

# Evaluación semanal 3

Santiago González Tamariz

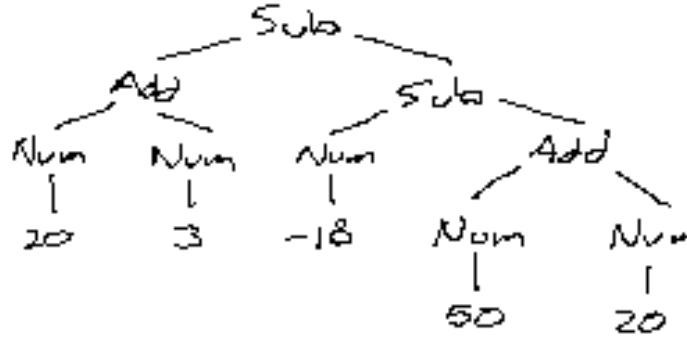
Lenguajes de Programación

1. Dadas las siguientes expresiones en sintaxis concreta de nuestro lenguaje **MiniLisp**

- Obtener su sintaxis abstracta
- Evaluarlas usando las reglas de semántica natural
- Evaluarlas usando las reglas de semántica estructural

(a) `(- (+ 20 3) (- -18 (+ 50 20)))`

Sintaxis abstracta



`Sub( Add( Num(20) Num(3) ) Sub( Num(-18) Add( Num(50) Num(20) ) ) )`

Semántica natural

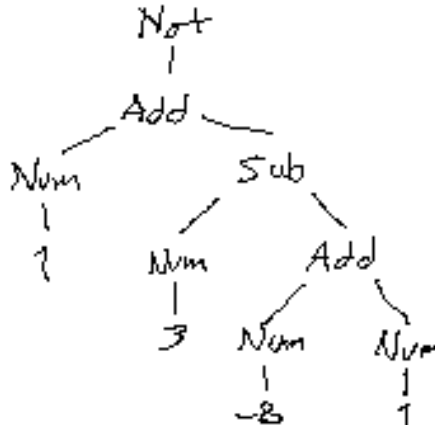
$$\frac{\frac{\text{Num}(20) \Rightarrow \text{Num}(20) \quad \text{Num}(3) \Rightarrow \text{Num}(3)}{\text{Add}(\text{Num}(20) \text{ Num}(3)) \Rightarrow \text{Num}(23)} \quad \frac{\frac{\text{Num}(-18) \Rightarrow \text{Num}(-18) \quad \frac{\frac{\text{Num}(50) \Rightarrow \text{Num}(50) \quad \text{Num}(20) \Rightarrow \text{Num}(20)}{\text{Add}(\text{Num}(50) \text{ Num}(20)) \Rightarrow \text{Num}(70)}}{\text{Sub}(\text{Num}(-18) \text{ Add}(\text{Num}(50) \text{ Num}(20))) \Rightarrow \text{Num}(-88)}}{\text{Sub}(\text{Add}(\text{Num}(20) \text{ Num}(3)) \text{ Sub}(\text{Num}(-18) \text{ Add}(\text{Num}(50) \text{ Num}(20)))) \Rightarrow \text{Num}(111)}}$$

Semántica estructural

`Sub( Add( Num(20) Num(3) ) Sub( Num(-18) Add( Num(50) Num(20) ) ) ) →`  
`Sub( Num(23) Sub( Num(-18) Add( Num(50) Num(20) ) ) ) →`  
`Sub( Num(23) Sub( Num(-18) Num(70) ) ) →`  
`Sub( Num(23) Num(-88) ) →`  
`Num(111) → Num(111)`

