

Introdução

MCTA016-13 - Paradigmas de Programação

Emilio Francesquini, Mario Leston Rey
{e.francesquini, mario.leston}@ufabc.edu.br

2023.Q2

Centro de Matemática, Computação e Cognição
Universidade Federal do ABC



- Estes slides foram preparados para o curso de **Paradigmas de Programação na UFABC**.
- Este material pode ser usado livremente desde que sejam mantidos, além deste aviso, os créditos aos autores e instituições.
- Conteúdo baseado no texto preparado, e gentilmente cedido, pelo Professor Fabrício Olivetti de França da UFABC.



Paradigmas de Programação

Paradigmas de Programação →
Haskell 😊

- Surgiu em 1990 com o objetivo de ser a primeira linguagem puramente funcional.
- Por muito tempo considerada uma linguagem acadêmica.
- Atualmente é utilizada em diversas empresas (totalmente ou em parte de projetos).

Por ter sido criada por um comitê de estudiosos de linguagem de programação funcional e com a mentalidade de mantê-la útil para o ensino e pesquisa de linguagem de programação, assim como uso em empresas, a linguagem adquiriu diversas características distintas e interessantes não observadas em outras linguagens.

- **Códigos concisos e declarativos:** o programador *declara* o que ele quer ao invés de escrever um passo-a-passo. Programas em Haskell chegam a ser dezenas de vezes menores que em outras linguagens.

```
1 take 100 [x | x <- N, primo x]
```

- **Sistema de tipagem forte:** ao contrário de linguagens como *Java* e *C*, as declarações de tipo no Haskell são simplificadas (e muitas vezes podem ser ignoradas), porém, seu sistema rigoroso permite que muitos erros comuns sejam detectados em tempo de **compilação**.

```
1 int x = 10;  
2 double y = 5.1;  
3 System.out.println("Resultado: " + (x*y));
```

OK!

- **Sistema de tipagem forte:** ao contrário de linguagens como *Java* e *C*, as declarações de tipo no Haskell são simplificadas (e muitas vezes podem ser ignoradas), porém, seu sistema rigoroso permite que muitos erros comuns sejam detectados em tempo de **compilação**.

```
1 x = 10   :: Int
2 y = 5.1  :: Double
3 print ("Resultado: " + (x*y) )
```

ERRO!

- **Compreensão de listas:** listas são frequentemente utilizadas para a solução de diversos problemas. O Haskell utiliza listas como um de seus conceitos básicos permitindo uma notação muito parecida com a notação de conjuntos na matemática.

$$xs = \{x \mid x \in \mathbb{N}, x \text{ ímpar}\}$$

1 `xs = [x | x <- N, ímpar x]`

- **Imutabilidade:** não existe um conceito de variável, apenas nomes e declarações. Uma vez que um nome é declarado com um valor, ele não pode sofrer alterações.

```
1 x = 1.0
2 x = 2.0
```

ERRO!

- **Funções Recursivas:** com a imutabilidade, o conceito de laços de repetição também não existe em linguagens funcionais. Eles são implementados através de funções recursivas.

```
1 int x = 1;
2 for (int i = 1; i <= 10; i++) {
3     x = x * 2;
4 }
5 printf("%d\n", x);
```

- **Funções Recursivas:** com a imutabilidade, o conceito de laços de repetição também não existe em linguagens funcionais. (**Por que?**) Eles são implementados através de funções recursivas.

```
1 f 0 = 1
2 f n = 2 * f (n - 1) -- Note que f(x) é o mesmo que f x
3 print (f 10)
```

- **Funções de alta ordem:** funções podem receber funções como parâmetros. Isso permite definir funções genéricas, compor duas ou mais funções e definir linguagens de domínio específicos (ex.: *parsing*).

```
1 print (aplique dobro [1,2,3,4])
2 > [2,4,6,8]
```

- **Tipos polimórficos:** permite definir funções genéricas que funcionam para classes de tipos. Por exemplo, o operador de soma `+` pode ser utilizado para qualquer tipo numérico.

```
1 1 + 2          -- 3
2 1.0 + 3.0      -- 4.0
3 (2%3) + (3%6) -- (7%6)
```

- **Avaliação preguiçosa:** ao aplicar uma função, o resultado será computado apenas quando requisitado. Isso permite evitar computações desnecessárias, estimula uma programação modular e permite estruturas de dados infinitos.

```
1 listaInf = [1..] -- 1, 2, 3, ...
2 print (take 10 listaInf)
```

- **Raciocínio equacional:** podemos usar expressões algébricas para otimizar nosso programa ou provar sua corretude.

muito cedo para dar um exemplo...

