

# Linguagens e Ambientes de Programação (Aula Teórica 3)

**LEI - Licenciatura em Engenharia Informática**

**João Costa Seco ([joao.seco@fct.unl.pt](mailto:joao.seco@fct.unl.pt))**



NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

# Agenda para hoje

---

- Declaração de nomes, outra vez.
- Declaração de funções, com e sem parâmetros.
- Avaliação de expressões por substituição.
- Funções como valores (primeira vez).
- Avaliação parcial de funções

# Declarações

# Declaração de variáveis (matemáticas)

- Declarações top-level

```
▷ ▾ let x = 42
[12] ✓ 0.0s
... val x : int = 42
```

- Declarações locais

```
▷ ▾ let x = 42 in (string_of_int x)^": the ultimate question of life, the universe, and everything"
[13] ✓ 0.0s
... - : string =
    "42: the ultimate question of life, the universe, and everything"
```

```
▷ ▾ let x = 1 in (let x = 2 in x + 1) + x
[14] ✓ 0.0s
... - : int = 4
```

```
▷ ▾ let x = 1 in let y = 2 in x + y
[15] ✓ 0.0s
... - : int = 3
```

# Declaração de variáveis (âmbito)

- A declaração de um nome ( $x$ ) é limitada ao corpo da declaração ( $e2$ )
- O nome ( $x$ ) não é visível na expressão que define o valor ( $e1$ )

$\text{let } x = e1 \text{ in } e2$

$\text{let } y = \text{let } y = 1 \text{ in } y + 1 \text{ in let } y = y + 2 \text{ in } y + 2$

- As declarações obedecem ao princípio da irrelevância dos nomes onde os nomes escolhidos não devem ser importantes para a avaliação de uma expressão.

# Declaração de variáveis (âmbito)

- A declaração de um nome ( $x$ ) é limitada ao corpo da declaração ( $e2$ )
- O nome ( $x$ ) não é visível na expressão que define o valor ( $e1$ )

$\text{let } x = e1 \text{ in } e2$

$\text{let } y = \boxed{\text{let } y = 1 \text{ in } y + 1} \text{ in } \boxed{\text{let } y = y + 2 \text{ in } \boxed{y + 2}}$

- As declarações obedecem ao princípio da irrelevância dos nomes onde os nomes escolhidos não devem ser importantes para a avaliação de uma expressão.

# Âmbito das declarações locais

```
let x =  
  let y = 1 in  
  let z = 2 in  
    y + z  
in
```

```
let w = 3+x in  
  w + x
```

x

# Âmbito das declarações locais

```
let x =  
  let y = 1 in  
    let z = 2 in  
      y + z  
in  
let w = 3+x in  
  w + x
```

Y



# Âmbito das declarações locais

```
let x =  
  let y = 1 in  
  let z = 2 in  
    y + z  
in  
let w = 3+x in  
  w + x
```

y + z z

# Âmbito das declarações locais

```
let x =  
  let y = 1 in  
  let z = 2 in  
    y + z  
in  
let w = 3+x in
```

w + x

w

# Avaliação das declarações por substituição

let  $x =$

```
let  $y = 1$  in  
let  $z = 2$  in  
 $y + z$ 
```

in

let  $w = 3+x$  in

$w + x$

# Avaliação das declarações por substituição

```
let x =  
  let y = 1 in  
  let z = 2 in  
    y + z  
in  
let w = 3+x in  
  w + x
```

# Avaliação das declarações por substituição

let  $x =$

let  $z = 2$  in  
 $1 + z$

in

let  $w = 3 + x$  in

$w + x$

# Avaliação das declarações por substituição

---

let  $x =$

let  $z = 2$  in  
 $1 + z$

in

let  $w = 3 + x$  in  
 $w + x$

# Avaliação das declarações por substituição

---

let  $x =$

$1 + 2$

in

let  $w = 3 + x$  in

$w + x$

# Avaliação das declarações por substituição

---

let  $x$  

3

in

let  $w = 3 + x$  in

$w + x$



# Avaliação das declarações por substituição

---

```
let w = 3+3 in  
  w + 3
```

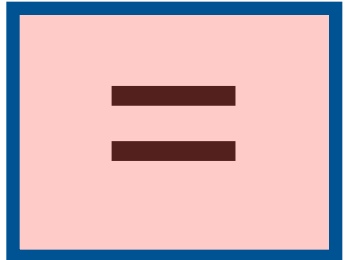
# Avaliação das declarações por substituição

---

let  $w = 3+3$  in  
 $w + 3$

# Avaliação das declarações por substituição

---

let  $w$   6 in  
 $w + 3$

# Avaliação das declarações por substituição

---

6 + 3

# Avaliação das declarações por substituição

---

9

# Funções

# Declaração e chamada (aplicação) de funções

- A declaração de um nome (**f**) é limitada ao corpo da declaração (**e2**)
- O nome (**f**) não é visível na expressão que define o valor (**e1**)
- Os parâmetros são listados na declaração.

**let f x = e1 in e2**

**let f x = x + 1 in f (1 + 1)**

# Declaração e chamada (aplicação) de funções

---

- A declaração de um nome (**f**) é limitada ao corpo da declaração (**e2**)
- O nome (**f**) não é visível na expressão que define o valor (**e1**)
- Os parâmetros são listados na declaração.
- As funções “sem parâmetros” têm um parâmetro de tipo **unit**.