(b) `(not (+ 1 (- 3 (+ -8 1))))`

Sintaxis abstracta



`Not( Add( Num(1) Sub( Num(3) Add( Num(-8) Num(1) ) ) ) )`

## Semántica natural

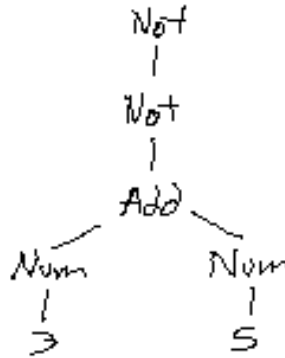
$$\frac{\frac{\text{Num}(1) \Rightarrow \text{Num}(1)}{\text{Add}(\text{Num}(1) \text{ Sub}(\text{Num}(3) \text{ Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1))) \Rightarrow \text{Num}(11)}}{\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(1) \text{ Sub}(\text{Num}(3) \text{ Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1)))) \Rightarrow \text{Bool}(\text{False})}}{\frac{\frac{\text{Num}(3) \Rightarrow \text{Num}(3)}{\text{Sub}(\text{Num}(3) \text{ Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1))) \Rightarrow \text{Num}(10)}}{\frac{\text{Num}(-8) \Rightarrow \text{Num}(-8) \quad \text{Num}(1) \Rightarrow \text{Num}(1)}{\text{Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1)) \Rightarrow \text{Num}(-7)}}{\text{Add}(\text{Num}(3) \text{ Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1))) \Rightarrow \text{Num}(10)}}{\text{Add}(\text{Num}(1) \text{ Sub}(\text{Num}(3) \text{ Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1))) \Rightarrow \text{Num}(11)}}{\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(1) \text{ Sub}(\text{Num}(3) \text{ Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1)))) \Rightarrow \text{Bool}(\text{False})}}$$

## Semántica estructural

$\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(1) \text{ Sub}(\text{Num}(3) \text{ Add}(\text{Num}(-8) \text{ Num}(1))))) \rightarrow$   
 $\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(1) \text{ Sub}(\text{Num}(3) \text{ Num}(-7)))) \rightarrow$   
 $\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(1) \text{ Num}(10))) \rightarrow$   
 $\text{Not}(\text{Num}(11)) \rightarrow$   
 $\text{Bool}(\text{True}) \rightarrow \text{Bool}(\text{True})$

(c)  $(\text{not } (\text{not } (+ 3 5)))$

## Sintaxis abstracta



$\text{Not}(\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(3) \text{ Num}(5))))$

## Semántica natural

$$\frac{\frac{\frac{\text{Num}(3) \Rightarrow \text{Num}(3) \quad \text{Num}(5) \Rightarrow \text{Num}(5)}{\text{Add}(\text{Num}(3) \text{ Num}(5)) \Rightarrow \text{Num}(8)}}{\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(3) \text{ Num}(5))) \Rightarrow \text{Bool}(\text{False})}}{\text{Not}(\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(3) \text{ Num}(5)))) \Rightarrow \text{Bool}(\text{True})}}$$

## Semántica estructural

$\text{Not}(\text{Not}(\text{Add}(\text{Num}(3) \text{ Num}(5)))) \rightarrow$   
 $\text{Not}(\text{Not}(\text{Num}(8))) \rightarrow$   
 $\text{Not}(\text{Bool}(\text{False})) \rightarrow$   
 $\text{Bool}(\text{True}) \rightarrow \text{Bool}(\text{True})$

## 2. Extender la batería de operaciones de **MiniLisp**

*En los tres casos, deberás usar la notación formal que vimos en clase*

- Dar la gramática libre de contexto modificada (en notación EBNF) añadiendo las nuevas construcciones del lenguaje
- Modificar las reglas de sintaxis abstracta para considerar los nuevos constructores
- Extender las reglas de semántica natural y estructural

(a) Especificar un nuevo constructor  $*$  para la multiplicación binaria de expresiones aritméticas. Por ejemplo

$> (* 20 2)$   
 $40$

- (b) Especificar un nuevo constructor `/` para la división binaria de expresiones aritméticas. Consideren que no se pueden realizar divisiones entre cero. Por ejemplo:

```
> (/ 20 2)
10
> (/ 10 0)
error: División entre cero
```

- (c) Especificar un nuevo constructor `add1` que dada una expresión, incrementa en uno su valor. Por ejemplo:

```
> (add1 10)
11
```

- (d) Especificar un nuevo constructor `sub1` que dada una expresión, decrementa en uno su valor. Por ejemplo:

```
> (sub1 10)
9
```

- (e) Especificar un nuevo constructor `sqrt` que dada una expresión, obtiene la raíz cuadrada de dicha expresión. Consideren que no se pueden calcular raíces cuadradas de números negativos. Por ejemplo:

```
> (sqrt 81)
9
> (sqrt -2)
error: Raíz negativa
```

