

01. Desenvolver uma expressão lambda que calcule a área total de um cilindro de altura h e de raio r por meio da fórmula $2 * \pi * (h + r) * r$.

```
(\h. (\r. 2 * \pi * (h + r) * r))
```

02. Qual o resultado da execução da expressão lambda $(\lambda y. y * y) ((\lambda z. z + 5) 4)$

```
(\y. y * y) ((\z. z + 5) 4)
= (\y. y * y) ((\z. z + 5) 4) // [4/z] trocar z por 4
= (\y. y * y) (4 + 5)
= (\y. y * y) 9 // [9/y] trocar y por 9
= (9 * 9)
= 81
```

03. Qual o resultado da execução da expressão lambda $((\lambda x. \lambda y. (xy)) (\lambda a. a) w)$

```
((\x. \y. (xy)) (\a. a) w)
= ((\x. \y. (xy)) (\a. a) w) // [\a.a/x] trocar x por \a.a
= ((\y. ((\a. a) y)) w) // [w/y] trocar y por w
= (\a. a) w // [w/a] trocar a por w
= w
```

04. Implemente uma função recursiva, conforme as definições recursivas de Bird, que verifique se um número natural é par através da seguinte definição recursiva, que retorna 1 quando o argumento é par e 0 quando ele é ímpar.

$$\text{par}(x) = \begin{cases} \text{se } x = 0, \text{ então } 1 \\ \text{se } x = 1, \text{ então } 0 \\ \text{se } x > 1, \text{ então } \text{par}(x - 2) \end{cases}$$

```
par(x) = \x. (x = 0 → 1, (x = 1 → 0, par(x - 2)))
```

05. Apresente a função recursiva parcial de Kleene que realize a potenciação de uma base por um expoente, ambos naturais, utilizando as funções básicas apresentadas a seguir. Apresente também a execução da função $\text{pot}(2, 3)$.

```
mul(x, y) = \x. \y. x * y // função multiplicação
proj33 = \x, y, z. z // função projeção do 3º componente
```

```
pot(x, 0) = 1
pot(x, y + 1) = mul(x, proj33(x, y + 1, pot(x, y)))
```

```
pot(2, 3)
= mul(2, proj33(2, 3, pot(2, 2)))
= mul(2, proj33(2, 3, mul(2, proj33(2, 2, pot(2, 1))))
= mul(2, proj33(2, 3, mul(2, proj33(2, 2, mul(2, proj33(2, 1, pot(2, 0)))))
= mul(2, proj33(2, 3, mul(2, proj33(2, 2, mul(2, proj33(2, 1, 1)))))
= mul(2, proj33(2, 3, mul(2, proj33(2, 2, mul(2, 1))))
= mul(2, proj33(2, 3, mul(2, proj33(2, 2, 2)))
= mul(2, proj33(2, 3, mul(2, 2)))
= mul(2, proj33(2, 3, 4))
= mul(2, 4)
= 8
```