

## Práctica 8: Semántica denotacional

1. Dar la semántica denotacional de los siguientes términos.
  - (a)  $\lambda x : \text{nat}.0$
  - (b)  $\text{fix } x : \text{nat}.x$
  - (c)  $\lambda x : \text{nat}.\lambda y : \text{nat}.y)x + 1$
  - (d)  $(\lambda x : \text{nat}.0)(\text{fix } x : \text{nat}.x)$
  - (e) **Fact**
  - (f) **Fact 2**
2. Si  $\llbracket t \rrbracket_\theta = 0$ ,  $\llbracket r \rrbracket_\theta = 0$  y  $\llbracket s \rrbracket_\theta = \perp_{\mathbb{N}}$ , ¿quién es  $\llbracket \text{ifz } t \text{ then } r \text{ else } s \rrbracket_\theta$ ?
3. Dar la semántica operacional a grandes pasos, a pequeños pasos y la denotacional a los siguientes términos:
  - (a)  $\lambda x : \text{nat}.x$
  - (b)  $\lambda x : \text{nat} \Rightarrow \text{nat}.x$
  - (c)  $\lambda x : \text{nat} \Rightarrow \text{nat}.\lambda y : \text{nat}.xy$
  - (d)  $\text{let } x : \text{nat} \Rightarrow \text{nat} = \lambda x : \text{nat}.x + 1 \text{ in } x^3$
  - (e)  $(\lambda x : \text{nat}.\text{fix } x : \text{nat}.x + 1)((\lambda x : \text{nat}.x)^2)$
  - (f)  $\text{fix } f : \text{nat} \Rightarrow \text{nat}.\lambda n : \text{nat}.\lambda m : \text{nat}.\text{ifz } m \text{ then } 1 \text{ else } n \times f n(m - 1)$
4. Modificar la semántica denotacional incluyendo el elemento **error** en todo conjunto, con el fin de detectar la división por 0.
5. Extender la semántica denotacional con error, para PCF con pares.
6. Demostrar el teorema de soundness.