Nueva gramática

$$\begin{aligned}
\langle Expr \rangle &::= \langle Bool \rangle \mid \langle Num \rangle \\
&\mid (+ \langle Expr \rangle \langle Expr \rangle) \\
&\mid (- \langle Expr \rangle \langle Expr \rangle) \\
&\mid (* \langle Expr \rangle \langle Expr \rangle) \\
&\mid (/ \langle Expr \rangle \langle Expr \rangle) \\
&\mid (add1 \langle Expr \rangle) \\
&\mid (sub1 \langle Expr \rangle) \\
&\mid (sqrt \langle Expr \rangle) \\
\langle Bool \rangle &::= \#t \mid \#f \\
\langle Int \rangle &::= \langle N \rangle \mid - \langle M \rangle \\
\langle D \rangle &::= 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9 \\
\langle N \rangle &::= 0 \mid \langle D \rangle \{ \langle N \rangle \} \\
\langle M \rangle &::= \langle D \rangle \{ \langle N \rangle \}
\end{aligned}$$

Nueva sintaxis abstracta

Añadimos lo siguiente a nuestra sintaxis abstracta

$$\begin{array}{c}
\frac{i:ASA \quad d:ASA}{Mult(i, d):ASA} \\
\\
\frac{i:ASA \quad d:ASA}{Div(i, d):ASA} \\
\\
\frac{c:ASA}{Add1(c):ASA} \\
\\
\frac{c:ASA}{Sub1(c):ASA}
\end{array}$$

$$\frac{c:ASA}{\text{Sqrt}(c):ASA}$$

Nueva semántica natural

Añadimos lo siguiente a nuestra semántica natural

$$\frac{i \Rightarrow \text{Num}(i') \quad d \Rightarrow \text{Num}(d')}{\text{Mult}(i, d) \Rightarrow \text{Num}(i' * d')}$$

$$\frac{i \Rightarrow \text{Num}(i') \quad d \Rightarrow \text{Num}(0)}{\text{Div}(i, d) \Rightarrow \text{error: División entre 0}}$$

$$\frac{i \Rightarrow \text{Num}(i') \quad d \Rightarrow \text{Num}(d')}{\text{Div}(i, d) \Rightarrow \text{Num}(i' / d')}$$

$$\frac{c \Rightarrow \text{Num}(c')}{\text{Add1}(c) \Rightarrow \text{Num}(c' + 1)}$$

$$\frac{c \Rightarrow \text{Num}(c')}{\text{Sub1}(c) \Rightarrow \text{Num}(c' - 1)}$$

$$\frac{c' < 0}{\text{Sqrt}(c) \Rightarrow \text{error: Raíz negativa}}$$

$$\frac{c \Rightarrow \text{Num}(c')}{\text{Sqrt}(c) \Rightarrow \text{Num}(\sqrt{c'})}$$

Nueva semántica estructural

Añadimos lo siguiente a nuestra semántica estructural

$$\frac{i \rightarrow i'}{\text{Mult}(i, d) \rightarrow \text{Mult}(i', d)}$$

$$\frac{d \rightarrow d'}{\text{Mult}(\text{Num}(i), d) \rightarrow \text{Mult}(\text{Num}(i), d')}$$

$$\frac{-}{\text{Mult}(\text{Num}(i), \text{Num}(d)) \rightarrow \text{Num}(i * d)}$$

$$\frac{i \rightarrow i'}{\text{Div}(i, d) \rightarrow \text{Div}(i', d)}$$

$$\frac{d \rightarrow d'}{\text{Div}(\text{Num}(i), d) \rightarrow \text{Div}(\text{Num}(i), d')}$$

$$\frac{-}{\text{Div}(\text{Num}(i), \text{Num}(0)) \rightarrow \text{error: División entre 0}}$$

$$\frac{-}{\text{Div}(\text{Num}(i), \text{Num}(d)) \rightarrow \text{Num}(i / d)}$$

$$\frac{c \rightarrow c'}{\text{Add1}(c) \rightarrow \text{Add1}(c')}$$

$$\frac{-}{\text{Add1}(\text{Num}(c)) \rightarrow \text{Num}(c + 1)}$$

$$\frac{c \rightarrow c'}{\text{Sub1}(c) \rightarrow \text{Sub1}(c')}$$

$$\frac{-}{\text{Sub1}(\text{Num}(c)) \rightarrow \text{Num}(c - 1)}$$

$$\frac{c \rightarrow c'}{\text{Sqrt}(c) \rightarrow \text{Sqrt}(c')}$$

$$\frac{c < 0}{\text{Sqrt}(\text{Num}(c)) \rightarrow \text{error: Raíz negativa}}$$

$$\frac{-}{\text{Sqrt}(\text{Num}(c)) \rightarrow \text{Num}(\sqrt{c})}$$