Ambiente de Programação

- **GHCi Haskell Compiler (GHC)**: compilador de código aberto para a linguagem Haskell.
 - ▶ Padrão de fato
 - ▶ Outros compiladores existem mas são incompletos ou têm uma equipe limitada de manutenção
- Possui um modo interativo **ghci** (similar ao **iPython**).
 - ▶ REPL - Read, Evaluate, Print, Loop

Uso recomendado de:

- **Git** - controle de revisão
- **Stack** - gerenciamento de projeto e dependências
- **Haddock** - documentação

GHCup

- Instalador unificado para as ferramentas mais importantes do ambiente Haskell:
 - ▶ Cabal, Stack, HLS e GHC
- <https://www.haskell.org/ghcup/>
- Funciona em praticamente todos os SOs para o qual Haskell tem suporte (incluindo Windows no WSL2)


■ Haskell Stack

- ▶ **ATENÇÃO!!!!** NÃO UTILIZE O APT-GET PARA INSTALAR O GHC OU O STACK!
- ▶ Para instalar o Stack no Linux :

```
1 curl -sSL https://get.haskellstack.org/ | sh
```

ou

```
1 wget -qO- https://get.haskellstack.org/ | sh
```

- ▶ Para instalar no Windows  (você quer mesmo fazer isso? ) faça o download do instalador no site <https://docs.haskellstack.org/>

Haskell Platform

- <https://www.haskell.org/downloads>
- Vários sabores de SOs disponíveis
- Utilize apenas como último recurso
- Suporte para Windows nativo com Chocolatey

```
1 > stack new primeiroProjeto simple
2 > cd primeiroProjeto
3 > stack setup
4 > stack build
5 > stack exec primeiroProjeto
```

- Diversos editores de texto tem suporte à edição, compilação e execução de código Haskell. Entre eles estão Emacs, Vim, Atom, Sublime e VSCode. Todos baseados no HLS, um backend para IDEs de Haskell.
- Fique a vontade para escolher o editor da sua preferência. Em seguida descrevemos as instruções para utilizar o HLS VSCode.

Acesse <https://code.visualstudio.com/> e baixe a versão compatível com o seu SO.

Após o download, nas máquinas com Ubuntu do laboratório:

```
1 sudo dpkg -i nome_do_arquivo.deb
```

Em seguida, abra um projeto em Haskell e quando o editor sugerir, instale a extensão do HLS: "Haskell".

- <https://github.com/haskell/haskell-language-server>
- Na dúvida peça para a instalação de tudo ser feita de maneira automática com o GHCup

Se você tiver instalado o GHC usando Stack, substitua `ghci` abaixo por `stack ghci`

```
1 $ ghci
2 > 2+3*4
3 14
4
5 > (2+3)*4
6 20
7
8 > sqrt (3^2 + 4^2)
9 5.0
```

A função de exponenciação (^) tem prioridade maior do que multiplicação e divisão (*, /) que por sua vez tem prioridade maior que a soma e subtração (+, -).

```
1 $ ghci
2 > 2+3*4^5 == 2 + (3 * (4^5))
```

Para saber a prioridade de um operador basta digitar:

```
1 > :i (+)
2 class Num a where
3   (+) :: a -> a -> a
4   ...
5   -- Defined in 'GHC.Num'
6 infixl 6 +
```

A informação indica que `+` é um operador que pode ser utilizado para qualquer tipo numérico, tem precedência nível 6 (quanto maior o número maior sua prioridade) e é associativo a esquerda. Ou seja: `1 + 2 + 3` vai ser computado na ordem `(1 + 2) + 3`.

- Na matemática a aplicação de funções em seus argumentos é definida pelo nome da função e os parâmetros entre parênteses.
- A expressão $f(a, b) + c * d$ representa a aplicação de f nos parâmetros a e b e, em seguida, a soma do resultado com o resultado do produto entre c e d .
- Em Haskell, a aplicação de função é definida como o nome da função seguido dos parâmetros separados por espaço com a maior prioridade na aplicação da função. O exemplo anterior ficaria:

1 `f a b + c * d`

A tabela abaixo contém alguns contrastes entre a notação matemática e o Haskell:

| Matemática | Haskell |
|--------------|------------------------|
| $f(x)$ | <code>f x</code> |
| $f(x, y)$ | <code>f x y</code> |
| $f(g(x))$ | <code>f (g x)</code> |
| $f(x, g(y))$ | <code>f x (g y)</code> |
| $f(x)g(y)$ | <code>f x * g y</code> |

Criem um arquivo *teste.hs*, abram no editor e no mesmo diretório iniciem o GHCi.
No arquivo digitem:

```
1 dobra x = x + x
2
3 quadruplica x = dobra (dobra x)
```

No GHCi:

```
1 > :l teste.hs
2 > quadruplica 10
3 40
```

O comando `:l` carrega as definições contidas em um arquivo fonte.

