Maria é linguísta}]\!]^{w'''} = ???$

Tipos Semânticos

1. *e* e *t* são tipos semânticos.
2. Se α, β são tipos semânticos, então $\langle \alpha, \beta \rangle$ é um tipo semântico.
3. Se α é um tipo semântico, então $\langle s, \alpha \rangle$ é um tipo semântico.
4. Nada mais é um tipo semântico.

Domínios Semânticos

Seja W o conjunto de todos os mundos possíveis:

- D_e: domínio dos indivíduos (provenientes de todos os mundos possíveis em W.
- D_t: os valores de verdade (0 e 1)
- $D_{\langle \alpha, \beta \rangle}$: domínio das funções de D_α em D_β
- $D_{\langle s, \alpha \rangle}$: domínio das funções de W em D_α

Intensões e Extensões

- A extensão de uma sentença é de tipo t, sendo sua intensão de tipo $\langle s, t \rangle$ (uma *proposição*).
- Podemos modelar o significado de uma sentença S como sendo sua intensão (I_S).
- Para qualquer mundo possível w, uma sentença S é verdadeira em w *sse* $I_S(w) = 1$

Algumas Definições

- **Tautologia**
  Uma sentença S é uma tautologia *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 1$

Algumas Definições

- **Tautologia**
  Uma sentença S é uma tautologia *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 1$
- **Contradição**
  Uma sentença S é uma contradição *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 0$

Algumas Definições

- **Tautologia**
  Uma sentença S é uma tautologia *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 1$
- **Contradição**
  Uma sentença S é uma contradição *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 0$
- **Contingência**
  Uma sentença S é uma contingência *sse*
  $\exists w, w' \in W : I_S(w) = 1 \ \& \ I_S(w') = 0$

Algumas Definições

- **Tautologia**
  Uma sentença S é uma tautologia *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 1$
- **Contradição**
  Uma sentença S é uma contradição *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 0$
- **Contingência**
  Uma sentença S é uma contingência *sse*
  $\exists w, w' \in W : I_S(w) = 1 \ \& \ I_S(w') = 0$
- **Acarretamento**
  Uma sentença S_1 acarreta uma sentença S_2 *sse*
  $\forall w \in W : I_{S_1}(w) = 1 \ \rightarrow \ I_{S_2}(w) = 1$

Algumas Definições

- **Tautologia**
  Uma sentença S é uma tautologia *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 1$
- **Contradição**
  Uma sentença S é uma contradição *sse*
  $\forall w \in W : I_S(w) = 0$
- **Contingência**
  Uma sentença S é uma contingência *sse*
  $\exists w, w' \in W : I_S(w) = 1 \ \& \ I_S(w') = 0$
- **Acarretamento**
  Uma sentença S_1 acarreta uma sentença S_2 *sse*
  $\forall w \in W : I_{S_1}(w) = 1 \ \rightarrow \ I_{S_2}(w) = 1$
- **Equivalência**
  Duas sentenças S_1 e S_2 são equivalentes *sse*
  $\forall w \in W : I_{S_1}(w) = I_{S_2}(w)$

Extensões Relativizadas

Extensões podem ou não variar de mundo para mundo:

Verbos e nomes comuns:
$[\![\text{fuma}]\!]^w = \lambda x.\ x$ fuma em w
$[\![\text{professor}]\!]^w = \lambda x.\ x$ é professor em w

Nomes próprios:
$[\![\text{João}]\!]^w =$ joão
$[\![\text{Maria}]\!]^w =$ maria

Operadores Lógicos:
$[\![\text{todo}]\!]^w = \lambda f_{\langle e,t\rangle}.\lambda g_{\langle e,t\rangle}.\ \forall x:\ f(x) = 1\ \rightarrow\ g(x) = 1$
$[\![\text{e}]\!]^w = \lambda p_t.\ \lambda q_t.p = q = 1$

Regras Composicionais

Tanto *Aplicação Funcional* quanto *Abstração Funcional* precisam ser apenas minimamente alteradas, já que elas apenas passarão o parâmetro w para cima.

Aplicação Funcional
Seja w um mundo possível qualquer e α um nó ramificado, cujos constituintes imediatos são β e γ. Se $[\![\gamma]\!]^w$ pertencer ao domínio de $[\![\beta]\!]^w$, então $[\![\alpha]\!]^w = [\![\beta]\!]^w([\![\gamma]\!]^w)$.

Abstração Funcional
...

Um Exemplo

Todo menino chora.

