

1. Quem foi o idealizador do cálculo lambda e quando ele foi proposto (aproximadamente)?  
Alonzo Church na década de 1930

2. Qual a relação entre cálculo lambda e máquina de Turing?  
Alan Turing provou em 1937 a equivalência entre uma Máquina de Turing e o Cálculo Lambda em termos de computabilidade

3. O que é o cálculo lambda? Em que ele foi útil na computação?  
É uma coleção de diversos sistemas formais, que possuem o intuito de capturar os aspectos mais básicos da maneira pela qual operadores ou funções podem ser combinados para formar outros operadores.

Sendo importante para a computação, sendo um modelo matemático para compreender funções computáveis; Inspirou a criação de outras linguagens, como Lisp e Haskell; Grande expressividade, pois qualquer função computável pode ser expressa no cálculo lambda, entre outros motivos.

4. O que são variáveis livres (independentes)? E variáveis vinculadas (dependentes)? Cite exemplos de variáveis livres e vinculadas em uma expressão lambda.

As variáveis livre de um termo são aquelas variáveis que não são ligadas por um abstração lambda (vinculadas), Ex:

Na expressão :  $\lambda y.xy$   
y é ligado e x é uma variável livre

5. O que significa currying em cálculo lambda? Exemplifique.

Currying, pode ser generalizado para funções que aceitam um número arbitrário de argumentos. Ex:

Tendo a função:

$$(x, y) \rightarrow x^2 + y^2$$

Na sua forma de currying, temos:

$$x \rightarrow (y \rightarrow x^2 + y^2)$$

Assim, usamos a função original da seguinte maneira:

$$((x, y) \rightarrow x^2 + y^2)(5, 2) = 25 + 4 = 29$$

Ja em currying:

$$((x \rightarrow (y \rightarrow x^2 + y^2))(5))(2) = (y \rightarrow 5^2 + y^2)(2) = 25 + 4 = 29$$

6. O que significa uma expressão ser um "combinador", em cálculo lambda? Cite um exemplo de expressão que é um combinador.

Combinadores são funções que não têm variáveis livres.

Ex: Função identidade:  $(\lambda x. x)$

Simplesmente retorna o argumento passado

7. O que é aplicação e o que é abstração numa expressão lambda? Exemplifique.

Abstração é o processo de definir uma função lambda, levando em consideração suas notações.

Aplicação é o processo de fornecer um argumento para obter um resultado.

8. O que significa dizer que duas expressões lambda são  $\alpha$ -equivalentes? Exemplifique.

Duas funções lambda são  $\alpha$ -equivalentes se uma pode ser transformada na outra apenas renomeando suas variáveis.

Ex:  $(\lambda x . x^2)$  e  $(\lambda z . z^2)$  são  $\alpha$ -equivalentes porque ambas realizam o mesmo cálculo.

9. O que é a operação de  $\alpha$ -conversão ( $\alpha$ -renomeação)? Exemplifique.

$\alpha$ -conversão é um processo no cálculo lambda que permite alterar os nomes das variáveis ligadas dentro de uma expressão lambda, sem mudar sua funcionalidade

Ex: Tendo a função:

$(\lambda x \lambda y . (x/y))$

Após a conversão

$(\lambda a \lambda b . (a/b))$

Neste caso, as variáveis  $x$  e  $y$  foram renomeadas para  $a$  e  $b$ .

10. O que é Redução-Beta ( $\beta$ -Redução)?

Na  $\beta$ -Redução uma expressão lambda é simplificada ao substituir uma variável por um argumento dado.

Ex: Tendo a função:

$(\lambda x . x+3)$

E queremos aplicar ao número 5,  $\beta$ -Redução seria:

$((\lambda x . x+3)(5) \rightarrow 5 + 3 \rightarrow 8)$

11. O que significa dizer que uma expressão lambda está em sua "forma normal"?

Exemplifique com uma expressão lambda em sua forma normal.

Significa que a expressão não pode ser mais simplificada através de um  $\beta$ -Redução.

Ex:

$(\lambda x . x^2 + 2x + 1)$

Não é possível simplificar mais.

12. Pesquise sobre o Combinador Y. O que é e o que ele faz? Descreva um pouco seu funcionamento.

O combinador Y é uma função de ordem superior que, quando aplicada a outra função recursiva, retorna um ponto fixo dessa função, ou seja, um valor que não muda quando a função é aplicada a ele.