Acrescentem a seguinte linha no arquivo fonte:

```
1 factorial n = product [1..n]
```

e no GHCi:

```
1 > :reload
2 > factorial 5
3 120
```

O comando `:t` mostra o tipo da função enquanto o comando `:q` sai do ghci.

```
1 > :t dobra
2 dobra :: Num a => a -> a
3
4 > :q
5 $
```

- `:h` - Imprime a ajuda
- `:{` seguido de comandos e finalizado por `}` permite comandos com múltiplas linhas
 - ▶ Também é possível separar as linhas com `;`

```
1 > :{
2 | fatorial 0 = 1
3 | fatorial n = n * fatorial (n - 1)
4 | :}
5 > fatorial 5
6 120
7 > fatorial2 0 = 1 ; fatorial2 n = n * fatorial2 (n - 1)
8 > fatorial2 7
9 5040
```

Convenções

- Os nomes das funções e seus argumentos devem começar com uma letra minúscula e seguida por 0 ou mais letras, maiúsculas ou minúsculas, dígitos, *underscore*, e aspas simples:

`funcao, ordenaLista, soma1, x'`

- Os únicos nomes que não podem ser utilizados são:

`case, class, data, default, deriving do, else,
foreign, if, import, in, infix, infixl, infixr,
instance, let module, newtype, of, then, type,
where`

- As listas são nomeadas acrescentando o caractere 's' ao nome do que ela representa.
- Uma lista de números `n` é nomeada `ns`, uma lista de variáveis `x` se torna `xs`. Uma lista de listas de caracteres tem o nome `css`.

- O layout dos códigos em Haskell é similar ao do Python, em que os blocos lógicos são definidos pela indentação.

```
1 f x = a*x + b
2   where
3     a = 1
4     b = 3
5 z = f 2 + 3
```

- A palavra-chave **where** faz parte da definição de **f**, da mesma forma, as definições de **a** e **b** fazem parte da cláusula **where**. A definição de **z** não faz parte de **f**.

- A definição de tabulação varia de editor para editor.
- Ainda que seja o mesmo editor, a tabulação varia de usuário para usuário.
- Como o espaço é importante no Haskell, usem espaços em vez de tab.
- Use Emacs. 😊



<https://www.youtube.com/watch?v=Sso0G6ZeyUI>

Comentários em uma linha são demarcados pela sequência `--`, comentários em múltiplas linhas são demarcados por `{-` e `-}`:

```
1  -- função que dobra o valor de x
2  dobra x = x + x
3
4  {-
5  dobra recebe uma variável numérica
6  e retorna seu valor em dobro.
7  -}
```

Primeiro Projeto

- Para criar projetos, utilizaremos a ferramenta **stack**. Essa ferramenta cria um ambiente isolado

```
1 $ stack new primeiro-projeto simple
2 $ cd primeiro-projeto
3 $ stack setup
4 $ stack build
5 $ stack exec primeiro-projeto
```

Os dois últimos comandos são referentes a compilação do projeto e execução.

O stack cria a seguinte estrutura de diretório:

- **LICENSE:** informação sobre a licença de uso do software.
- **README.md:** informações sobre o projeto em formato Markdown.
- **Setup.hs:** retrocompatibilidade com o sistema cabal.
- **primeiro-projeto.cabal:** informações das dependências do projeto.
Atualizado automaticamente pelo stack.

- **stack.yaml:** parâmetros do projeto
- **package.yaml:** configurações de compilação e dependências de bibliotecas externas.
- **src/Main.hs:** arquivo principal do projeto.

```
1 module Main where    -- indica que é o módulo principal
2
3 main :: IO ()
4 main = do             -- início da função principal
5     putStrLn "hello world"  -- imprime hello world
```

- Modifique o código `Main.hs` do `primeiro-projeto` criando uma função `triplo` que multiplica um valor `x` por 3.

Modifique a função `main` da seguinte forma para testar:

```
1 main :: IO ()
2 main = do
3   print (triplo 2)
```

```
1 module Main where
2
3 triplo x = x * 3
4
5 main :: IO ()
6 main = do
7     print (triplo 2)
```

- Crie um programa que utilizando 3 valores (provas, atividades, projeto) calcule a média da disciplina. Veja os critérios no site: <https://haskell.pesquisa.ufabc.edu.br/cursos/11-paradigmas-2023/>