



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

DEPARTAMENTO DE  
INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO

# PROGRAMACIÓN DECLARATIVA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

CUARTO CURSO

PRIMER CUATRIMESTRE

**Tema 2.- Expresiones y funciones**

Primera  
parte:  
Scheme

Tema 1.- Introducción al Lenguaje Scheme

Tema 2.- **Expresiones y Funciones**

Tema 3.- Predicados y sentencias condicionales

Tema 4.- Iteración y Recursión

Tema 5.- Tipos de Datos Compuestos

Tema 6.- Abstracción de Datos

Tema 7.- Lectura y Escritura

Segunda  
parte: Prolog

Tema 8.- Introducción al Lenguaje Prolog

Tema 9.- Elementos Básicos de Prolog

Tema 10.- Listas

Tema 11.- Reevaluación y el “corte”

Tema 12.- Entrada y Salida

# Primera parte: Scheme

**Tema 1.-** Introducción al Lenguaje Scheme

**Tema 2.-** Expresiones y Funciones

**Tema 3.-** Predicados y sentencias condicionales

**Tema 4.-** Iteración y Recursión

**Tema 5.-** Tipos de Datos Compuestos

**Tema 6.-** Abstracción de Datos

**Tema 7.-** Lectura y Escritura

# Índice

1. Elementos básicos de Scheme
2. Expresiones
3. Funciones o procedimientos definidos por el programador
4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”
5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

# Índice

1. Elementos básicos de Scheme
2. Expresiones
3. Funciones o procedimientos definidos por el programador
4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”
5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres
- Cadenas de caracteres
- Números
- Identificadores

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres
- Cadenas de caracteres
- Números
- Identificadores

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Letras
- Dígitos
- Caracteres alfabéticos extendidos
- Espacios en blanco
- Punto y coma
- Caracteres especiales



# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Letras

- *a, b, ..., z, A, B, ..., Z*
    - Las letras mayúsculas y minúsculas pueden ser consideradas como **iguales** por el intérprete.
    - **Excepciones**
      - ❑ Forman parte de una cadena: “Cadena”
      - ❑ Forman parte de un literal : 'Literal
      - ❑ Están precedidos de una barra inclinada: \A

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres
  - Dígitos
    - 0, 1, 2, ..., 9

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres alfabéticos extendidos

- + - . \* / < = > ! ? : \$ \_ & ~ ^

- Algunos poseen un significado especial

- Pueden formar parte de un identificador

- Fin-de-mes, estrella\*, saldo.final, etc.

- Convenios de notación

- ✓ !: se asocia a una función que modifica una variable: `editar!`

- ✓ ?: se asocia a un identificador que es un predicado: `persona?`

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Espacios en blanco

- Espacios en blanco, tabuladores, saltos de línea y saltos de página.
    - Se utilizan para
      - ❑ mejorar la legibilidad del programa
      - ❑ separar los “componentes léxicos”
    - Son significativos cuando forman parte de una cadena de caracteres:
      - ❑ “Cadena con espacios”

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Punto y coma: “;”

- Se utiliza para crear comentarios de una línea

- ; Ejemplo de comentario de una línea

- ;; Más realce: dos puntos y comas

- Si aparece en una cadena de caracteres, **pierde** su significado especial

- “Punto y coma → ; que **no** inicia un comentario”

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Punto: `.`
- Más y menos: `+ -`
- Paréntesis: `( )`
- Comilla simple: `'`
- *Backquote*: ```
- Coma: `,`
- Coma y arroba: `,@`
- Comillas dobles: `“ ”`
- Barra: `\`
- Corchetes y llaves: `[ ] { }`
- Sostenido: `#`

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Punto: .

- Forma parte de

- ✓ Identificadores: `saldo.final`

- ✓ Números: `2.5`

- ✓ Pares : `(a . b)`

- Indica el comienzo de parámetros opcionales

- (lambda (x1 x2 x3 . z))*

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- + -

- Operadores **prefijos** de adición y sustracción

- ✓ (+ 3 4)

- ✓ (- 10 7)

- Pueden formar parte de

- ✓ identificadores: **fin-de-mes**, **iva+irpf**

- ❖ **Observación**: no debe haber espacios

- ✓ números: **-32**



# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Paréntesis: ( )

- Delimitadores de

- ✓ Expresiones aritméticas: (\* 2 (+ a 1))

- ✓ Listas: (a b c d)

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Comilla simple: '

- Permite definir un literal

- ✓ *'dato*

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- *Backquote*: `

- ❑ Usado para indicar datos “casi” constantes.
- ❑ Permite construir una **lista** o **vector** en los que no se conocen todavía todos sus elementos
- ❑ Este carácter es equivalente al comando *quasiquote* y se usa junto con “coma y coma y arroba”: ``,`@`

(continúa) →

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres
  - Caracteres especiales
    - *Backquote:*

*(define c 3)*

*`(a b ,c)*

**→** *(a b 3)*

*(define c 3)*

*(quasiquote (a b ,c))*

**→** *(a b 3)*

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Coma: ,

- Coma y arroba: , @

- Se utilizan junto con *backquote* para evaluar datos “casi” constantes

- ✓ , → evalúa una expresión

- ✓ ,@ → evalúa una lista

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Coma: ,

- Coma y arroba: ,@

- `#(10 5 ,(sqrt 4) ,@(map sqrt '(16 9)) 8)

- ➔ #(10 5 2 4 3 8)

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Comillas dobles: " "

- Delimita cadenas de caracteres

- ✓ "Cadena maravillosa"

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- Barra inclinada: \

- Permite indicar constantes de tipo carácter

- ✓ \a

- También se usa como carácter de escape dentro de una cadena de caracteres

- ✓ " Mi \"gran\" amigo"



# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- *Corchetes y llaves:* [ ] { }

- Caracteres reservados para futuras ampliaciones del lenguaje.