$[\![\text{todo}]\!]^w = \lambda f.\ \lambda g.\ \forall x : f(x) = 1 \rightarrow g(x) = 1$
$[\![\text{menino}]\!]^w = \lambda x.\ x \text{ é menino em } w$
$[\![\text{chora}]\!]^w = \lambda x.\ x \text{ chora em } w$

$[\![\text{todo menino}]\!]^w = [\![\text{todo}]\!]^w([\![\text{menino}]\!]^w)$
$[\![\text{todo menino}]\!]^w = \lambda g.\ \forall x : x \text{ é menino em } w \rightarrow g(x) = 1$

$[\![\text{todo menino chora}]\!]^w = [\![\text{todo menino}]\!]^w([\![\text{chora}]\!]^w)$
$[\![\text{todo menino chora}]\!]^w = 1 \textit{ sse } \forall x : x \text{ é menino em } w \rightarrow\ x \text{ chora em } w$

Até Aqui ...

... Nada de novo. Apenas nos certificamos de que nada foi perdido em relação ao antigo sistema.

As coisas começam a ficar interessantes quando olhamos para expressões que parecem interagir não com a extensão, mas com a intensão de uma outra expressão.

Exemplinho Lúdico (adaptado de von Fintel & Heim 2011)

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

Exemplinho Lúdico (adaptado de von Fintel & Heim 2011)

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

Essa sentença é verdadeira sse a sentença *um detetive mora no número 221B da Baker Street* for verdadeira no mundo descrito nas estórias de S.H.

Exemplinho Lúdico (adaptado de von Fintel & Heim 2011)

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

Essa sentença é verdadeira sse a sentença *um detetive mora no número 221B da Baker Street* for verdadeira no mundo descrito nas estórias de S.H.

Eis o que já temos:

$[\![$um detetive mora no número 221B da Baker Street$]\!]^w = 1$
sse um detetive mora no número 221B da Baker Street no mundo w

Exemplinho Lúdico (adaptado de von Fintel & Heim 2011)

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

Essa sentença é verdadeira sse a sentença *um detetive mora no número 221B da Baker Street* for verdadeira no mundo descrito nas estórias de S.H.

Eis o que já temos:

$[\![$um detetive mora no número 221B da Baker Street$]\!]^w = 1$
sse um detetive mora no número 221B da Baker Street no mundo *w*

Eis o que nos falta:

$[\![$No mundo de Sherlock Holmes$]\!]^w = ???$

Exemplinho Lúdico (adaptado de von Fintel & Heim 2011)

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

Primeiro passo rumo ao que queremos:

Para qualquer sentença Φ e qualquer mundo w:
$[\![\text{No mundo de Sherlock Holmes, } \Phi]\!]^{w} = 1$
sse no mundo w' descrito nas estórias de S.H. em w, $[\![\Phi]\!]^{w'} = 1$.

Exemplinho Lúdico (adaptado de von Fintel & Heim 2011)

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

Primeiro passo rumo ao que queremos:

Para qualquer sentença Φ e qualquer mundo w:
$[\![\text{No mundo de Sherlock Holmes, } \Phi]\!]^{w} = 1$
sse no mundo w' descrito nas estórias de S.H. em w, $[\![\Phi]\!]^{w'} = 1$.

Isso nos leva a:
$[\![\text{No mundo de Sherlock Holmes}]\!]^{w} =$
$\lambda p_{\langle s,t\rangle}.$ o mundo w' descrito nas estórias de S.H. em w *é tal que* $p(w') = 1$

Exemplinho Lúdico (adaptado de von Fintel & Heim 2011)

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

$[\![\text{No mundo de Sherlock Holmes}]\!]^w =$
$\lambda p_{\langle s,t\rangle}$. o mundo w' descrito nas estórias de S.H. em *w é tal que* $p(w') = 1$

Tudo o que precisamos então é que essa extensão tenha acesso à **intensão** da sentença principal.

Aplicação Funcional Intensional

Seja w um mundo possível qualquer e α um nó ramificado, cujos constituintes imediatos são β e γ. Se a intensão de γ pertencer ao domínio de $[\![\beta]\!]^w$, então $[\![\alpha]\!]^w = [\![\beta]\!]^w(\lambda w'.\ [\![\gamma]\!]^{w'})$.

Na Prática

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

$[\![$No mundo de Sherlock Holmes$]\!]^w =$
$\lambda p_{\langle s,t \rangle}$. o mundo w' descrito nas estórias de S.H. em w *é tal que* $p(w') = 1$

Intensão de *um detetive mora no número 221B da Baker Street*:
λw. um detetive mora no número 221B da Baker Street no mundo w

Na Prática

No mundo de Sherlock Holmes, um detetive mora no número 221B da Baker Street.

$[\![$No mundo de Sherlock Holmes$]\!]^w =$
$\lambda p_{\langle s,t \rangle}$. o mundo w' descrito nas estórias de S.H. em *w é tal que* $p(w') = 1$

Intensão de *um detetive mora no número 221B da Baker Street*:
λw. um detetive mora no número 221B da Baker Street no mundo w

Via Aplicação Funcional Intensional, temos o que queríamos:

$[\![$No mundo de S.H., um detetive mora no número 221B da Baker Street$]\!]^w$
$= 1$ *sse*
o mundo w' descrito nas estórias de S.H. em *w é tal que*
um detetive mora no número 221B da Baker Street em w'