

# Paradigmas de Programación

## TRABAJO PRÁCTICO N° 10

### Programación Funcional

#### 1. Calculo Lambda

**Ejercicio 1.1.** ¿Cuáles de las siguientes expresiones son  $\lambda$ -expresiones correctas según la gramática vista en clase? ¿Cuáles no lo son? Justificar cada respuesta.

- |                             |                               |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A. $\lambda x.x$            | D. $\lambda xx$               | G. $\lambda x.y$              |
| B. $\lambda x.xy$           | E. $\lambda x.xy$             | H. $\lambda x.\lambda y.xy$   |
| C. $\lambda x.\lambda y.xy$ | F. $\lambda x.xy\lambda x.xy$ | I. $\lambda x.xy\lambda x.xy$ |

**Ejercicio 1.2.** Indicar, para cada variable, cuáles de sus ocurrencias son libres y cuales acotadas, en las siguientes expresiones. Indicar a que abstracción- $\lambda$  está ligada cada ocurrencia no libre.

- A.  $\lambda y.y\lambda x.x z$
- B.  $\lambda y.x\lambda x.x z$
- C.  $\lambda y.y\lambda y.y yx$

**Ejercicio 1.3.** Para cada inciso haga explícito los paréntesis de las siguientes  $\lambda$ -expresiones:

- A.  $\lambda x.xz \lambda y.xy$
- B.  $\lambda x.xz) \lambda y.w \lambda w.wyzx$
- C.  $\lambda x.xy \lambda x.yx$

**Ejercicio 1.4.** ¿Cuáles de los siguientes pares de  $\lambda$ -términos  $\beta$ -equivalentes? Justificar cada respuesta.

- A.  $\lambda f.\lambda x.xx\lambda x.f xx, \lambda x.x \lambda f. \lambda xy.xy \lambda x.xx \lambda z.z \lambda x.f \lambda xy.xy xx$
- B.  $\lambda f.\lambda x.xx \lambda x.f xx, \lambda f.\lambda xy.xx \lambda x.f xx \lambda x.xf xx$
- C.  $\lambda f.\lambda x.xx \lambda x.f xx, \lambda f.\lambda yx.xx \lambda x.f xx \lambda x.xf xx$
- D.  $\lambda f.\lambda x.xx\lambda x.f xx, \lambda f.\lambda yx.xx \lambda x.f xx \lambda y.f yy$

**Ejercicio 1.5.** Utilizando  $\beta$ -reducción simplifique las siguientes expresiones a una forma final (normal), si existe una. Si no existe, explique por qué.

- $((\lambda x.(x y))(\lambda z.z))$
- $((\lambda x.((\lambda y.(x y))x))(\lambda z.w))$
- $(\lambda h.\lambda z.h (h z)) (\lambda x.x + 1)$

- $(\lambda x. x \times x \times x) ((\lambda y. y + 1) 2)$
- $(((((\lambda f. (\lambda g. (\lambda x. ((fx)(g x)))))(\lambda m. (\lambda n. (n m)))))(\lambda n. z))p)$
- $((\lambda x. (x x))(\lambda x. (x x)))$
- $((\lambda f. ((\lambda g. ((f f)g))(\lambda h. (k h)))))(\lambda x. (\lambda y. y))$
- $(\lambda g. ((\lambda f. ((\lambda x. (f (x x)))(\lambda x. (f (x x))))) g))$

**Ejercicio 1.6.** Para los siguientes términos marcar la opción correcta:

- $\lambda f. (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda g. \lambda y. y) (\lambda h. h)$ 
  - $(\lambda f. (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda g. \lambda y. y)$
  - $\lambda h. h$
  - $(\lambda x. (\lambda g. \lambda y. y) (\lambda y. x x y)) (\lambda x. (\lambda g. \lambda y. y) (\lambda y. x x y))$
  - $\lambda x. (\lambda g. \lambda y. y) (\lambda y. x x y)$
  - NINGUNO
- $(\lambda f. (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda g. g) (\lambda h. h)$ 
  - $(\lambda f. (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda x. f (\lambda y. x x y)) (\lambda g. g)$
  - $\lambda h. h$
  - $(\lambda x. (\lambda g. g) (\lambda y. x x y)) (\lambda x. (\lambda g. g) (\lambda y. x x y))$
  - $\lambda x. (\lambda g. g) (\lambda y. x x y)$
  - NINGUNO

## 2. Teoría

**Ejercicio 2.1.** Los lenguajes funcionales permiten programar cualquier función computable?

**Ejercicio 2.2.** Que son las reglas de reducción? Porque son utilizadas?

**Ejercicio 2.3.** Los lenguajes funcionales permiten programar cualquier función computable?

**Ejercicio 2.4.** ¿Qué significa la forma normal de una función lambda?

**Ejercicio 2.5.** Los lenguajes funcionales permiten programar cualquier función computable?

**Ejercicio 2.6.** Toda función se puede expresar como un calculo lambda? Justifique su respuesta