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- *Sostenido (almohadilla) (1/3): #*

- *Constantes lógicas:*

- ✓ *#t: verdadero*

- ✓ *#f: falso*

- *Carácter constante:*

- ✓ *#\a*

- *Inicio de un vector:*

- ✓  *#(1 1 1)*

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- *Sostenido (almohadilla) (2/3): #*

- *Indica que el número es exacto: #e*

- ✓ > #e1e2

- 100

- *Indica que el número es inexacto: #i*

- ✓ > #i1e2

- 100.0

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres

- Caracteres especiales

- *Sostenido (almohadilla) (3/3) : #*

- *Número binario: #b101*

- *Número octal: #o323*

- *Número decimal: #d910*

- *Número hexadecimal: #xfff*

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres
- Cadenas de caracteres
- Números
- Identificadores

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Cadenas de caracteres

- Secuencias de caracteres delimitadas por comillas (").
- Las comillas pueden formar parte de una cadena de caracteres si van precedidas de la barra inclinada (\).

- Ejemplos

- "esto es una cadena"
- "dato 3 "
- "Querida \"Marta\": "
- "100"
- "==>"

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres
- Cadenas de caracteres
- **Números**
- Identificadores

# 1. Elementos básicos de Scheme

- **Números**
  - Enteros
  - Racionales
  - Reales
  - Complejos



# 1. Elementos básicos de Scheme

- Números

- Enteros:

- 4, -56, 209,...

- binarios: `#b101` (5 en base 10)

- octales: `#o101` (65 en base 10)

- decimales: 101 o `#d101`

- hexadecimales: `#x101` (257 en base 10)

- `#xf` ó `#xF` (15 en base 10)

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Números
  - Racionales
    - $5/3$ ,  $-9/7$ ,  $37/17$ , ...
  - Reales
    - $34.7$ ,  $-93.001$ ,  $3.0$ , ...
  - Complejos
    - $2+3i$ ,  $7.5-3.4i$ ,  $+i$ , ...

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Caracteres
- Cadenas de caracteres
- Números
- **Identificadores**

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Identificadores

- Secuencia de letras, dígitos y caracteres “alfabéticos extendidos” que no comienza por un número.
- Ejemplos:
  - *nuevo*
  - *lista->vector*
  - *X2*
  - *grande?*
  - *cambiar?*
  - *fin-de-mes*

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Identificadores

- Secuencia de letras, dígitos y caracteres “alfabéticos extendidos” que **no** comienza por un número.
- Ejemplos: identificadores válidos pero **no** recomendables

- +

- \*\*

- <=?

- ...

# 1. Elementos básicos de Scheme

- **Identificadores**

- **Se debe comprobar** si el intérprete **distingue** las letras mayúsculas y minúsculas
- Algunos intérpretes de Scheme consideran como iguales a los siguientes identificadores
  - *nuevo*
  - *NUEVO*
  - *Nuevo*
  - *NueVo*
  - *NuEvO*

# 1. Elementos básicos de Scheme

- **Identificadores**

- Los identificadores son utilizados para representar
  - Palabras claves
  - Variables
  - Funciones
  - Símbolos

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Identificadores

- Palabras claves

=>      *and*      *begin*      *case*  
*cond*    *define*    *delay*      *do*  
*else*    *if*            *lambda*      *let*  
*letrec*   *let\**       *not*          *or*  
*quasiquote*      *quote*        *set!*  
*unquote*            *unquote-splicing*



# 1. Elementos básicos de Scheme

- Identificadores

- Variables

- Uso de palabras claves como variables

- ❑ Algunos intérpretes permiten que las palabras claves sean usadas como variables

- ❑ **No** es recomendable:

- ✓ Limita la portabilidad

- ✓ Aumenta la ambigüedad

- ✓ Ejemplo: (*define* **define** 9)

# 1. Elementos básicos de Scheme

- Identificadores

- **Símbolo**

- Representar un símbolo cuando aparece como un literal o dentro de un literal.

- 'uno

- (*quote* uno)

# Índice

1. Elementos básicos de Scheme
2. Expresiones
3. Funciones o procedimientos definidos por el programador
4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”
5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

## 2. Expresiones

- Descripción
- Tipos de expresiones



## 2. Expresiones

- Descripción
- Tipos de expresiones



## 2. Expresiones

- Descripción

- Una expresión es una **instrucción** que devuelve un **valor**.
- Las expresiones son escritas mediante una **notación prefija** delimitada por **paréntesis**.
- Un programa escrito en **Scheme** es una **secuencia** de
  - expresiones
  - y definiciones de funciones y variables.

## 2. Expresiones

- Descripción
- Tipos de expresiones



## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones
  - Literales
  - Variables
  - Operadores, funciones o procedimientos
  - Formas especiales



## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones
  - Literales
  - Variables
  - Operadores, funciones o procedimientos
  - Formas especiales

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Literales

- Los literales son expresiones que se **autoevalúan**

- Cada expresión se evalúa a un dato cuya **representación gráfica** es equivalente a la expresión.

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Literales

- Tipos de literales

- Números

- Cadenas

- Constantes lógicas (*#t* y *#f*)

- Definidos usando la comilla o *quote*

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Literales

- Ejemplos (1/4)

Literal

*"muestra"*

*(quote muestra)*

*'muestra'*

valor

*"muestra"*

*muestra*

*muestra*

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Literales

- Ejemplos (2/4)

Literal

3

*(quote 3)*

'3

20.5

*(quote 20.5)*

'20.5

valor

3

3

3

20.5

20.5

20.5

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Literales

- Ejemplos (3/4)

Literal

*(quote (a b c))*

*'(a b c)*

*(quote ())*

*'()*

valor

*(a b c)*

*(a b c)*

*()*

*()*

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Literales

- Ejemplos (4/4)

Literal

*(quote "hola")*  
*"hola"*

*#t*  
*(quote #t)*  
*'#t*

valor

*"hola"*  
*"hola"*

*#t*  
*#t*  
*#t*

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones
  - Literales
  - **Variables**
  - Operadores, funciones o procedimientos
  - Formas especiales



## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- **Variable**

- **Identificador** que tiene asociada una **posición de memoria** en la que se puede almacenar un valor.

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Variable

- Declaración o definición

(**define** *<nombre>* *<expresión>*)

- *<nombre>* es un identificador

- *<expresión>* es una expresión de Scheme

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Variable

- **define**

- ❑ Reserva una **posición de memoria** que se asocia a la variable.
- ❑ Si la variable ya existe entonces sólo se produce la **asignación** del valor.

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- **Variable**

- Se usan las **reglas de ámbito léxico o estático** para determinar el valor de una variable.
    - El valor dependerá del **contexto más próximo** que **contenga** a la variable.

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Variable

- Ejemplos:

*(define x 10)*

*x*

→ 10

*(define y 20)*

*y*

→ 20

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Variable

- Modificación

- Definiendo de nuevo la variable

*(define a 12)*

*a* → 12

*(define a 15)*

*a* → 15

- Uso de la forma especial **set!**

*(define a 12)*

*(set! a 15)*

*a* → 15

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- **Variable**

- **set!**

- ❑ El símbolo de admiración **"!"** indica que la forma especial **modifica** el valor de la variable
- ❑ **No** se puede utilizar la forma especial **set!** sobre una variable que **no** haya sido **previamente** definida o declarada.
- ❑ **Observación:**
  - ✓ la **programación funcional** se caracteriza por **evitar** el uso de **set!**

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- **Variable**

- **Scheme**: un lenguaje **débilmente tipificado** o dinámicamente tipificado
  - ❑ Los tipos **no** están asociados a las variables.
  - ❑ Los **tipos** están asociados a los **valores**.
  - ❑ Una variable puede ser **definida** con un valor de un cierto tipo y **después** se le puede asignar el valor de otro tipo.



## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Variable

- **Scheme:** un lenguaje débilmente tipificado o dinámicamente tipificado

- Ejemplo:

*(define clave "luna-roja")*  
*clave* → "luna-roja"

*(define clave 10)*  
*clave* → 10

*(set! clave 'x)*  
*clave* → x

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones
  - Literales
  - Variables
  - **Operadores, funciones o procedimientos**
  - Formas especiales

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- **Operadores, funciones o procedimientos**

- Secuencia de una o más expresiones encerradas entre paréntesis.

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Sintaxis

(*<operador>* *<operando<sub>1</sub>>* ...)

- ❑ Se utiliza la **notación prefija**

- ❑ Operador:

- ✓ Predefinido: +, \*, *sqrt*, *expt*, *acos*, ...

- ✓ Definido por el programador

- ❑ Operando: expresión más simple

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Evaluación

1. Se evalúan el operador y los operandos

- a. Se usa un orden no especificado

- b. Se utilizan las reglas de ámbito **estático**

- c. Se obtienen un procedimiento y unos argumentos.

2. Se aplica el procedimiento a los argumentos generando el resultado final de la expresión.

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- **Operadores, funciones o procedimientos**

- Los procedimientos definidos por el programador y los suministrados por el intérprete tienen el **mismo tratamiento**.
- Se aconseja **no redefinir** operadores predefinidos por el lenguaje.

- **Ventajas:**

- Eficiencia
- Portabilidad

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: suma

- Admite cero argumentos

$(+ ) \rightarrow 0$

- Un argumento

$(+ 3) \rightarrow 3$

- Dos argumentos

$(+ 3 4) \rightarrow 7$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: suma

- Tres o más argumentos

(+ 2.7 10 5.0 7) → 24.7

(+ 4 5 12 7 6) → 34



## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: suma

- Los argumentos pueden ser sub-expresiones

$$(+ (+ 2.5 4) (+ 3.0 9)) \rightarrow 18.5$$

- Utilización de la forma “sangrada”

$$\begin{aligned} & (+ \\ & \quad (+ 2.5 4) \\ & \quad (+ 3.0 9) \\ & ) \quad \rightarrow 18.5 \end{aligned}$$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: suma

- Equivalencia

$$(+ (+ 2.5 4) (+ 3.0 9)) \rightarrow 18.5$$

$$(+ 2.5 4 3.0 9) \rightarrow 18.5$$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: suma

- Observación:

- **Siempre** hay que separar el operador de los argumentos usando espacios en blanco

(+3 7 5)

→ Error

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: producto

- Cero argumentos

$(*) \rightarrow 1$

- Un argumento

$(* 2) \rightarrow 2$

- Dos argumentos

$(* 2 3) \rightarrow 6$

- Tres o más argumentos

$(* 3 4.0 1.5 2) \rightarrow 36.0$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: producto

- Expresiones anidadas

$(* (* 3.5 3) (* 7 2.5)) \rightarrow 119.75$

- Expresiones “sangradas”

$(*  
    (* 3.5 3)  
    (* 7 2.5)  
) \rightarrow 119.75$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: producto

- Equivalencia

$$(* (* 3.5 3) (* 7 2.5)) \rightarrow 119.75$$

$$(* 3.5 3 7 2.5) \rightarrow 119.75$$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: diferencia

- No admite cero argumentos

- $(- ) \rightarrow \text{Error}$

- Un argumento

- $(- 3) \rightarrow -3$

- Dos argumentos

- $(- 10 3) \rightarrow 7$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: diferencia

- Tres o más argumentos

$$(- 10 2 3 4) \rightarrow 1$$

- Equivalente a

$$(- 10 (+ 2 3 4)) \rightarrow 1$$



## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: diferencia

- Anidamiento de expresiones

$$(- (- 100 25) (- 3 12)) \rightarrow 84$$

$$\begin{array}{l} (- \\ \quad (- 100 25) \\ \quad (- 3 12) \\ ) \end{array} \rightarrow 84$$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: división

- No admite cero argumentos

$( / ) \rightarrow \text{Error}$

- Un argumento

$( / 9 ) \rightarrow \frac{1}{9}$

$( / 9.0 ) \rightarrow 0.11111111$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: división

- Dos argumentos

$$(/ 10 2) \rightarrow 5$$

$$(/ 10 3) \rightarrow 3 \frac{1}{3}$$

**Nota:** representa una suma  $3 + \frac{1}{3}$

$$(/ 10 3.) \rightarrow 3.333333$$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: división

- Tres o más argumentos

$(/ 60 3 4) \rightarrow 5$

- Equivalente a

$(/ 60 (* 3 4)) \rightarrow 5$

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos:

- Anidamiento de expresiones

(+  
    (\* 2  
      (- 7 4)  
    )  
  (/ 10 2)  
)  
→ 11

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: expresiones con variables

*(define pi 3.141592)*  
*pi* → 3.141592

*(define radio 10)*  
*radio* → 10

*(\* pi (\* radio radio))* → 314.1592

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones
  - Operadores, funciones o procedimientos
    - Ejemplos: expresiones con variables

```
(define area  
  (* pi (* radio radio))  
)
```

```
area → 314.1592
```

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: expresiones con variables

```
(/
  (* 4 pi (* radio radio radio))
  3
) → 4188.7893
```

```
(define volumen
  (/
    (* 4 pi (* radio radio radio))
    3
  )
)
volumen → 4188.7893
```



## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: *funciones predefinidas*

*(define otro\_pi (/ 355.0 113.0))*

*otro\_pi      → 3.1415929*

*(define pi (acos -1.0))*

*pi      → 3.141592653589793*

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Operadores, funciones o procedimientos

- Ejemplos: *funciones predefinidas*

*(sqrt 2) → 1.4142135623730951*

*(exp 1) → 2.718281828459045*

*(expt 2 3) → 8*

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones
  - Literales
  - Variables
  - Operadores, funciones o procedimientos
  - **Formas especiales**

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- **Formas especiales**

- Expresiones que tienen al principio una palabra clave del lenguaje *scheme*.

## 2. Expresiones

- Tipos de expresiones

- Formas especiales

- Tipos

- Crean un nuevo contexto de ámbito léxico
        - ✓ *do, lambda, let, let\** y *letrec*

- Controlan la ejecución
        - ✓ *begin, case, cond, do, if, and, or*

- Manejo de errores
        - ✓ *assert, bkpt* y *error*.