`let x = 1 in let f () = 1 + x in f ()`



# Declaração e chamada (aplicação) de funções

- A declaração de um nome (**f**) é limitada ao corpo da declaração (**e2**)
- O nome (**f**) não é visível na expressão que define o valor (**e1**)
- Os parâmetros são listados na declaração.
- A declaração com parâmetros é uma forma sintática alternativa à utilização de valores de tipo função (o símbolo seta é composto por dois caracteres -> )

`let f = fun x → x +1 in f (1 + 1)`

# Definição e chamada (aplicação) de funções

- A aplicação de funções pode ser definida por substituição do parâmetro pelo valor do argumento.
- OCaml implementa uma estratégia de avaliação *call-by-value*, o que quer dizer que os argumentos são avaliados antes de expandir o corpo da função.

```
(fun x → x + 1) (1 + 1)
  (fun x → x + 1) 2
    2 + 1
      3
```

# Declaração recursivas (âmbito)

- A declaração de um nome (**x**) é visível no corpo da declaração (**e2**) e na expressão de definição do nome (**e1**).

**let rec x = e1 in e2**

(\* [fact x] computes the factorial of x  
Requires: [x >= 0] \*)

**let rec fact x = if x = 0 then 1 else x \* fact (x - 1)**

# Declaração recursivas (âmbito)

- A declaração de um nome (**x**) é visível no corpo da declaração (**e2**) e na expressão de definição do nome (**e1**).

**let rec x = e1 in e2**

```
(* [even x] is true if [x] is even, false otherwise  
   Requires: [x >= 0] *)  
let rec even x = if      x = 0 then true  
                  else if x = 1 then false  
                  else odd (x - 1)
```

```
(* [odd x] is true if [x] is odd, false otherwise  
   Requires: [x >= 0] *)  
and odd x = if      x = 0 then false  
              else if x = 1 then true  
              else even (x - 1)
```

# Declarações mutuamente recursivas em C

- Tem que se declarar a função sem a definir.

```
bool odd(int x);
```

```
bool even(int x) {  
    if( x == 0 ) {  
        return false;  
    } else if( x == 1 ) {  
        return false;  
    } else {  
        return odd(x-1);  
    }  
}
```

```
bool odd(int x) {  
    if( x == 0 ) {  
        return false;  
    } else if( x == 1 ) {  
        return true;  
    } else {  
        return even(x-1);  
    }  
}
```

# Declaração e chamada (aplicação) de funções

---

- A declaração de um nome (**f**) é limitada ao corpo da declaração (**e2**)
- O nome (**f**) não é visível na expressão que define o valor (**e1**)
- Os parâmetros são listados na declaração.

**let f x y = x + y in f 1 1**

# Declaração e chamada (aplicação) de funções

---

- A declaração de um nome (**f**) é limitada ao corpo da declaração (**e2**)
- O nome (**f**) não é visível na expressão que define o valor (**e1**)
- Os parâmetros são listados na declaração.

**let f = fun x y → x + y in f 1 1**

# Declaração e chamada (aplicação) de funções

---

- A declaração de um nome (**f**) é limitada ao corpo da declaração (**e2**)
- O nome (**f**) não é visível na expressão que define o valor (**e1**)
- Os parâmetros são listados na declaração.

```
let f = fun x → fun y → x + y in f 1 1
```



# Avaliação parcial de funções

- Funções com vários parâmetros são na realidade composição de várias funções.
- Os parâmetros podem ser instanciados um de cada vez resultando em funções que aceitam os restantes parâmetros até produzir um resultado final.

```
[9] let add x y = x + y
    ✓ 0.0s
... val add : int → int → int = <fun>
```

```
[10] add 2 3
    ✓ 0.0s
... - : int = 5
```

```
▷ [12] let add1 = add 1
    ✓ 0.0s
... val add1 : int → int = <fun>
```

```
▷ [13] add1 2
    ✓ 0.0s
... - : int = 3
```

# Sumário

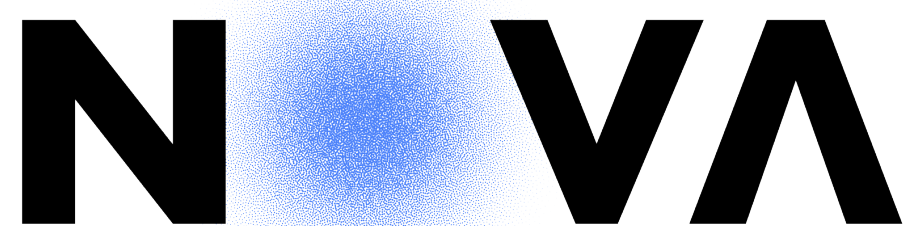
---

- Declaração de nomes, outra vez.
- Declaração de funções, com e sem parâmetros.
- Avaliação de expressões por substituição.
- Funções como valores (primeira vez).
- Avaliação parcial de funções

# Linguagens e Ambientes de Programação (Aula Teórica 4)

**LEI - Licenciatura em Engenharia Informática**

**João Costa Seco ([joao.seco@fct.unl.pt](mailto:joao.seco@fct.unl.pt))**



NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY