

Universidade Federal de Minas Gerais  
Ciência da Computação

Linguagens de Programação - Haniel Moreira Barbosa

## Lista de Exercícios 3

Data de Entrega: 02/09/2020

Elaborada por Cleiton Silva

1. Explique a diferença entre escopo estático e escopo dinâmico e dê dois exemplos de expressões em SML que seriam avaliadas de forma diferente caso SML implementasse escopo dinâmico em vez de estático.
2. Escreva uma função *calcula* que possibilite calcular funções similares as que estão descritas abaixo, utilizando escopo estático. Caso não seja possível, crie uma exceção chamada *NonClosed* para que o usuário saiba que existem incompatibilidades em sua função. Sua função deve suportar as operações do tipo adição, subtração, multiplicação, divisão e módulo.
  - (a) `let val z = 200 in z / 10 end`
  - (b) `let val x = 10 in (let val x = 50 in x + x end) % 3 end`
  - (c) `let val y = 2 in (let val z = 15 in z * y end) - 10 end`
  - (d) `let val a = 20 in (let val a = 15 in 10 * a end) + a end`
  - (e) `let val b = 50 in (let val x = 20 in a * b + 20 end) + x end`
3. Realize a mesma operação da questão anterior, só que desta vez utilizando escopo dinâmico.
4. Quais elementos compõem uma *Closure* e por que eles são necessários? Dê dois exemplos de declarações de funções, utilizando variáveis livres em sua definição cujos valores são conhecidos no ambiente envolvendo a função declarada, e dos respectivos *closures*.
5. Para que o programa implementado na Questão 2 não continue retornando uma exceção ao tentar calcular uma expressão contendo variáveis livres, construa uma expressão fechada que possibilite o cálculo dessa operação. Para isso construa uma função com o nome *calculaFechada* que tenha como entrada uma expressão e como saída uma expressão fechada. Por exemplo aceite o valor de entrada como a estrutura a seguir:  
**input:** `val e1 = Expressão com variável livre "a"`  
`val a = Let("a", IConst 3, e1)`  
*calculaFechada* a;
6. Estenda o programa da questão anterior tal que ele seja capaz de gerar expressões fechadas a partir de expressões que possam conter variáveis livres de tipo funcional. Para isso estenda a linguagem de expressões com operadores de declaração e de chamada de funções, utilizando escopo estático.