- Extensiones sintácticas
        - ✓ *macro* y *syntax*

# Índice

1. Elementos básicos de Scheme
2. Expresiones
3. Funciones o procedimientos definidos por el programador
4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”
5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos
- Evaluación mediante el modelo de sustitución
- Definiciones internas y estructuras de bloque

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos
- Evaluación mediante el modelo de sustitución
- Definiciones internas y estructuras de bloque



### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos

- Asocia una expresión compuesta a un identificador dentro de un **contexto léxico o estático**
- **Sintaxis**

```
(define (<nombre> [<argumentos>])  
  <cuerpo>  
)
```

- donde

- <nombre>: identificador de Scheme
- <argumentos>:
  - ✓ parámetros de la función (**opcionales**)
- <cuerpo>
  - ✓ *declaración de variables*
  - ✓ *declaración de funciones internas*
  - ✓ una o más expresiones

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos

- Ejemplos

```
(define (cuadrado x)  
  (* x x)  
)
```

- Se invoca el procedimiento "cuadrado"

(*cuadrado 2*) → 4

(*cuadrado 3.0*) → 9.0

(*cuadrado (+ 3 6)*) → 81

(*cuadrado (cuadrado 4)*) → 256

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos

- Ejemplos

- Llamando a la función “cuadrado” con variables

*(define x 3)*

*(define y 4)*

*(+*

*(cuadrado x)*

*(cuadrado y)*

*)*

**→ 25**

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos

- Ejemplos

- Uso de "cuadrado" para definir otra función

```
(define (suma-de-cuadrados x y)  
  (+  
    (cuadrado x)  
    (cuadrado y)  
  )  
)
```

```
(suma-de-cuadrados 3 4) → 25
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos

- Ejemplos

- Uso de "suma-de-cuadrados" para definir otra función:

```
(define (f z)  
  (suma-de-cuadrados (* z 2) (/ z 2))  
)
```

```
(f (* 2 5))                    → 425
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos
- Evaluación mediante el modelo de sustitución
- Definiciones internas y estructuras de bloque

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - **Modelos**
    - Evaluación según el orden de aplicación  
*(applicative-order evaluation)*
    - Evaluación según el orden normal  
*(normal-order evaluation)*

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - **Evaluación en el orden de aplicación: pasos**
    - Evalúa los argumentos y después aplica la función
      1. Se evalúan los valores de los argumentos (en un orden no determinado).
      2. Se aplica la función a los valores de los argumentos.



### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - Evaluación en el orden de aplicación: ejemplo (1/3)
    - Evaluación de  $(f (* 2 5))$ 
      1. Evaluación del valor de  $z$ : 10
      2. Aplicación de  $f$  a 10  
(*suma-de-cuadrados (\* 10 2) (/ 10 2)*)
      3. Evaluación de los parámetros de *suma-de-cuadrados* (en un orden no determinado)  
(*suma-de-cuadrados 20 5*)
      - ...

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - Evaluación en el orden de aplicación: ejemplo (2/3)
    - Evaluación de  $(f (* 2 5))$

4. Aplicación del suma-de-cuadrados a los parámetros 20 y 5  
 $(+ (\textit{cuadrado 20}) (\textit{cuadrado 5}))$

5. Aplicación de la función “cuadrado” a sus argumentos  
 $(+ (* 20 20) (* 5 5))$

...

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - Evaluación en el orden de aplicación: ejemplo (3/3)
    - Evaluación de  $(f\ 10)$

#### 6. Evaluación de las expresiones

$(+ 400\ 25)$

425

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - Evaluación en el orden de aplicación
    - Observaciones
      - ❑ Este modelo permite comprender **cómo se aplica una función.**
      - ❑ Se utiliza un contexto o **ámbito local** para la evaluación de los parámetros formales.

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - **Evaluación en el orden normal: pasos**
    - Se expande completamente y después se reduce
      1. Se **sustituye** cada función o argumento por expresiones cada vez más simples.
        - ✓ Se obtiene una expresión compuesta exclusivamente por operadores primitivos
      2. Se **evalúa** la expresión con los operadores primitivos.

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución

- Evaluación en el orden normal: ejemplo

- Evaluación de  $(f (* 2 5))$

1. Sustitución de  $f$  y  $z$

$(suma-de-cuadrados (* (* 2 5) 2) (/ (* 2 5) 2))$

2. Sustitución de “suma-de-cuadrados”

$(+ (cuadrado (* (* 2 5) 2)) (cuadrado (/ (* 2 5) 2))$

3. Sustitución de “cuadrado”

$(+ (* (* (* 2 5) 2) (* (* 2 5) 2)) (* (/ (* 2 5) 2) (/ (* 2 5) 2))$   
)

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución

- Evaluación en el orden normal: ejemplo

- Evaluación de  $(f (* 2 5))$

#### 4. Evaluación de las expresiones

$(+ (* (* 10 2) (* 10 2)) (* (/ 10 2) (/ 10 2)))$

$(+ (* 20 20) (* 5 5))$

$(+ 400 25)$

425

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - **Comparación del orden normal y el orden aplicativo**
    - El proceso es diferente pero el resultado es el mismo
    - El “orden normal”
      - ❑ Es más **ineficiente**, porque realiza más operaciones
        - ✓ Por ejemplo: evalúa cuatro veces la expresión  $(* 2 5)$
      - ❑ Necesita más recursos de memoria



### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Evaluación mediante el método de sustitución
  - Variantes de la evaluación en orden normal
    - Evaluación retardada (*delayed evaluation*)
      - ❑ Es útil si se manejan “estructuras infinitas de datos”
    - Evaluación de llamada por necesidad (*call by need evaluation*)
      - ❑ Impide evaluaciones múltiples que surgen en la evaluación en orden normal estricta.

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definición de funciones o procedimientos
- Evaluación mediante el modelo de sustitución
- Definiciones internas y estructuras de bloque

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - **Contexto o ámbito léxico de una función**
    - **Regla de anidamiento más cercano**
      - ☐ Si un identificador aparece en una función entonces su significado se determina
        1. Comprobando si es una **variable local o función interna**
        2. O si es un **parámetro formal**
        3. O buscando en el **contexto léxico** más próximo que **engloba** a la función.

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - Contexto o ámbito léxico de una función
    - Ejemplo 1

```
(define (prueba x)
```

```
  (* 2 x)
```

```
)
```

```
(prueba 3) → 6
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - Contexto o ámbito léxico de una función
    - Ejemplo 2

```
(define (prueba x)
```

```
;; Variable local
```

```
(define x 9)
```

```
;; Uso de la variable local
```

```
(* 2 x)
```

```
)
```

```
(prueba 3) → 18
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - Contexto o ámbito léxico de una función
    - Ejemplo 3

```
(define (area radio)  
  (define pi (acos -1.0)  
  
    (* pi radio radio)  
  )  
(area 1) → 3.1415929203539825
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - Contexto o ámbito léxico de una función
    - Ejemplo 4

```
(define pi (acos -1.0))
```

```
(define (area radio)  
  (* pi radio radio)  
)
```

```
(area 1) → 3.1415929203539825
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - **Contexto o ámbito léxico de una función**
    - **Funciones anidadas**
      - ❑ Una función también puede incluir la definición de otras funciones internas o auxiliares.
      - ❑ Las funciones internas o auxiliares sólo son **accesibles dentro del contexto** en el que han sido definidas.



### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - Contexto o ámbito léxico de una función
    - Funciones anidadas

#### □ Ejemplo 5

```
(define (hipotenusa cateto1 cateto2)
```

```
  (define (cuadrado x) (* x x))
```

```
  (sqrt (+
```

```
    (cuadrado cateto1)
```

```
    (cuadrado cateto2)
```

```
  )
```

```
)
```

```
)
```

```
(hipotenusa 3 4) → 5
```

```
(cuadrado 2) → Error
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - Contexto o ámbito léxico de una función
    - Funciones **no** anidadas

#### □ Ejemplo 6

```
(define (cuadrado x) (* x x))
```

```
(define (hipotenusa cateto1 cateto2)
```

```
  (sqrt (+
```

```
    (cuadrado cateto1)
```

```
    (cuadrado cateto2)
```

```
  )
```

```
)
```

```
)
```

```
(hipotenusa 3 4) → 5
```

```
(cuadrado 2) → 4
```

### 3. Funciones o procedimientos definidos por el programador

- Definiciones internas y estructuras de bloque
  - Contexto o ámbito léxico de una función
    - Funciones anidadas

#### □ Ejemplo 7

```
(define (volumen radio)
  ;; variable local
  (define pi (acos -1.0))
  ;; función auxiliar
  (define (cubo x) (* x x x))
  ;;
  (/ (* 4 pi (cubo radio)) 3)
)
```

(*volumen* 1) → 4.18879056047198

# Índice

1. Elementos básicos de Scheme
2. Expresiones
3. Funciones o procedimientos definidos por el programador
4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”
5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Permite crear una función sin nombre

- **Utilidad**

- Funciones auxiliares **temporales**

- **Evita** definir funciones que nunca serán utilizadas fuera del contexto en el que han sido declaradas.

- Funciones con **parámetros opcionales**

- **Nota:** se explicará en el tema 5.

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Sintaxis

*(lambda ([<argumentos>]) <cuerpo>)*

- donde

- *<argumentos>*

- ✓ parámetros de la función (opcionales)

- *<cuerpo>*

- ✓ *declaración de variables*

- ✓ *declaración de funciones internas*

- ✓ una o más expresiones

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Equivalencia

```
(define (cubo x)  
  (* x x x)  
)
```

```
(define cubo  
  (lambda (x) (* x x x))  
)
```

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Ejemplo:

```
(  
  (lambda (x y z)  
    (* x y (+ 3 z)))  
  2 3 4  
)  
→ 42
```



## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Ejemplo

```
(define (volumen radio)  
  ;; variable local  
  (define pi (acos -1.0))  
  ;;  
  (/   
     (* 4.0  
       pi  
       ((lambda (x) (* x x x)) radio)  
     )  
     3.0  
  )  
)  
(volumen 1) → 4.18879056047198
```

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Ejemplo

- No es obligatorio el uso de lambda  
(*define* (volumen radio)

*;; variable local*

(*define* pi (acos -1.0))

*;;*

(/

(\* 4

pi

(\* radio radio radio)

)

3)

)

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Se recomienda el uso de *lambda* si un **parámetro** está asociado a una **expresión compleja** que se **repite** muchas veces.

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Ejemplo

```
(define (volumen circunferencia)  
  (define pi (acos -1.0)  
    (/   
      (* 4  
        pi  
        ((lambda (x) (* x x x))  
          (/ circunferencia 2 pi)  
        )  
      )  
    )  
  )  
)
```

## 4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”

- Descripción

- Ejemplo: variable local que calcula el radio

```
(define (volumen circunferencia)
```

```
  (define pi (acos -1.0))
```

```
  (define radio (/ circunferencia 2 pi))
```

```
    (/
```

```
      (* 4
```

```
        pi
```

```
      ((lambda (x) (* x x x))
```

```
        radio
```

```
    )
```

```
  )
```

```
  3
```

```
)
```

```
)
```

# Índice

1. Elementos básicos de Scheme
2. Expresiones
3. Funciones o procedimientos definidos por el programador
4. Procedimientos anónimos: la forma especial “lambda”
5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción
- Descripción
- Comparación entre “*let*” y “*define*”
- Forma especial “*let\**”

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción
- Descripción
- Comparación entre “*let*” y “*define*”
- Forma especial “*let\**”



## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción

- La forma especial *lambda* también se utiliza para definir **variables auxiliares** usadas como parámetros.
- Estas variables auxiliares también pueden ser declaradas con la forma especial “let”.

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- **Introducción**

- **Ejemplo (1/5)**

- **Uso de la fórmula de Herón de Alejandría para calcular el área de un triángulo a partir de sus lados.**

$$\text{Área} = \sqrt{s(s - a)(s - b)(s - c)}$$

donde

- $a$ ,  $b$  y  $c$  son los lados del triángulo
      - $s$  es el semi-perímetro:  $(a+b+c)/2$

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción

- Ejemplo (2/5)

- Primera versión: variable local creada con *define*

```
(define (Heron a b c)
  ;; variable local: semi-perímetro
  (define s (/ (+ a b c) 2.0))

  ;;
  (sqrt (* s (- s a) (- s b) (- s c)))
)
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción

- Ejemplo (3/5)

- Segunda versión: función auxiliar

```
(define (Heron a b c)  
  ;; función auxiliar  
  (define (auxiliar s)  
    (sqrt (* s (- s a) (- s b) (- s c)))  
  )  
  
  ;; llamada a la función auxiliar  
  (auxiliar (/ (+ a b c) 2.0))  
)
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción

- **Ejemplo (4/5)**

- Tercera versión: función anónima (lambda)

```
(define (Heron a b c)  
  ( (lambda (s)  
    (sqrt (* s (- s a) (- s b) (- s c))  
  )  
  (/ (+ a b c) 2.0)  
)
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción

- Ejemplo (5/5)

- Cuarta versión: forma especial “let”

```
(define (Heron a b c)  
  (let ;; variable local de let  
    (  
      (s (/ (+ a b c) 2.0))  
    )  
    ;; cuerpo de let  
    (sqrt (* s (- s a) (- s b) (- s c)))  
  )  
)
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción
- Descripción
- Comparación entre “*let*” y “*define*”
- Forma especial “*let\**”

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- **Forma especial *let***

- Constructor de enlace de variables que **extiende** el contexto léxico actual.
    - Permite la definición de **variables locales**
    - Permite evaluar expresiones en un ámbito léxico **específico**.



## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción
  - Sintaxis

```
(let ;; zona de variables locales  
  (  
    (<variable1> <expresión1>)  
    (<variable2> <expresión2>)  
    ...  
    (<variablen> <expresiónn>)  
  )  
  ;; cuerpo de let  
  <cuerpo>  
)
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- Semántica

- **Paso 1:** se evalúan las expresiones en un orden no determinado (“evaluación en paralelo”)
  - El ámbito de cada variable local se circunscribe al **cuerpo** de *let* y, por tanto, **no** incluye a las expresiones que asociadas a las variables.
- **Paso 2:** el valor de cada expresión se **asigna** a la variable correspondiente.
- **Paso 3:** evalúa el **cuerpo** en el contexto extendido que incluye las variables de *let*.

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción
  - Sintaxis

*(let* *;; zona de variables locales*

(

{

(*<variable<sub>1</sub>>* *<expresión<sub>1</sub>>*)

(*<variable<sub>2</sub>>* *<expresión<sub>2</sub>>*)

...

(*<variable<sub>n</sub>>* *<expresión<sub>n</sub>>*)

)

*;; cuerpo de let*

*<cuerpo>*

)

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- Forma especial de “lambda” equivalente a “let”

(  
  (*lambda* (<variable<sub>1</sub>> <variable<sub>2</sub>> ... <variable<sub>n</sub>>)  
    < cuerpo >  
  )  
  <expresión<sub>1</sub>>  
  <expresión<sub>2</sub>>  
  ...  
  <expresión<sub>n</sub>>  
)

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- **Ejemplo (1/5)**

- Se desea computar la función

$$f(x, y) = x (1 + x y)^2 + y (1 - y) + (1 + x y) (1 - y)$$

- Se utilizará dos variables locales: a y b.

- ✓  $a = 1 + x y$

- ✓  $b = 1 - y$

- quedando

- ✓  $f(x, y) = x a^2 + y b + a b$

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- Ejemplo (2/5)

- Primera versión: uso de “*define*”

```
(define (f x y)
```

```
;; variables locales
```

```
(define a (+ 1 (* x y)))
```

```
(define b (- 1 y))
```

```
;;
```

```
(+
```

```
  (* x (square a))
```

```
  (* y b)
```

```
  (* a b)
```

```
)
```

```
)
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- **Ejemplo (3/5)**

- Segunda versión: función auxiliar

*(define (f x y)*

*;; función local*

*(define (auxiliar a b)*

*(+ (\* x (square a))*

*(\* y b)*

*(\* a b)*

*)*

*)*

*;; llamada a la función local*

*(auxiliar (+ 1 (\* x y)) (- 1 y))*

*)*

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- Ejemplo (4/5)

- Tercera versión: uso de lambda

```
(define (f x y)
```

```
  ( (lambda (a b)
```

```
    (+
```

```
      (* x (square a))
```

```
      (* y b)
```

```
      (* a b)
```

```
    )
```

```
  )
```

```
(+ 1 (* x y)) (- 1 y)
```

```
)
```

```
)
```



## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Descripción

- Ejemplo (5/5)

- Cuarta versión: uso de *let*

```
(define (f x y)
```

```
  (let (
```

```
    (a (+ 1 (* x y)) )
```

```
    (b (- 1 y) )
```

```
  )
```

```
  (+ (* x (square a))
```

```
    (* y b)
```

```
    (* a b)
```

```
  )
```

```
)
```

```
)
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción
- Descripción
- Comparación entre “*let*” y “*define*”
- Forma especial “let\*”

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Comparación entre “*let*” y “*define*”

### 1. Ámbito de las variables

- El ámbito creado por **define** abarca **todo el contexto** en el que puede ser ejecutado.
- **let (lambda)** crea un **ámbito específico** para las variables locales
  - ❑ El **ámbito** de una variable declarada con **let** es el **cuerpo de let**.
  - ❑ **let** permite construir expresiones que enlazan variables tan **localmente** como sea posible.

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Comparación entre “*let*” y “*define*”

- Ejemplo

- Supóngase que **x** (externa) tiene el valor 5 y que se evalúa la siguiente expresión

```
(+ ;; primer sumando = 33
```

```
  (let (
```

```
    (x 3)
```

```
  )
```

```
    (+ x (* x 10))
```

```
  )
```

```
;; segundo sumando = 5
```

```
x
```

```
)
```

```
→ 38
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Comparación entre “*let*” y “*define*”

### 2. Asignación de valores iniciales

- *define*

- ✓ Realiza una evaluación **secuencial** de las expresiones de las variables
- ✓ Una expresión asociada a una variable **puede** usar los valores de las variables anteriores

- *let*

- ✓ Evalúa en **paralelo** (o no determinado) las expresiones de las variables
- ✓ Una expresión de una variable **no** puede usar los valores de las variables anteriores.

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Comparación entre “*let*” y “*define*”

- **Ejemplo (1/2)**

- En un contexto externo, “*x*” vale 2
- Se evalúa la siguiente expresión

*(let*

*;; variables locales*

*(*

*(x 3)*

*(y (+ x 2)) ;; “y” toma el valor 4*

*)*

*;; cuerpo de let*

*(\* x y)*

*)*

**→ 12**

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Comparación entre “*let*” y “*define*”

- **Ejemplo (2/2)**

- Por el contrario, la siguiente secuencia

```
(define x 3)  
(define y (+ x 2))
```

```
;;  
(* x y)
```

→ 15

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Introducción
- Descripción
- Comparación entre “*let*” y “*define*”
- Forma especial “*let\**”



## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Forma especial “*let\**”

- **Descripción**

- Variante de la forma especial **let** que sí permite evaluar las variables locales de forma **secuencial** o consecutiva.

- **Reglas de contexto**

- El **ámbito** de cada variable local **se extiende desde su inicialización** hasta el cuerpo de **let\***.
- Por tanto,
  - la **evaluación** de la **segunda variable** se realiza en un contexto en el cual la **primera variable enlace es visible**,
  - y así sucesivamente.

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Forma especial “*let\**”

- Ejemplo

```
(let* (  
  (x 3)  
  (y (+ x 2))  
)  
  ;;  
  (* x y)  
)  
→ 15
```

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Forma especial “*let\**”

- **Sintaxis:** similar a la de *let*

*(let\**    *;; zona de variables locales*

(  
  (*<variable<sub>1</sub>>* *<expresión<sub>1</sub>>*)  
  (*<variable<sub>2</sub>>* *<expresión<sub>2</sub>>*)  
  ...  
  (*<variable<sub>n</sub>>* *<expresión<sub>n</sub>>*)  
)

*;; cuerpo de let\**

*<cuerpo>*

)

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Forma especial “**let\***”

- **Ejemplo: let y let\* (1/2)**

```
(let ( ;; variables locales de let
      (x 2)
      (y 3)
    )
```

;; cuerpo de let

```
(let* ( ;; variables locales de let*
        (x 7)
        (z (+ x y))
      )
```

;; cuerpo de let\*

```
(* z x)
```

```
)
```

→ 70

## 5. Definición de variables locales: la forma especial “let”

- Forma especial “**let\***”

- **Ejemplo: let y let\* (2/2)**

```
(let ( ;; variables locales de let
      (x 2)
      (y 3)
    )
```

;; cuerpo de let

```
(let* ( ;; variables locales de let*
        (z (+ x y))
        (x 7)
      )
```

;; cuerpo de let\*

```
(* z x)
```

```
)
)
```

→ 35



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

DEPARTAMENTO DE  
INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO

# PROGRAMACIÓN DECLARATIVA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

CUARTO CURSO

PRIMER CUATRIMESTRE

**Tema 2.- Expresiones y funciones**